



Pemerintah Provinsi DKI Jakarta

Dinas Lingkungan Hidup

Jl. Mandala V No. 67, Cililitan Besar, Jakarta Timur, DKI Jakarta

LAPORAN PEMANTAUAN

KUALITAS LINGKUNGAN AIR SUNGAI PROVINSI DKI JAKARTA TAHUN 2024



Swakelola Tipe II
dengan PPLH – LRI LPI IPB University



KATA PENGANTAR

Pencemaran perairan sungai di Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta (DKI Jakarta) perlu mendapatkan perhatian serius mengingat DKI Jakarta masih merupakan wilayah khusus yang menjadi perhatian nasional maupun internasional. Pemerintah Provinsi (Pemprov) DKI Jakarta melalui Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta (DLH DKI Jakarta) memiliki amanat untuk melindungi dan mengelola lingkungan hidup seperti amanat UU Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti UU Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja menggantikan UU Nomor 2 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja dan UU Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Melalui Peraturan Pemerintah Nasional 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, salah satu upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan perairan sungai dengan menjaga kelestarian kualitas air. Kelestarian kualitas air yang dimaksud tersebut merupakan kuantitas dan kualitas air yang diprasyaratkan berdasarkan baku mutu yang telah ditetapkan.

Peraturan Gubernur Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 57 Tahun 2022 tentang Organisasi dan Tata Kerja Perangkat Daerah (Lampiran XVI) mengatur bahwa DLH DKI Jakarta memiliki fungsi untuk menyelenggarakan kegiatan pemantauan kualitas air sungai. Kegiatan ini merupakan upaya yang dilakukan dalam rangka mengevaluasi kondisi dan kemudian menetapkan kebijakan pengendalian pencemaran sungai. Dalam rangka mengimplementasikan amanat tersebut, DLH DKI Jakarta melakukan pemantauan dan penyusunan dokumen pemantauan kualitas lingkungan air sungai di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2024 yang dalam pelaksanaannya bekerja sama dengan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Lembaga Riset Internasional Lingkungan dan Perubahan Iklim (PPLH LRI LPI) IPB *University*.

Laporan ini disusun sebagai wujud komitmen DLH DKI Jakarta dalam pelaksanaan pemantauan kualitas lingkungan air sungai sepanjang tahun 2024. Laporan ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kondisi kualitas air, status mutu air, dan profil titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2024, kemudian hasil analisis dan evaluasinya selama tahun 2024 dan secara *time series* beberapa tahun terakhir dengan mempertimbangkan ketersediaan data pemantauan yang dimiliki. Rekomendasi yang disusun berdasarkan informasi yang diperoleh, hasil analisis, dan hasil evaluasi dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perumusan kebijakan pengelolaan sungai di Provinsi DKI Jakarta.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat dan memenuhi harapan semua pihak yang berkepentingan.

Jakarta, 3 Desember 2024
Kepala Dinas Lingkungan Hidup
Provinsi DKI Jakarta



Asep Kuswanto, S.E., M.Si.
NIP. 197309021998031006

DAFTAR ISI
DAFTAR TABEL
DAFTAR GAMBAR
DAFTAR LAMPIRAN

Laporan
Kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2024
Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
1. BAB I PENDAHULUAN	1-1
1.1. Latar Belakang	1-1
1.2. Maksud dan Tujuan	1-5
1.3. Dasar Hukum	1-5
2. BAB II METODOLOGI DAN TINJAUAN PUSTAKA	2-1
2.1. Lokasi dan Periode Pemantauan Kualitas Air Sungai	2-1
2.2. Ketersediaan dan Penggunaan Data Kualitas Air dan Sedimen Sungai	2-4
2.3. Tinjauan Parameter Kualitas Air dan Sedimen Sungai	2-8
2.3.1. Parameter Fisika	2-8
2.3.2. Parameter Kimia	2-10
2.3.2.1. Organik	2-10
2.3.2.2. Anorganik Non-Logam.....	2-12
2.3.2.3. Logam	2-17
2.3.2.4. Pestisida.....	2-23
2.3.3. Parameter Mikrobiologi	2-26
2.4. Metode Analisis	2-27
2.4.1. Analisis dan Evaluasi Status Mutu Air Sungai.....	2-27
2.4.1.1. Metode STORET	2-27
2.4.1.2. Indeks Pencemaran (IP)	2-28
2.4.2. Analisis dan Evaluasi Parameter-Parameter Kualitas Air Sungai.....	2-29
2.4.2.1. Analisis dan Evaluasi Parameter Pencemar Utama (PPU) Sungai	2-30
2.4.2.2. Analisis dan Evaluasi Kecenderungan Parameter Fisika-Kimia-Biologi Kualitas Air Sungai, serta Keterkaitan Antar Parameter yang Berhubungan	2-31
2.4.3. Analisis dan Evaluasi Parameter Logam Berat di Sedimen Sungai	2-32
2.4.4. Analisis Laju Sedimentasi	2-34
2.4.5. Analisis dan Evaluasi Spasial.....	2-36
2.4.5.1. Evaluasi Spasial Status Mutu Air Sungai Tahun 2024	2-36
2.4.5.2. Rekomendasi Spasial Sub-DAS/DTA/Segmen-Segmen Sungai Prioritas Pengelolaan dan Perbaikan Kualitas Air Sungai	2-37
2.4.5.3. Evaluasi Keterkaitan Status Mutu Air Sungai dengan Komponen Tingkat Kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA dan Penyusunan Profil Lokasi Pemantauan Sungai	2-41

2.4.6. Evaluasi DPSIR Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta .	2-42
3. BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN.....	3-1
3.1. Analisis dan Evaluasi Status Mutu Air Sungai	3-1
3.1.1. Status Mutu Air Sungai Tahun 2024	3-1
3.1.1.1. Metode STORET	3-1
3.1.1.2. Indeks Pencemaran (IP)	3-5
3.1.2. Kecenderungan Umum Status Mutu Air Sungai Tahun 2021-2024...	3-8
3.1.2.1. Metode STORET	3-8
3.1.2.2. Indeks Pencemaran (IP)	3-11
3.2. Evaluasi Spasial Status Mutu Air Sungai Tahun 2024	3-15
3.2.1. Evaluasi Spasial Status Mutu Air Sungai di Area Hulu–Tengah-Hilir Sungai Dalam Wilayah Provinsi DKI Jakarta	3-15
3.2.2. Penyajian Spasial Status Mutu Air Sungai	3-18
3.3. Analisis dan Evaluasi Parameter Pencemar Utama (PPU) Sungai.....	3-27
3.4. Analisis dan Evaluasi Kecenderungan Parameter Fisika-Kimia-Biologi Kualitas Air Sungai, serta Keterkaitan Antar Parameter yang Berhubungan.....	3-31
3.4.1. Hidrologi dan Fisik Air Sungai	3-32
3.4.1.1. Hidrologi	3-33
a. Kedalaman Air/Tinggi Muka Air (TMA) Sungai	3-33
b. Lebar Sungai.....	3-35
c. Kecepatan Aliran.....	3-37
d. Debit Air	3-39
3.4.1.2. Fisik	3-41
a. Suhu/Temperatur	3-41
b. Salinitas	3-41
c. Kecerahan dan Tingkat Kecerahan	3-43
d. Kekeruhan	3-43
e. Keberadaan Lapisan Minyak	3-46
f. Warna Tampak Perairan	3-48
g. Tingkat Kebauan	3-50
h. Sampah Sungai.....	3-50
3.4.2. Kelompok Parameter Pencemar Utama.....	3-54
3.4.2.1. <i>Fecal Coliform</i> dan <i>Total Coliform</i>	3-54
3.4.2.2. Amoniak (NH ₃).....	3-60
3.4.3. Kelompok Parameter Pencemar Lainnya	3-63
3.4.3.1. Warna Air	3-63
3.4.3.2. Total Suspended Solid/TSS.....	3-66
3.4.3.3. Organik	3-69

a. BOD dan COD	3-69
b. MBAS (Detergen)	3-74
c. Fenol	3-77
3.4.3.4. Anorganik Non Logam	3-80
a. Sulfida (H_2S).....	3-80
b. Klorin Bebas (Cl_2).....	3-83
c. Oksigen Terlarut (DO).....	3-86
d. Sianida (CN)	3-86
3.4.3.5. Unsur Hara (P dan N)	3-91
a. Total Fosfat (Total P)	3-91
b. Nitrit (NO_2)	3-94
c. Total Nitrogen (Total N)	3-94
3.4.3.6. Logam	3-99
a. Besi (Fe)	3-99
b. Mangan (Mn)	3-99
3.4.4. Kelompok Parameter Yang Cenderung Memenuhi Baku Mutu	3-102
3.4.4.1. <i>Total Dissolved Solid</i> /TDS.....	3-102
3.4.4.2. pH	3-105
3.4.4.3. Minyak dan Lemak	3-105
3.4.4.4. Nitrat (NO_3).....	3-110
3.4.4.5. Anorganik Non Logam	3-110
a. Fluorida (F^-)	3-110
b. Sulfat (SO_4^{2-})	3-115
c. Klorida (Cl^-)	3-115
3.4.4.6. Logam	3-120
a. Merkuri (Hg)	3-120
b. Kadmium (Cd).....	3-120
c. Seng (Zn)	3-125
d. Tembaga (Cu)	3-125
e. Timbal (Pb)	3-130
f. Krom Heksavalen (Cr^{6+})	3-130
g. Nikel (Ni).....	3-135
h. Arsen (As)	3-135
i. Kobalt (Co)	3-135
j. Barium (Ba).....	3-140

k. Boron (B)	3-140
l. Selenium (Se)	3-140
3.4.4.7. Pestisida.....	3-144
a. Aldrin/Dieldrin.....	3-144
b. BHC	3-144
c. Chlordane.....	3-144
d. DDT	3-148
e. Endrin.....	3-148
f. Heptachlor.....	3-148
g. Lindane.....	3-152
h. Methoxychlor.....	3-152
i. Toxaphene.....	3-152
3.5. Analisis dan Evaluasi Parameter Logam Berat di Sedimen Sungai.....	3-156
3.5.1. Logam Seng (Zn) di Sedimen Sungai	3-156
3.5.2. Logam Tembaga (Cu) di Sedimen Sungai	3-158
3.5.3. Keterkaitan Logam di Sedimen dengan Kecepatan Aliran Sungai ..	3-164
3.5.4. Keterkaitan Logam di Sedimen dengan Logam di Air Sungai	3-164
3.6. Analisis Laju Sedimentasi	3-168
3.6.1. Pengukuran Langsung Laju Sedimentasi (Patok Ukur)	3-168
3.6.2. Pendugaan Nilai Laju Sedimentasi (Pendekatan Nilai TSS)	3-170
3.7. Rekomendasi Spasial Sub-DAS/DTA/Segmen-Segmen Sungai Prioritas untuk Pengelolaan dan Perbaikan Kualitas Air Sungai	3-174
3.8. Evaluasi Keterkaitan Status Mutu Air Sungai dengan Komponen Tingkat Kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA dan Penyusunan Profil Lokasi Pemantauan Sungai	3-189
3.8.1. Evaluasi Keterkaitan Status Mutu Air Sungai dengan Parameter Hidrologi & Fisik Sungai.....	3-189
3.8.2. Penyajian Spasial Evaluasi Keterkaitan Status Mutu Air Sungai dengan Komponen Tingkat Kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA dan Profil Lokasi Pemantauan Sungai	3-196
3.9. Evaluasi DPSIR Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta	3-207
3.9.1. Drivers.....	3-207
3.9.2. Pressures	3-209
3.9.3. States.....	3-214
3.9.4. Impacts.....	3-214
3.9.5. Responses.....	3-215
4. BAB IV KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	4-1
4.1. Kesimpulan	4-1
4.2. Rekomendasi	4-4

4.2.1. Rekomendasi Teknis Pemantauan.....	4-5
4.2.1.1. Perubahan Frekuensi Pemantauan Kualitas Air Sungai.....	4-5
4.2.1.2. Rekomendasi Parameter Pemantauan Kualitas Air Sungai.....	4-5
4.2.1.3. Penggantian Metode Analisis Parameter Bakteri <i>Coliform</i> menggunakan Metode <i>Enzym Substrate Test</i>	4-6
4.2.1.4. Penjaminan Mutu Analisis Laboratorium.....	4-6
4.2.1.5. Verifikasi dan/atau Validasi terhadap Data Pemantauan oleh Pemilik Izin atau terhadap Persetujuan Pembuangan Air Limbah/Sertifikat Kelayakan Operasi (SLO)	4-7
4.2.1.6. Pelibatan Suku Dinas Lingkungan Hidup (Sudin LH) di Wilayah Provinsi DKI Jakarta dalam Kegiatan Pemantauan	4-7
4.2.1.7. Penggunaan Stasiun Pemantauan Kualitas Air yang Bersifat Kontinu, Otomatis, <i>Online</i> , dan <i>Real-time</i>	4-7
4.2.1.8. Pemutakhiran Data Sumber Pencemar <i>Point Source</i> dan <i>Non-point Source</i>	4-18
4.2.1.9. Sistem Pemantauan Terintegrasi	4-18
4.2.1.10. Optimalisasi Pemasangan Patok Ukur Sedimen dan Kajian Laju Sedimentasi Sungai Dilakukan Secara Terpisah dari Pemantauan Kualitas Air Sungai	4-19
4.2.2. Rekomendasi Kebijakan dan Teknis Pengelolaan/Perbaikan Kualitas Lingkungan Air Sungai	4-20
4.2.2.1. Pembaharuan Bentuk Daerah Aliran Sungai (DAS)	4-20
4.2.2.2. Kampanye Penggunaan Bahan-Bahan Ramah Lingkungan .	4-20
4.2.2.3. Penyadartahuan Masyarakat terhadap Pengelolaan Sungai	4-23
4.2.2.4. Peningkatan Fasilitas Pengelolaan Limbah Domestik	4-23
4.2.2.5. Peningkatan Pengawasan terhadap Pelaku Usaha/Industri dan Perkantoran	4-24
4.2.2.6. Penggantian Skema Persetujuan Teknis Pembuangan Air Limbah	4-24
4.2.2.7. Pengelolaan <i>Effluent</i> Pabrik Berbahan Baku Kedelai	4-24
4.2.2.8. Upaya Tindak Lanjut Berdasarkan Peta Status Mutu dan Status Prioritas	4-25
4.2.2.9. Pengelolaan/Perbaikan Kualitas Air Sungai Secara Terpadu.	4-25
4.2.2.10. Koordinasi dengan Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) dan Kementerian Terkait	4-25
DAFTAR PUSTAKA.....	DP-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Dimensi air permukaan di Provinsi DKI Jakarta.	1-2
Tabel 2.1. Jumlah titik pemantauan kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan wilayah administrasi.	2-1
Tabel 2.2. Jumlah titik pemantauan kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan batas ekologi.	2-1
Tabel 2.3. Jumlah titik dan periode pemantauan kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2018-2024.	2-1
Tabel 2.4. Tabulasi penggunaan periode data pemantauan dalam proses analisis dan evaluasi pemantauan kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	2-4
Tabel 2.5. Parameter pemantauan kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2018-2024 beserta nilai baku mutunya.	2-5
Tabel 2.6. Parameter pemantauan kualitas sedimen sungai di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2024 beserta nilai referensinya.	2-6
Tabel 2.7. Daftar parameter kualitas air sungai yang selalu tersedia selama tahun 2021-2024 dan dapat digunakan dalam perhitungan status mutu air sungai.	2-7
Tabel 2.8. Sistem nilai mutu air dalam metode STORET.	2-27
Tabel 2.9. Klasifikasi status mutu air berdasarkan skor STORET.	2-28
Tabel 2.10. Klasifikasi status mutu air berdasarkan nilai Indeks Pencemaran (IP). ..	2-29
Tabel 2.11. Kriteria penentuan pembagian kelompok parameter pencemar berdasarkan pemenuhan baku mutu kualitas air sungai.	2-31
Tabel 2.12. Titik-titik pengganti pengambilan sampel sedimen sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	2-33
Tabel 2.13. Klasifikasi laju sedimentasi.	2-34
Tabel 2.14. Data-data pendukung pada proses analisis dan evaluasi spasial.	2-36
Tabel 2.15. Kelas perubahan kualitas air hulu ke hilir (PHH) berdasarkan selisih nilai Ci/Li dari parameter pencemar antara hulu dengan hilir pada setiap DTA.	2-38
Tabel 2.16. Kelas beban pencemaran (BP) berdasarkan batas baku mutu kualitas air menurut Lampiran VI PP Nomor 22 Tahun 2021.	2-38
Tabel 2.17. Status prioritas dan tindakan pengelolaan yang disarankan berdasarkan nilai PHH dan BP pada setiap DTA Sungai di Provinsi DKI Jakarta.	2-40
Tabel 3.1. Nilai status mutu air sungai berdasarkan metode STORET di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-2
Tabel 3.2. Parameter terburuk di sungai Provinsi DKI Jakarta berdasarkan skor STORET tahun 2024.	3-4
Tabel 3.3. Nilai status mutu air sungai berdasarkan metode STORET di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-8
Tabel 3.4. Parameter terburuk di sungai Provinsi DKI Jakarta berdasarkan skor STORET selama tahun 2021-2024.	3-11
Tabel 3.5. Perbandingan nilai Indeks Pencemaran (IP) di area hulu-tengah-hilir sungai dalam wilayah Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-17
Tabel 3.6. Rangkuman kondisi status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024 berdasarkan kelompok aliran sungai.	3-19
Tabel 3.7. Hasil analisis pengelompokan parameter pencemar sungai secara kumulatif berdasarkan data pemantauan tahun 2018-2024.	3-28

Tabel 3.8. Konsentrasi bakteri <i>coliform</i> pada beberapa sungai dan <i>outlet septic tank</i>	3-54
Tabel 3.9. Tabulasi hasil pengukuran langsung laju sedimentasi tahun 2024.	3-169
Tabel 3.10. Rekapitulasi nilai pendugaan laju sedimentasi sungai di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2024.	3-171
Tabel 3.11. Luas daerah tangkapan air (DTA) pada masing-masing titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta.	3-175
Tabel 3.12. Tabulasi hasil analisis status prioritas dan tindakan pengelolaan pada masing-masing daerah tangkapan air (DTA) sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-186
Tabel 3.13. Estimasi beban pencemaran dominan setiap daerah tangkapan air (DTA) pada masing-masing titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta 2024.	3-210
Tabel 4.1. Rekomendasi titik-titik pemantauan untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i> , dan <i>real-time</i>	4-10
Tabel 4.2. Rekomendasi tahapan-tahapan persiapan dan pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i> , dan <i>real-time</i>	4-13
Tabel 4.3. Jenis data untuk pengambilan keputusan kebijakan pengelolaan sungai.	4-26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Skematik aliran air permukaan di Provinsi DKI Jakarta.....	1-4
Gambar 2.1.	Titik pemantauan kualitas air sungai di seluruh DKI Jakarta berdasarkan batas wilayah administrasi.....	2-2
Gambar 2.2.	Titik pemantauan kualitas air sungai di seluruh DKI Jakarta berdasarkan batas ekologi.	2-3
Gambar 2.3.	Kerangka umum analisis DPSIR.....	2-43
Gambar 3.1.	Status mutu air sungai berdasarkan metode STORET di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-1
Gambar 3.2.	Status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) selama tahun 2024.....	3-7
Gambar 3.3.	Status mutu air sungai berdasarkan metode STORET di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-8
Gambar 3.4.	Status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) selama tahun 2021-2024.	3-14
Gambar 3.5.	Ilustrasi area titik masuk/ <i>in</i> (area coklat), titik tengah/ <i>middle</i> (area ungu), dan titik keluar/ <i>out</i> (area biru) aliran sungai wilayah Provinsi DKI Jakarta	3-16
Gambar 3.6.	Sebaran spasial status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) Tahun 2024.	3-26
Gambar 3.7.	Pemeringkatan parameter pencemar utama sungai di Provinsi DKI Jakarta secara periodik selama tahun 2018-2024 (beserta besaran nilai rata-rata $Ci/Li > 1$ dan persentase kejadian tidak memenuhi baku mutu).	3-29
Gambar 3.8.	Persentase kategori kedalaman air/TMA sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.....	3-33
Gambar 3.9.	Kedalaman air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.....	3-34
Gambar 3.10.	Persentase kategori lebar total sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-35
Gambar 3.11.	Lebar sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.....	3-36
Gambar 3.12.	Kecepatan aliran sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-38
Gambar 3.13.	Debit air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.....	3-40
Gambar 3.14.	Persentase kategori salinitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-41
Gambar 3.15.	Suhu air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.....	3-42
Gambar 3.16.	Salinitas air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.....	3-42
Gambar 3.17.	Kecerahan perairan pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.....	3-44
Gambar 3.18.	Tingkat kecerahan perairan pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-44
Gambar 3.19.	Kekeruhan air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.....	3-45

Gambar 3.20.	Persentase keberadaan lapisan minyak pada badan air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-46
Gambar 3.21.	Dokumentasi keberadaan lapisan minyak di badan air sungai saat dilakukan pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-47
Gambar 3.22.	Persentase warna tampak air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-48
Gambar 3.23.	Visualisasi warna tampak air sungai pada beberapa titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-49
Gambar 3.24.	Persentase kategori tingkat kebauan air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-50
Gambar 3.25.	Persentase keberadaan sampah pada badan air dan sempadan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-51
Gambar 3.26.	Dokumentasi penanganan sampah sungai yang dilakukan oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta pada beberapa titik pemantauan; a) KNT-1; b) CKG-4; c) STR-3; d) KML-2; dan e) STR-4).	3-52
Gambar 3.27.	Timbulan sampah rata-rata bulanan dari hasil penanganan sampah perairan di Provinsi DKI Jakarta tahun 2021-2023.	3-53
Gambar 3.28.	Kelimpahan <i>fecal coliform</i> pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-56
Gambar 3.29.	Kelimpahan <i>fecal coliform</i> pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-56
Gambar 3.30.	Persentase pemenuhan baku mutu <i>fecal coliform</i> selama tahun 2021-2024.	3-57
Gambar 3.31.	Kelimpahan <i>total coliform</i> pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-58
Gambar 3.32.	Kelimpahan <i>total coliform</i> pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-58
Gambar 3.33.	Persentase pemenuhan baku mutu <i>total coliform</i> selama tahun 2021-2024.	3-59
Gambar 3.34.	Konsentrasi amoniak (NH ₃) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-61
Gambar 3.35.	Konsentrasi amoniak (NH ₃) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-61
Gambar 3.36.	Persentase pemenuhan baku mutu amoniak (NH ₃) selama tahun 2021-2024.	3-62
Gambar 3.37.	Nilai warna perairan pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-64
Gambar 3.38.	Nilai warna perairan pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-64
Gambar 3.39.	Persentase pemenuhan baku mutu warna selama tahun 2021-2024.	3-65
Gambar 3.40.	Konsentrasi TSS pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-67
Gambar 3.41.	Konsentrasi TSS pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-67
Gambar 3.42.	Persentase pemenuhan baku mutu TSS selama tahun 2021-2024.	3-68
Gambar 3.43.	Konsentrasi BOD pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-70

Gambar 3.44.	Konsentrasi BOD pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-70
Gambar 3.45.	Persentase pemenuhan baku mutu BOD selama tahun 2021-2024.	3-71
Gambar 3.46.	Konsentrasi COD pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-72
Gambar 3.47.	Konsentrasi COD pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-72
Gambar 3.48.	Persentase pemenuhan baku mutu COD selama tahun 2021-2024. ..	3-73
Gambar 3.49.	Konsentrasi MBAS (detergen) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-75
Gambar 3.50.	Konsentrasi MBAS (detergen) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-75
Gambar 3.51.	Persentase pemenuhan baku mutu MBAS (detergen) selama tahun 2021-2024.	3-76
Gambar 3.52.	Penggunaan lahan di sekitar titik pemantauan CKR-2.	3-77
Gambar 3.53.	Konsentrasi fenol pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-78
Gambar 3.54.	Konsentrasi fenol pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-78
Gambar 3.55.	Persentase pemenuhan baku mutu fenol selama tahun 2021-2024...	3-79
Gambar 3.56.	Konsentrasi sulfida (H_2S) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-81
Gambar 3.57.	Konsentrasi sulfida (H_2S) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-81
Gambar 3.58.	Persentase pemenuhan baku mutu sulfida (H_2S) selama tahun 2021-2024.	3-82
Gambar 3.59.	Konsentrasi klorin bebas (Cl_2) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-84
Gambar 3.60.	Konsentrasi klorin bebas (Cl_2) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-84
Gambar 3.61.	Persentase pemenuhan baku mutu klorin bebas (Cl_2) selama tahun 2021-2024.	3-85
Gambar 3.62.	Konsentrasi oksigen terlarut (DO) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-87
Gambar 3.63.	Konsentrasi oksigen terlarut (DO) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.....	3-87
Gambar 3.64.	Persentase pemenuhan baku mutu oksigen terlarut (DO) selama tahun 2021-2024.	3-88
Gambar 3.65.	Konsentrasi sianida (CN) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-89
Gambar 3.66.	Konsentrasi sianida (CN) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2022-2024.	3-89
Gambar 3.67.	Persentase pemenuhan baku mutu sianida (CN) selama tahun 2022-2024.	3-90
Gambar 3.68.	Konsentrasi total P pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.....	3-92

Gambar 3.69.	Konsentrasi total P pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-92
Gambar 3.70.	Persentase pemenuhan baku mutu total P selama tahun 2021-2024. 3-93	
Gambar 3.71.	Konsentrasi nitrit (NO_2) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-95
Gambar 3.72.	Konsentrasi nitrit (NO_2) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-95
Gambar 3.73.	Persentase pemenuhan baku mutu nitrit (NO_2) selama tahun 2021-2024.	3-96
Gambar 3.74.	Konsentrasi total N pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-97
Gambar 3.75.	Konsentrasi total N pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-97
Gambar 3.76.	Persentase pemenuhan baku mutu total N selama tahun 2021-2024. 3-98	
Gambar 3.77.	Konsentrasi besi (Fe) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-100
Gambar 3.78.	Persentase pemenuhan baku mutu besi (Fe) selama tahun 2024. 3-100	
Gambar 3.79.	Konsentrasi mangan (Mn) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-101
Gambar 3.80.	Persentase pemenuhan baku mutu mangan (Mn) selama tahun 2024.	3-101
Gambar 3.81.	Titik pemantauan sungai dengan konsentrasi TDS tinggi.	3-102
Gambar 3.82.	Konsentrasi TDS pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-103
Gambar 3.83.	Konsentrasi TDS pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-103
Gambar 3.84.	Persentase pemenuhan baku mutu TDS selama tahun 2021-2024.	3-104
Gambar 3.85.	Nilai pH pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-106
Gambar 3.86.	Nilai pH pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-106
Gambar 3.87.	Persentase pemenuhan baku mutu pH selama tahun 2021-2024. 3-107	
Gambar 3.88.	Konsentrasi minyak dan lemak pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-108
Gambar 3.89.	Konsentrasi minyak dan lemak pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-108
Gambar 3.90.	Persentase pemenuhan baku mutu minyak dan lemak selama tahun 2021-2024.	3-109
Gambar 3.91.	Konsentrasi nitrat (NO_3) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-111
Gambar 3.92.	Konsentrasi nitrat (NO_3) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-111
Gambar 3.93.	Persentase pemenuhan baku mutu nitrat (NO_3) selama tahun 2021-2024.	3-112
Gambar 3.94.	Konsentrasi fluorida (F^-) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-113

Gambar 3.95.	Konsentrasi fluorida (F^-) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-113
Gambar 3.96.	Persentase pemenuhan baku mutu fluorida (F^-) selama tahun 2021-2024.	3-114
Gambar 3.97.	Konsentrasi sulfat (SO_4^{2-}) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-116
Gambar 3.98.	Konsentrasi sulfat (SO_4^{2-}) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-116
Gambar 3.99.	Persentase pemenuhan baku mutu sulfat (SO_4^{2-}) selama tahun 2021-2024.	3-117
Gambar 3.100.	Konsentrasi klorida (Cl^-) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-118
Gambar 3.101.	Konsentrasi klorida (Cl^-) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-118
Gambar 3.102.	Persentase pemenuhan baku mutu klorida (Cl^-) selama tahun 2021-2024.	3-119
Gambar 3.103.	Konsentrasi merkuri (Hg) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-121
Gambar 3.104.	Konsentrasi merkuri (Hg) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-121
Gambar 3.105.	Persentase pemenuhan baku mutu merkuri (Hg) selama tahun 2021-2024.	3-122
Gambar 3.106.	Konsentrasi kadmium (Cd) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-123
Gambar 3.107.	Konsentrasi kadmium (Cd) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-123
Gambar 3.108.	Persentase pemenuhan baku mutu kadmium (Cd) selama tahun 2021-2024.	3-124
Gambar 3.109.	Konsentrasi seng (Zn) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-126
Gambar 3.110.	Konsentrasi seng (Zn) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-126
Gambar 3.111.	Persentase pemenuhan baku mutu seng (Zn) selama tahun 2021-2024.	3-127
Gambar 3.112.	Konsentrasi tembaga (Cu) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-128
Gambar 3.113.	Konsentrasi tembaga (Cu) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-128
Gambar 3.114.	Persentase pemenuhan baku mutu tembaga (Cu) selama tahun 2021-2024.	3-129
Gambar 3.115.	Konsentrasi timbal (Pb) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-131
Gambar 3.116.	Konsentrasi timbal (Pb) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-131
Gambar 3.117.	Persentase pemenuhan baku mutu timbal (Pb) selama tahun 2021-2024.	3-132
Gambar 3.118.	Konsentrasi krom heksavalen (Cr^{6+}) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-133

Gambar 3.119.	Konsentrasi krom heksavalen (Cr^{6+}) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-133
Gambar 3.120.	Persentase pemenuhan baku mutu krom heksavalen (Cr^{6+}) selama tahun 2021-2024.	3-134
Gambar 3.121.	Konsentrasi nikel (Ni) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-136
Gambar 3.122.	Konsentrasi nikel (Ni) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.	3-136
Gambar 3.123.	Persentase pemenuhan baku mutu nikel (Ni) selama tahun 2021-2024.	3-137
Gambar 3.124.	Konsentrasi arsen (As) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-138
Gambar 3.125.	Persentase pemenuhan baku mutu arsen (As) selama tahun 2024.	3-138
Gambar 3.126.	Konsentrasi kobalt (Co) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-139
Gambar 3.127.	Persentase pemenuhan baku mutu kobalt (Co) selama tahun 2024.	3-139
Gambar 3.128.	Konsentrasi barium (Ba) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-141
Gambar 3.129.	Persentase pemenuhan baku mutu barium (Ba) selama tahun 2024.	3-141
Gambar 3.130.	Konsentrasi boron (B) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-142
Gambar 3.131.	Persentase pemenuhan baku mutu boron (B) selama tahun 2024.	3-142
Gambar 3.132.	Konsentrasi selenium (Se) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-143
Gambar 3.133.	Persentase pemenuhan baku mutu selenium (Se) selama tahun 2024.	3-143
Gambar 3.134.	Konsentrasi <i>aldrin/dieldrin</i> pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-145
Gambar 3.135.	Persentase pemenuhan baku mutu <i>aldrin/dieldrin</i> selama tahun 2024.	3-145
Gambar 3.136.	Konsentrasi BHC pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-146
Gambar 3.137.	Persentase pemenuhan baku mutu BHC selama tahun 2024.	3-146
Gambar 3.138.	Konsentrasi <i>chlordane</i> pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-147
Gambar 3.139.	Persentase pemenuhan baku mutu <i>chlordane</i> selama tahun 2024.	3-147
Gambar 3.140.	Konsentrasi DDT pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-149
Gambar 3.141.	Persentase pemenuhan baku mutu DDT selama tahun 2024.	3-149
Gambar 3.142.	Konsentrasi endrin pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-150
Gambar 3.143.	Persentase pemenuhan baku mutu endrin selama tahun 2024.	3-150
Gambar 3.144.	Konsentrasi <i>heptachlor</i> pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-151

Gambar 3.145.	Persentase pemenuhan baku mutu <i>heptachlor</i> selama tahun 2024.	3-151
Gambar 3.146.	Konsentrasi <i>lindane</i> pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-153
Gambar 3.147.	Persentase pemenuhan baku mutu <i>lindane</i> selama tahun 2024.	3-153
Gambar 3.148.	Konsentrasi <i>metoxychlor</i> pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-154
Gambar 3.149.	Persentase pemenuhan baku mutu <i>metoxychlor</i> selama tahun 2024.	3-154
Gambar 3.150.	Konsentrasi <i>toxaphene</i> pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-155
Gambar 3.151.	Persentase pemenuhan baku mutu <i>toxaphene</i> selama tahun 2024.	3-155
Gambar 3.152.	Persentase pemenuhan baku mutu logam seng (Zn) dan tembaga(Cu) di sedimen pada tahun 2023 dan 2024.	3-157
Gambar 3.153.	Konsentrasi logam seng (Zn) di sedimen pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024 dan perbandingan terhadap nilai referensi kualitas sedimen.	3-159
Gambar 3.154.	Konsentrasi logam seng (Zn) di sedimen pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023 dan perbandingan terhadap nilai referensi kualitas sedimen.	3-160
Gambar 3.155.	Konsentrasi logam tembaga (Cu) di sedimen di sedimen pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024 dan perbandingan terhadap nilai referensi kualitas sedimen.	3-162
Gambar 3.156.	Konsentrasi logam tembaga (Cu) di sedimen di sedimen pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023 dan perbandingan terhadap nilai referensi kualitas sedimen.	3-163
Gambar 3.157.	Plot nilai hasil pengukuran seng (Zn) dan tembaga (Cu) di sedimen dengan kecepatan aliran pada masing-masing titik pemantauan.	3-164
Gambar 3.158.	Konsentrasi seng (Zn) di sedimen dan air pada titik-titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023 dan 2024.	3-166
Gambar 3.159.	Konsentrasi tembaga (Cu) di sedimen dan air pada titik-titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023 dan 2024.	3-167
Gambar 3.160.	Persentase kelas laju sedimentasi sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-171
Gambar 3.161.	Daerah tangkapan air (DTA) pada masing-masing titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta.	3-176
Gambar 3.162.	Status prioritas dan tindakan pengelolaan pada masing-masing daerah tangkapan air (DTA) sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-185
Gambar 3.163.	Keterkaitan kecepatan aliran dan debit air dengan warna tampak air dan tingkat kebauan sungai di Provinsi DKI Jakarta (a) tahun 2023 dan (b) 2024.	3-191
Gambar 3.164.	Keterkaitan nilai indeks pencemaran (IP) dengan parameter kecepatan aliran, debit air, warna tampak air, dan tingkat kebauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun (a) 2023 dan (b) 2024.	3-193

Gambar 3.165. Keterkaitan status mutu air berdasarkan indeks pencemaran (IP), lebar basah, tinggi muka air (TMA), dan kebauan sungai di wilayah Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-194
Gambar 3.166. Keterkaitan nilai indeks pencemaran (IP), debit, warna tampak air, dan tingkat kebauan sungai di wilayah Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.	3-195
Gambar 3.167. Profil lokasi pemantauan PSG-1 (Sungai Pesanggrahan).	3-199
Gambar 3.168. Profil lokasi pemantauan CPN-3 (Sungai Cipinang).	3-200
Gambar 3.169. Profil lokasi pemantauan TRB-1 (Sungai Tarum Barat).	3-201
Gambar 3.170. Profil lokasi pemantauan CDG-4 (Sungai Cideng).	3-202
Gambar 3.171. Profil lokasi pemantauan GRL-3 (Sungai Grogol).	3-203
Gambar 3.172. Profil lokasi pemantauan GRL-4 (Sungai Grogol).	3-204
Gambar 3.173. Profil lokasi pemantauan CKG-7 (Sungai Cakung).	3-205
Gambar 3.174. Profil lokasi pemantauan KRT-5 (Sungai Krukut).	3-206
Gambar 3.175. Neraca tingkat layanan pengolahan limbah cair domestik di wilayah Provinsi DKI Jakarta. Sumber: Materi FGD Kualitas Air (DSDA Provinsi DKI Jakarta 2024)	3-208
Gambar 3.176. Diagram evaluasi DPSIR sungai di wilayah Provinsi DKI Jakarta... ..	3-217
Gambar 4.1. Peta sebaran rekomendasi titik-titik pemantauan untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i> , dan <i>real-time</i> (visualisasi menggunakan batas wilayah administrasi). ..	4-11
Gambar 4.2. Peta sebaran rekomendasi titik-titik pemantauan untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i> , dan <i>real-time</i> (visualisasi menggunakan batas DAS).	4-12
Gambar 4.3. Rekomendasi patok ukur permanen untuk pengukuran langsung laju sedimentasi sungai di Provinsi DKI Jakarta.....	4-19
Gambar 4.4. Peta daerah aliran sungai (DAS) eksisting di wilayah Provinsi DKI Jakarta (merujuk data Kementerian PUPR).	4-21
Gambar 4.5. Peta rekomendasi daerah aliran sungai (DAS) terbaru di wilayah Provinsi DKI Jakarta (berdasarkan hasil observasi lapangan).	4-22

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Titik Pemantauan Kualitas Air Sungai di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2024.
- Lampiran 2. Tabulasi Jumlah Dataset (Himpunan Data) Parameter Pemantauan Kualitas Air dan Sedimen Sungai di Provinsi DKI Jakarta Selama Tahun 2018-2024.
- Lampiran 3. Tabel Hasil Analisis Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode STORET Tahun 2024.
- Lampiran 4. Tabel Hasil Analisis Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) Tahun 2024.
- Lampiran 5. Tabel Hasil Analisis Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode STORET Tahun 2021-2024.
- Lampiran 6. Tabel Hasil Analisis Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) Tahun 2021-2024.
- Lampiran 7. Tabel Nilai Parameter *Insitu* Sungai Hasil Pemantauan Tahun 2024.
- Lampiran 8. Laporan Hasil Uji Sampel Air Sungai Hasil Pemantauan Tahun 2024.
- Lampiran 9. Tabel Nilai Parameter Kualitas Air Sungai Hasil Pemantauan Tahun 2021-2024.
- Lampiran 10. Tabel Rekapitulasi Hasil Penanganan dan Pemilahan Sampah Perairan oleh Unit Penanganan Sampah Badan Air (UPS BA), Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta Tahun 2021-2023.
- Lampiran 11. Tabel Hasil Analisis Penentuan Parameter Pencemar Utama (PPU) Sungai Secara Periodik dan Kumulatif Selama Pemantauan Tahun 2018-2024.
- Lampiran 12. Tabel Hasil Analisis Parameter Logam Zn dan Cu di Sedimen dan Perbandingannya Terhadap Logam Zn dan Cu di Air Sungai Tahun 2023 dan 2024.
- Lampiran 13. Laporan Hasil Uji Sampel Sedimen Sungai Hasil Pemantauan Tahun 2024.
- Lampiran 14. Tabel Hasil Pengukuran Penampang Melintang Sungai Pada Seluruh Titik Pemantauan Tahun 2024.
- Lampiran 15. Profil Lokasi Pemantauan Kualitas Air Sungai di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2024.

BAB I

PENDAHULUAN

Laporan
Kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2024
Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumber daya air merupakan komponen lingkungan hidup penting bagi kehidupan manusia yang memiliki fungsi keberlanjutan dalam aspek kuantitas dan kualitas yang optimum. Sebagai upaya menjaga kondisi kelestarian sumber daya air tersebut, Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta (DKI Jakarta) memiliki peran yang sangat strategis pada lingkup nasional, antara lain sebagai pusat pemerintahan, pusat perdagangan dan industri, serta beragam peran lainnya. Ekosistem sungai setidaknya mempunyai 4 (empat) fungsi utama sumber air alami, sumber keanekaragaman hayati (biodiversitas), fungsi ketahanan (resiliensi) terhadap gangguan, dan fungsi layanan ekosistem. Sementara bangkitan ekonomi yang tinggi tentunya menjadi daya tarik tersendiri bagi masyarakat untuk datang dan bermukim di Jakarta. Implikasi tersebut pada sisi lain mengakibatkan terjadinya himpitan dan tekanan yang tinggi pada komponen lingkungan hidup, mulai dari ketersediaan dan daya dukung lahan, pencemaran udara, hingga pencemaran air (Liyana dan Yamada 2017). Berbagai upaya telah dan sedang dilakukan oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta dan Pemerintah Pusat untuk menanggulangi dampak negatif dari perkembangan pembangunan dan peningkatan jumlah penduduk yang berdomisili di Jakarta. BPS DKI Jakarta (2024) mencatat jumlah penduduk sejumlah 10.672.100 jiwa dengan kepadatan 16.146 jiwa/km² pada tahun 2023. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk di DKI Jakarta cenderung meningkat dari tahun sebelumnya.

Komponen air khususnya air permukaan (sungai), baik secara kuantitas maupun kualitas, merupakan salah satu bagian penting dalam kehidupan masyarakat. Sungai di DKI Jakarta lebih sering dibahas dari aspek kuantitas/volume air saat musim penghujan tiba dan kejadian banjir atau genangan terjadi di berbagai wilayah. Pada sisi lain, kualitas air sungai juga merupakan faktor penting yang harus diperhatikan oleh seluruh warga dikarenakan beberapa ruas sungai di DKI Jakarta merupakan sumber air baku untuk diolah menjadi air bersih oleh perusahaan penyedia air bersih. Hal ini menyebabkan beban pencemar yang bersumber dari bagian hulu telah menjadi tantangan tersendiri dalam upaya perbaikan kondisi kualitas air sungai di DKI Jakarta. Selain itu, penurunan kualitas air juga dapat berdampak pada penurunan estetika sungai dan juga berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat seperti timbulan bau akibat dekomposisi bahan pencemar pada kondisi kandungan oksigen terlarut yang rendah di perairan. Vugteveen *et al.* (2006) menyatakan bahwa ekosistem sungai berperan dalam multi-sektoral, terutama untuk kebutuhan air bagi manusia dan biota di sekitarnya. Hal tersebut menunjukkan pentingnya ekosistem sungai yang berfungsi sebagai sumber air alami, sumber habitat keanekaragaman hayati yang dapat menghasilkan kelimpahan spesies endemik, fungsi resiliensi terhadap beberapa gangguan (seperti dampak perubahan iklim, beban pencemar, banjir, dan sumber bahaya lainnya), dan fungsi layanan ekosistem.

Aliran air permukaan di Provinsi DKI Jakarta secara umum terdiri atas 13 ruas sungai dan 4 saluran buatan (Banjir Kanal atau *Drain*) yang fungsi utamanya untuk mengendalikan banjir (**Gambar 1.1**), dengan aliran terpanjang merupakan Sungai Ciliwung yakni 42,6 km (**Tabel 1.1**). Hulu dari sungai-sungai yang melintas di dalam wilayah DKI Jakarta sebagian besar terletak di Provinsi Jawa Barat, sehingga beban yang

terbawa dari aliran hulu juga menjadi tantangan tersendiri dalam pengelolaan kualitas air sungai di Jakarta. Pemanfaatan sungai di Jakarta selain sebagai sumber air baku untuk pengolahan air bersih oleh PDAM dan air baku kegiatan industri, juga digunakan untuk aktivitas domestik (mandi, cuci, kakus), kegiatan perikanan hingga dijadikan sarana transportasi air (*water way*). Berbagai pemanfaatan tersebut tentunya akan memberikan pengaruh terhadap penurunan kualitas air sungai terutama dari kegiatan pembuangan limbah cair rumah tangga, industri, maupun kegiatan lainnya. Limbah padat/sampah domestik maupun sampah dari sumber lainnya yang tidak ditangani dengan baik dan masuk ke sungai juga dapat memperburuk kondisi kualitas air sungai.

Tabel 1.1. Dimensi air permukaan di Provinsi DKI Jakarta.

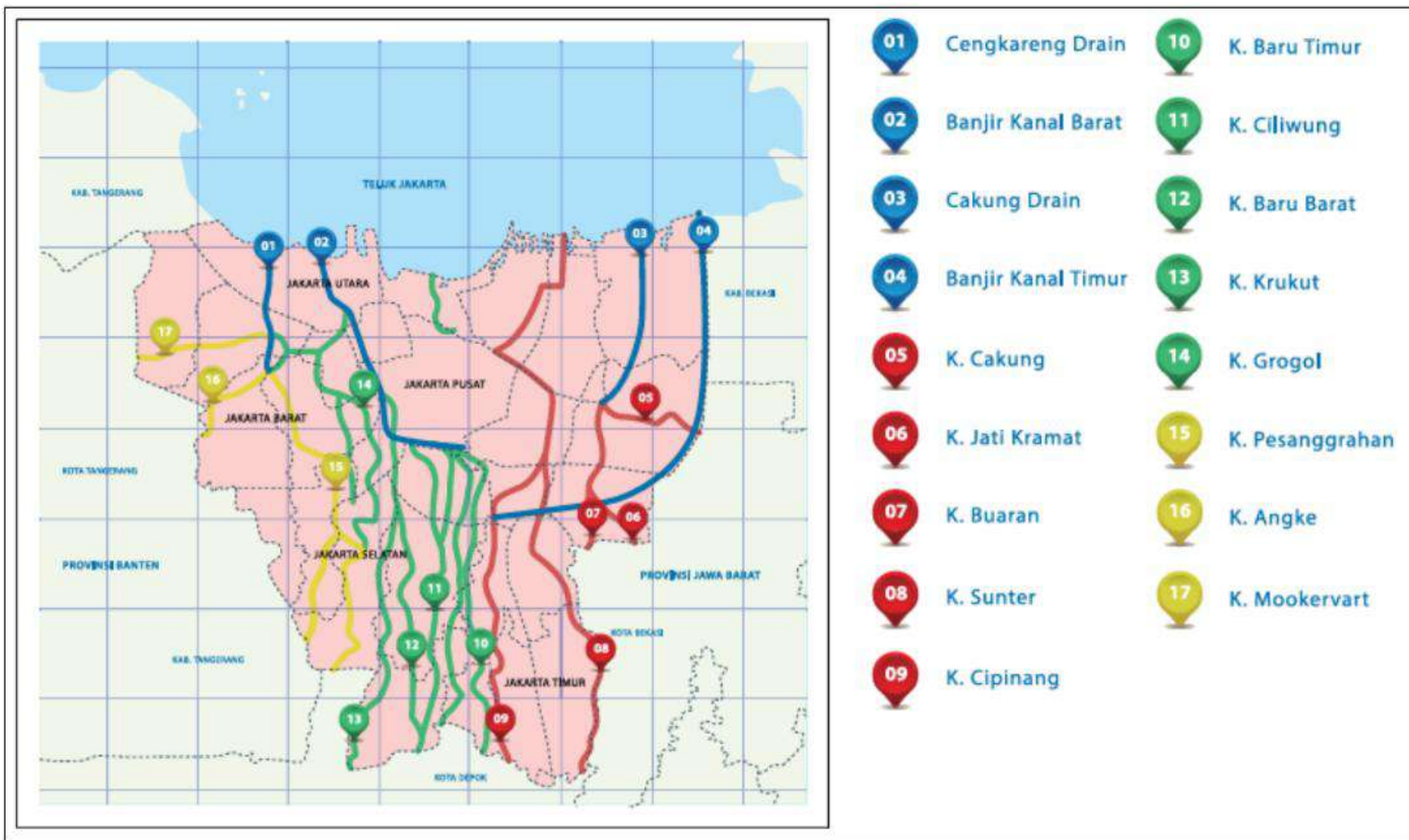
No	Sungai/Kanal	Panjang (m)	Lebar rata-rata (m)	Luas (m ²)
1	Cengkareng Drain	7.600	50	147.500
2	Cakung Drain	11.200	60	672.500
3	Banjir Kanal Barat	12.850	60	771.000
4	Banjir Kanal Timur	23.000	60	1.380.000
5	Mookervart	7.300	32	233.600
6	Angke	12.810	42	538.020
7	Pesanggrahan	27.300	13	354.900
8	Grogol	23.600	7	165.200
9	Krukut	28.750	6	172.500
10	Ciliwung	46.200	25	1.155.000
11	Kalibaru Timur	39.200	13	392.600
12	Cipinang	27.350	17	464.950
13	Sunter	37.250	29	1.080.250
14	Buaran	7.900	20	158.000
15	Jati Kramat	3.800	5	19.000
16	Cakung	20.700	20	414.000
17	Kalibaru Barat	17.700	10	177.000

Sumber: Dinas Sumber Daya Air Provinsi DKI Jakarta (2018) dalam Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 25 tahun 2022 tentang Rencana Pembangunan Daerah Tahun 2023-2026.

Indeks pencemaran (IP) tahun 2023 berdasarkan hasil pemantauan di 120 titik selama 4 periode terpantau seluruhnya tercemar dengan status mutu cemar ringan-cemar berat yakni sebanyak 6% cemar ringan, 26% cemar sedang, dan 68% cemar berat (DLH DKI Jakarta 2023). Parameter pencemar utama yang mencemari sungai-sungai di DKI Jakarta didominasi oleh cemar domestik yaitu *fecal coliform*, *total coliform*, amoniak, klorin bebas, H₂S, BOD dan COD (DLH DKI Jakarta 2023). Faktor musim, yaitu musim penghujan, musim kemarau, dan periode peralihan sangat mempengaruhi proses transportasi dan tingkat konsentrasi dari setiap parameter pencemar. Hasil kegiatan monitoring kualitas perairan sungai 2023 dan tahun-tahun sebelumnya menunjukkan kecenderungan yang sama yaitu besaran persentase lokasi yang terkategori cemar berat lebih banyak diperoleh pada musim kemarau dengan kondisi aliran sungai bersifat *low flows*. Oleh karena itu, selain diketahuinya jumlah dan sebaran tipe sumber pencemar maka kondisi hidrometeorologis dan tingkat kesehatan masing-masing DAS atau Sub-DAS yang adalah informasi yang diperlukan dalam memahami mekanisme dinamika perubahan tingkat pencemaran dan penentuan strategi pengelolaan.

Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup melalui Pasal 5 telah mengamanatkan bahwa salah satu tahapan untuk melakukan perencanaan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup dilakukan melalui inventarisasi lingkungan hidup. Ketentuan pelaksana untuk melakukan inventarisasi pada badan air yang meliputi tahapan identifikasi dan karakterisasi badan air telah diatur melalui Pasal 109 hingga 112 Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Karakterisasi badan air sebagaimana diatur pada Pasal 112 dilakukan untuk mendapatkan informasi hidrogeologi, morfologi, ekologi, mutu air, sumber pencemar dan pemanfaatan air. Status mutu air sungai tersebut juga merupakan salah satu target kinerja Gubernur DKI Jakarta yang telah ditetapkan dalam RPJMD Tahun 2023-2026. Selain itu, berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 20 Tahun 2008 tentang Petunjuk Teknis Standar Pelayanan Minimal Bidang Lingkungan Hidup Daerah Provinsi dan Daerah Kabupaten/Kota, informasi status mutu air juga merupakan salah satu jenis pelayanan dasar bidang lingkungan hidup daerah Provinsi.

Pelaksanaan pemantauan kualitas lingkungan air sungai yang telah dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta (DLH DKI Jakarta) merupakan tindak lanjut untuk menjalankan amanat untuk melakukan karakterisasi badan air, terutama mengetahui mutu air. Selain itu, Peraturan Gubernur Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 57 Tahun 2022 tentang Organisasi dan Tata Kerja Perangkat Daerah (Lampiran XVI) mengatur bahwa DLH DKI Jakarta memiliki fungsi untuk menyelenggarakan kegiatan pemantauan kualitas lingkungan air sungai yang bertujuan untuk mendapatkan informasi status mutu air sungai melalui metode yang tepat dengan hasil yang akurat dan terpercaya. Dengan berbagai uraian amanat dan tanggung jawab tersebut, kegiatan pemantauan ini merupakan upaya yang dilaksanakan Pemerintah Provinsi DKI Jakarta dalam mengevaluasi dan menetapkan kebijakan pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan, khususnya pengendalian pencemaran perairan sungai. Oleh karena hal tersebut, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta melalui DLH DKI Jakarta melakukan pemantauan kualitas lingkungan air sungai tahun 2024 sebagai bentuk pelayanan dan upaya pengelolaan di bidang lingkungan hidup.



Gambar 1.1. Skematik aliran air permukaan di Provinsi DKI Jakarta.

Sumber: Peraturan Gubernur Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 25 tahun 2022 tentang Rencana Pembangunan Daerah Tahun 2023-2026.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2024 adalah sebagai upaya Pemerintah Provinsi DKI Jakarta untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi kualitas air sungai di wilayah Provinsi DKI Jakarta pada tahun berjalan (2024) dan kecenderungannya selama beberapa tahun terakhir dengan mempertimbangkan ketersediaan data pemantauan yang dimiliki. Tujuan dari kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2024 adalah:

1. Terukurnya kualitas air sungai (parameter fisika, kimia dan biologi).
2. Terukurnya logam berat (Cu dan Zn) pada sedimen sungai.
3. Tersusunnya analisis kondisi kualitas air dan sedimen sungai secara komprehensif yang dikaitkan dengan kondisi hidrometeorologi dan tingkat kesehatan masing-masing sub-DAS.
4. Tersusunnya profil lokasi pemantauan kualitas air sungai dan sebaran lokasi sungai yang menjadi prioritas perbaikan kualitas air sungai.
5. Dihasilkannya laporan kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai yang disusun berdasarkan *framework* DPSIR (*Drivers, Pressure, State, Impact, Response*).
6. Tersusunnya rekomendasi kebijakan dan teknis pengelolaan sungai dengan berbagai pendekatan dan pertimbangan.

1.3. Dasar Hukum

Peraturan perundang-undangan yang menjadi dasar hukum dalam melakukan kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2024 adalah:

1. Undang-undang No. 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja menggantikan UU No. 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja.
2. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
4. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
5. Peraturan Gubernur Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 25 tahun 2022 tentang Rencana Pembangunan Daerah Tahun 2023-2026.
6. Peraturan Gubernur Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 57 Tahun 2022 tentang Organisasi dan Tata Kerja Perangkat Daerah.

BAB II

METODOLOGI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Laporan
Kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2024
Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta

BAB II

METODOLOGI DAN TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lokasi dan Periode Pemantauan Kualitas Air Sungai

Pemantauan kualitas air sungai dilakukan pada 120 titik pemantauan yang tersebar di seluruh wilayah Provinsi DKI Jakarta meliputi 23 ruas/jaringan sungai yaitu Sungai Ciliwung, Cipinang, Angke, Sekertaris, Sepak, Mookervart, Grogol, Sunter, Krukut, Cengkareng, Kalibaru Barat, Kalibaru Timur, Kanal Timur, Cakung, Cideng, Mampang, Buaran, Petukangan, Jati Kramat, Tarum Barat, Kamal, Pesanggrahan, dan Blencong (**Lampiran 1**). Jumlah titik pemantauan paling banyak terdapat di wilayah Jakarta Timur, sedangkan yang paling sedikit berada di Jakarta Pusat (**Tabel 2.1**). Berdasarkan batas ekologi yaitu batas daerah aliran sungai (DAS) merujuk data Kementerian PUPR, jumlah titik pemantauan terbanyak berada di DAS Ciliwung dan yang terendah terdapat di DAS Sentiong (**Tabel 2.2**). Sebaran titik pemantauan kualitas air sungai berdasarkan batas wilayah administrasi dan batas ekologi dapat dilihat melalui **Gambar 2.1** dan **Gambar 2.2**.

Tabel 2.1. Jumlah titik pemantauan kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan wilayah administrasi.

Wilayah	Jumlah
Jakarta Timur	37
Jakarta Selatan	31
Jakarta Barat	24
Jakarta Utara	16
Jakarta Pusat	12
Total	120

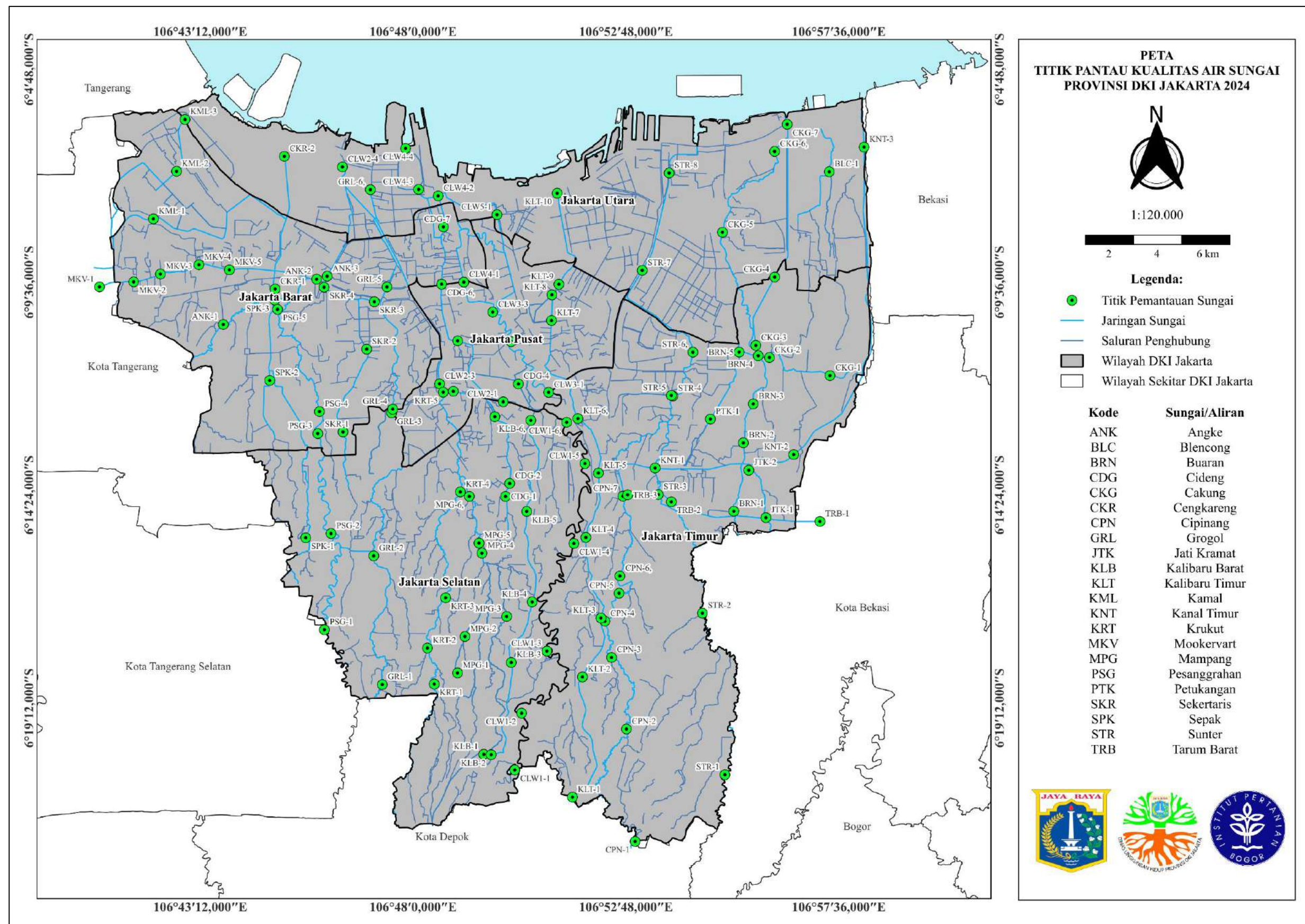
Jumlah titik pemantauan kualitas air sungai di DKI Jakarta mengalami beberapa kali penambahan selama periode 2018-2019, sebelum menjadi konsisten sebanyak 120 titik pemantauan sejak tahun 2021-2024. Namun, periode pemantauan tercatat selalu konsisten sebanyak 4 (empat) periode pemantauan per tahun selama tahun 2018-2024 (**Tabel 2.2**).

Tabel 2.2. Jumlah titik pemantauan kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan batas ekologi.

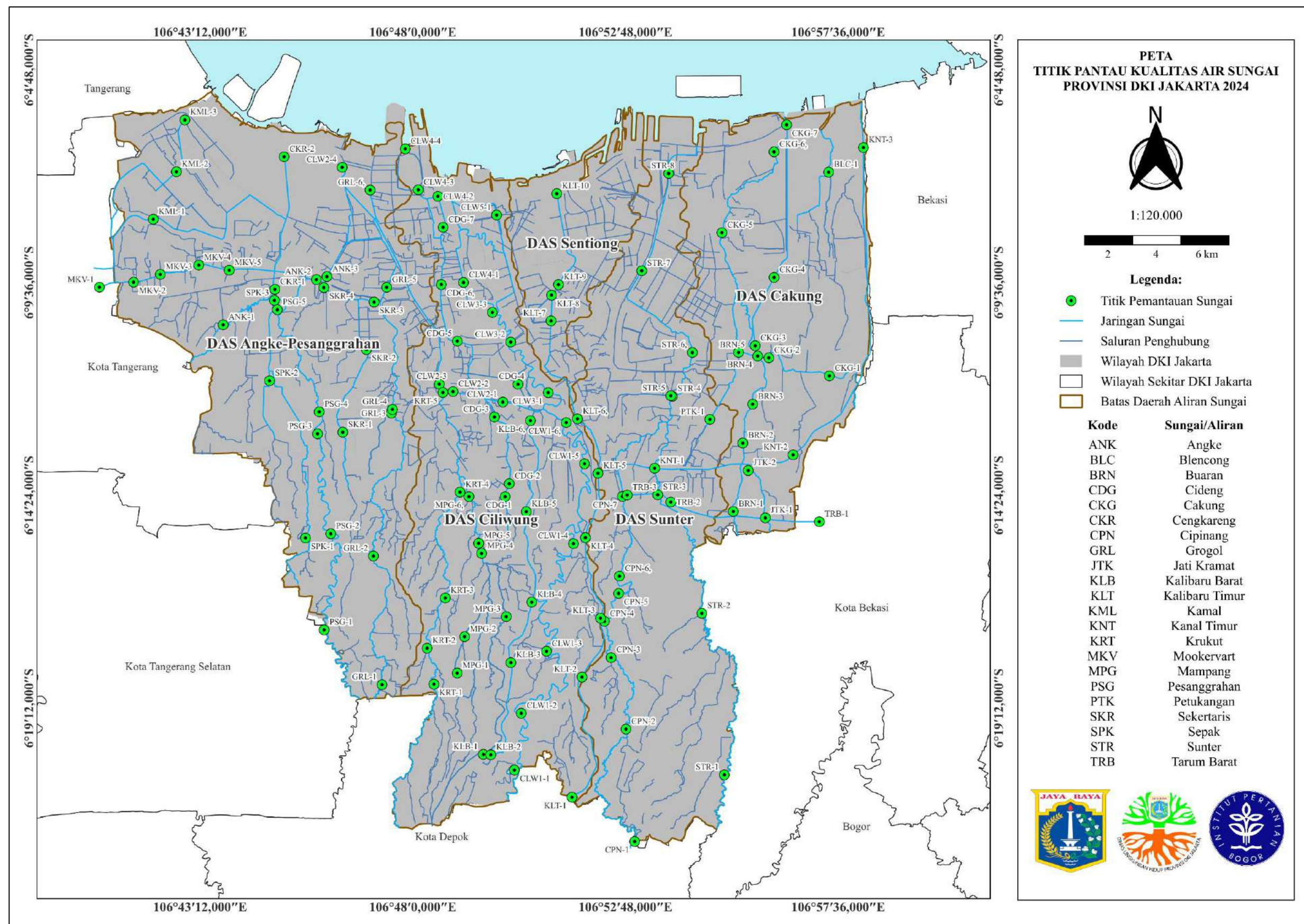
DAS	Cakupan Wilayah Administrasi	Jumlah
Ciliwung	Jakarta Selatan, Jakarta Pusat, Jakarta Utara, Jakarta Barat, dan Jakarta Timur	44
Angke-Pesanggrahan	Jakarta Barat, Jakarta Selatan, Jakarta Utara, dan Jakarta Pusat	32
Sunter	Jakarta Timur, Jakarta Utara, dan Jakarta Pusat	22
Cakung	Jakarta Utara dan Jakarta Timur	18
Sentiong	Jakarta Utara dan Jakarta Pusat	4
Total		120

Tabel 2.3. Jumlah titik dan periode pemantauan kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2018-2024.

Periode	Tahun					
	2018	2019	2021	2022	2023	2024
1	90	111	120	120	120	120
2	90	111	120	120	120	120
3	90	111	120	120	120	120
4	90	111	120	120	120	120



Gambar 2.1. Titik pemantauan kualitas air sungai di seluruh DKI Jakarta berdasarkan batas wilayah administrasi.



Gambar 2.2. Titik pemantauan kualitas air sungai di seluruh DKI Jakarta berdasarkan batas ekologi.

Pada tahun 2018-2021, jumlah titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta mengalami peningkatan/penambahan setiap tahunnya, sehingga terjadi perbedaan jumlah data antar tahun selama periode waktu tersebut (**Tabel 2.3**). Sebagaimana telah disampaikan pada Laporan Pemantauan Kualitas Air Sungai Tahun 2021 (subbab **4.2.1.1. Jumlah Titik Pemantauan**) (DLH DKI Jakarta 2021), direkomendasikan untuk tidak menambah titik pemantauan paling tidak selama 3-5 tahun mendatang agar dapat dilakukan evaluasi kecenderungan antar waktu pada seluruh titik pemantauan. Selama tahun 2021 hingga 2024, jumlah titik pemantauan dipertahankan sebanyak 120 titik, sehingga evaluasi kecenderungan antar waktu pada seluruh titik pemantauan dapat dilakukan dengan baik dan proporsional.

Pada kegiatan pemantauan kualitas air sungai DKI Jakarta tahun 2023-2024, mulai dilakukan pula pengambilan sampel sedimen untuk menganalisis konsentrasi logam berat Zn dan Cu yang terkandung di dalamnya. Pengambilan sampel sedimen sungai dilakukan di 120 titik pemantauan kualitas air sungai pada kegiatan pengambilan sampel periode 3 dan 4 tahun 2023-2024. Pengambilan sampel sedimen sungai tidak dilakukan secara periodik seperti sampel air, namun hanya satu kali per tahun, hal ini karena sedimen bertindak sebagai tempat penampungan terakhir dari berbagai kontaminan dan bahan organik (Saeed and Shaker 2008), sehingga bersifat akumulatif dan tidak dinamis layaknya parameter kualitas air.

2.2. Ketersediaan dan Penggunaan Data Kualitas Air dan Sedimen Sungai

Data hasil pemantauan kualitas air sungai yang digunakan sebagai basis data dalam analisis dan evaluasi kualitas lingkungan air sungai merupakan data pemantauan (parameter *insitu* dan parameter yang dianalisis di laboratorium) selama empat periode pada tahun berjalan (2024) yang mewakili musim hujan (Periode 1/P1: 23 Februari hingga 6 Maret 2024), musim peralihan-1 (Periode 2/P2: 26 Mei hingga 5 Juni 2024), sementara musim kemarau (Periode 3/P3: 28 Juli hingga 7 Agustus 2024) dan musim peralihan-2 (Periode 4/P4: 29 September hingga 9 Oktober 2024). Selain itu, data *time series* juga digunakan dalam proses analisis dan evaluasi dengan rincian penggunaan periode data seperti yang disampaikan dalam **Tabel 2.4**. Analisis dan evaluasi data secara *time series* tidak menggunakan data tahun 2020 karena kegiatan pemantauan kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2020 tidak dilakukan secara lengkap yakni hanya pada beberapa titik pemantauan saja dan dengan parameter yang terbatas (DLH DKI Jakarta 2020). Kondisi tersebut dikarenakan adanya kebijakan *refocussing* anggaran dalam menanggulangi pandemi COVID-19.

Tabel 2.4. Tabulasi penggunaan periode data pemantauan dalam proses analisis dan evaluasi pemantauan kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

No.	Periode Data	Analisis dan Evaluasi	Pertimbangan
1	2021-2024	- Analisis dan evaluasi status mutu air sungai - Analisis dan evaluasi kecenderungan parameter fisika, kimia dan biologi kualitas air sungai, serta analisis keterkaitan antar parameter yang berhubungan	Kesetaraan jumlah titik pemantauan dan kekinian data
2	2018-2024	Analisis dan evaluasi parameter pencemar utama (PPU) sungai	Evaluasi yang lebih panjang dan telaah dinamika yang terjadi pada parameter utama penyebab pencemaran sungai

No.	Periode Data	Analisis dan Evaluasi	Pertimbangan
3	2023-2024	Analisis dan evaluasi parameter logam berat di sedimen sungai	Ketersediaan data yang dimiliki
4	2024	- Evaluasi spasial status mutu air sungai - Analisis laju sedimentasi - Evaluasi keterkaitan status mutu air sungai dengan komponen tingkat kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA - Rekomendasi spasial sub-DAS/DTA/segmen-segmen sungai prioritas untuk pengelolaan dan perbaikan kualitas air sungai	Kekinian data dan kesederhanaan dalam proses analisis/evaluasi

Berdasarkan inventarisasi data hasil pemantauan kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2024, terdapat cukup banyak parameter-parameter kualitas air yang telah dipantau selama periode tersebut yakni sebanyak 51 parameter kualitas air dan 2 parameter kualitas sedimen. Informasi detail mengenai parameter-parameter yang ditelaah selama pemantauan tahun 2018-2024, beserta dengan nilai baku mutu atau nilai referensinya disampaikan pada **Tabel 2.5** dan **Tabel 2.6**. Tinjauan pustaka untuk parameter-parameter yang ditelaah dibahas pada bagian selanjutnya (subbab 2.3. **Tinjauan Parameter Kualitas Air dan Sedimen Sungai**).

Tabel 2.5. Parameter pemantauan kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2018-2024 beserta nilai baku mutunya.

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Keterangan
A. Komponen Fisika				
1	Suhu/Temperatur	°C	Dev 3	<i>Insitu</i>
2	Salinitas	‰	-	<i>Insitu</i>
3	Kecerahan Perairan	cm	-	<i>Insitu</i>
4	Kekeruhan	NTU	-	<i>Insitu</i>
5	Warna Air	Pt-Co Unit	50	Laboratorium
6	Padatan Terlarut Total (TDS)	mg/L	1.000	Laboratorium
7	Padatan Tersuspensi Total (TSS)	mg/L	50	Laboratorium
B. Komponen Kimia				
1	pH	-	6-9	<i>Insitu</i>
2	Oksigen Terlarut (DO)	mg/L	4	<i>Insitu</i>
3	BOD (20°C, 5 hari)	mg/L	3	Laboratorium
4	COD (dichromat)	mg/L	25	Laboratorium
5	Total Fosfat (Total P)	mg/L	0,2	Laboratorium
6	Nitrat (NO ₃)	mg/L	10	Laboratorium
7	Nitrit (NO ₂)	mg/L	0,06	Laboratorium
8	Amonia (NH ₃)	mg/L	0,2	Laboratorium
9	Total Nitrogen (Total N)	mg/L	15	Laboratorium
10	Flourida (F)	mg/L	1,5	Laboratorium
11	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	mg/L	0,002	Laboratorium
12	Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/L	300	Laboratorium
13	Klorin Bebas (Cl ₂)	mg/L	0,03	<i>Insitu</i> dan Laboratorium
14	Klorida (Cl)	mg/L	300	Laboratorium
15	Sianida (CN)	mg/L	0,02	Laboratorium
16	Merkuri (Hg)	mg/L	0,002	Laboratorium

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Keterangan
17	Kadmium (Cd)	mg/L	0,01	Laboratorium
18	Seng (Zn)	mg/L	0,05	Laboratorium
19	Tembaga (Cu)	mg/L	0,02	Laboratorium
20	Timbal (Pb)	mg/L	0,03	Laboratorium
21	Krom Heksavalen (Cr ⁶⁺)	mg/L	0,05	Laboratorium
22	Nikel (Ni)	mg/L	0,05	Laboratorium
23	Arsen (As)	mg/L	0,05	Laboratorium
24	Kobalt (Co)	mg/L	0,2	Laboratorium
25	Barium (Ba)	mg/L	-	Laboratorium
26	Boron (B)	mg/L	1,0	Laboratorium
27	Selenium (Se)	mg/L	0,05	Laboratorium
28	Besi (Fe)	mg/L	-	Laboratorium
29	Mangan (Mn)	mg/L	-	Laboratorium
30	Minyak dan Lemak	mg/L	1	Laboratorium
31	Senyawa Aktif Biru Metilen (MBAS)	mg/L	0,2	Laboratorium
32	Fenol	mg/L	0,005	Laboratorium
33	<i>Aldrin/Dieldrin</i>	μg/L	-	Laboratorium
34	<i>BHC</i>	μg/L	210	Laboratorium
35	<i>Chlordane</i>	μg/L	-	Laboratorium
36	<i>DDT</i>	μg/L	2	Laboratorium
37	<i>Endrin</i>	μg/L	4	Laboratorium
38	<i>Heptachlor</i>	μg/L	-	Laboratorium
39	<i>Lindane</i>	μg/L	-	Laboratorium
40	<i>Methoxychlor</i>	μg/L	-	Laboratorium
41	<i>Toxaphene</i>	μg/L	-	Laboratorium
C. Komponen Biologi				
1	<i>Fecal Coliform</i>	Jml/100 mL	1.000	Laboratorium
2	<i>Total Coliform</i>	Jml/100 mL	5.000	Laboratorium

Keterangan:

*Baku mutu kelas 2 berdasarkan Lampiran VI (Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya) dari Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Tabel 2.6. Parameter pemantauan kualitas sedimen sungai di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2024 beserta nilai referensinya.

No	Parameter	Nilai Referensi Kualitas Sedimen (ANZECC/ARMCANZ 2013) (mg/kg atau ppm)	
		Batas Bawah (SQGV) ^a	Batas Atas (ISQG-high) ^b
1	Seng (Zn)	200	410
2	Tembaga (Cu)	65	270

Keterangan:

^aSQGV (*Sediment Quality Guideline Values*): batas tertinggi konsentrasi logam yang tidak akan menimbulkan dampak negatif biologis. Konsentrasi di atas nilai tersebut artinya telah terjadi kontaminasi logam dan dapat menimbulkan dampak negatif biologis, serta perlu melakukan kajian terhadap faktor yang melatarbelakangi munculnya konsentrasi tersebut.

^bISQG-high (*Interim Sediment Quality Guidelines-High*): batas terendah konsentrasi logam yang dapat menimbulkan dampak negatif biologis lebih besar. Konsentrasi di atas nilai tersebut artinya perlu melakukan kajian secara tuntas terhadap faktor pengontrol *bioavailability* kontaminan.

Namun, beberapa parameter tidak secara konsisten selalu tersedia selama kurun waktu tersebut, sedangkan dalam analisis dan evaluasi status mutu air diperlukan data yang konsisten dan setara. Berdasarkan hasil pemilahan, terdapat 30 parameter yang selalu tersedia selama pemantauan tahun 2021-2024 dan dapat digunakan dalam perhitungan status mutu air sungai (**Tabel 2.7** dan **Lampiran 2**). Sejumlah 30 parameter ini dianggap mumpuni untuk digunakan dalam analisis status mutu air, karena telah mewakili ketiga komponen kualitas air (fisika, kimia, dan biologi) (**Tabel 2.7**). Evaluasi antar waktu status mutu air dilakukan secara menyeluruh pada 120 titik pemantauan dengan menggunakan 30 parameter yang selalu tersedia tersebut.

Tabel 2.7. Daftar parameter kualitas air sungai yang selalu tersedia selama tahun 2021-2024 dan dapat digunakan dalam perhitungan status mutu air sungai.

No	Parameter
A. Komponen Fisika	
1	Suhu
2	Salinitas
3	Warna
4	Padatan Terlarut Total (TDS)
5	Padatan Tersuspensi Total (TSS)
B. Komponen Kimia	
6	pH
7	BOD (20°C, 5 hari)
8	COD (dichromat)
9	Oksigen Terlarut (DO)
10	Nitrat (NO ₃)
11	Nitrit (NO ₂)
12	Total Fosfat (Total P)
13	Fluorida (F ⁻)
14	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)
15	Klorin Bebas*
16	Merkuri (Hg)
17	Kadmium (Cd)
18	Seng (Zn)
19	Tembaga (Cu)
20	Timbal (Pb)
21	Krom Heksavalen (Cr ⁶⁺)
22	Minyak dan Lemak
23	Senyawa Aktif Biru Metilen (MBAS)*
24	Fenol
25	Ammonia (NH ₃)
26	Sulfat (SO ₄ ²⁻)
28	Klorida (Cl ⁻)
29	Nikel (Ni)
C. Komponen Biologi	
30	Bakteri Koli Tinja (<i>Fecal Coliform</i>)
31	Bakteri Total Koli (<i>Total Coliform</i>)

Keterangan:

*Parameter MBAS dan Klorin Bebas tetap dimasukkan ke dalam daftar parameter kualitas air sungai yang selalu tersedia selama 2021-2024, meskipun pada beberapa periode pemantauan memiliki data yang kurang lengkap (**Lampiran 2**), hal ini karena dianggap ketersediaan datanya masih mencukupi.

2.3. Tinjauan Parameter Kualitas Air dan Sedimen Sungai

Parameter-parameter kualitas air dan sedimen sungai di Provinsi DKI Jakarta hasil pemantauan tahun 2024 ditelaah secara rinci pada laporan ini baik untuk parameter yang diukur secara *insitu* maupun parameter yang dianalisis di laboratorium. Parameter-parameter tersebut mewakili komponen hidrologi fisika, kimia, dan mikrobiologi perairan sungai.

2.3.1. Parameter Fisika

Parameter kualitas air hasil pengukuran *insitu* dan analisis di laboratorium dari pelaksanaan kegiatan pemantauan kualitas air sungai yang tergolong ke dalam komponen fisika adalah Suhu/Temperatur, Salinitas, Kecerahan, Kekerusuhan, Warna, Padatan Terlarut Total (TDS), dan Padatan Tersuspensi Total (TSS). Penjelasan mengenai masing-masing parameter tersebut diuraikan sebagai berikut.

Suhu/Temperatur

Suhu atau temperatur air adalah ukuran tinggi rendahnya panas air yang berada di suatu badan air misalnya sungai, laut, danau, situ, waduk, embung, saluran air, dll. Pada umumnya suhu dinyatakan dalam satuan derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$) dan Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$). Suhu berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan, karena perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Suhu juga mempengaruhi laju fotosintesis tumbuhan, laju metabolisme hewan air, laju perkembangan, waktu dan keberhasilan reproduksi, mobilitas, pola migrasi dan kepekaan organisme terhadap racun, parasit, dan penyakit (*Namoi Catchment Management Authority* 2013). Siklus hidup organisme akuatik sering dikaitkan dengan perubahan suhu. Suhu perairan dipengaruhi oleh banyak faktor seperti musim, posisi lintang, ketinggian (*altitude*), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, serta aliran dan kedalaman badan air (Effendi 2003).

Suhu air sangat penting karena mempengaruhi jumlah oksigen terlarut di dalam air. Peningkatan suhu menyebabkan penurunan kelarutan gas seperti oksigen (Haslam 1995), peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik, dan peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme (Effendi 2003). Air yang memiliki suhu sebesar 0°C akan menahan oksigen hingga $14,6\text{ mg/L}$, sedangkan pada 30°C hanya akan menahan hingga $7,6\text{ mg/L}$ (*Namoi Catchment Management Authority* 2013). Peningkatan suhu sebesar 10°C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen sebesar 2-3 kali lipat oleh organisme akuatik (Effendi 2003). Peningkatan suhu mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi, dan volatilisasi di air. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton yang merupakan produsen di perairan adalah $20\text{--}30^{\circ}\text{C}$ (Effendi 2003).

Salinitas

Salinitas adalah istilah kimia yang digunakan untuk menjelaskan jumlah konsentrasi semua konstituen ionik terlarut dalam perairan, baik tawar maupun asin (Wetzel 2001). Salinitas dapat didefinisikan sebagai konsentrasi total ion-ion terlarut dalam air yang dinyatakan dalam satuan permil atau gram/liter. Salinitas disusun atas tujuh ion utama, yaitu sodium, potasium, kalium, magnesium, klorida, sulfat, bikarbonat. Zat-zat lain di dalam air tidak terlalu berpengaruh terhadap salinitas, tetapi zat-zat tersebut juga penting untuk keperluan ekologis lainnya (Boyd 1991). Mengacu pada Salah (2014), air dapat digolongkan menjadi tiga jenis berdasarkan nilai salinitasnya yaitu air tawar ($0\text{--}0,5\text{ ‰}$), air payau ($0,5\text{--}30\text{ ‰}$), dan air asin ($>30\text{ ‰}$).

Kecerahan

Kecerahan perairan merupakan ukuran transparansi perairan yang ditentukan secara visual dengan menggunakan alat pengukuran bernama *secchi disk*. Kecerahan perairan menggambarkan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu (Sari *et al.* 2012). Nilai kecerahan dinyatakan dalam satuan m atau cm. Nilai ini sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, dan padatan tersuspensi, serta ketelitian dari petugas pengukur (Effendi 2003).

Kekeruhan

Kekeruhan merupakan properti visual air dan menyiratkan ketidakjernihan air yang dihasilkan dari adanya partikel tersuspensi. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik yang tersebar dari partikel-partikel kecil yang tersuspensi (Hach *et al.* 1985). Kekeruhan pada air merupakan satu hal yang harus dipertimbangkan dalam penyediaan air bagi umum, mengingat bahwa kekeruhan tersebut akan mengurangi estetika, menyulitkan dalam usaha penyaringan, serta akan mengurangi efektivitas usaha desinfeksi. Kekeruhan terukur dalam satuan *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU) yang sering digunakan dalam pengujian kekeruhan air berdasarkan prinsip penghamburan cahaya (Katz 1986). Ketika hadir dalam konsentrasi yang signifikan, partikel yang terdiri dari bahan penyerap cahaya seperti karbon aktif menyebabkan interferensi negatif. Pada konsentrasi rendah, partikel-partikel ini cenderung memiliki pengaruh positif, karena berkontribusi terhadap kekeruhan. Kehadiran zat penyebab warna terlarut yang menyerap cahaya dapat menimbulkan interferensi negatif. Beberapa instrumen komersial mungkin memiliki kemampuan untuk mengoreksi sedikit warna interferensi atau menghilangkan efek warna secara optik (McCoy dan Olson 1986).

Warna

Warna perairan ditimbulkan oleh adanya bahan organik dan anorganik, akibat keberadaan plankton, humus, ion-ion logam (misalnya Fe dan Mn), serta bahan-bahan lainnya (Effendi 2003). Warna dapat diamati secara visual (langsung) maupun diukur berdasarkan skala platinum kobalt (Pt-Co), dengan membandingkan warna air sampel dengan warna standar. Air yang memiliki nilai warna <10 Pt-Co biasanya tidak memperlihatkan warna yang jelas, karena secara alami perairan tidak memiliki warna (bening) (Effendi 2003). Kadar besi (Fe) sebanyak 0,3 mg/L sudah cukup menimbulkan warna kemerahan pada perairan, sedangkan mangan (Mn) sebanyak 0,05 mg/L dapat menyebabkan air berwarna kecokelatan/kehitaman (Peavy *et al.* 1985). Kalsium karbonat yang berasal dari daerah berkapur menimbulkan warna kehijauan, sedangkan bahan-bahan organik (tanin, lignin, dan asam humus) yang berasal dari dekomposisi tumbuhan yang telah mati menimbulkan warna kecokelatan (Effendi 2003). Warna perairan juga dapat disebabkan oleh ledakan (*blooming*) salah satu jenis fitoplankton (*algae*), sehingga menjadi sangat berbeda dengan sekitarnya. Warna dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air dan mengganggu proses fotosintesis. Berkaitan dengan estetika, sebaiknya sebuah perairan memiliki nilai warna ≤ 15 Pt-Co, sedangkan sebagai sumber air minum sebaiknya antara 5-50 Pt-Co (Effendi 2003).

Padatan Terlarut Total (TDS) dan Padatan Tersuspensi Total (TSS)

Padatan total (residu) adalah bahan yang tersisa setelah air sampel mengalami evaporasi dan pengeringan pada suhu tertentu (APHA 1976). Residu dianggap sebagai kandungan total bahan terlarut dan tersuspensi di dalam air. Padatan di perairan diklasifikasikan menjadi tiga berdasarkan ukuran diameter partikel yakni padatan terlarut, koloid, dan tersuspensi.

Padatan Terlarut Total atau *Total Dissolved Solid* (TDS) adalah bahan-bahan terlarut (diameter $10^{-3} \mu\text{m}$) dan koloid (diameter 10^{-3} - $1 \mu\text{m}$) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan lain yang tidak tersaring pada saringan *milipore* yang berdiameter pori $0,45 \mu\text{m}$ (Rao 1992). TDS biasanya disebabkan oleh bahan anorganik berupa ion-ion yang biasa ditemukan di perairan seperti Na, Ca, Mg, bikarbonat (HCO_3^-), sulfat (SO_4^{2-}), klorida (Cl^-), dll (Todd 1970). Nilai TDS memiliki keterkaitan yang kuat dengan salinitas, karena air bersalinitas tinggi mengandung senyawa-senyawa kimia yang juga mengakibatkan nilai tinggi pada daya hantar listrik dan salinitasnya itu sendiri. Nilai TDS perairan sangat dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah, dan pengaruh antropogenik (limbah domestik dan industri) (Effendi 2003).

Padatan Tersuspensi Total atau *Total Suspended Solid* (TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter $> 1 \mu\text{m}$) yang tertahan pada saringan *milipore* yang berdiameter pori $0,45 \mu\text{m}$ (Rao 1992). Menurut Effendi (2003), TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus, serta jasad-jasad renik yang terutama berasal dari kikisan atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Bahan-bahan terlarut dan tersuspensi di perairan alami tidak bersifat toksik, namun jika berlebihan (terutama TSS) dapat meningkatkan kekeruhan yang pada akhirnya akan berpengaruh pada proses fotosintesis (Effendi 2003).

2.3.2. Parameter Kimia

Hasil pengukuran *insitu* dan analisis di laboratorium dari pelaksanaan kegiatan pemantauan kualitas air sungai yang tergolong pada komponen parameter kimia kualitas air digolongkan lagi ke dalam tiga kelompok yaitu organik, anorganik non-logam, dan logam.

2.3.2.1. Organik

Parameter kualitas air dari pelaksanaan kegiatan pemantauan kualitas air sungai yang tergolong komponen parameter kimia kelompok organik terdiri atas *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), Minyak dan Lemak, Senyawa Aktif Biru Metilen (MBAS), Fenol. Penjelasan mengenai masing-masing parameter tersebut diuraikan sebagai berikut.

Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Biochemical Oxygen Demand (BOD) merupakan gambaran kadar bahan organik, yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbon dioksida dan air (Davis dan Cornwell 1991). BOD menunjukkan jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh proses respirasi mikroba aerob yang terdapat dalam botol BOD yang diinkubasi pada suhu sekitar 20°C selama lima hari dalam keadaan tanpa cahaya (Boyd 1988). BOD hanya menggambarkan bahan organik yang dapat didekomposisi secara biologis (*biodegradable*) berupa lemak, protein, kanji (*starch*), glukosa, aldehida, ester, dsb. (Effendi 2003), sedangkan proses oksidasi bahan organik dilakukan oleh berbagai jenis mikroba. Pada perairan yang mengandung bahan-bahan toksik, penentuan nilai BOD kurang cocok dilaksanakan karena bahan-bahan toksik tersebut dapat menghambat/mematikan mikroba selaku dekomposer bahan organik, sehingga lebih baik dilakukan pengukuran COD (Effendi 2003).

Nilai BOD perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti suhu, densitas plankton, keberadaan mikroba, serta jenis dan kandungan bahan organik (Effendi 2003). Pada perairan alami, yang berperan sebagai sumber bahan organik adalah pembusukan tanaman dan nilai BOD yang dimiliki biasanya berkisar antara 0,5-7,0 mg/L (Jeffries dan Mills 1996). BOD pada limbah industri dapat mencapai nilai yang sangat tinggi, misalnya pada industri makanan antara 500-4.000 mg/L, industri farmasi

antara 400-10.000 mg/L, sedangkan industri kertas sekitar 1.500-25.000 mg/L (Rao 1992; UNESCO/WHO/UNEP 1992).

Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (*non biodegradable*) menjadi CO₂ dan H₂O. Jika pada perairan terdapat bahan organik yang resistan terhadap degradasi biologis, misalnya selulosa, tanin, lignin, fenol, polisakarida, benzena, dsb., maka lebih cocok dilakukan pengukuran COD dibandingkan dengan BOD (Effendi 2003). Keberadaan bahan organik dapat berasal dari alam maupun aktivitas rumah tangga dan industri, misalnya pabrik bubur kertas (*pulp*), pabrik kertas, dan industri makanan (Effendi 2003). Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya <20 mg/L, sedangkan pada perairan yang tercemar dapat mencapai >200 mg/L, bahkan pada limbah industri dapat mencapai 60.000 mg/L (UNESCO/WHO/UNEP 1992). Perairan yang memiliki nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian.

Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak adalah dua istilah yang sangat familiar, tetapi dua istilah ini berbeda satu sama lain. Menurut INTERFLON (2019), lemak biasanya berada dalam bentuk padat pada suhu kamar, sedangkan minyak biasanya berbentuk cair. Selain itu, lemak biasanya hanya digunakan pada mesin atau peralatan, sedangkan minyak memiliki lebih banyak kegunaan pada pemanfaatan non-industri lainnya.

Minyak dan lemak merupakan kumpulan senyawa yang menutupi material yang terlarut di dalam air yang dalam hal ini adalah air limbah. Kandungan dalam minyak dan lemak terdiri dari senyawa lipid, senyawa ester, alkohol, dan senyawa volatil lainnya (Burton 2015). Senyawa-senyawa ini merupakan senyawa yang tidak larut dalam air dan rata-rata memiliki massa jenis yang lebih ringan dari air, sehingga mengapung di atas permukaan air.

Meski minyak dan air secara teoritis tidak dapat menyatu karena sifat kepolarannya yang berbeda, namun keduanya dapat membentuk suatu emulsi yang dapat menghalangi masuknya cahaya matahari ke dalam air, serta mencegah terlarutnya oksigen di dalam air (Caltest Analytical Laboratory 2018). Minyak yang menutupi permukaan air akan menghalangi penetrasi sinar matahari ke dalam air, sehingga menyebabkan ketidakseimbangan rantai makanan. Bahaya dari kurangnya oksigen di air adalah terhambatnya proses fotosintesis oleh tumbuhan air, serta terjadinya kompetisi untuk memperoleh oksigen pada ikan dan makhluk hidup lainnya.

Jika kondisi DO semakin sedikit, maka akan mengakibatkan keracunan pada banyak ikan (Caltest Analytical Laboratory 2018). Efek pada manusia dengan tingginya kadar minyak dan lemak pada air dapat menyebabkan respon tubuh menjadi lama, mual, diare, terbungkusnya rektum dengan minyak, serta dapat menghambat proses penyerapan nutrisi dalam tubuh (Balaji *et al.* 2018). Parameter ini masuk ke dalam parameter baku mutu air berkaitan dengan hal tersebut yang tergolong berbahaya untuk kehidupan akuatik maupun manusia. Keduanya merupakan parameter yang dipersyaratkan untuk air limbah industri dan air permukaan (Sunardi dan Mukimin 2014). Selain itu, minyak dan lemak merupakan bahan organik yang bersifat tetap dan sulit untuk diuraikan bakteri (Andreozzi *et al.* 2000; Atlas dan Bartha 1992).

Senyawa Aktif Biru Metilen / *Methylen Blue Active Surfactant* (MBAS)

MBAS (*Methylen Blue Active Surfactant*) merupakan salah satu metode standar yang biasa digunakan untuk penentuan kadar detergen atau surfaktan. Prinsip dari metode MBAS ini adalah surfaktan anionik akan berikatan dengan metilen biru membentuk senyawa kompleks berwarna biru yang larut dalam fase kloroform. Hal ini terjadi melalui susunan pasangan ion, yaitu oleh anion MBAS dan kation metilen biru. Intensitas dari warna biru yang dihasilkan dalam fase organik merupakan jumlah MBAS yang terukur. Surfaktan memasuki air terutama melalui pembuangan limbah cair dari pencucian rumah tangga, industri, dan operasi pembersihan lainnya (APHA-AWWA-WEF 2021). Lebih lanjut menurut APHA-AWWA-WEF (2021), surfaktan bergabung dalam satu molekul, gugus hidrofobik kuat dengan gugus hidrofilik kuat. Molekul tersebut cenderung berkumpul pada permukaan antara media berair dengan fase lain seperti udara, cairan berminyak, dan partikel, sehingga memberikan sifat seperti pembusaan, emulsifikasi, dan suspensi partikel. Pada penggunaan detergen dan air saat ini, kandungan surfaktan dari air limbah domestik berada pada kisaran 1-20 mg/L (APHA-AWWA-WEF 2021). Konsentrasi surfaktan di perairan umumnya $<0,1$ mg/L, kecuali di sekitar tempat pembuangan atau sumber titik masuk lainnya (Goyer 1977).

Fenol

Fenol, didefinisikan sebagai turunan hidroksi dari benzena dan inti terkondensasinya, dapat terjadi di air limbah domestik dan industri, air alami, dan pasokan air minum (APHA-AWWA-WEF 2021). Fenol dikenal juga sebagai monohidroksibenzena yang merupakan kristal putih yang dapat larut dalam air pada suhu ruang. Fenol (C_6H_5OH) merupakan senyawa organik yang berbau khas dan bersifat racun, serta korosif terhadap kulit (dapat menimbulkan iritasi) (SAKA 2021). Senyawa fenol sering kali dijumpai dalam lingkungan perairan yang berasal dari aliran air lumpur pemboran minyak bumi, buangan limbah rumah tangga, dan industri tekstil, perekat, obat dan lainnya.

Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa beberapa jenis senyawa fenol yang teridentifikasi dalam limbah umumnya termasuk kelompok zat yang bersifat karsinogenik bagi manusia dan makhluk hidup air lainnya (SAKA 2021). Lebih lanjut merujuk pada SAKA (2021), hal lain yang perlu menjadi perhatian adalah senyawa fenol dapat bertahan selama seminggu atau lebih di air.

2.3.2.2. Anorganik Non-Logam

Parameter kimia kualitas air dari pelaksanaan kegiatan pemantauan kualitas air sungai yang tergolong ke dalam kelompok anorganik non-logam tercatat paling banyak dibandingkan kelompok lainnya yakni terdiri dari pH, Oksigen Terlarut / *Dissolved Oxygen* (DO), Total Fosfat (Total P), Amoniak (NH_3), Nitrit (NO_2), Nitrat (NO_3), Total Nitrogen (Total N), Flourida (F), Klorida (Cl^-) dan Klorin Bebas (Cl_2), Sulfat (SO_4^{2-}), dan Hidrogen Sulfida (H_2S). Penjelasan masing-masing parameter tersebut diuraikan secara lengkap sebagai berikut.

pH

Nilai pH adalah ukuran untuk keasaman atau kebasaan pada air. Nilai pH bervariasi secara alami di dalam sungai sebagai hasil dari fotosintesis. Geologi dan jenis tanah pada daerah tangkapan air mempengaruhi kondisi pH perairan (*Namoi Catchment Management Authority* 2013). Tanah masam (berbeda dengan tanah asam sulfat) dan batuan seperti basal, granit, dan batu pasir berkontribusi pada penurunan pH dalam air. Batuan dasar seperti batu kapur berkontribusi pada nilai pH yang lebih

tinggi. Limpasan seperti pupuk dan detergen menyebabkan peningkatan alkalinitas. Nilai pH yang ekstrem dapat menyebabkan masalah bagi fauna air misalnya ikan dapat mengalami iritasi kulit, bisul dan gangguan fungsi insang akibat air yang terlalu asam (*Namoi Catchment Management Authority* 2013). Kematian sebagian besar fauna akuatik dapat disebabkan oleh air yang sangat asam atau sangat basa. Kondisi pH juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia (Effendi 2003). Pada perairan yang memiliki pH tinggi lebih banyak ditemukan amoniak yang memiliki sifat toksik dan relatif lebih mudah diserap oleh organisme akuatik (Tebbut 1992). Toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah, sedangkan proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah (Novotny dan Olem 1994). Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan kisaran pH yang optimal untuk air tawar adalah 6,5-8,0 (Effendi 2003 dan *Namoi Catchment Management Authority* 2013).

Oksigen Terlarut / Dissolved Oxygen (DO)

Oksigen merupakan salah satu gas yang terlarut di dalam perairan. Kadar oksigen terlarut di perairan alami bervariasi tergantung pada beberapa faktor yaitu suhu, salinitas, turbulensi air, dan tekanan atmosfer (Effendi 2003). Semakin besar nilai suhu dan ketinggian, serta semakin kecil tekanan atmosfer, maka kadar oksigen terlarut akan semakin rendah (Jeffries dan Mills 1996). Peningkatan suhu sebesar 1°C akan meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 10% (Brown 1987). Proses dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai nol (anaerob). Selain faktor-faktor tersebut, kadar DO juga berfluktuasi secara harian (*diurnal*) dan musiman, serta tergantung pada pencampuran (*mixing*) dan pergerakan (*turbulence*) massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi, dan limbah yang masuk ke badan air (Effendi 2003).

Oksigen memasuki air melalui dua proses yaitu difusi dan fotosintesis (*Namoi Catchment Management Authority* 2013). Difusi oksigen ke dalam air dipercepat ketika terjadi peningkatan turbulensi air (bergerak melalui jeram dan air terjun) dan ketika ada angin kencang yang bertiup. Selain itu, oksigen akan cenderung berdifusi ke air yang lebih dingin daripada ke air yang hangat. Fotosintesis pada siang hari oleh tanaman air menggunakan energi matahari untuk menciptakan energi yang dapat mereka gunakan untuk pertumbuhan. Produk sampingan dari proses fotosintesis ini adalah oksigen yang dilepaskan ke air di sekitarnya.

Jumlah oksigen terlarut, sampai taraf tertentu, menunjukkan kesehatan perairan secara keseluruhan. Artinya, jika kadar oksigen tinggi, maka dapat dikatakan bahwa tingkat polusi di dalam air rendah, sebaliknya jika kadar oksigen rendah, maka dapat diduga ada kebutuhan oksigen yang tinggi dan badan air tidak sehat secara optimal (*Namoi Catchment Management Authority* 2013). Selain menunjukkan tingkat polusi, oksigen terlarut dibutuhkan oleh biota air untuk kelangsungan hidupnya. Dalam kondisi tidak ada atau ketersediaan oksigen yang rendah, ikan dan organisme lain akan mati (*Namoi Catchment Management Authority* 2013).

Total Fosfat (Total P)

Tingkat nutrisi di perairan secara alami biasanya sangat rendah, namun karena pengaruh manusia sering kali menjadi terlalu tinggi, sehingga mengakibatkan pertumbuhan yang berlebihan pada alga dan tanaman air, termasuk spesies gulma seperti Eceng gondok dan *Salvinia* (*Namoi Catchment Management Authority* 2013). Efek dari tingkat nutrisi yang tinggi adalah badan air yang dipenuhi vegetasi atau ganggang (sering kali spesies gulma), perubahan komposisi flora dan fauna akuatik (sering kali menuju perubahan sistem yang didominasi oleh satu jenis tanaman),

peningkatan fluktuasi kadar oksigen terlarut yang memberikan tekanan pada biota air, dan peningkatan beban organik total yang menghasilkan bau dan penurunan pada kualitas estetika (*Namoi Catchment Management Authority* 2013).

Nutrien yang sering kali menjadi faktor pembatas di lingkungan perairan adalah Nitrogen dan Fosfat. Sumber utama keberadaan fosfat di perairan adalah sedimen dari batuan dan tanah, limbah dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan unit pembuangan limbah lainnya, detergen dan pupuk yang telah dicuci ke saluran air atau yang mengalir dari properti karena praktik pengelolaan lahan yang buruk dan polusi air hujan, serta dari bahan organik yang membusuk (*Namoi Catchment Management Authority* 2013).

Merujuk pada *Namoi Catchment Management Authority* (2013), total fosfat di perairan dapat dikategorikan berdasarkan besaran konsentrasinya yakni rendah ($< 0,06$ mg/L), sedang ($0,06-0,15$ mg/L), tinggi ($>0,15-0,45$ mg/L), dan sangat tinggi ($>0,45$ mg/L).

Nitrogen

Merujuk pada Effendi (2003), nitrogen yang terdapat di dalam perairan berupa nitrogen anorganik dan organik. Nitrogen anorganik terdiri atas Amoniak (NH_3), amonium (NH_4), nitrit (NO_2), nitrat (NO_3), dan molekul nitrogen (N_2) dalam bentuk gas. Nitrogen organik berupa protein, asam amino, dan urea. Bentuk-bentuk nitrogen tersebut mengalami transformasi sebagai bagian dari siklus nitrogen yang dapat melibatkan makro dan mikrobiologi (Effendi 2003).

a) Amoniak (NH_3)

Amoniak (NH_3) merupakan salah satu bentuk dari nitrogen anorganik yang mudah larut dalam air. Amoniak banyak digunakan dalam produksi urea, industri bahan kimia, industri kertas (*pulp* dan *paper*), dan industri bubur kertas (Effendi 2003). Sumber amoniak di perairan berasal dari proses amonifikasi yaitu pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik dalam tanah dan air, yang berasal dari dekomposisi bahan organik oleh mikroba dan jamur. Reduksi nitrat (denitrifikasi) oleh aktivitas mikroba pada kondisi anaerob, yang juga biasa terjadi pada pengolahan limbah, menghasilkan gas amoniak dan gas lainnya (Novotny dan Olem 1994). Tinja dari biota perairan yang merupakan limbah aktivitas metabolisme juga banyak menghasilkan amoniak (Effendi 2003). Sumber lain amoniak adalah reduksi gas nitrogen yang berasal dari proses difusi dari udara atmosfer, limbah industri, dan domestik (Effendi 2003). Amoniak bersifat toksik terhadap organisme akuatik dan terdapat dalam jumlah banyak pada $\text{pH} > 7$ (Effendi 2003). Toksisitas amoniak akan meningkat jika terjadi penurunan nilai DO, pH, dan suhu. Avertebrata air diketahui lebih toleran terhadap amoniak dibandingkan dengan ikan, karena amoniak yang terlalu tinggi menyebabkan gangguan pada proses pengikatan oksigen oleh darah dan mengakibatkan sufokasi (Effendi 2003).

b) Nitrit (NO_2)

Nitrit merupakan bentuk peralihan antara amoniak dengan nitrat pada proses nitrifikasi dan antara nitrat dengan gas nitrogen pada proses denitrifikasi. Keberadaan nitrit menggambarkan berlangsungnya proses biologis perombakan bahan organik yang memiliki kadar DO sangat rendah (Effendi 2003). Nitrit dapat berasal dari limbah industri dan domestik (Effendi 2003). Pada perairan, biasanya nitrit ditemukan dalam jumlah yang relatif rendah, lebih rendah dibandingkan dengan nitrat, karena segera dioksidasi menjadi nitrat. Namun, dari tingkat toksisitasnya terhadap manusia dan hewan, nitrit bersifat lebih toksik daripada nitrat (Effendi 2003). Perairan alami

mengandung nitrit sekitar 0,001 mg/L dan pada perairan secara umum jarang ditemukan nitrit melebihi 1 mg/L (Sawyer dan McCarty 1978; CCREM 1987). Kadar nitrit sebesar 0,05 mg/L dapat bersifat toksik bagi organisme perairan yang sangat sensitif (Moore 1991). Nitrit sebesar 10 mg/L masih dapat ditolerir untuk kepentingan peternakan, namun WHO merekomendasikan nilai nitrit tidak lebih dari 1 mg/L untuk kebutuhan air minum (Moore 1991).

c) Nitrat (NO_3)

Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan *algae* (Effendi 2003). Nitrat memiliki sifat yang sangat mudah larut dan stabil dalam air (Effendi 2003). Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Kadar nitrat di perairan alami hampir tidak pernah melebihi 0,1 mg/L. Kadar nitrat >5 mg/L menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik dari aktivitas manusia dan tinja hewan (Effendi 2003). Kandungan nitrat sebesar 0,2 mg/L dapat mengakibatkan eutrofikasi (pengayaan) perairan yang selanjutnya menstimulir terjadinya *blooming algae* atau tumbuhan akuatik (Effendi 2003). Nitrat tidak bersifat toksik pada organisme akuatik, namun air minum sebaiknya memiliki kadar nitrat <10 mg/L (Davis dan Cornwell 1991). Konsumsi air yang mengandung nitrat tinggi akan menurunkan kapasitas darah dalam mengikat oksigen, terutama pada balita, yang mengakibatkan kulit bayi menjadi berwarna kebiruan (Davis dan Cornwell 1991; Mason 1993).

d) Total Nitrogen (Total N)

Total nitrogen merupakan penjumlahan dari nitrogen anorganik (amoniak, nitrit, nitrat) yang bersifat larut dan nitrogen organik berupa partikulat yang bersifat tidak larut dalam air (Mackereth *et al.* 1989). Nilai Total N biasanya berkaitan dengan kesuburan perairan. Merujuk PermenLH No 28 Tahun 2009, Total N digunakan sebagai salah satu faktor penentu status trofik danau bersama dengan Total P dan klorofil-a.

Fluorida (F^-)

Fluor (F) merupakan salah satu unsur yang melimpah pada kerak bumi dan ditemukan dalam bentuk ion fluorida (F^-). Fluor yang berikatan dengan kation monovalen (NaF , AgF , dan KF) bersifat mudah larut dalam air, sedangkan yang berikatan dengan kation divalen (CaF_2 dan PbF_2) tidak mudah larut dalam air (Effendi 2003). Fluorida banyak digunakan dalam industri besi baja, gelas, pelapisan logam, aluminium, dan pestisida (Eckenfelder 1989). Perairan alami biasanya memiliki kadar fluorida $<0,2$ mg/L (McNeely *et al.* 1979). Menurut Davis dan Cornwell (1991), perairan yang diperuntukkan sebagai air minum sebaiknya memiliki kadar fluorida sebesar 0,7-1,2 mg/L, sedangkan untuk kepentingan pertanian dianjurkan memiliki kadar sebesar 10-15 mg/L. Berdasarkan beberapa penelitian, sejumlah kecil fluorida terbukti menguntungkan bagi pencegahan kerusakan gigi, namun dalam konsentrasi melebihi 1,7 mg/L dapat mengakibatkan pewarnaan pada enamel gigi dan bahkan kerusakan pada tulang dalam kadar yang lebih tinggi lagi (Sawyer dan McCarty 1978; Davis dan Cornwell 1991).

Klorida (Cl^-) dan Klorin Bebas (Cl_2)

Halogen pada perairan terdapat dalam bentuk monovalen, misalnya ion fluorida (F^-), ion klorida (Cl^-), ion bromida (Br^-) dan ion iodida (I^-). Ion Klorida (Cl^-) ditemukan dalam jumlah yang besar, sedangkan ion halogen lainnya relatif kecil. Pada perairan tawar yang alami, ion klorida biasanya ditemukan dalam konsentrasi sebesar 8,3 mg/L, sedangkan ion fluorida sebesar 0,26 mg/L (McNeely *et al.* 1979). Hal ini juga berlaku pada nilai baku mutunya yang lebih tinggi untuk ion klorida yakni sebesar 300 mg/L,

sedangkan ion fluorida sebesar 1,5 mg/L. Ion klorida sebenarnya merupakan anion yang dominan di perairan laut. Klorida biasanya terdapat dalam bentuk NaCl, KCl, dan CaCl₂, dan sebagian besarnya bersifat mudah larut (McNeely *et al.* 1979).

Kadar klorida bervariasi menurut iklim dan pada perairan di wilayah beriklim basah biasanya memiliki kadar klorida <10 mg/L. Air dari daerah pertambangan mengandung klorida sekitar 1.700 mg/L (Haslam 1995). Kadar klorida yang tinggi dapat membuat air menjadi asin dan bila diikuti dengan kadar kalsium dan magnesium tinggi akan meningkatkan sifat korosivitas air (Effendi 2003). Klorida tidak bersifat toksik bagi makhluk hidup, bahkan berperan dalam pengaturan tekanan osmotik sel (Effendi 2003). Namun demikian, perairan yang diperuntukkan bagi keperluan domestik, termasuk air minum, pertanian, dan industri, sebaiknya memiliki kadar klorida <100 mg/L (Sawyer dan McCarty 1978; Davis dan Cornwell 1991).

Klorin (Cl) termasuk ke dalam unsur kimia golongan halogen (Golongan VII), berbentuk gas pada suhu kamar, oksidator kuat, dan mudah bereaksi dengan unsur lain. Klorin bebas adalah ion klorida dan ion hipoklorit yang tidak berikatan dengan senyawa lain. Klorin bebas (Cl₂) ini biasanya berada di dalam suasana asam (pH ≤2). Klorin sering digunakan sebagai desinfektan, pemutih, atau pembersih untuk menghilangkan mikroorganisme yang tidak dibutuhkan, terutama bagi air peruntukkan kepentingan domestik, dan proses ini diistilahkan sebagai klorinasi (Effendi 2003; Hasan 2006). Menurut Hasan (2006), klorin juga digunakan pada industri kimia seperti industri plastik, pelarut, semen, *pulp* dan kertas, pestisida, logam metal, pembangkit listrik. Selain itu, limbah klorin dihasilkan pula dari proses pengolahan air bersih, limbah aktivitas manusia (*municipal waste*) dan limbah rumah sakit. Kadar klorin bebas (Cl₂) di perairan yang melebihi baku mutu akan berdampak pada kesehatan masyarakat, di antaranya menyebabkan iritasi mata, kulit dan iritasi saluran pernafasan atas, serta efek jangka panjangnya adalah menyebabkan gangguan obstruksi saluran pernafasan (US EPA 1999). Tingginya kasus penyakit dermatitis, gastritis dan diare juga diduga diakibatkan oleh paparan klorin bebas (Cl₂) yang masuk ke badan air sungai (Hayat 2020). WHO (2003) merekomendasikan kadar klorin bebas (Cl₂) di dalam air adalah <0,02 mg/L.

Sulfat (SO₄²⁻) dan Hidrogen Sulfida (H₂S)

Sulfur merupakan salah satu elemen yang esensial bagi makhluk hidup. Unsur ini berada dalam bentuk organik dan anorganik. Sulfur anorganik terutama terdapat dalam bentuk sulfat (SO₄²⁻) yang merupakan bentuk utama sulfur di perairan (Rao 1992). Sulfat banyak digunakan dalam industri tekstil, penyamakan kulit, kertas, metalurgi, dll. (Effendi 2003).

Sulfur di perairan berikatan dengan ion hidrogen dan oksigen. Beberapa bentuk di perairan adalah sulfida (S²⁻), hidrogen sulfida (H₂S), ferro sulfida (FeS), sulfur dioksida (SO₂), sulfit (SO₃), dan sulfat (SO₄). Pada proses dekomposisi dalam kondisi anaerob, terjadi reduksi anion sulfat menjadi H₂S yang menimbulkan bau yang tidak sedap dan meningkatkan korosivitas logam (Effendi 2003). Lebih lanjut menurut Effendi (2003), keberadaan H₂S juga berkaitan dengan kondisi pH. Pada pH 9, jumlah H₂S berjumlah sangat sedikit dan permasalahan bau tidak muncul, sedangkan pada pH <8 kesetimbangan bergeser pada terjadinya pembentukan H₂S, bahkan pada pH 5, sekitar 99% sulfur terdapat dalam bentuk H₂S. Kondisi ini akan menjadi hal yang serius karena H₂S bersifat mudah larut, toksik, dan menimbulkan bau seperti telur busuk.

Sianida (CN)

Sianida di alam dapat diklasifikasikan sebagai sianida bebas, sianida sederhana, kompleks sianida dan senyawa turunan sianida (Smith and Mudder 1991). Sianida merujuk pada anion CN^- untuk membentuk asam yang hydrocyanid. Sianogen dibentuk oleh oksidasi ion Sianida, namun istilah Sianogen juga datang untuk merujuk suatu zat yang membentuk Sianida pada metabolisme dan menghasilkan efek biologis dari Sianida bebas. Sebuah Sianida sederhana (HCN , NaCN) adalah senyawa yang berdisosiasi dengan anion Sianida (CN^-) dan kation ($\text{H}^+.$ N^+). Sianida dapat berada dalam media berair sebagai hidrogen sianida yang tidak terdisosiasi (HCN), ion sianida bebas (CN), dan kompleks anionik sianida dengan berbagai kation logam. Hidrogen sianida adalah asam yang sangat lemah dengan pK_a disosiasi 9,2. Sianida (CN) sering terdapat dalam limbah cair terutama pada limbah industri elektronika.

Sianida bebas adalah penentu ketoksikan senyawa sianida yang dapat didefinisikan sebagai bentuk molekul (HCN) dan ion (CN) dari sianida yang dibebaskan melalui proses pelarutan dan disosiasi senyawa sianida (Smith and Mudder 1991). Kedua ini berada dalam kesetimbangan satu sama lain yang bergantung pada pH sehingga konsentrasi HCN dan CN dipengaruhi oleh pH (Kyle 1988). Pada pH dibawah 7, keseluruhan sianida berbentuk HCN sedangkan pada pH di atas 10,5, keseluruhan sianida berbentuk CN (Kyle 1988).

Ketoksikan sianida umumnya berhubungan dengan pembentukan kompleks dengan logam yang berperan sebagai kofaktor enzim. Enzim Fe(III) sitokrom-oksidadase adalah salah satu contoh enzim dalam proses respirasi yang dihambat oleh sianida (Morper 1999). Sianida biasanya digunakan dalam jumlah besar pada pertambangan, pencetakan, baja dan industri kimia. Sebagai akibatnya, industri-industri tersebut menghasilkan limbah cair yang banyak mengandung sianida. Limbah sianida ini biasanya juga mengandung sejumlah logam berat seperti tembaga, nikel, seng, perak, dan besi (Hidayat 2016). Baku mutu kelas dua PP 22 tahun 2021 pada perairan sungai nilai sianida bebas adalah 0,02 mg/L.

2.3.2.3. Logam

Hasil analisis laboratorium dari pelaksanaan kegiatan pemantauan kualitas air dan sedimen sungai yang tergolong komponen kimia kualitas air pada kelompok logam yaitu Merkuri (Hg), Kadmium (Cd), Seng (Zn), Tembaga (Cu), Timbal (Pb), Krom Heksavalen (Cr^{6+}), dan Nikel (Ni). Logam berat adalah unsur-unsur kimiawi yang dapat memberikan dampak negatif apabila masuk ke dalam tubuh organisme, seperti merusak fungsi fisiologis, menimbulkan efek keracunan, mengganggu sistem saraf, sistem pernafasan, fungsi hati, ginjal, serta pertumbuhan normal tulang (Sanusi 1985; Palar 2012). Berdasarkan toksisitasnya, Connell dan Miller (2006) menggolongkan logam berat ke dalam tiga golongan, yaitu 1) bersifat toksik tinggi (Hg , Cd , Pb , As , Cu , dan Zn), 2) bersifat toksik sedang (Cr , Ni , dan Co), dan 3) bersifat toksik rendah (Mn dan Fe). Keberadaan logam berat di perairan dapat berasal dari masukan limbah industri, pertambangan, pertanian, domestik, dan pelayaran atau pelabuhan. Penjelasan mengenai masing-masing parameter logam yang dipantau di sungai DKI Jakarta diuraikan secara rinci sebagai berikut.

Merkuri (Hg)

Merkuri atau air raksa merupakan logam yang secara alami terdapat di alam dan merupakan satu-satunya logam yang berwujud cair pada suhu kamar. Logam ini mempunyai nomor atom 80 dengan berat atom 200,59 pada tabel unsur periodik kimia. Merkuri adalah logam cair yang ditemukan di dalam natural deposit yang terdiri

dari unsur-unsur lain dengan banyak bentuk seperti ditemukan di gunung berapi (Palar 2012). Penyebaran logam merkuri dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor geologi, fisika, kimia, dan biologi (Palar 2012).

Senyawa merkuri dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti dalam pembuatan amalgam, cat, komponen listrik, baterai, ekstraksi emas dan perak, gigi palsu, senyawa anti-karat (*anti fouling*), fotografi, dan elektronik (Eckenfelder 1989). Garam-garam Hg juga digunakan sebagai fumigan yang berperan sebagai pestisida (Sawyer dan McCarty 1978). Logam ini juga dimanfaatkan sebagai alat ukur (termometer, barometer, dan manometer), konduktor dan bahan pendingin, pelindung terhadap radiasi atom (Palar 2012).

Kegiatan penambangan emas, produksi klor dan soda kaustik, bahan tambal gigi dan baterai juga menggunakan logam merkuri (Palar 2012). Merkuri yang memiliki kegunaan sangat banyak ini juga merupakan bahan yang sangat beracun dan memiliki tingkat *bioakumulasi* tinggi dan sangat potensial untuk terjadi biomagnifikasi pada jejaring makanan (Effendi 2003; Garcia-Rico *et al.* 2006). Logam merkuri merupakan unsur yang sangat beracun bagi semua makhluk hidup baik dalam bentuk unsur tunggal (logam) ataupun dalam bentuk persenyawaan (Palar 2012). Keberadaannya di perairan dalam jumlah yang melebihi batas aman dapat membahayakan kehidupan organisme baik secara langsung maupun tidak langsung. Kadar merkuri di perairan tawar alami berkisar 10-100 ng/l (Moore 1991). Kanada dan *European Community* (EC) memperbolehkan konsentrasi Hg maksimum sebesar 0,1 µg/l dan 0,2 µg/l di air untuk melindungi kehidupan organisme perairan (Moore 1991). Pada air minum, Davis dan Cornwell (1991) menyatakan bahwa sebaiknya tidak melebihi 0,002 mg/L.

Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) adalah unsur kedua dalam Golongan IIB dari tabel periodik yang memiliki nomor atom 48, berat atom 112,41, dan valensi 2. Bersama-sama dengan Hg, Pb, dan V, hingga saat ini merupakan logam-logam yang belum diketahui dengan jelas peranannya bagi tumbuhan dan makhluk hidup lain (Effendi 2003). Pada air, Cd terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit dan bersifat tidak larut dalam air. Logam ini digunakan dalam elektroplating, baterai, pigmen cat, dan paduan dengan berbagai logam lainnya (APHA-AWWA-WEF 2021). Kadmium juga banyak digunakan dalam industri metalurgi, pelapisan logam, pigmen, baterai, peralatan elektronik, pelumas, peralatan fotografi, gelas, keramik, tekstil, dan plastik (Eckenfelder 1989). Kelarutan kadmium di perairan alami dikendalikan oleh kesetimbangan karbonat dan terkait dengan kesadahan atau alkalinitas air (APHA-AWWA-WEF 2021). Pada pH yang tinggi, Cd mengalami presipitasi/pengendapan (Effendi 2003).

Kadmium sangat beracun dan terakumulasi pada ginjal dan hati, asupan berkepanjangan pada tingkat rendah kadang-kadang menyebabkan disfungsi ginjal (APHA-AWWA-WEF 2021). Kadmium juga bersifat sangat toksik dan bioakumulasi terhadap organisme (Effendi 2003). Konsentrasi Cd pada perairan tawar alami sekitar 0,0001-0,01 mg/L (McNeely *et al.* 1979). Perairan sebaiknya memiliki konsentrasi Cd maksimum sebesar 0,0002 mg/L untuk melindungi kehidupan biota akuatik di dalamnya, maksimum 0,005 mg/L untuk kepentingan pertanian dan peternakan, serta maksimum pada air minum sebesar 0,005 mg/L (Moore 1991). FAO merekomendasikan tingkat maksimum Cd di perairan irigasi sebesar 10 µg/L (APHA-AWWA-WEF 2021).

Seng (Zn)

Seng (Zn) adalah unsur pertama dalam Golongan IIB dalam tabel periodik yang memiliki nomor atom 30, berat atom 65,38, dan valensi 2. Kelarutan seng di perairan alami dipengaruhi oleh adsorpsi pada permukaan mineral, keseimbangan karbonat, dan kompleks organik (APHA-AWWA-WEF 2021). Berdasarkan APHA-AWWA-WEF (2021), Zn digunakan dalam sejumlah *alloy* seperti kuningan dan perunggu, serta dalam baterai, fungisida, dan pigmen. Seng paling sering memasuki pasokan air domestik dari kerusakan besi galvanis dan dezincifikasi kuningan, serta dapat dihasilkan pula dari polusi limbah industri. Seng digunakan pula dalam industri besi baja, cat, karet, tekstil, kertas, dan bubur kertas (Eckenfelder 1989).

Seng merupakan elemen pertumbuhan penting untuk tanaman dan hewan, tetapi pada tingkat tinggi bersifat toksik untuk beberapa jenis biota air (APHA-AWWA-WEF 2021). Konsentrasi Zn pada perairan alami biasanya sebesar $<0,05$ mg/L, sedangkan pada perairan asam mencapai 50 mg/L (McNeely *et al.* 1979; Moore 1991). Zn pada air minum direkomendasikan $<0,5$ mg/L (McNeely *et al.* 1979). Toksisitas seng menurun dengan meningkatnya kesadahan, namun meningkat seiring dengan terjadinya peningkatan suhu dan penurunan nilai DO (Effendi 2003). Kelarutan seng meningkat pada perairan yang bersifat asam.

Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) adalah logam merah muda yang lunak, dapat ditempa, dan liat. Tembaga menempati posisi dengan nomor atom 29 dan mempunyai bobot atau berat atom 63,546 dalam tabel periodik. Logam Cu di alam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral. Logam Cu biasanya terikat kuat pada bahan organik yang akan menurunkan mobilitasnya di perairan, sehingga akan lebih mudah mengendap di sedimen (Supriyantini dan Soenardjo 2015). Cu secara alami masuk ke perairan melalui peristiwa erosi atau pengikisan batuan mineral dan melalui persenyawaan Cu di atmosfer yang dibawa turun melalui hujan, sedangkan akibat aktivitas manusia dapat berasal dari limbah industri seperti pertambangan Cu, industri galangan kapal, dan aktivitas pelabuhan lainnya (Palar 2012). Logam ini juga banyak digunakan pada industri elektroplating, tekstil, dan industri logam (*alloy*) seperti Ag, Cd, Sn, Zn (Fitriyah *et al.* 2013). Menurut Connell dan Miller (2006), limbah rumah tangga yang mengandung logam berat Cu biasanya berasal dari sampah-sampah metabolik dan korosi dari pipa-pipa yang ada di daerah pemukiman.

Logam Cu merupakan salah satu logam berat esensial untuk kehidupan makhluk hidup sebagai elemen mikro. Pada tumbuhan (termasuk *algae*), Cu berperan dalam fungsi transpor elektron pada proses fotosintesis (Boney 1989). Pada perairan alami, konsentrasi Cu biasanya $<0,02$ mg/L (Moore 1991). Defisiensi tembaga dapat menyebabkan anemia, namun apabila konsentrasinya berlebihan dapat menimbulkan rasa pada air dan kerusakan hati, serta mengakibatkan korosi pada besi dan aluminium (Effendi 2003). Nilai LC_{50} tembaga bagi avertebrata air biasanya $<0,5$ mg/L, sedangkan untuk ikan-ikan air tawar berkisar 0,02-1,00 mg/L (Moore 1991). Toksisitas Cu meningkat dengan menurunnya nilai kesadahan dan alkalinitas (Effendi 2003).

Timbal (Pb)

Timbal atau timah hitam dilambangkan dengan Pb (Plumbum) merupakan logam yang menduduki nomor atom 82 dan berat atom 207,19 gr dalam sistem periodik. Pb mempunyai dua bentuk keadaan oksidasi di perairan, yakni dalam bentuk Pb^{2+} dan Pb^{4+} (Palar 2012). Logam berat Pb terdapat di perairan baik secara alamiah maupun

hasil dari aktivitas manusia. Pb masuk ke perairan secara alami melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan, serta melalui proses korosifikasi batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin (Palar 2012). Logam Pb yang masuk ke perairan akibat aktivitas manusia dapat berasal dari limbah industri seperti limbah pertambangan bijih Pb atau buangan sisa industri baterai (Palar 2012). Limbah perkotaan dan pupuk fosfat (PO_4) juga mengandung Hg, Cd dan Pb yang mana berkontribusi pula menambah kandungan Pb ke perairan (Harteman 2011).

Pb merupakan salah satu logam *non essensia*/yang sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan (toksisitas) pada makhluk hidup. Racun ini bersifat kumulatif, artinya sifat racun akan muncul apabila terakumulasi cukup besar dalam tubuh makhluk hidup (Palar 2012). Logam Pb dalam konsentrasi tinggi yang dikonsumsi oleh manusia akan mengakibatkan gejala keracunan seperti terlihat pucat, sakit perut, konstipasi, muntah, anemia, hingga sampai mempengaruhi kerja saraf. Saeni (1997) menyatakan bahwa logam Pb tidak dibutuhkan oleh manusia, sehingga keberadaan Pb dalam tubuh manusia melalui makanan yang dikonsumsi akan dikeluarkan sebagian, sedangkan sisanya akan terakumulasi pada bagian tubuh tertentu seperti ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut. Pada perairan tawar alami biasanya memiliki konsentrasi Pb sebesar $<0,05$ mg/L. Air peruntukkan air minum maksimum memiliki nilai Pb sebesar 0,05 mg/L, untuk hewan ternak maksimum 0,1 mg/L, sedangkan untuk kegiatan pertanian sebesar 5-10 mg/L (Davis dan Cornwell 1991; Moore 1991). Konsentrasi Pb sebesar 0,5 mg/L pada air dapat menyebabkan kematian pada ikan dan organisme perairan lainnya (Moore 1991), sedangkan Pb berkisar 0,1-8,0 mg/L dapat menghambat pertumbuhan salah satu jenis mikroalga (Effendi 2003). Toksisitas akut Pb terhadap beberapa jenis avertebrata air tawar antara 0,5-5,0 mg/L, sedangkan bagi beberapa jenis ikan air tawar berkisar 0,5-10 mg/L (Moore 1991). Toksisitas Pb terhadap organisme akuatik berkurang dengan meningkatnya kesadahan dan DO (Effendi 2003).

Krom Heksavalen (Cr^{6+})

Kromium (Cr) adalah unsur pertama dalam Golongan VIB pada tabel periodik yang memiliki nomor atom 24, berat atom 51,99, dan valensi 0 dan 2 hingga 6. Kromium termasuk unsur yang jarang ditemukan pada perairan alami (Effendi 2003). Kromium yang ditemukan di perairan biasanya berbentuk kromium trivalen (Cr^{3+}) dan kromium heksavalen (Cr^{6+}), namun pada $\text{pH} > 5$ tidak ditemukan Cr^{3+} . Apabila masuk ke perairan, kromium trivalen akan dioksidasi menjadi kromium heksavalen yang lebih toksik. Selain itu, Cr^{3+} biasanya terserap ke dalam partikulat, sedangkan Cr^{6+} tetap berada dalam bentuk larutan. Garam-garam kromium digunakan dalam industri besi baja, cat, bahan celupan, bahan peledak, tekstil, kertas, keramik, gelas, fotografi, serta sebagai penghambat korosi dan campuran *drilling mud* (Effendi 2003). Kromium juga digunakan dalam *alloy*, elektroplating, dan pigmen, serta sering ditambahkan pada air pendingin untuk pengendalian korosi (APHA-AWWA-WEF 2021).

Kromium dianggap tidak penting untuk tanaman, tetapi elemen jejak penting untuk hewan (APHA-AWWA-WEF 2021). Kromium heksavalen telah terbukti bersifat karsinogenik jika terhirup dan bersifat korosif terhadap jaringan (APHA-AWWA-WEF 2021). Cr^{6+} bersifat toksik dan efek yang ditimbulkan dari keracunan logam ini adalah terjadinya kerusakan kulit, serta gangguan fungsi hati, ginjal, dan pernafasan (CCREM 1987). Garam-garam kromium yang masuk ke dalam tubuh manusia akan segera dikeluarkan oleh tubuh, namun apabila terlalu besar maka menyebabkan kerusakan sistem pencernaan. Kadar kromium yang diperkenankan pada air minum maksimum sebesar 0,05 mg/L (Sawyer dan McCarty 1978; Davis dan Cornwell 1991).

Pada perairan tawar, konsentrasi kromium biasanya terukur $<0,0001$ mg/L. Kadar yang diperkirakan aman bagi organisme akuatik adalah 0,05 mg/L (Moore 1991). Toksisitas logam ini dipengaruhi oleh bentuk oksidasi kromium, suhu, dan pH. Selain itu, kromium di perairan alami juga terkait dengan kondisi kesadahan atau alkalinitas air (APHA-AWWA-WEF 2021). Menurut Effendi (2003), fitoplankton diketahui lebih sensitif terhadap kromium dibandingkan dengan ikan.

Nikel (Ni)

Nikel (Ni) adalah unsur ketiga dalam Golongan VIII dalam tabel periodik yang memiliki nomor atom 28, berat atom 58,69, serta valensi umum 2 dan lebih jarang 1, 3, atau 4. Logam ini merupakan elemen esensial untuk tumbuhan dan hewan (Anke *et al.* 1984; Fabiano *et al.* 2015). Pemanfaatan nikel adalah sebagai *alloy*, magnet, lapisan pelindung, katalis, dan baterai (APHA-AWWA-WEF 2021). Nikel juga banyak digunakan dalam industri metalurgi, pelapisan logam, industri kimia, pembakaran minyak, dan pembakaran limbah (McNeely *et al.* 1979; Eckenfelder 1989). Kadar nikel pada perairan tawar alami sebesar 0,001-0,003 mg/L. Namun demikian, nikel termasuk logam yang memiliki toksisitas rendah. Kadar Ni yang direkomendasikan untuk kehidupan organisme akuatik adalah $\leq 0,025$ mg/L, sedangkan untuk air minum sebesar $\leq 0,1$ mg/L (Moore 1991). Effendi (2003) menyatakan bahwa kontak langsung dengan garam-garam nikel dapat mengakibatkan dermatitis, sedangkan menghisap nikel secara terus menerus dapat mengakibatkan kanker paru-paru.

Arsen (As)

Arsen (As) adalah unsur ketiga Golongan VA dalam tabel periodik yang memiliki nomor atom 33, berat atom 74,92. Logam ini merupakan isu lingkungan yang serius karena sifatnya yang toksik dan karsinogenik. Arsenik bisa terdapat dalam air dalam dua bentuk utama: arsenik anorganik dan organik. Bentuk anorganik, terutama arsenik trivalen (As(III)) dan arsenik pentavalen (As(V)), adalah yang paling beracun dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Sumber arsen dalam perairan dibedakan menjadi dua sumber yaitu sumber alami berupa pelapukan batuan yang mengandung arsenik dan aktivitas vulkanik serta sumber antropogenik berupa limbah industri, penggunaan pestisida dan herbisida yang mengandung arsenik, dan limbah rumah tangga dan pertanian. Arsenik memiliki dampak pada kesehatan manusia terutama ketika tidak sengaja dikonsumsi yaitu efek akut dimana dapat terjadi keracunan yang dapat menyebabkan gejala seperti muntah, diare, sakit perut, dan bahkan kematian serta efek kronis yaitu paparan jangka panjang yang dapat menyebabkan penyakit kulit, kanker, jantung, diabetes, dan gangguan perkembangan. WHO menetapkan batas maksimum arsenik dalam air minum sebesar 10 $\mu\text{g/L}$.

Kobalt (Co)

Kobalt (Co) merupakan unsur logam transisi pada Golongan VIIB yang memiliki nomor atom 27 dengan massa atom 58,71. Logam ini memiliki karakteristik seperti arsen yang dapat menjadi kontaminan dalam perairan dan menimbulkan berbagai dampak lingkungan serta kesehatan. Meski kobalt adalah elemen esensial dalam jumlah kecil bagi kehidupan, eksposur berlebih dapat menjadi beracun. Unsur ini dapat mengakibatkan dampak kesehatan bagi manusia berupa dampak akut dan kronis. Salah satu dampak kronis dapat berupa penyakit paru-paru, seperti fibrosis paru, dan masalah kardiovaskular. Pada pekerja yang terpapar kobalt secara terus-menerus, dapat terjadi kondisi yang disebut "penyakit paru-paru kobalt" atau "*asthma cobalt*". Batas maksimum yang diizinkan untuk kobalt dalam air minum yang ditetapkan oleh WHO sebesar 10 $\mu\text{g/L}$.

Barium (Br)

Barium (Br) merupakan unsur logam alkali tanah kelima Golongan IIA yang memiliki nomor atom 56 dengan massa atom 137,34. Logam berat ini dapat ditemukan dalam perairan dan, dalam konsentrasi tinggi, dapat menjadi toksik bagi manusia dan lingkungan. Barium biasanya terdapat dalam bentuk senyawa, seperti barium sulfat atau barium karbonat, yang lebih stabil dan kurang larut dalam air dibandingkan dengan barium bebas. Secara alami, sumber barium berasal dari pelapukan batuan dan mineral dan aktivitas geotermal dan vulkanik. Sumber barium juga dapat dihasilkan dari limbah industri terutama barium sulfat, kaca, dan keramik, pembakaran batu bara dan minyak bumi, pembuangan limbah pengeboran minyak dan gas, dan penggunaan barium sebagai radiokontras dalam medis. Efek kronis yang dapat dihasilkan dari paparan unsur ini dapat menyebabkan gangguan pada ginjal dan hati dengan paparan jangka panjang. Gangguan lain yang dapat dihasilkan pada sistem saraf pusat dan penurunan kadar kalium dalam darah. EPA menetapkan batas maksimum barium dalam air minum sebesar 2 mg/L.

Boron (B)

Boron (B) termasuk dalam unsur pertama pada Golongan IIIA yang memiliki nomor atom 5 dan massa atom 10,81. Boron adalah elemen yang secara alami terdapat di lingkungan dan memiliki berbagai aplikasi industri. Meski boron esensial dalam jumlah kecil untuk pertumbuhan tanaman, konsentrasi tinggi boron dalam perairan dapat berpotensi toksik bagi manusia, hewan, dan tumbuhan. Sumber Boron terutama dari limbah industri pada produk kaca, keramik, deterjen, dan pupuk, penggunaan pestisida dan herbisida yang mengandung boron, penggunaan borat dalam proses manufaktur, dan pengolahan air limbah. Boron dapat mengakibatkan gangguan pada manusia terutama masalah kesehatan seperti gangguan pada sistem reproduksi dan perkembangan serta iritasi pada kulit dan mata. Sementara pada lingkungan, unsur ini dapat merusak tanaman yang ditandai dengan daun yang menguning sehingga laju pertumbuhannya menurun. WHO menetapkan batas maksimum boron dalam air minum sebesar 2,4 mg/L sementara Uni Eropa menetapkan batas maksimum yang lebih rendah yaitu 1 mg/L.

Selenium (Se)

Selenium (Se) merupakan unsur ketiga dalam Golongan VIA yang memiliki nomor atom 34 dan massa atom 78,90. Selenium adalah elemen esensial yang diperlukan dalam jumlah kecil oleh organisme hidup, termasuk manusia, tetapi dapat menjadi toksik dalam konsentrasi tinggi. Selenium ditemukan secara alami dalam batuan, tanah, dan air, tetapi aktivitas manusia dapat meningkatkan kadar selenium dalam lingkungan perairan. Dalam dunia industri, unsur ini bersumber dari limbah pertambangan, peleburan logam, pembangkit listrik tenaga batu bara, kaca, dan industri kimia. Selenium dapat mengakibatkan gangguan kesehatan pada manusia seperti penyakit jantung, gangguan sistem kekebalan tubuh, keracunan selenium atau disebut sebagai "Selenosis" yang ditandai dengan rambut rontok, kuku rapuh, gangguan pada sistem saraf, kelelahan, dan iritasi kulit. Sementara pada lingkungan, unsur ini dapat menyebabkan keracunan bagi tanaman yang dapat menghambat pertumbuhan dan perubahan warna pada daun. Bagi biota akuatik, unsur ini dapat menyebabkan deformasi dan gangguan reproduksi pada jenis-jenis ikan tertentu. EPA menetapkan batas maksimum unsur selenium dalam air minum sebesar 0,05 mg/L.

Besi (Fe)

Besi (Fe) termasuk dalam unsur logam transisi Golongan VIIIB yang memiliki nomor atom 26 dan massa atom 55,847. Besi adalah salah satu elemen yang paling umum ditemukan di kerak bumi dan sering kali terdapat dalam air, baik air permukaan maupun air tanah. Kehadiran besi dalam air dapat berasal dari sumber alami maupun aktivitas manusia. Meskipun besi merupakan elemen esensial bagi kehidupan, konsentrasi yang tinggi dalam air dapat menimbulkan berbagai masalah. Sumber besi secara alami berasal dari pelapukan batuan dan mineral yang mengandung besi sementara pada bidang industri dapat dihasilkan dari pertambangan, peleburan logam, dan industri baja. Besi dalam konsentrasi rendah umumnya tidak berbahaya dan diperlukan oleh tubuh. Namun, konsentrasi tinggi dapat menyebabkan rasa tidak enak pada air, pewarnaan pada pakaian dan peralatan, serta dapat menyebabkan gangguan pada sistem pencernaan. Besi dapat menyebabkan air berwarna kekuningan atau cokelat, serta meninggalkan noda pada pakaian dan peralatan rumah tangga. Konsentrasi besi yang tinggi dapat menyebabkan eutrofikasi dan perubahan warna air, mengurangi penetrasi cahaya dan mempengaruhi fotosintesis organisme akuatik. Sementara endapan besi di dasar sungai atau danau dapat mempengaruhi habitat organisme bentik. EPA menetapkan batas sekunder untuk besi dalam air minum sebesar 0,3 mg/L berdasarkan pertimbangan estetika dan efek sekunder.

Mangan (Mn)

Mangan (Mn) merupakan salah satu unsur logam transisi yang termasuk dalam Golongan VIIB yang memiliki nomor atom 25 dan massa atom 51,99. Unsur ini secara alami terdapat di kerak bumi dan sering kali ditemukan dalam air, terutama air tanah. Mangan penting untuk fungsi biokimia dalam tubuh manusia dan hewan dalam jumlah kecil, tetapi konsentrasi tinggi mangan dalam air dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan dan estetika. Konsumsi mangan dalam jumlah tinggi dapat menyebabkan gangguan pada sistem saraf, termasuk gejala seperti lemah otot, tremor, dan masalah neurologis lainnya. Mangan juga dapat menyebabkan rasa tidak enak pada air. Mangan dalam air dapat menyebabkan perubahan warna (air menjadi berwarna cokelat atau hitam), noda pada pakaian, dan kerusakan pada peralatan rumah tangga. Mangan dalam konsentrasi tinggi dapat mengganggu kehidupan akuatik dengan menyebabkan keracunan pada ikan dan organisme lain. Endapan mangan di dasar sungai atau danau dapat mengganggu habitat organisme bentik. EPA menetapkan batas sekunder untuk mangan dalam air minum sebesar berdasarkan pertimbangan estetika dan efek sekunder.

2.3.2.4. Pestisida

Pada tahun 2024 terdapat penambahan parameter baru berupa parameter terkait pestisida yang akan diulas secara lengkap setelah pelaksanaan pemantauan empat periode. Adapun parameter tersebut berupa *Aldrin/Dieldrin*, *BHC*, *Chlordane*, *DDT*, *Endrin*, *Heptachlor*, *Lindane*, *Methoxychlor*, dan *Toxaphene*.

Aldrin/Dieldrin

Aldrin dan *dieldrin* diklasifikasikan sebagai *persistent organic pollutants* (POPs) karena waktu paruhnya yang panjang dan kemampuannya untuk bioakumulasi di lingkungan. *Aldrin*, setelah diterapkan, diubah menjadi *dieldrin*, yang lebih stabil dan persisten. Senyawa ini bersifat lipofilik, memungkinkannya menumpuk di jaringan lemak organisme, menyebabkan bioakumulasi dan biomagnifikasi melalui rantai makanan, menimbulkan risiko bagi satwa liar dan manusia (Kumari dan Akhtar 2024, Velangini 2023). Di lingkungan akuatik, aldrin dan dieldrin dapat menyerap partikel

tersuspensi dan mengendap ke dalam sedimen, mengganggu ekosistem perairan dan mencemari sumber air (AbuQamar *et al.* 2024). Pencemaran badan air oleh pestisida aldrin dan dieldrin merupakan masalah lingkungan yang signifikan karena persistensi dan toksisitasnya. Senyawa organoklorin ini, yang pernah banyak digunakan dalam pertanian, telah dilarang di banyak negara, namun residu mereka terus berdampak pada ekosistem dan kesehatan manusia.

BHC

Pencemaran badan air oleh pestisida *Benzene Hexachloride* (BHC) merupakan masalah lingkungan yang signifikan karena persistensi dan potensi risiko kesehatannya. BHC dan juga pestisida organoklorin banyak digunakan dalam pertanian. BHC memasuki badan air melalui limpasan pertanian, terutama selama hujan lebat (periode monsun), yang mencuci pestisida dari ladang ke sungai dan danau di dekatnya. Aktivitas manusia, seperti penggunaan pestisida organoklorin secara historis dan baru-baru ini, berkontribusi signifikan terhadap keberadaan BHC dalam sistem air. Hal-hal tersebut menyebabkan kontaminasi BHC pada badan air yang dapat mengancam ekosistem dan kesehatan manusia. BHC persisten di lingkungan, artinya tidak mudah terdegradasi dan dapat menumpuk di badan air, sedimen, dan organisme akuatik (Aryani dan Wahyuningsih 2021). Kehadiran BHC dalam air dapat menyebabkan efek toksik pada organisme non-target, termasuk ikan yang dapat terganggu fungsi reproduksinya (Hazarika dan Das 1998). Qiang *et al.* (2021) menyatakan bahwa risiko kesehatan yang terkait dengan BHC termasuk potensi efek karsinogenik, terutama melalui kontak kulit, seperti yang diamati di lokasi sungai tertentu.

Chlordane

Chlordane, seperti pestisida organoklorin lainnya, dikenal karena ketekunannya di lingkungan. Ketekunan ini disebabkan oleh stabilitas kimianya dan ketahanan terhadap degradasi, yang memungkinkannya untuk tetap berada di badan air dan sedimen untuk jangka waktu yang panjang. Pestisida organoklorin, termasuk *chlordane*, memiliki potensi bioakumulasi yang tinggi pada organisme air. Hal ini terbukti dari studi tentang *chlordane*, yang menunjukkan bioakumulasi yang signifikan dalam jaring makanan laut, mempengaruhi berbagai tingkat trofik dari produsen primer hingga konsumen tersier (Dromard *et al.* 2022).

DDT

Kehadiran pestisida diklorodifeniltrikloroetana (DDT) di perairan sungai merupakan masalah signifikan bagi lingkungan, karena persistensi dan potensi risiko kesehatannya. DDT dan pestisida organoklorin lainnya (OCPs) lazim di berbagai sistem sungai di seluruh dunia, seringkali melebihi tingkat aman dan menimbulkan risiko ekologis dan kesehatan. Kehadiran DDT di perairan sungai menimbulkan potensi risiko kesehatan, terutama melalui bioakumulasi pada ikan yang dapat mempengaruhi konsumen manusia dari waktu ke waktu. Ibrahim dan Maitera (2023) mengungkapkan bahwa DDT dan turunannya, seperti p, P'-DDD dan p, P'-DDE, hadir di perairan sungai, sedimen, dan kehidupan akuatik seperti di Sungai Tella, Nigeria yang mana residu DDT terdeteksi di air, ikan, dan sedimen, meskipun pada tingkat di bawah standar WHO/FAO. Sistem sungai yang terkontaminasi DDT sangat berkaitan erat dengan pembuangan dari industri dan limpasan pertanian (Sarker *et al.* 2021).

Endrin

Endrin adalah insektisida organoklorin berbahaya yang memiliki dampak lingkungan jangka panjang dan menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia dan ekosistem. Terlepas dari efektivitasnya dalam pengendalian hama, implikasi ekologis dan kesehatan dari kontaminasi endrin dalam air telah mendorong tindakan pengaturan dan upaya pemantauan berkelanjutan. Tanggapan ini mengeksplorasi dampak lingkungan, risiko kesehatan, dan pemantauan endrin dalam sistem air. Endrin dikenal karena kegigihannya di lingkungan dan kemampuannya untuk bioakumulasi, yang mengarah pada konsekuensi ekologis jangka panjang. Hal ini berdampak buruk pada organisme non-target dan mengganggu ekosistem (Kumari dan Akhtar 2024).

Heptachlor

Heptachlor adalah polutan pestisida lingkungan yang persisten dengan implikasi signifikan terhadap kualitas air dan ekosistem perairan. Meskipun dilarang di banyak daerah karena toksisitas dan persistensinya, residu *heptachlor* terus terdeteksi di badan air, menimbulkan risiko ekologis dan kesehatan. Penelitian Jatmiko *et al.* (2010) menyoroti penggunaan ilegal *heptachlor* di Indonesia, dengan residu yang terdeteksi dalam air dan produk pertanian, seringkali melebihi batas regulasi. *Heptachlor* menimbulkan risiko ekologis yang tinggi bagi organisme akuatik, seperti yang ditunjukkan oleh korelasinya yang signifikan dengan pestisida beracun lainnya seperti endosulfan (Bai *et al.* 2018). Dampak pestisida ini pada spesies non-target, seperti ikan, termasuk perubahan indeks hematologis dan histopatologis, menunjukkan stres fisiologis yang parah (Kumar *et al.* 2019).

Lindane

Lindane, pestisida organoklorin, menimbulkan risiko lingkungan dan kesehatan yang signifikan karena persistensi dan bioakumulasi dalam ekosistem perairan. Berbagai metode telah dieksplorasi untuk mengatasi polusi lindane dalam air, termasuk proses oksidasi canggih, nanoteknologi, dan teknik katalitik. Kontaminasi lindane dalam air menjadi perhatian global, dengan kejadian signifikan dilaporkan di berbagai wilayah, termasuk Eropa dan Asia (Dominguez *et al.* 2024). Penelitian Khan *et al.* (2023) menemukan lindane dalam 17,3% sampel air permukaan, dengan konsentrasi mencapai hingga $2,60 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Methoxychlor

Methoxychlor memasuki lingkungan akuatik melalui limpasan pertanian, penyimpanan semprotan, dan limbah industri. Hal ini umumnya ditemukan di air permukaan dan sedimen (Barbary *et al.* 2008). Dalam sistem akuatik, *methoxychlor* mengalami proses degradasi. Dalam sistem air sedimen, ia terdegradasi melalui deklorinasi dan penggantian CN, akhirnya menjadi mineral menjadi senyawa yang kurang berbahaya. Dinamika degradasi bervariasi antara lingkungan air tawar dan payau, mempengaruhi persistensi dan toksisitas metabolitnya (Masuda *et al.* 2012). *Methoxychlor* beracun bagi organisme akuatik, termasuk ikan. Studi pada *Cyprinus carpio* telah menunjukkan bahwa paparan *methoxychlor* mempengaruhi kandungan protein dalam jaringan vital seperti insang, hati, dan ginjal, menunjukkan stres fisiologis dan potensi risiko kesehatan terhadap kehidupan akuatik (Vasanthi dan Binukumari 2015). Gupta dan Ali (2008) menyatakan bahwa penghapusan *methoxychlor* yang efektif dari air dapat dicapai melalui metode adsorpsi. Adsorben berbasis karbon, termasuk yang berasal dari bubur karbon industri, telah menunjukkan efisiensi tinggi dalam menghilangkan metoksiklor dari larutan berair. Metode ini didukung oleh model adsorpsi dan studi kinetik, menunjukkan penerapan praktisnya dalam pengolahan air.

Toxaphene

Toxaphene, juga dikenal sebagai *kamphechlor*, adalah senyawa kompleks yang terdiri dari bornanes poliklorinasi (CHB) dan berbagai kamfen. Senyawa ini merupakan pestisida yang sangat beracun dan pernah banyak digunakan pada pertengahan abad ke-20 untuk mengendalikan hama pada tanaman seperti kapas. Pestisida ini telah dilarang di banyak negara, termasuk Amerika Serikat, sejak tahun 1980-an karena dampak buruknya terhadap lingkungan dan kesehatan. Kumari dan Akhtar (2024) menyatakan bahwa senyawa ini banyak digunakan sebagai pestisida terklorinasi dalam pertanian dan insektisida hewan, tetapi kemudian ditetapkan sebagai polutan persisten karena bioakumulasinya pada makhluk air, pengganggu endokrin yang diakui, dan kemungkinan karsinogen.

2.3.3. Parameter Mikrobiologi

Parameter mikrobiologi kualitas air hasil analisis di laboratorium dari pelaksanaan kegiatan pemantauan kualitas air sungai terdiri atas Bakteri Koli Tinja (*Fecal Coliform*) dan Bakteri Total Koli (*Total Coliform*) yang diuraikan sebagai berikut.

Bakteri Koli Tinja (*Fecal Coliform*) dan Bakteri Total Koli (*Total Coliform*)

Salah satu komponen penting sebagai indikator pencemaran pada suatu badan air adalah parameter mikrobiologi berupa bakteri *coliform* (US EPA 1976). *Coliform* merupakan golongan bakteri yang termasuk ke dalam famili *Enterobacteriaceae*, yang hidup di saluran pencernaan manusia dan hewan. Cullimore (2008) mengategorikan bakteri *coliform* ke dalam dua golongan yaitu: 1) *Total Coliform* yang merupakan gabungan dari keseluruhan bakteri *coliform* dan 2) *Fecal Coliform*, bagian dari *total coliform* yang memiliki sifat sebagai bakteri patogen dalam air.

Total coliform adalah suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran. *Total coliform* yang berada di dalam makanan atau minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat *enteropatogenik* dan atau toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan. *Total coliform* dibagi menjadi dua golongan (Entjang 2000), yaitu *fecal coliform* seperti *Escherichia coli* yang berasal dari tinja manusia dan hewan berdarah panas, serta *non fecal coliform* seperti *Aerobacter* dan *Klebsiella* yang bukan berasal dari tinja manusia, tetapi berasal dari hewan atau tanaman yang telah mati. Pakpahan (2015) menyatakan bahwa air olahan untuk keperluan air minum harus bebas dari kandungan *total coliform* dan *fecal coliform*.

Fecal Coliform adalah bakteri alami yang ditemukan pada usus semua hewan berdarah panas (termasuk manusia) dan burung. Menurut Prayitno (2009), kotoran manusia dapat menghasilkan bakteri patogen berupa *E. coli*, *Shigella sp.*, *Vibrio cholerae*, *Campylobacter jejuni* dan *Salmonella*. Bakteri-bakteri ini dapat menyebabkan terjadinya diare pada manusia. Lebih lanjut menurut Prayitno (2009), *E. coli* apabila dikonsumsi terus-menerus dalam jangka panjang akan berdampak pada timbulnya penyakit seperti radang usus, diare, infeksi pada saluran kemih dan saluran empedu.

Kehadiran *Fecal Coliform* di perairan merupakan indikator pencemaran limbah cair dan indikator adanya kontaminasi feses manusia dan hewan, serta menunjukkan kondisi sanitasi yang tidak baik. *Fecal Coliform* dapat memasuki perairan sungai melalui sistem saluran pembuangan dan septik, tempat penggemukan dan limpasan susu, limpasan dari pertanian yang luas, air badai, serta buangan feses hewan ternak yang langsung masuk ke air (Namoi Catchment Management Authority 2013).

2.4. Metode Analisis

2.4.1. Analisis dan Evaluasi Status Mutu Air Sungai

Status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta ditentukan berdasarkan metode STORET dan Indeks Pencemaran (IP). Kedua metode ini diatur dalam KepMenLH Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Penentuan status mutu air sungai didasarkan pada data-data hasil pemantauan tahun 2021, 2022, 2023, dan 2024. Baku mutu yang digunakan dalam proses penentuan status mutu adalah baku mutu kelas 2 berdasarkan Lampiran VI (Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya) dari PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Sesuai dengan Pasal 527 huruf f pada PP Nomor 22 Tahun 2021, apabila Pemerintah atau Pemerintah Daerah belum menetapkan baku mutu air pada badan air permukaan, maka menggunakan baku mutu air kelas 2 sebagaimana tercantum dalam Lampiran VI yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari PP Nomor 22 tahun 2021.

Penentuan status mutu air sungai tahun 2024 dilakukan dengan menggunakan 51 parameter yang dipantau selama tahun 2024 (**Tabel 2.5**), sedangkan penentuan dan evaluasi status mutu air sungai antar waktu (2021-2024) menggunakan 30 parameter yang selalu tersedia selama periode pemantauan tersebut, karena mempertimbangkan kesetaraan jumlah lokasi pemantauan (**Tabel 2.7** dan **Lampiran 2**). Perbedaan jumlah data/parameter yang digunakan dalam analisis status mutu tahun 2024 dan antar waktu dikarenakan terjadi penambahan parameter-parameter baru yang dipantau selama periode 2021-2024 seperti pada tahun 2021 ditambahkan parameter warna, sulfat, klorida, amoniak, Total N, dan logam Nikel (Ni), pada tahun 2022 yaitu sianida, sementara pada tahun 2024 dilakukan penambahan parameter kimia dan pestisida seperti Arsen (As), Kobalt (Co), Barium (Br), Boron (B), Selenium (Se), Besi (Fe), Mangan (Mn), *Aldrin/Dieldrin*, *BHC*, *Chlordane*, *DDT*, *Endrin*, *Heptachlor*, *Lindane*, *Methoxychlor*, dan *Toxaphene*. Oleh sebab itu, analisis status mutu tahun 2024 menggunakan sejumlah data/parameter yang eksisting dipantau pada tahun berjalan tersebut (2024), sedangkan evaluasi status mutu antar waktu menggunakan 30 parameter yang selalu tersedia selama 2021-2024 agar jumlah data/parameternya setara. Secara rinci, hal ini dapat dilihat pada tabel jumlah dataset yang dilampirkan pada **Lampiran 2**.

2.4.1.1. Metode STORET

Metode STORET merupakan metode penentuan status mutu air dengan perbandingan antara data parameter kualitas air hasil pengukuran dengan baku mutu air sesuai peruntukannya dengan menggunakan sistem nilai yang ditentukan. Metode ini menggunakan sistem nilai dan klasifikasi mutu air yang tercantum dalam KepMenLH Nomor 115 Tahun 2003 (**Tabel 2.8** dan **Tabel 2.9**).

Tabel 2.8. Sistem nilai mutu air dalam metode STORET.

Jumlah Data	Jenis Data	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
< 10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
≥ 10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

Tabel 2.9. Klasifikasi status mutu air berdasarkan skor STORET.

Kelas	Skor	Status
Kelas A	0	Memenuhi baku mutu
Kelas B	-1 s.d. -10	Cemar ringan
Kelas C	-11 s.d. -30	Cemar sedang
Kelas D	≤ -31	Cemar berat

2.4.1.2. Indeks Pencemaran (IP)

Penentuan status mutu air sungai salah satunya didasarkan pada perhitungan Indeks Pencemaran (IP) (Nemerow 1991; KepMen LH Nomor 115 Tahun 2003). Indeks Pencemaran digunakan untuk menentukan tingkat pencemaraan relatif terhadap baku mutu parameter kualitas air yang diizinkan sesuai dengan peruntukannya (C_i/L_{ij}). IP merupakan sebuah metode berbasis indeks yang dibangun berdasarkan dua buah indeks kualitas yaitu indeks rata-rata ($(C_i/L_{ij})_R$) yang menunjukkan tingkat pencemaran rata-rata dari seluruh parameter dalam satu kali pengambilan sampel dan indeks maksimum ($(C_i/L_{ij})_M$) yang menunjukkan satu jenis parameter tertentu yang dominan menyebabkan penurunan kualitas air pada satu kali pengamatan.

Penghitungan nilai IP mengikuti prosedur yang tertera pada KepMen LH Nomor 115 Tahun 2003, diawali dengan memilih parameter-parameter yang tertera dalam baku mutu air sungai dan sejenisnya berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lampiran VI). Selanjutnya, dilakukan penghitungan dengan cara membandingkan antara nilai parameter kualitas air hasil pengukuran (C_i) dengan nilai yang tercantum pada baku mutu (L_{ij}). Penghitungan dilakukan untuk setiap parameter pada setiap titik pengambilan sampel dan setiap periode pemantauan.

Nilai C_i/L_{ij} yang lebih kecil dari 1,0 dapat langsung digunakan pada penghitungan akhir IP, sedangkan jika nilai C_i/L_{ij} lebih besar dari 1,0 maka perlu dilakukan penghitungan kembali dengan menggunakan Rumus 1.

$$C_i/L_{ij} = 1,0 + P. \log(C_i/L_{ij})_{\text{penghitungan sebelumnya}} \dots \dots \dots (1)$$

P adalah konstanta sebagai nilai standar untuk perbandingan, umumnya nilai P yang digunakan adalah 5 yang disesuaikan dengan hasil persyaratan yang dikehendaki untuk suatu peruntukan.

Parameter yang menunjukkan peningkatan pencemaran saat terjadi penurunan konsentrasi (misalnya DO), perlu untuk ditentukan nilai teoritik atau maksimumnya (C_{im}) yaitu nilai DO jenuh. Nilai C_i/L_{ij} untuk tipe parameter tersebut dihitung dengan menggunakan formulasi yang berbeda (Rumus 2).

$$C_i/L_{ij} = \frac{C_{im} - C_i}{C_{im} - L_{ij}} \dots \dots \dots (2)$$

Penghitungan nilai C_i/L_{ij} untuk parameter dengan nilai baku mutu yang memiliki rentang dari minimum hingga maksimum, harus menentukan L_{ij} rata-rata terlebih dahulu kemudian dilakukan penghitungan khusus dengan langkah-langkah perhitungan melalui Rumus 3-5.

$$(L_{ij})_{\text{rata-rata}} = \frac{(L_{ij})_{\text{minimum}} + (L_{ij})_{\text{maksimum}}}{2} \dots \dots \dots (3)$$

jika nilai $C_i \leq L_{ij}$ rata-rata, maka

$$C_i/L_{ij} = \frac{C_i - (L_{ij})_{rata-rata}}{(L_{ij})_{minimum} - (L_{ij})_{rata-rata}} \dots\dots\dots(4)$$

jika nilai $C_i > L_{ij}$ rata-rata, maka

$$C_i/L_{ij} = \frac{C_i - (L_{ij})_{rata-rata}}{(L_{ij})_{maksimum} - (L_{ij})_{rata-rata}} \dots\dots\dots(5)$$

Seluruh hasil penghitungan C_i/L_{ij} dari setiap parameter kemudian dikalkulasi guna mencari nilai rata-rata ($(C_i/L_{ij})_R$) dan nilai maksimumnya ($(C_i/L_{ij})_M$). Kedua nilai tersebut digunakan dalam penghitungan akhir IP melalui formulasi yang ditunjukkan pada **Rumus 6**.

$$IP_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}{2}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

- IP_j = Indeks pencemaran bagi peruntukan j
- C_i = Konsentrasi parameter kualitas air hasil pengukuran/hasil uji
- L_{ij} = Konsentrasi parameter kualitas air sesuai baku mutu peruntukkan j
- $(C_i/L_{ij})_M$ = Nilai maksimum C_i/L_{ij}
- $(C_i/L_{ij})_R$ = Nilai rata-rata C_i/L_{ij}

Hasil penghitungan akhir IP pada setiap titik pemantauan dan setiap periode pemantauan dibandingkan dengan klasifikasi status mutu air sebagaimana tertera dalam KepMen LH Nomor 115 Tahun 2003 (**Tabel 2.13**), sehingga dapat diketahui status mutu air sungai tersebut.

Tabel 2.10. Klasifikasi status mutu air berdasarkan nilai Indeks Pencemaran (IP).

Nilai	Status Mutu
$0 \leq IP \leq 1,0$	Baik
$1,0 < IP \leq 5,0$	Cemar ringan
$5,0 < IP \leq 10,0$	Cemar sedang
$IP > 10,0$	Cemar berat

2.4.2. Analisis dan Evaluasi Parameter-Parameter Kualitas Air Sungai

Parameter-parameter kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta ditelaah secara rinci pada laporan ini, baik untuk parameter yang diukur secara *insitu* maupun parameter yang dianalisis di laboratorium (**Tabel 2.5**). Parameter-parameter tersebut mewakili komponen hidrologi fisika, kimia, dan mikrobiologi perairan sungai. Analisis dan evaluasi parameter-parameter kualitas air sungai dibagi ke dalam beberapa kelompok berdasarkan tingkat cemarannya untuk mengungkap parameter pencemar utama sungai di wilayah DKI Jakarta, lalu dijelaskan pula kecenderungan hasil pemantauan dari setiap parameter, serta keterkaitan antar parameter yang berhubungan. Analisis dan evaluasi parameter pencemar utama (PPU) sungai menggunakan data hasil pemantauan tahun 2024 dan secara *time series* selama periode tahun 2018-2024 dengan pertimbangan evaluasi yang lebih panjang dan telaah dinamika yang terjadi pada parameter utama penyebab pencemaran sungai. Di sisi lain, analisis dan evaluasi kecenderungan parameter fisika-kimia-biologi kualitas air sungai, serta analisis keterkaitan antar parameter yang berhubungan berbasis pada data hasil pemantauan tahun 2024 dan secara *time series* selama periode 2021-2024 dengan pertimbangan kesetaraan pada jumlah titik pemantauan dan kekinian data.

Penilaian kualitas air dilakukan melalui perbandingan hasil pengukuran terhadap baku mutu kelas 2 berdasarkan Lampiran VI (Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya) dari Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Sesuai dengan Pasal 527 huruf f pada PP Nomor 22 Tahun 2021, apabila Pemerintah atau Pemerintah Daerah belum menetapkan Baku Mutu Air pada badan air permukaan, maka menggunakan Baku Mutu Air kelas 2 sebagaimana tercantum dalam Lampiran VI yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari PP Nomor 22 tahun 2021. PP Nomor 22 Tahun 2021 merupakan peraturan terbaru yang berlaku mulai tahun 2021, sehingga baru sejak pemantauan periode 2 tahun 2021 ditambahkan beberapa parameter kualitas air sungai berupa warna, sulfat, klorida, amoniak, Total N, dan logam Nikel (Ni). Sianida (CN) menjadi parameter tambahan terbaru yang mulai dianalisis pada tahun 2022. Sementara sejak tahun 2024 dilakukan penambahan parameter kimia dan pestisida untuk dianalisis. Parameter kimia tersebut merupakan golongan logam berupa Arsen (As), Kobalt (Co), Barium (Br), Boron (B), Selenium (Se), Besi (Fe), dan Mangan (Mn). Sementara parameter pestisida yang dianalisis berupa *Aldrin/Dieldrin*, *BHC*, *Chlordane*, *DDT*, *Endrin*, *Heptachlor*, *Lindane*, *Methoxydor*, dan *Toxaphene*. Parameter-parameter tambahan tersebut ditelaah dalam laporan sesuai dengan ketersediaan data yang selengkapnyanya dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

2.4.2.1. Analisis dan Evaluasi Parameter Pencemar Utama (PPU) Sungai

Kondisi kualitas air sungai merupakan kombinasi pengaruh berbagai parameter kualitas air baik komponen parameter fisika, kimia, maupun biologi. Buruknya kondisi kualitas air sungai disebabkan oleh satu atau beberapa parameter yang nilainya tinggi melebihi baku mutu yang disyaratkan. Parameter semacam itu dapat dikatakan sebagai parameter pencemar dan yang berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan nilai status mutu air dapat diistilahkan sebagai parameter pencemar utama.

Langkah penentuan kelompok parameter pencemar didasarkan pada pemenuhan terhadap baku mutu kualitas air sungai atau tingkat pencemaran masing-masing parameter melalui proses kuantifikasi nilai $C_i/L_i > 1$ (rasio nilai terukur terhadap nilai baku mutu yang besarnya lebih dari 1) yang diperoleh masing-masing parameter dari seluruh data yang dimiliki (seluruh titik pemantauan dan periode). Kuantifikasi nilai $C_i/L_i > 1$ ini mengadopsi langkah pada penentuan status mutu air menggunakan Indeks Pencemaran (IP) yakni C_i/L_i atau rasio konsentrasi/nilai parameter hasil pengukuran dengan nilai baku mutunya. Pada perbandingan tersebut dapat diketahui apabila nilai $C_i/L_i \leq 1$, maka parameter tersebut memenuhi baku mutu, sementara apabila nilai $C_i/L_i > 1$, maka parameter tersebut tidak memenuhi baku mutu (**Tabel 2.10**).

Pada proses analisis penentuan kelompok parameter pencemar ini, hanya dilakukan kuantifikasi terhadap nilai $C_i/L_i > 1$ saja karena nilai tersebut akan menggambarkan besaran pencemaran yang ditimbulkan oleh parameter tersebut. Pada proses kuantifikasi, ditentukan total nilai $C_i/L_i > 1$, kejadian tidak memenuhi baku mutu ($C_i/L_i > 1$) baik frekuensi maupun persentasenya, dan nilai rata-rata $C_i/L_i > 1$ yang merupakan pembagian antar total nilai dengan frekuensinya. Hal tersebut dilakukan untuk masing-masing parameter. Selanjutnya adalah membagi kelompok parameter pencemar tersebut ke dalam tiga kelompok besar berdasarkan nilai-nilai yang diperoleh mengikuti kriteria seperti yang dijelaskan pada **Tabel 2.11**, yaitu:

- i) **Parameter Pencemar Utama (PPU)**, merupakan parameter-parameter yang paling signifikan mencemari perairan sungai
- ii) **Parameter Pencemar Lainnya**, merupakan parameter-parameter lain di luar parameter pencemar utama yang juga terpantau tidak memenuhi baku mutu
- iii) **Parameter yang Cenderung Memenuhi Baku Mutu**, merupakan parameter-parameter yang cenderung selalu memenuhi baku mutu selama pemantauan.

Tabel 2.11. Kriteria penentuan pembagian kelompok parameter pencemar berdasarkan pemenuhan baku mutu kualitas air sungai.

Kelompok Besar Pemenuhan Baku Mutu Kualitas Air Sungai	Kriteria		Keterangan
	Frekuensi Kejadian Tidak Memenuhi Baku Mutu	Nilai Rata-Rata Ci/Li > 1	
Parameter Pencemar Utama (PPU)	≥70% (indikasi pencemaran terjadi secara merata baik secara spasial (wilayah pemantauan) maupun temporal (waktu atau periode pemantauan))	≥5,00 (indikasi tingkat pencemaran sedang-berat)	Wajib Memenuhi Kedua Kriteria
Parameter Pencemar Lainnya	>10% s.d. <70% (indikasi pencemaran tidak terjadi secara merata baik spasial maupun temporal)	>1,00 s.d. <5,00 (indikasi tingkat pencemaran ringan)	Wajib Memenuhi Kedua Kriteria
Parameter yang Cenderung Memenuhi Baku Mutu	≤10% (indikasi pencemaran jarang terjadi)	≤1,00 (indikasi tidak terjadi pencemaran)	Boleh Hanya Memenuhi Salah Satu Kriteria

Proses analisis penentuan kelompok parameter pencemar ini dilakukan secara periodik maupun secara kumulatif menggunakan *data series* hasil pemantauan selama enam tahun (2018, 2019, 2021, 2022, 2023, dan 2024). Jumlah dataset (himpunan data) parameter pemantauan kualitas air sungai selama kurun waktu tersebut selengkapny dapat ditinjau pada **Lampiran 2**. Analisis secara periodik dilakukan untuk melihat dinamika parameter pencemar utama sungai di Provinsi DKI Jakarta secara periodik selama periode pemantauan tersebut dan menampilkannya ke dalam bentuk grafik perubahan peringkat. Di sisi lain, analisis secara kumulatif dimaksudkan untuk menentukan parameter pencemar utama dan besaran tingkat cemarannya secara kumulatif selama enam tahun pemantauan menurut kriteria **Tabel 2.11** di atas.

2.4.2.2. Analisis dan Evaluasi Kecenderungan Parameter Fisika-Kimia-Biologi Kualitas Air Sungai, serta Keterkaitan Antar Parameter yang Berhubungan

Analisis dan evaluasi parameter fisika-kimia-biologi kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta ditelaah secara rinci meliputi kecenderungannya sepanjang pemantauan tahun berjalan (2024) dan secara *time series* selama tahun 2021-2024 dengan pertimbangan kesetaraan pada jumlah titik pemantauan dan kekinian data seperti yang telah disampaikan pada **Tabel 2.4** dan dapat ditelaah melalui **Lampiran 2**. Pembahasan kecenderungan hasil pemantauan dari setiap parameter ini disampaikan dalam bentuk grafik data secara periodik, grafik rata-rata tahunan, dan grafik persentase pemenuhan terhadap baku mutu, serta dibahas dalam kerangka batas ekologis atau batas daerah aliran sungai (DAS) (**Tabel 2.2**, **Gambar 2.2**, dan **Lampiran 1**). Pembahasan rinci mengenai parameter-parameter kualitas air sungai ini dibuatkan skala prioritas menurut tingkat cemarannya menjadi tiga kelompok besar, meliputi i) Parameter Pencemar Utama (PPU), ii) Parameter Pencemar Lainnya, iii) Parameter yang Cenderung

Memenuhi Baku Mutu, dengan merujuk pada hasil pengelompokan parameter pencemar yang dijelaskan sebelumnya pada subbab 2.4.2.1. **Analisis dan Evaluasi Parameter Pencemar Utama (PPU) Sungai.** Parameter-parameter yang tidak memiliki baku mutu (sehingga tidak diketahui dengan jelas tingkat cemarannya) seperti kelompok parameter hidrologi dan fisik air sungai, dibahas dalam kelompok yang terpisah dan lebih awal untuk memberikan gambaran umum kondisi lingkungan sungai. Beberapa parameter yang memiliki keterkaitan atau hubungan satu sama lain juga dibahas secara bersamaan atau komprehensif di dalam laporan ini.

2.4.3. Analisis dan Evaluasi Parameter Logam Berat di Sedimen Sungai

Keberadaan logam berat dalam air secara teoritis kurang representatif digunakan sebagai indikator cemaran logam berat (Ismarti 2016). Hal ini disebabkan kandungan logam berat dalam air sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti salinitas, temperatur, pH, potensial redoks, bahan organik dan padatan terlarut, aktivitas biologi, serta sifat dasar logam. Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik, mengendap di dasar perairan, dan berikatan dengan partikel-partikel sedimen, sehingga konsentrasi logam berat yang terkandung dalam sedimen akan lebih tinggi dibandingkan dalam air (Hutagalung 1991 *in* Nugraha 2009). Sedimen bertindak sebagai tempat penampungan terakhir dari berbagai kontaminan dan bahan organik (Saeed and Shaker 2008) dan partikel butir halus pada sedimen berperan sebagai pembawa logam berat dari kolom perairan ke sedimen (Chouba *et al.* 2007). Konsentrasi logam dalam sedimen biasanya mencapai 3-5 kali lebih tinggi dari konsentrasi logam dalam kolom perairan (Bryan dan Langston 1992). Oleh karena itu, berbagai jenis logam dapat diidentifikasi dengan lebih baik dengan melakukan analisis sedimen dibandingkan dengan menghitung konsentrasi logam dalam air (Forstner dan Wittmann 1981 *in* Haeruddin *et al.* 2005).

Pada kegiatan pemantauan kualitas air sungai DKI Jakarta tahun 2024 (serta 2023), dilakukan analisis terhadap logam berat Zn dan Cu di sedimen. Kedua logam tersebut tergolong memiliki toksisitas tinggi (Connell dan Miller 2006). Logam seng (Zn) merupakan elemen pertumbuhan penting untuk tanaman dan hewan, tetapi pada tingkat tinggi bersifat toksik untuk beberapa jenis biota air (APHA-AWWA-WEF 2021). Seng paling sering memasuki pasokan air domestik dari kerusakan besi galvanis dan dezincifikasi kuningan, serta dapat dihasilkan pula dari polusi limbah industri (Eckenfelder 1989). Logam tembaga (Cu) merupakan salah satu logam berat esensial untuk kehidupan makhluk hidup sebagai elemen mikro. Cu secara alami masuk ke perairan melalui peristiwa erosi atau pengikisan batuan mineral dan melalui persenyawaan Cu di atmosfer yang dibawa turun melalui hujan, sedangkan akibat aktivitas manusia dapat berasal dari limbah industri yang berkaitan seperti pertambangan Cu, industri galangan kapal, dan aktivitas pelabuhan lainnya (Palar 2012).

Analisis dan evaluasi parameter logam berat di sedimen sungai DKI Jakarta diawali dengan langkah pelaksanaan pengambilan sampel sedimen yang dilakukan di 120 titik pemantauan kualitas air sungai pada kegiatan pengambilan sampel periode 3 dan 4 tahun 2023-2024. Titik-titik pemantauan yang tidak memungkinkan untuk dilakukan pengambilan sampel, kemudian dialihkan pada titik pemantauan lain yang memiliki nilai logam Zn dan Cu tinggi di air secara historis dan tinggi di sedimen berdasarkan pengukuran pada periode 3 tahun 2023 dan 2024. Pengambilan sampel sedimen pada titik-titik pemantauan pengganti tersebut dilakukan pada periode 4 tahun 2023 dan 2024. Pengulangan pengambilan sampel sedimen pada titik-titik

tersebut ditujukan untuk memperoleh gambaran data yang lebih representatif. Pengambilan sampel sedimen sungai tidak dilakukan secara periodik seperti sampel air, namun hanya satu kali per tahun, hal ini karena sedimen bertindak sebagai tempat penampungan terakhir dari berbagai kontaminan dan bahan organik (Saeed and Shaker 2008), sehingga bersifat akumulatif dan tidak dinamis layaknya parameter kualitas air.

Pada pelaksanaannya, sebanyak tujuh (7) titik pemantauan tidak memungkinkan untuk dilakukan pengambilan sampel sedimen karena memiliki jenis substrat berupa batuan/beton. Titik-titik pemantauan tersebut adalah titik CPN-1 (Sungai Cipinang), STR-7 (Sungai Sunter), KLB-5 (Sungai Kalibaru Barat), KLT-3 dan KLT-4 (Sungai Kalibaru Timur), serta MPG-4 dan MPG-6 (Sungai Mampang). Dengan demikian, hanya 113 dari 120 titik pemantauan yang dapat dilakukan pemantauan kualitas sedimen.

Alokasi pengambilan sampel sedimen pada tahun 2023 disediakan untuk mengukur 120 sampel, sedangkan pada tahun 2024 dialokasikan sebanyak 130 sampel. Pengalihan sisa alokasi pengambilan sampel dijadikan sebagai pengulangan pengukuran pada titik-titik pemantauan lainnya yang memiliki nilai logam Zn dan Cu tinggi di sedimen berdasarkan pengukuran pada periode 3 (2023/2024), serta tinggi di air secara historis berdasarkan pemantauan tahun 2018-2023. Berdasarkan analisis pembobotan, titik-titik pengganti pengambilan sampel sedimen pada pemantauan tahun 2023 dan 2024 disampaikan melalui **Tabel 2.12**.

Tabel 2.12. Titik-titik pengganti pengambilan sampel sedimen sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

No.	Lokasi Terpilih 2023	Lokasi Terpilih 2024
1	PTK-1	KML-3
2	GRL-3	KML-2
3	GRL-5	CKG-5
4	KML-2	BLC-1
5	KML-3	PTK-1
6	BRN-5	KML-1
7	-	BRN-5
8	-	KLT-7
9	-	BRN-2
10	-	GRL-5
11	-	KLT-9
12	-	CDG-6
13	-	CDG-5
14	-	CKG-6
15	-	BRN-3
16	-	BRN-4
17	-	GRL-4

Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan menggunakan alat bantu yaitu *grab sampler* (Simpson *et al.* 2005; ASTM D 887-07 2013). Alat tersebut diturunkan secara perlahan dari atas jembatan hingga ke permukaan dasar perairan agar posisi *grab sampler* tetap berdiri sewaktu sampai pada permukaan dasar perairan dan tidak mengakibatkan lapisan permukaan dasar tercampur atau teraduk saat terjadinya tumbukan (Simpson *et al.* 2005; Pambudi dan Armi 2022). Sampel sedimen kemudian dikirimkan menuju laboratorium untuk proses preparasi dan analisis. Preparasi sampel

sedimen dilakukan menggunakan metode destruksi kering mengacu pada SNI 4819:2013 tentang Tata Cara Pembuatan Ekstrak Sedimen Untuk Pengujian Kimia Sedimen. Pengukuran logam berat Zn dan Cu dalam sedimen dilakukan dengan menggunakan Spektrometri Serapan Atom (SSA) atau *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) mengacu pada SNI 6989-84-2019 tentang Cara Uji Kadar Logam Terlarut dan Logam Total Secara SSA – Nyala.

Analisis data logam Zn dan Cu dalam sedimen mengacu kepada nilai referensi yang bersumber dari panduan kualitas sedimen yang dikeluarkan oleh *Australian and New Zealand Environment and Conservation Council / Agriculture and Resources Management Council of Australia and New Zealand* (ANZECC/ARMCANZ) (Simpson *et al.* 2013) yang disajikan pada **Tabel 2.6**. Analisis data juga dilakukan dengan membandingkan dan mengkaji keterkaitan antara besaran konsentrasi logam Zn dan Cu di sedimen dengan di air. Nilai referensi baku mutu yang digunakan untuk logam di dalam air adalah Lampiran VI dari PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (**Tabel 2.5**).

2.4.4. Analisis Laju Sedimentasi

Sedimen merupakan endapan material di badan air berupa partikel tanah dari hasil erosi yang terangkut aliran air. Sedimentasi badan air dipengaruhi oleh laju sedimentasi yang merupakan kecepatan sedimentasi per satuan luas dalam satuan waktu tertentu (ton/ha/tahun atau mm/tahun).

Pendugaan nilai laju sedimentasi sungai di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2024 menggunakan pendekatan yang sama dengan tahun-tahun sebelumnya. Pendugaan nilai laju sedimentasi dalam satu segmen ruas sungai menggunakan pendekatan neraca massa TSS dari hasil pemantauan dua titik antaranya. Total TSS pada setiap titik pemantauan dihitung menggunakan rumus dari *SCS National Engineering handbook* (DPMA 1986 dalam Dominig *et al.* 2019) (**Rumus 7**). Debit air sesaat (Q) merupakan hasil perkalian antara kecepatan aliran dengan luas penampang basah yang diukur secara sesaat pada saat pemantauan dilakukan (**Rumus 8**). Luas penampang basah sungai didasarkan pada lebar penampang basah sungai dan kedalaman penampang melintang di setiap titik pemantauan.

$$Q_s = C_s \cdot Q \cdot k \dots\dots\dots(7)$$

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:
 Q_s = total TSS (ton/tahun)
 C_s = konsentrasi sedimen atau TSS (mg/L)
 Q = debit air (m³/detik)
 k = parameter konversi (31,356)
 V = kecepatan aliran (m/detik)
 A = luas penampang basah (m²)

Tabel 2.13. Klasifikasi laju sedimentasi.

No	Laju sedimentasi (mm/tahun)	Kelas
1	<20	Rendah
2	20-50	Sedang
3	>50	Tinggi

Pendugaan nilai laju sedimentasi dengan pendekatan nilai TSS dan debit sungai ini dapat digunakan untuk melihat proses sedimentasi dan erosi pada ruas sungai yang mungkin terjadi. Apabila nilai pendugaan neraca TSS di bagian hulu lebih besar dibanding dengan bagian hilirnya, maka kemungkinan telah terjadi proses sedimentasi pada ruas sungai tersebut. Namun apabila nilai dugaan neraca TSS di hulu lebih kecil dibandingkan dengan dugaan nilai di bagian hilirnya, maka kemungkinan telah terjadi proses erosi pada ruas sungai tersebut atau erosi pada daerah tangkapan air antara titik hulu dan hilir.

Setelah neraca massa TSS (selisih total TSS dua titik antaranya) diketahui, selanjutnya adalah membagi dengan luasan (ha). Luasan yang digunakan adalah luas lintasan dua titik antaranya yang diperoleh dengan mengalikan lebar penampang basah rata-rata (m) dari kedua titik dengan jarak (m) antara kedua titik (mengikuti aliran air). Dengan demikian, dapat diketahui laju sedimentasi dalam satuan ton/ha/tahun. Langkah terakhir adalah mengonversi hasil perhitungan menjadi mm/tahun menggunakan berat jenis tanah ($2,65 \text{ g/cm}^3$), sehingga dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kelas seperti yang disampaikan pada **Tabel 2.13** (DepHut 2009). Pendugaan laju sedimentasi berdasarkan nilai TSS merupakan pendekatan banyaknya (volume) sedimen yang terangkat per satuan luas per satuan waktu. Kecepatan sedimen untuk mengendap dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya kecepatan dan jenis aliran sungai, serta faktor hidrologi lainnya.

Sejak tahun 2022, analisis penentuan besaran laju sedimentasi bukan hanya dilakukan melalui pendugaan parameter TSS saja, melainkan diukur pula secara langsung di lapangan. Pengukuran langsung laju sedimentasi tahun 2022 menggunakan patok ukur yang terbuat dari bambu, sedangkan pada tahun 2023 dilakukan dengan menggunakan patok ukur besi sebagai evaluasi/perbaikan terhadap patok ukur bambu yang digunakan pada tahun 2022. Patok ukur dipasang permanen pada saat pelaksanaan pengambilan sampel tahun 2022 maupun 2023 yang kemudian diamati dan diukur perubahan dasar tanah/sungainya pada pelaksanaan pemantauan periode-periode selanjutnya. Namun, pada prosesnya (baik tahun 2022 maupun 2023), terdapat beberapa kendala pengukuran yang dihadapi, seperti 1) hilangnya patok ukur akibat tercabut/hanyut/terseret oleh arus air/sampah dan 2) perubahan kedalaman patok ukur karena adanya orang yang secara sengaja atau tidak sengaja mencabut atau memasukkan lebih dalam lagi. Oleh karena itu, proses pengukuran langsung laju sedimentasi terkendala untuk dilakukan. Mulai tahun 2024, kegiatan pengukuran melalui patok ukur tersebut dialihkan langsung kepada pihak UPS Badan Air dengan harapan mendapatkan pengawasan dan frekuensi pengukuran data yang lebih intens. Hasil pengukuran dicatat/didokumentasikan oleh petugas UPS Badan Air pada *google form* yang telah disiapkan (<https://ipb.link/laporpatok>), kemudian dikelola lebih lanjut dalam proses analisis data.

Hasil analisis laju sedimentasi dengan pendekatan nilai TSS pada akhirnya akan direlasikan dengan hasil pengukuran langsung (patok ukur) sesuai dengan ketersediaan dan kecukupan data. Sebagaimana yang telah dilakukan pada laporan pemantauan tahun 2022 dan 2023 (DLH DKI Jakarta 2022; DLH DKI Jakarta 2023), ditemukan adanya korelasi positif antara pendugaan menggunakan TSS dan hasil pengukuran langsung menggunakan patok ukur, meskipun masih bernilai sangat rendah yang artinya belum cukup sesuai dengan kondisi aktual pengukuran. Faktor utama yang menyebabkan hal tersebut adalah karena kontinuitas pada proses pengukuran langsung. Banyaknya patok ukur yang hilang membuat data perubahan sedimentasi tidak dapat diperoleh selama setahun penuh atau hanya parsial saja. Data parsial membuat terjadinya galat karena nilai sedimentasi bisa terukur sangat tinggi pada satu musim tertentu dan bisa jadi terukur sangat rendah pada musim lainnya. Bantuan proses pengukuran oleh pihak UPS Badan Air diharapkan dapat mengatasi kendala-kendala tersebut karena lebih memungkinkan untuk mendapatkan pengawasan dan frekuensi pengukuran yang lebih intens.

2.4.5. Analisis dan Evaluasi Spasial

Pada laporan ini disusun berbagai peta dalam rangka melakukan analisis dan evaluasi spasial kondisi pencemaran perairan sungai di Provinsi DKI Jakarta. Adapun peta-peta tersebut memvisualisasikan diantaranya 1) evaluasi spasial status mutu air sungai, 2) rekomendasi spasial Sub-DAS/DTA/segmen-segmen sungai prioritas untuk pengelolaan dan perbaikan kualitas air sungai, serta 3) evaluasi keterkaitan status mutu air sungai dengan komponen tingkat kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA dan penyusunan profil lokasi pemantauan sungai. Pengolahan data spasial secara umum menggunakan aplikasi perangkat lunak GIS. Sebanyak 120 titik pemantauan kualitas air sungai dipetakan berdasarkan titik koordinat pada saat dilakukannya pemantauan (*groundcheck* di lapangan), yang kemudian dengan dilengkapi berbagai data pendukung pemetaan lainnya (**Tabel 2.14**) diolah lebih lanjut sesuai dengan peruntukan analisis/evaluasinya masing-masing.

Tabel 2.14. Data-data pendukung pada proses analisis dan evaluasi spasial.

No.	Data	Tahun Data	Sumber
1	Koordinat Titik Pemantauan Sungai	2024	Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta
2	Sistem Jaringan Sungai dan Saluran Drainase/ <i>Sewage</i> • Jaringan Sungai • Saluran Drainase Primer • Saluran Drainase Sekunder • Saluran Drainase Tersier • Saluran Drainase Mikro	2023	https://jakartasatu.jakarta.go.id
3	Nilai Indeks Pencemaran (IP)	2024	Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta
4	Nilai Logam di Sedimen	2024	Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta
5	Curah Hujan • Stasiun Meteorologi Kemayoran • Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok	2024	https://dataonline.bmkg.go.id/data-harian
6	Tata Guna Lahan	2021	https://jakartasatu.jakarta.go.id/
7	IPAL atau SPALD Terbangun	2023	Dinas Sumber Daya Air dan Suku Dinas Sumber Daya Air Provinsi DKI Jakarta
8	Jumlah Penduduk	2023	https://jakarta.bps.go.id/
9	Daftar sentra industri kecil dan menengah	2014	https://jakarta.bps.go.id/
10	Izin Pembuangan Air Limbah	2016-2021	Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta

2.4.5.1. Evaluasi Spasial Status Mutu Air Sungai Tahun 2024

Evaluasi spasial status mutu air sungai dilakukan dengan membuat peta sebaran warna aliran sungai berdasarkan kategori status mutu air sungai yang berbasis pada nilai rata-rata indeks pencemaran (IP) selama pemantauan tahun berjalan (2024) pada setiap titik pemantauan. Warna aliran sungai yang mencerminkan kondisi status mutu air sungai divisualisasikan di dalam peta dalam tampilan warna yang berbeda-beda yakni hijau (baik), kuning (cemar ringan), oranye (cemar sedang), dan merah (cemar berat). Kondisi status mutu air sungai di setiap titik pemantauan digambarkan dengan warna aliran sungai tertentu (sesuai kategorinya) ke arah hulu hingga batas titik

pemantauan sebelumnya atau dengan kata lain sesuai batas daerah tangkapan air (DTA) dari setiap titik pemantauan. Penjelasan mengenai daerah tangkapan air (DTA) dari setiap titik pemantauan akan dibahas lebih rinci pada subbab-subbab selanjutnya. Melalui evaluasi spasial ini, diharapkan kondisi status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024 pada 120 titik pemantauan dapat terinformasikan dan dipahami dengan lebih mudah.

Berdasarkan hasil analisis dan pengamatan lapangan, ruas-ruas sungai di DKI Jakarta sudah banyak mengalami modifikasi, terutama untuk tujuan pengendalian banjir, dengan demikian terdapat ruas-ruas sungai (terutama yang berukuran besar) yang saling terkoneksi dengan beberapa ruas sungai lainnya. Oleh karena itu, evaluasi spasial status mutu air sungai menurut ruas sungai masing-masing divisualisasikan ke dalam 11 peta spasial meskipun terdapat total 23 ruas sungai. Visualisasi 11 peta spasial tersebut adalah (1) Ciliwung (Kanal Barat); (2) Ciliwung (Pluit); (3) Grogol; (4) Cengkareng; (5) Kamal; (6) Kalibaru Timur; (7) Kanal Timur; (8) Sunter; (9) Cakung; (10) Blencong; dan (11) Tarum Barat.

2.4.5.2. Rekomendasi Spasial Sub-DAS/DTA/Segmen-Segmen Sungai Prioritas Pengelolaan dan Perbaikan Kualitas Air Sungai

Kondisi sungai sangat berkaitan dengan kondisi lingkungan sekitarnya, karena penggunaan ruang di sekitar sungai berperan sebagai sumber pencemar ke dalam sungai. Sumber-sumber pencemar ini dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu sumber pencemaran *point source* dan sumber pencemar *non-point source*. Sumber pencemar *non-point source* dapat diketahui berdasarkan penggunaan lahan yang ada dalam daerah tangkapan air (DTA) titik pemantauan. Penggunaan lahan pemukiman dapat dikelompokkan sebagai sumber pencemaran *non-point source*, sedangkan pasar, perkantoran, industri, dan sebagainya dapat dikelompokkan sebagai sumber pencemar *point source*.

Tahap awal yang dilakukan sebelum analisis/evaluasi spasial kondisi lingkungan sekitar titik pemantauan adalah mengestimasi atau melakukan delineasi daerah tangkapan air (DTA). DTA merupakan suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari hujan ke danau atau laut secara alami. Batas DTA di darat merupakan pemisah topografis berupa punggung-punggung bukit atau gunung, sedangkan batas di laut adalah hingga ke daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Namun demikian, untuk keperluan analisis hasil pemantauan sungai, DTA merupakan daerah tangkapan air hujan dari satu (1) titik pemantauan ditambahkan dengan DTA satu (1) titik pemantauan di hulunya. Proses delineasi DTA berbasis pada peta dasar topografi atau *digital elevation model* (DEM) dan peta jaringan sungai & saluran drainase yang tersedia.

Proses pembuatan atau delineasi DTA telah selesai dilakukan pada tahun 2022 dan menghasilkan sebanyak 116 DTA dari 120 titik pemantauan yang ada di Provinsi DKI Jakarta (DLH DKI Jakarta 2022). Pada tahun 2023, dilakukan perbaikan-perbaikan pada bentuk DTA yang telah dihasilkan sebelumnya (DLH DKI 2023). Pada tahun 2024, kembali dilakukan peninjauan dan delineasi ulang menggunakan informasi tambahan saluran drainase mikro dan hasil observasi lapangan. Berdasarkan proses delineasi ulang tersebut, dihasilkan sebanyak 114 DTA saja dari total 120 titik pemantauan karena 3 titik pemantauan lainnya terletak di luar wilayah DKI Jakarta (secara administratif) dan 3 titik pemantauan sisanya merupakan aliran sungai Tarum Barat yang tidak memiliki daerah tangkapan air (hanya meneruskan aliran dari Kalimalang).

Secara paralel, dilakukan pula analisis skoring dan tabulasi untuk menyusun rekomendasi spasial sub-DAS/DTA/segmen-segmen sungai yang menjadi prioritas pengelolaan dan perbaikan kualitas air sungai. Hal ini dilakukan dengan menganalisis **perubahan kualitas air beberapa parameter kunci dari hulu ke hilir** berdasarkan hasil pemantauan dengan menggunakan aturan matematis baku dan **kondisi beban pencemaran** untuk mendapatkan **status prioritas dan tindakan pengelolaan** yang seharusnya dilakukan pada masing-masing daerah tangkapan air (DTA) sungai.

Analisis skoring dan tabulasi dilakukan pada setiap DTA dengan mengetahui alokasi beban pencemaran terhadap perubahan kualitas air berdasarkan konsentrasi yang terukur dari parameter pencemar perairan yaitu BOD, COD, dan TSS. Perubahan kualitas air dari hulu ke hilir seyogyanya akan selaras dengan besarnya beban pencemaran *point source* dan *non-point source* dari DTA tersebut. Data-data pendukung yang diperlukan untuk menganalisis alokasi beban pencemaran berupa jumlah penduduk, jumlah unit kegiatan usaha mikro kecil dan menengah (UMKM), besaran debit pembuangan limbah cair yang berizin, dan nilai baku mutu air limbah untuk parameter BOD, COD, dan TSS berdasarkan PermenLHK No 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yang diperoleh dari berbagai sumber seperti yang disampaikan pada **Tabel 2.14**. Data-data pendukung tersebut kemudian dilakukan *pivot table* agar menghasilkan jumlah atau besaran spesifik pada DTA masing-masing.

Pada analisis perubahan kualitas air hulu ke hilir (PHH), dilakukan pengkelasan untuk selisih nilai Ci/Li dari parameter pencemar (BOD, COD, dan TSS) antara hulu dengan hilir. Terdapat enam (6) kelas PHH yaitu kelas 0 untuk nilai PHH positif (+), kelas 1 untuk nilai PHH nol (0), dan kelas 2 hingga 5 untuk nilai PHH negatif (-) (**Tabel 2.15**). Nilai PHH positif (+) menandakan adanya perbaikan kualitas air dari hulu ke hilir, nilai PHH nol (0) mewakili kondisi stabil tanpa ada perubahan, sedangkan nilai PHH negatif (-) mencirikan terjadinya degradasi kualitas air dari hulu ke hilir.

Sementara untuk nilai beban pencemaran (BP) *point source* dan *non-point source* dari setiap DTA dikelaskan menjadi 5 (lima) kelas dengan batas nilai untuk setiap kelas adalah baku mutu kualitas air yang tercantum pada Lampiran VI (Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya) dari Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Batas untuk setiap kelas secara rinci dapat dilihat pada **Tabel 2.16**.

Tabel 2.15. Kelas perubahan kualitas air hulu ke hilir (PHH) berdasarkan selisih nilai Ci/Li dari parameter pencemar antara hulu dengan hilir pada setiap DTA.

Kelas	PHH	Nilai PHH
0	+	>0
1		0
2	-	<0 s.d. (-1)
3	-	(-1) s.d. (-5)
4	-	(-5) s.d. (-10)
5	-	<(-10)

Tabel 2.16. Kelas beban pencemaran (BP) berdasarkan batas baku mutu kualitas air menurut Lampiran VI PP Nomor 22 Tahun 2021.

Kelas	Nilai BP
1	≤BM1
2	≤BM2
3	≤BM3
4	≤BM4
5	>BM4

Berdasarkan kondisi perubahan kualitas air hulu ke hilir (PHH) dan beban pencemaran (BP) *point source* dan *non-point source* dari setiap DTA, terdapat **tujuh (7) status prioritas** pengelolaan DTA sungai, yaitu:

1. **Titik awal**, yaitu titik pemantauan yang tidak memiliki DTA karena merupakan titik perbatasan dengan kabupaten/kota lain
2. **Tidak dapat disimpulkan (variabilitas sungai dan data)**, yaitu DTA yang memiliki perubahan kualitas air hulu ke hilir yang positif (nilai PHH positif (+) atau kelas 0 PHH, sehingga kualitas air di hilir lebih baik daripada kualitas air di hulu) pada semua kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut
3. **Bukan prioritas (bisa diabaikan)**, yaitu DTA tidak mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir (nilai PHH bernilai nol (0) atau kelas 1 PHH) pada semua kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut
4. **Prioritas rendah (upaya perbaikan bisa ditunda)**, yaitu DTA mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang rendah (kelas 2 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut sebesar 1-3
5. **Prioritas sedang (upaya perbaikan bisa ditunda sebentar)**, yaitu DTA mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang rendah (kelas 2 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut sebesar 4 atau perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang sedang (kelas 3 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut sebesar 1-3
6. **Prioritas tinggi (upaya perbaikan segera)**, yaitu DTA mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang rendah (kelas 2 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut sebesar 5 atau perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang sedang (kelas 3 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut sebesar 4 atau perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang tinggi (kelas 4 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut sebesar 1-3
7. **Prioritas tinggi (upaya perbaikan sekarang)**, yaitu DTA mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang sangat tinggi (kelas 5 PHH) pada semua kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut atau perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang tinggi (kelas 4 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut sebesar 4-5 atau perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang sedang (kelas 3 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut sebesar 5

Selain itu, dari sisi tindakan pengelolaan yang perlu dilakukan dalam rangka menjaga atau memperbaiki kualitas air sungai, terdapat **5 (lima) jenis tindakan pengelolaan** DTA sungai yang dapat dilakukan, yaitu:

- A. **Bisa diabaikan, karena kemungkinan beban pencemar yang tinggi sudah dikelola dengan baik sehingga tidak menyebabkan perubahan.** DTA tidak mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir (nilai PHH bernilai nol (0) atau kelas 1 PHH) pada semua kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut
- B. **Pastikan bahwa pengelolaan limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber,** yaitu DTA mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang rendah (kelas 2 PHH) pada semua kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut
- C. **Investigasi sumber penyebab perubahan mutu,** yaitu DTA mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang sedang hingga sangat tinggi (kelas 3-5 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut sebesar 1-2

- D. Investigasi sumber penyebab perubahan mutu, kemudian perbaiki pengelolaan cemaran/limbah di DTA. DTA mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang tinggi hingga sangat tinggi (kelas 4-5 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut sebesar 3
- E. Perbaiki pengelolaan cemaran/limbah di DTA, yaitu DTA mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang sedang hingga sangat tinggi (kelas 3-5 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut sebesar 4-5

Berdasarkan variasi kombinasi kelas perubahan kualitas air hulu ke hilir (PHH) dan beban pencemaran (BP) *point source* dan *non-point source* dari setiap DTA, serta berbagai status prioritas dan jenis tindakan pengelolaan beserta dengan kriterianya, maka terdapat 22 kemungkinan status prioritas dan jenis tindakan pengelolaan yang dapat terjadi sebagaimana yang dirinci pada Tabel 2.17.

Tabel 2.17. Status prioritas dan tindakan pengelolaan yang disarankan berdasarkan nilai PHH dan BP pada setiap DTA Sungai di Provinsi DKI Jakarta.

No	PHH	BP	Status Prioritas	Tindakan Pengelolaan
1	≥ 3	5	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Sekarang)	Perbaiki pengelolaan cemaran/limbah di DTA
2	2	5	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Segera)	Pastikan bahwa pengelolaan limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber
3	1	5	Bukan Prioritas (Bisa Diabaikan)	Bisa diabaikan, karena kemungkinan beban pencemar yang tinggi sudah dikelola dengan baik sehingga tidak menyebabkan perubahan
4	≥ 4	4	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Sekarang)	Perbaiki pengelolaan cemaran/limbah di DTA
5	3	4	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Segera)	Perbaiki pengelolaan cemaran/limbah di DTA
6	2	4	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Pastikan bahwa pengelolaan limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber
7	1	4	Bukan Prioritas (Bisa Diabaikan)	Bisa diabaikan, karena kemungkinan beban pencemar yang tinggi sudah dikelola dengan baik sehingga tidak menyebabkan perubahan
8	5	3	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Sekarang)	Investigasi sumber penyebab perubahan mutu, kemudian perbaiki pengelolaan cemaran/limbah di DTA
9	4	3	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Segera)	Investigasi sumber penyebab perubahan mutu, kemudian perbaiki pengelolaan cemaran/limbah di DTA
10	3	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Perbaiki pengelolaan cemaran/limbah di DTA
11	2	3	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa pengelolaan limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber
12	1	3	Bukan Prioritas (Bisa Diabaikan)	Bisa diabaikan, karena kemungkinan beban pencemar yang tinggi sudah dikelola dengan baik sehingga tidak menyebabkan perubahan
13	5	2	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Sekarang)	Investigasi sumber penyebab perubahan mutu
14	4	2	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Segera)	Investigasi sumber penyebab perubahan mutu

No	PHH	BP	Status Prioritas	Tindakan Pengelolaan
15	3	2	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Investigasi sumber penyebab perubahan mutu
16	2	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa pengelolaan limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber
17	1	2	Bukan Prioritas (Bisa Diabaikan)	Bisa diabaikan, karena kemungkinan beban pencemar yang tinggi sudah dikelola dengan baik sehingga tidak menyebabkan perubahan
18	5	1	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Sekarang)	Investigasi sumber penyebab perubahan mutu
19	4	1	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Segera)	Investigasi sumber penyebab perubahan mutu
20	3	1	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Investigasi sumber penyebab perubahan mutu
21	2	1	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa pengelolaan limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber
22	1	1	Bukan Prioritas (Bisa Diabaikan)	Bisa diabaikan, karena kemungkinan beban pencemar yang tinggi sudah dikelola dengan baik sehingga tidak menyebabkan perubahan

Status prioritas dan tindakan pengelolaan pada setiap DTA sungai divisualisasikan di dalam peta dalam tampilan warna yang berbeda-beda sesuai dengan warna yang ditampilkan pada tabel aturan baku (**Tabel 2.17**). Dengan demikian, peta sebaran status prioritas dan tindakan pengelolaan DTA dapat menjadi lebih informatif dan memudahkan sebagai basis rekomendasi spasial sub-DAS/DTA/segmen-segmen sungai yang menjadi prioritas pengelolaan dan perbaikan kualitas air sungai tahun 2024. Penyajian peta rekomendasi spasial sub-DAS/DTA/segmen-segmen sungai prioritas pengelolaan dan perbaikan kualitas air sungai ini juga divisualisasikan ke dalam kerangka 11 peta spasial mengikuti subbab 2.4.5.1. **Evaluasi Spasial Status Mutu Air Sungai Tahun 2024** meliputi; (1) Ciliwung (Kanal Barat); (2) Ciliwung (Pluit); (3) Grogol; (4) Cengkareng; (5) Kamal; (6) Kalibaru Timur; (7) Kanal Timur; (8) Sunter; (9) Cakung; (10) Blencong; dan (11) Tarum Barat.

2.4.5.3. Evaluasi Keterkaitan Status Mutu Air Sungai dengan Komponen Tingkat Kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA dan Penyusunan Profil Lokasi Pemantauan Sungai

Analisis dan evaluasi spasial juga mencakup evaluasi keterkaitan status mutu air sungai dengan komponen tingkat kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA, serta penyusunan profil lokasi pemantauan sungai. Titik-titik pemantauan kualitas air sungai diasumsikan sebagai sebuah daerah tangkapan air (DTA) dalam rangka evaluasi tersebut. Evaluasi ini secara umum dilakukan dengan membentuk sebuah profil pada masing-masing lokasi pemantauan atau DTA sungai yang berisi informasi lengkap dan penting mengenai kondisi status mutu air sungai dan komponen tingkat kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA, meliputi; 1) ilustrasi penampang melintang sungai; 2) ringkasan data hasil pemantauan selama tahun berjalan (2024) meliputi dokumentasi pemantauan, kisaran curah hujan total bulanan, besaran debit air sungai, kisaran nilai parameter-parameter *insitu*, kisaran nilai indeks pencemaran (IP), informasi 5 (lima) parameter pencemar utama sungai di lokasi tersebut, dan status mutu logam di sedimen, serta 3) peta titik pemantauan yang dilengkapi dengan informasi tata guna lahan, informasi visual warna aliran sungai berdasarkan status mutu air sungai, luas DTA, kepadatan penduduk, jenis

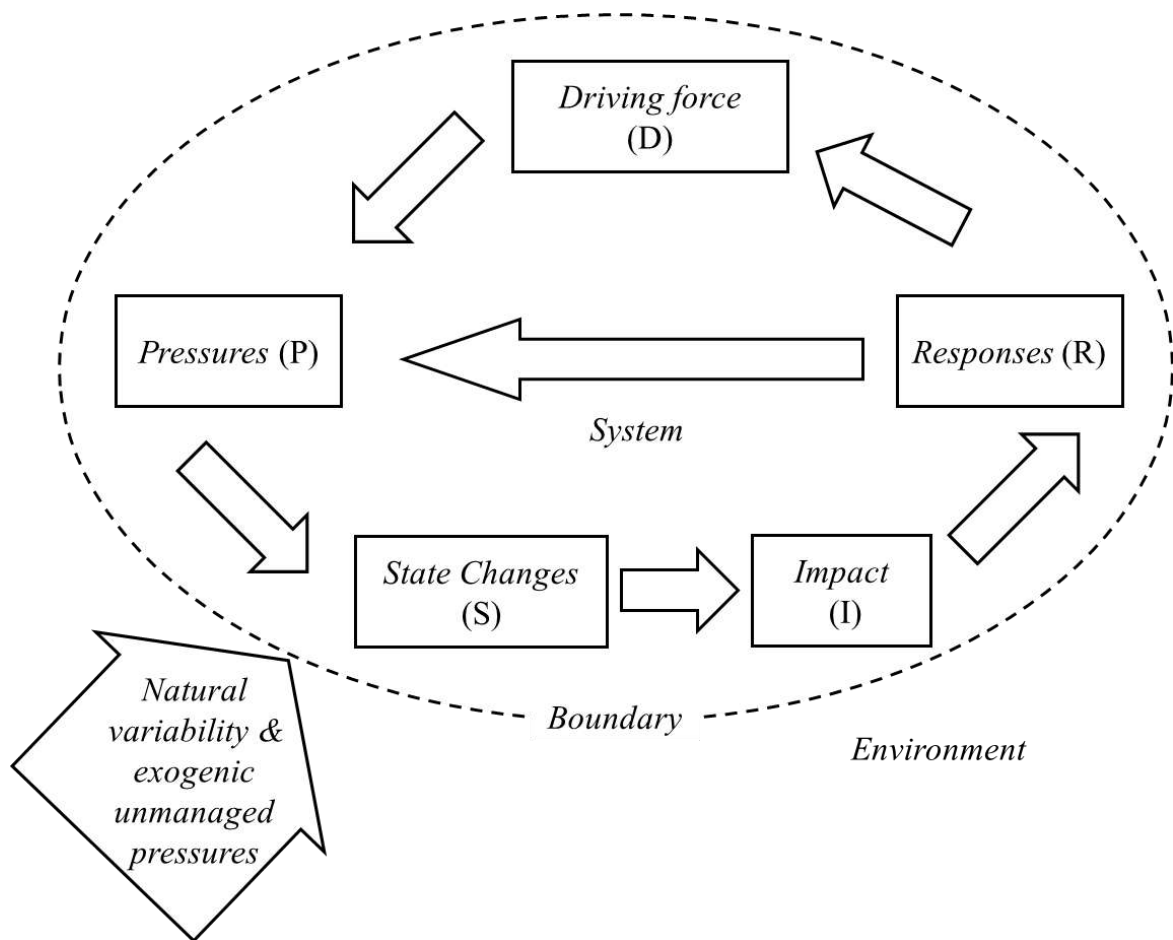
tutupan lahan dominan dan besaran persentasenya, lokasi dan jumlah unit UMKM, lokasi IPAL atau SPALD terbangun, lokasi dan besaran debit izin pembuangan limbah cair, estimasi beban pencemar paling dominan (besaran dan jenisnya), dan info status prioritas dan tindakan pengelolaan DTA sungai. Sumber data untuk berbagai variabel tersebut disampaikan pula melalui **Tabel 2.14.** di atas.

Ilustrasi penampang melintang sungai yang ditampilkan pada profil lokasi pemantauan menggambarkan kedalaman/tinggi muka air dan lebar sungai. Penampang melintang sungai adalah suatu penampang tegak lurus terhadap arah aliran yang menggambarkan geometri sungai. Pergerakan air secara terus menerus ke bawah dengan membawa zat terlarut dan partikel tersuspensi akan membentuk karakter ekosistem dan cekungan sungai (Wetzel 2001). Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur jarak horizontal dan elevasi dasar sungai. Dimensi penampang melintang sungai telah selesai diukur dan diilustrasikan pada seluruh titik pemantauan sungai pada tahun 2022 (DLH DKI 2022). Namun, terdapat beberapa titik pemantauan yang mengalami pergeseran lokasi pada tahun 2023 dan 2024, sehingga dilakukan pengukuran ulang untuk memperbaharui data. Data hasil pengukuran penampang melintang pada seluruh titik pemantauan disampaikan melalui **Lampiran 14.**

Setelah diketahui DTA dari masing-masing titik pemantauan yang merupakan hasil dari proses analisis sebelumnya pada tahapan **Rekomendasi Spasial Sub-DAS/DTA/Segmen-Segmen Sungai Prioritas Pengelolaan dan Perbaikan Kualitas Air Sungai** (subbab 2.4.5.2), selanjutnya adalah melakukan *overlay* berbagai variabel kondisi status mutu air sungai dan komponen tingkat kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA sebagaimana yang dijelaskan pada paragraf awal ke dalam peta sesuai dengan DTA masing-masing titik pemantauan. Langkah terakhir adalah menyusun secara lengkap profil lokasi pemantauan yang berisi berbagai informasi lengkap dan penting yang dijelaskan sebelumnya menjadi sebuah profil lokasi pemantauan. Dengan demikian, dapat dilakukan evaluasi yang komprehensif yang mengarah pada analisis keterkaitan kondisi status mutu air sungai atau pencemaran sungai pada DTA tersebut dengan berbagai variabel/komponen tingkat kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA. Hal ini dikarenakan keterkaitan dari berbagai elemen tersebut menjadi faktor yang mempengaruhi kondisi kualitas air pada masing-masing DTA atau lokasi pemantauan.

2.4.6. Evaluasi DPSIR Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta

DPSIR merupakan pendekatan yang digunakan untuk menganalisis permasalahan terkait lingkungan. Metode DPSIR diperkenalkan oleh *European Environmental Agency*. DPSIR (*Driving Force-Pressure-State-Impact-Responses*) adalah suatu kerangka umum untuk mengumpulkan informasi tentang keadaan lingkungan. Kerangka berpikir dalam proses DPSIR merupakan model yang memberikan konteks secara *general* dan dapat diterapkan pada berbagai masalah wilayah (Atkins *et al.* 2011). Model DPSIR bertujuan mengidentifikasi aspek-aspek atau parameter-parameter kunci pada suatu sistem dan memantau tingkat keberlanjutan dari pengelolaan dan berisi tentang pendekatan terintegrasi dengan kerangka terstruktur yang melibatkan beberapa parameter untuk memberikan solusi terkait suatu permasalahan yang ada ditinjau dari penyebab, dampak dan kebijakan (Pradana *et al.* 2023). Secara umum, model DPSIR tersebut dapat disajikan lebih detail melalui matriks atau kerangka umum menurut Gregory *et al.* (2013) (**Gambar 2.3**).



Gambar 2.3. Kerangka umum analisis DPSIR.

Identifikasi permasalahan melalui evaluasi DPSIR ini dilakukan dengan menganalisis setiap parameter kunci terkait dengan perubahan kondisi lingkungan perairan sungai di DKI Jakarta. Identifikasi tersebut dilakukan mulai dari faktor *driving-force*, *pressure*, *state*, *impact*, dan *responses*. Identifikasi permasalahan tersebut membutuhkan informasi kondisi sungai secara lengkap selama setahun pemantauan. Hasil analisis DPSIR akan menghasilkan luaran berupa matriks ataupun kerangka umum DPSIR yang dapat digunakan sebagai suatu informasi dasar dalam melakukan pengelolaan lingkungan perairan sungai di wilayah Provinsi Jakarta.

BAB III

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laporan
Kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2024
Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta

BAB III

HASIL DAN PEMBAHASAN

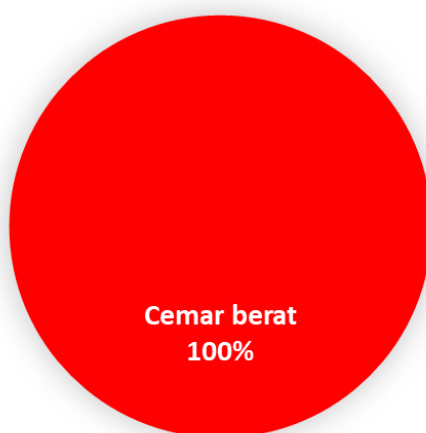
3.1. Analisis dan Evaluasi Status Mutu Air Sungai

Pada subbab ini akan dibahas mengenai hasil analisis dan evaluasi status mutu air sungai berdasarkan data parameter kualitas air hasil pengukuran secara *insitu* dan analisis laboratorium yang diperoleh pada tahun 2021, 2022, 2023, dan 2024 dari 120 titik pemantauan. Penentuan status mutu air pada tahun berjalan (tahun 2024) dan evaluasi status mutu air sungai pada tahun 2021-2024 ditentukan berdasarkan metode STORET dan Indeks Pencemaran (IP). Baku mutu yang digunakan dalam penentuan status mutu adalah baku mutu kelas 2 berdasarkan Lampiran VI (Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya) PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Sesuai dengan Pasal 527 huruf f pada PP Nomor 22 Tahun 2021, apabila Pemerintah atau Pemerintah Daerah belum menetapkan baku mutu air pada badan air permukaan, maka menggunakan baku mutu air kelas 2 sebagaimana tercantum dalam Lampiran VI PP Nomor 22 tahun 2021.

3.1.1. Status Mutu Air Sungai Tahun 2024

3.1.1.1. Metode STORET

Metode STORET merupakan salah satu metode penentuan status mutu air yang umum digunakan dan tertera dalam KepMenLH Nomor 115 Tahun 2003. Metode ini membandingkan antara data kualitas air hasil pengukuran dengan baku mutu air sesuai peruntukannya dengan menggunakan sistem nilai yang ditentukan. Berdasarkan metode ini, diketahui bahwa status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024 seluruhnya menunjukkan kondisi cemar berat dengan skor STORET yang besar (≤ -80) (**Gambar 3.1** dan **Tabel 3.1**). Kondisi ini disebabkan oleh parameter-parameter yang berkaitan dengan cemaran domestik seperti *fecal coliform*, *total coliform*, BOD, COD, amoniak, total-P, DO, dan H₂S (**Tabel 3.2**). Tabel penghitungan skor STORET dalam penentuan status mutu air sungai tahun 2024 tersaji pada **Lampiran 3**. Parameter-parameter tersebut setidaknya memiliki skor STORET mencapai 70% dari kemungkinan skor yang dapat diperoleh dari masing-masing parameter.



Gambar 3.1. Status mutu air sungai berdasarkan metode STORET di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

Tabel 3.1. Nilai status mutu air sungai berdasarkan metode STORET di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

No	Kode	Sungai	Sub Jaringan	Total Skor	Kriteria
1	CLW1-1	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-96	Cemar berat
2	CLW1-2	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-89	Cemar berat
3	CLW1-3	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-102	Cemar berat
4	CLW1-4	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-111	Cemar berat
5	CLW1-5	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-104	Cemar berat
6	CLW1-6	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-110	Cemar berat
7	CLW2-1	Ciliwung	Ciliwung-Kanal Barat	-110	Cemar berat
8	CLW2-2	Ciliwung	Ciliwung-Kanal Barat	-102	Cemar berat
9	CLW2-3	Ciliwung	Ciliwung-Kanal Barat	-104	Cemar berat
10	CLW2-4	Ciliwung	Ciliwung-Kanal Barat	-115	Cemar berat
11	CLW3-1	Ciliwung	Ciliwung Manggarai-Istiqlal	-104	Cemar berat
12	CLW3-2	Ciliwung	Ciliwung Manggarai-Istiqlal	-102	Cemar berat
13	CLW3-3	Ciliwung	Ciliwung Manggarai-Istiqlal	-94	Cemar berat
14	CLW4-1	Ciliwung	Istiqlal-Gajahmada	-102	Cemar berat
15	CLW4-2	Ciliwung	Istiqlal-Gajahmada	-112	Cemar berat
16	CLW4-3	Ciliwung	Istiqlal-Gajahmada	-115	Cemar berat
17	CLW4-4	Ciliwung	Istiqlal-Gajahmada	-123	Cemar berat
18	CLW5-1	Ciliwung	Istiqlal-Gunung Sahari	-118	Cemar berat
19	CPN-1	Cipinang	-	-124	Cemar berat
20	CPN-2	Cipinang	-	-128	Cemar berat
21	CPN-3	Cipinang	-	-132	Cemar berat
22	CPN-4	Cipinang	-	-128	Cemar berat
23	CPN-5	Cipinang	-	-114	Cemar berat
24	CPN-6	Cipinang	-	-121	Cemar berat
25	CPN-7	Cipinang	-	-132	Cemar berat
26	ANK-1	Angke	-	-118	Cemar berat
27	ANK-2	Angke	-	-125	Cemar berat
28	ANK-3	Angke	-	-110	Cemar berat
29	SKR-1	Sekertaris	-	-129	Cemar berat
30	SKR-2	Sekertaris	-	-130	Cemar berat
31	SKR-3	Sekertaris	-	-133	Cemar berat
32	SKR-4	Sekertaris	-	-122	Cemar berat
33	SPK-1	Sepak	-	-128	Cemar berat
34	SPK-2	Sepak	-	-140	Cemar berat
35	SPK-3	Sepak	-	-120	Cemar berat
36	MKV-1	Mookervart	-	-115	Cemar berat
37	MKV-2	Mookervart	-	-143	Cemar berat
38	MKV-3	Mookervart	-	-128	Cemar berat
39	MKV-4	Mookervart	-	-122	Cemar berat
40	MKV-5	Mookervart	-	-112	Cemar berat
41	GRL-1	Grogol	-	-108	Cemar berat
42	GRL-2	Grogol	-	-108	Cemar berat
43	GRL-3	Grogol	-	-116	Cemar berat
44	GRL-4	Grogol	-	-124	Cemar berat

No	Kode	Sungai	Sub Jaringan	Total Skor	Kriteria
45	GRL-5	Grogol	-	-121	Cemar berat
46	GRL-6	Grogol	-	-128	Cemar berat
47	STR-1	Sunter	-	-98	Cemar berat
48	STR-2	Sunter	-	-120	Cemar berat
49	STR-3	Sunter	-	-110	Cemar berat
50	STR-4	Sunter	-	-137	Cemar berat
51	STR-5	Sunter	-	-129	Cemar berat
52	STR-6	Sunter	-	-165	Cemar berat
53	STR-7	Sunter	-	-117	Cemar berat
54	STR-8	Sunter	-	-128	Cemar berat
55	KRT-1	Krukut	-	-100	Cemar berat
56	KRT-2	Krukut	-	-96	Cemar berat
57	KRT-3	Krukut	-	-93	Cemar berat
58	KRT-4	Krukut	-	-102	Cemar berat
59	KRT-5	Krukut	-	-114	Cemar berat
60	CKR-1	Cengkareng	-	-110	Cemar berat
61	CKR-2	Cengkareng	-	-129	Cemar berat
62	BRN-1	Buaran	-	-133	Cemar berat
63	BRN-2	Buaran	-	-136	Cemar berat
64	BRN-3	Buaran	-	-139	Cemar berat
65	BRN-4	Buaran	-	-140	Cemar berat
66	BRN-5	Buaran	-	-150	Cemar berat
67	PTK-1	Petukangan	-	-150	Cemar berat
68	JTK-1	Jati Kramat	-	-122	Cemar berat
69	JTK-2	Jati Kramat	-	-128	Cemar berat
70	KLB-1	Kalibaru Barat	-	-94	Cemar berat
71	KLB-2	Kalibaru Barat	-	-94	Cemar berat
72	KLB-3	Kalibaru Barat	-	-110	Cemar berat
73	KLB-4	Kalibaru Barat	-	-121	Cemar berat
74	KLB-5	Kalibaru Barat	-	-105	Cemar berat
75	KLB-6	Kalibaru Barat	-	-110	Cemar berat
76	KLT-1	Kalibaru Timur	-	-102	Cemar berat
77	KLT-2	Kalibaru Timur	-	-110	Cemar berat
78	KLT-3	Kalibaru Timur	-	-98	Cemar berat
79	KLT-4	Kalibaru Timur	-	-110	Cemar berat
80	KLT-5	Kalibaru Timur	-	-116	Cemar berat
81	KLT-6	Kalibaru Timur	-	-116	Cemar berat
82	KLT-7	Kalibaru Timur	-	-145	Cemar berat
83	KLT-8	Kalibaru Timur	-	-125	Cemar berat
84	KLT-9	Kalibaru Timur	-	-142	Cemar berat
85	KLT-10	Kalibaru Timur	-	-140	Cemar berat
86	KNT-1	Kanal Timur	-	-102	Cemar berat
87	KNT-2	Kanal Timur	-	-109	Cemar berat
88	KNT-3	Kanal Timur	-	-106	Cemar berat
89	CKG-1	Cakung	-	-135	Cemar berat
90	CKG-2	Cakung	-	-127	Cemar berat

No	Kode	Sungai	Sub Jaringan	Total Skor	Kriteria
91	CKG-3	Cakung	-	-140	Cemar berat
92	CKG-4	Cakung	-	-142	Cemar berat
93	CKG-5	Cakung	-	-127	Cemar berat
94	CKG-6	Cakung	-	-104	Cemar berat
95	CKG-7	Cakung	-	-119	Cemar berat
96	CDG-1	Cideng	-	-147	Cemar berat
97	CDG-2	Cideng	-	-125	Cemar berat
98	CDG-3	Cideng	-	-135	Cemar berat
99	CDG-4	Cideng	-	-145	Cemar berat
100	CDG-5	Cideng	-	-117	Cemar berat
101	CDG-6	Cideng	-	-102	Cemar berat
102	CDG-7	Cideng	-	-98	Cemar berat
103	MPG-1	Mampang	-	-98	Cemar berat
104	MPG-2	Mampang	-	-140	Cemar berat
105	MPG-3	Mampang	-	-127	Cemar berat
106	MPG-4	Mampang	-	-116	Cemar berat
107	MPG-5	Mampang	-	-111	Cemar berat
108	MPG-6	Mampang	-	-119	Cemar berat
109	TRB-1	Tarum Barat	-	-96	Cemar berat
110	TRB-2	Tarum Barat	-	-90	Cemar berat
111	TRB-3	Tarum Barat	-	-102	Cemar berat
112	KML-1	Kamal	-	-93	Cemar berat
113	KML-2	Kamal	-	-120	Cemar berat
114	KML-3	Kamal	-	-126	Cemar berat
115	PSG-1	Pesanggrahan	-	-88	Cemar berat
116	PSG-2	Pesanggrahan	-	-88	Cemar berat
117	PSG-3	Pesanggrahan	-	-88	Cemar berat
118	PSG-4	Pesanggrahan	-	-98	Cemar berat
119	PSG-5	Pesanggrahan	-	-98	Cemar berat
120	BLC-1	Blencong	-	-120	Cemar berat

Tabel 3.2. Parameter terburuk di sungai Provinsi DKI Jakarta berdasarkan skor STORET tahun 2024.

Pe-ring-kat	Parameter	Total Skor	Pe-ring-kat	Parameter	Total Skor	Pe-ring-kat	Parameter	Total Skor
1	<i>Fecal Coliform</i>	-1734	11	Besi	-514	21	Zn	-38
2	<i>Total Coliform</i>	-1722	12	Klorin Bebas	-376	22	Warna	-38
3	BOD	-1190	13	MBAS	-344	23	Minyak dan Lemak	-24
4	COD	-1158	14	Total N	-286	24	TDS	-20
5	Amoniak	-1148	15	Sianida	-268	25	Ni	-20
6	Total P	-1126	16	Fenol	-240	26	Sulfat	-10
7	DO	-1048	17	TSS	-192	27	pH	-6
8	H ₂ S	-968	18	Cr6+	-158	28	Hg	-6
9	Mangan	-736	19	Cu	-68	29	Cd	-6
10	Nitrit	-556	20	Klorida	-52	30	Nitrat	-2

3.1.1.2. Indeks Pencemaran (IP)

Indeks Pencemaran (IP) digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap baku mutu parameter kualitas air yang diizinkan sesuai dengan peruntukannya, melalui indeks rata-rata & indeks maksimum. Sama halnya dengan metode STORET, penentuan status mutu air sungai menggunakan IP ini juga diatur dalam KepMenLH Nomor 115 Tahun 2003. Hasil penentuan status mutu air menggunakan Indeks Pencemaran (IP) pada tahun 2024 memperlihatkan bahwa sungai-sungai di Provinsi DKI Jakarta cenderung memiliki status mutu cemar ringan hingga cemar berat dengan kisaran nilai IP sebesar 1,93-17,47 (**Lampiran 4**). Kategori cemar ringan terhitung pada 3-18% titik pemantauan, kategori cemar sedang terdapat pada 28-80% titik pemantauan, sedangkan cemar berat terdapat pada 2-66% titik pemantauan (**Gambar 3.2**).

Persentase kategori status mutu air sungai secara periodik selama tahun 2024 terpantau variatif dengan terjadinya dominasi kategori cemar sedang dan cemar berat pada periode 1, lalu berubah didominasi oleh kategori cemar sedang pada periode 2 dan 3, dan kemudian didominasi cemar berat pada periode 4 (**Gambar 3.2**). Kisaran nilai IP secara periodik selama setahun pemantauan (tahun 2024) juga menunjukkan dinamika yang selaras dengan penjelasan sebelumnya yakni secara berturut-turut sebesar 1,93-12,10 (periode 1), 2,32-10,35 (periode 2), 2,15-12,25 (periode 3), dan 4,03-17,47 (periode 4) (**Lampiran 4**).

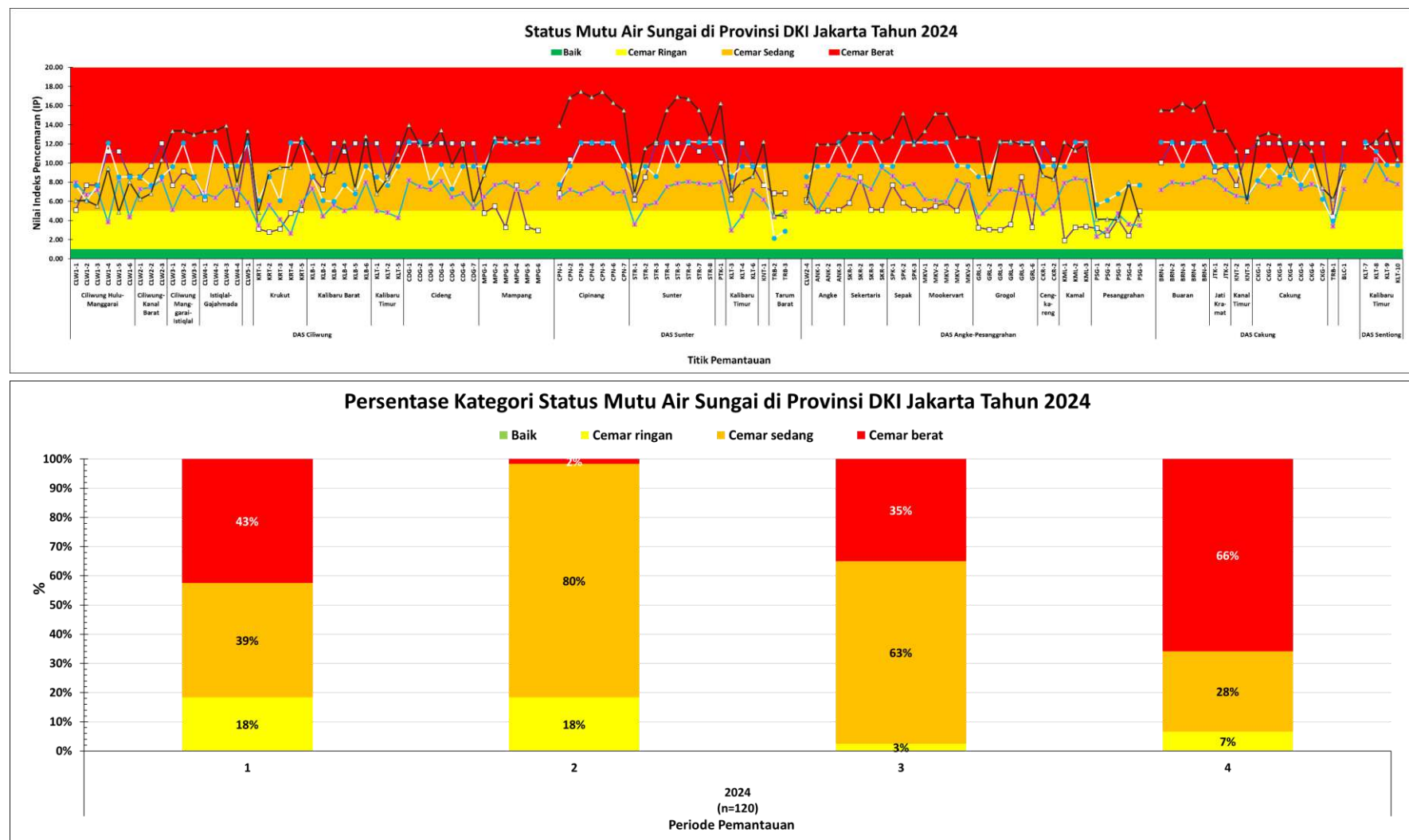
Pola yang terjadi pada tahun 2024, seperti yang dijelaskan pada paragraf sebelumnya, agak sedikit berbeda dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya. Pada pemantauan tahun 2021-2023, selalu menunjukkan dominasi cemar berat sepanjang tahun yang terutama paling signifikan terjadi pada periode 3 dan 4 (DLH DKI Jakarta 2021; DLH DKI Jakarta 2022; DLH DKI Jakarta 2023). Meskipun demikian, sebenarnya pada periode 4 tahun 2024, kecenderungan seperti tahun 2021-2023 tersebut masih ditemukan (**Gambar 3.2**). Secara kumulatif, status mutu air sungai pada tahun 2024 juga didominasi oleh cemar sedang, terutama pada periode 2 dan 3 yang mencapai persentase tertinggi sebesar 80% dari titik pemantauan. Perbedaan-perbedaan yang diperoleh pada hasil pemantauan tahun 2024 ini lebih disebabkan oleh perbedaan pada metode analisis parameter bakteri *coliform*. Pemantauan tahun 2024 menggunakan tiga metode analisis yang berbeda meliputi metode analisis *multiple tube* yang dibatasi tingkat pengencerannya (periode 1 dan 3), metode analisis *multiple well* (periode 2), dan metode analisis *multiple tube* tanpa batas pengenceran (periode 4). Pada tahun-tahun sebelumnya, analisis bakteri *coliform* di laboratorium hanya menggunakan satu metode saja yaitu metode analisis *multiple tube* tanpa batas pengenceran. Perbedaan yang terjadi dapat berkaitan dengan tingkat akurasi, kebaruan metode analisis, dan hal-hal teknis lainnya pada masing-masing metode.

Berdasarkan ruas sungai, diketahui bahwa Sungai Pesanggrahan, Tarum Barat, dan Krukut memiliki status mutu air paling baik (dominan terkategori cemar ringan dan nilai IP terendah) dibandingkan ruas sungai lainnya di Provinsi DKI Jakarta pada pemantauan tahun 2024 (**Gambar 3.2**). Nilai IP terendah secara rata-rata sepanjang tahun 2024 juga terpantau pada salah satu dari tiga sungai tersebut yakni di Sungai Pesanggrahan (PSG-1) sebesar 3,82 (**Lampiran 4**). Titik-titik pemantauan lainnya yang memiliki nilai IP relatif rendah diantaranya ditemukan di Sungai Mampang (MPG) dan

Grogol (GRL). Relatif baiknya nilai IP pada ruas-ruas sungai tersebut berkaitan dengan aktivitas antropogenik di sekitarnya yang cenderung tidak terlalu padat.

Ruas-ruas sungai yang tergolong paling buruk selama pemantauan tahun 2024 adalah Sungai Cideng, Cipinang, Sunter, Buaran, Cakung dan segmen hilir Kalibaru Timur. Ruas-ruas sungai tersebut paling sering menunjukkan nilai IP yang tinggi selama pemantauan yakni $> 12,00$ (tergolong cemar berat) (**Gambar 3.2**). Pada sungai-sungai tersebut, teramati aktivitas domestik/industri yang padat dan bahkan sampai mengakuisisi area sempadan sungainya. Nilai IP tertinggi secara rata-rata selama tahun 2024 terpantau di titik pemantauan Sungai Cipinang (CPN-5) sebesar 12,39 (**Lampiran 4**). Karakteristik Sungai Cipinang memiliki lebar yang relatif kecil berkisar 8-20 m (kategori kali kecil/sungai kecil) dan di sepanjang alirannya dipadati oleh pemukiman yang bahkan sampai mengakuisisi area sempadan sungainya (**Lampiran 15**).

Tinjauan berdasarkan DAS menunjukkan bahwa seluruh DAS memiliki status mutu air yang tidak baik, meskipun terlihat bahwa DAS Ciliwung dan DAS Angke-Pesanggrahan memiliki kondisi yang sedikit lebih baik (**Gambar 3.2**). Oleh sebab itu, dapat dikatakan bahwa pencemaran terjadi cukup merata pada seluruh titik pemantauan.



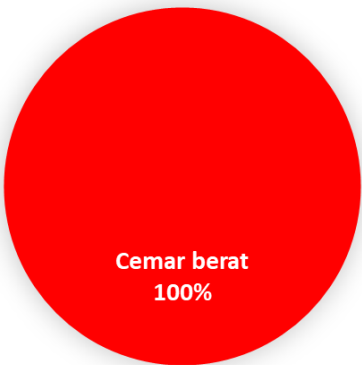
Gambar 3.2. Status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) selama tahun 2024.

3.1.2. Kecenderungan Umum Status Mutu Air Sungai Tahun 2021-2024

3.1.2.1. Metode STORET

Metode STORET merupakan salah satu metode penentuan status mutu air yang umum digunakan dan tertera dalam KepMenLH Nomor 115 Tahun 2003. Metode ini membandingkan antara data kualitas air hasil pengukuran dengan baku mutu air sesuai peruntukannya dengan menggunakan sistem nilai yang ditentukan. Berdasarkan metode ini dan dengan menggunakan data hasil pemantauan tahun 2021, 2022, 2023, dan 2024, diketahui bahwa hasil evaluasi status mutu air sungai di DKI Jakarta selama empat tahun terakhir pemantauan seluruhnya berada dalam kondisi cemar berat dengan skor STORET yang sangat besar (≤ -180) (**Gambar 3.3**). **Gambar 3.3**. Status mutu air sungai berdasarkan metode STORET di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.

Kondisi cemar berat ini terutama disebabkan oleh parameter-parameter yang berkaitan dengan cemaran domestik seperti *fecal coliform*, *total coliform*, BOD, amoniak, COD, klorin bebas, H₂S, DO, dan total-P (**Tabel 3.4**). Tabel penghitungan skor STORET dalam penentuan status mutu air sungai selama tahun 2021-2024 tersaji pada **Lampiran 5**. Parameter-parameter yang disebutkan pada kalimat awal setidaknya memiliki skor STORET mencapai 70% dari kemungkinan skor yang dapat diperoleh dari masing-masing parameter.



Gambar 3.3. Status mutu air sungai berdasarkan metode STORET di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.

Tabel 3.3. Nilai status mutu air sungai berdasarkan metode STORET di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.

No	Kode	Sungai	Sub Jaringan	Total Skor	Kriteria
1	CLW1-1	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-208	Cemar berat
2	CLW1-2	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-204	Cemar berat
3	CLW1-3	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-224	Cemar berat
4	CLW1-4	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-230	Cemar berat
5	CLW1-5	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-220	Cemar berat
6	CLW1-6	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-236	Cemar berat
7	CLW2-1	Ciliwung	Ciliwung-Kanal Barat	-236	Cemar berat
8	CLW2-2	Ciliwung	Ciliwung-Kanal Barat	-224	Cemar berat
9	CLW2-3	Ciliwung	Ciliwung-Kanal Barat	-224	Cemar berat
10	CLW2-4	Ciliwung	Ciliwung-Kanal Barat	-252	Cemar berat

No	Kode	Sungai	Sub Jaringan	Total Skor	Kriteria
11	CLW3-1	Ciliwung	Ciliwung Manggarai-Istiqlal	-224	Cemar berat
12	CLW3-2	Ciliwung	Ciliwung Manggarai-Istiqlal	-226	Cemar berat
13	CLW3-3	Ciliwung	Ciliwung Manggarai-Istiqlal	-214	Cemar berat
14	CLW4-1	Ciliwung	Istiqlal-Gajahmada	-214	Cemar berat
15	CLW4-2	Ciliwung	Istiqlal-Gajahmada	-270	Cemar berat
16	CLW4-3	Ciliwung	Istiqlal-Gajahmada	-252	Cemar berat
17	CLW4-4	Ciliwung	Istiqlal-Gajahmada	-250	Cemar berat
18	CLW5-1	Ciliwung	Istiqlal-Gunung Sahari	-270	Cemar berat
19	CPN-1	Cipinang	-	-256	Cemar berat
20	CPN-2	Cipinang	-	-264	Cemar berat
21	CPN-3	Cipinang	-	-278	Cemar berat
22	CPN-4	Cipinang	-	-288	Cemar berat
23	CPN-5	Cipinang	-	-280	Cemar berat
24	CPN-6	Cipinang	-	-254	Cemar berat
25	CPN-7	Cipinang	-	-288	Cemar berat
26	ANK-1	Angke	-	-258	Cemar berat
27	ANK-2	Angke	-	-298	Cemar berat
28	ANK-3	Angke	-	-264	Cemar berat
29	SKR-1	Sekertaris	-	-300	Cemar berat
30	SKR-2	Sekertaris	-	-294	Cemar berat
31	SKR-3	Sekertaris	-	-290	Cemar berat
32	SKR-4	Sekertaris	-	-274	Cemar berat
33	SPK-1	Sepak	-	-290	Cemar berat
34	SPK-2	Sepak	-	-334	Cemar berat
35	SPK-3	Sepak	-	-298	Cemar berat
36	MKV-1	Mookervart	-	-260	Cemar berat
37	MKV-2	Mookervart	-	-282	Cemar berat
38	MKV-3	Mookervart	-	-262	Cemar berat
39	MKV-4	Mookervart	-	-284	Cemar berat
40	MKV-5	Mookervart	-	-286	Cemar berat
41	GRL-1	Grogol	-	-206	Cemar berat
42	GRL-2	Grogol	-	-240	Cemar berat
43	GRL-3	Grogol	-	-292	Cemar berat
44	GRL-4	Grogol	-	-284	Cemar berat
45	GRL-5	Grogol	-	-300	Cemar berat
46	GRL-6	Grogol	-	-296	Cemar berat
47	STR-1	Sunter	-	-210	Cemar berat
48	STR-2	Sunter	-	-262	Cemar berat
49	STR-3	Sunter	-	-260	Cemar berat
50	STR-4	Sunter	-	-312	Cemar berat
51	STR-5	Sunter	-	-310	Cemar berat
52	STR-6	Sunter	-	-312	Cemar berat
53	STR-7	Sunter	-	-274	Cemar berat
54	STR-8	Sunter	-	-294	Cemar berat
55	KRT-1	Krukut	-	-194	Cemar berat
56	KRT-2	Krukut	-	-200	Cemar berat

No	Kode	Sungai	Sub Jaringan	Total Skor	Kriteria
57	KRT-3	Krukut	-	-180	Cemar berat
58	KRT-4	Krukut	-	-198	Cemar berat
59	KRT-5	Krukut	-	-248	Cemar berat
60	CKR-1	Cengkareng	-	-234	Cemar berat
61	CKR-2	Cengkareng	-	-290	Cemar berat
62	BRN-1	Buaran	-	-282	Cemar berat
63	BRN-2	Buaran	-	-302	Cemar berat
64	BRN-3	Buaran	-	-332	Cemar berat
65	BRN-4	Buaran	-	-324	Cemar berat
66	BRN-5	Buaran	-	-312	Cemar berat
67	PTK-1	Petukangan	-	-320	Cemar berat
68	JTK-1	Jati Kramat	-	-284	Cemar berat
69	JTK-2	Jati Kramat	-	-292	Cemar berat
70	KLB-1	Kalibaru Barat	-	-210	Cemar berat
71	KLB-2	Kalibaru Barat	-	-206	Cemar berat
72	KLB-3	Kalibaru Barat	-	-238	Cemar berat
73	KLB-4	Kalibaru Barat	-	-252	Cemar berat
74	KLB-5	Kalibaru Barat	-	-210	Cemar berat
75	KLB-6	Kalibaru Barat	-	-234	Cemar berat
76	KLT-1	Kalibaru Timur	-	-244	Cemar berat
77	KLT-2	Kalibaru Timur	-	-236	Cemar berat
78	KLT-3	Kalibaru Timur	-	-220	Cemar berat
79	KLT-4	Kalibaru Timur	-	-248	Cemar berat
80	KLT-5	Kalibaru Timur	-	-236	Cemar berat
81	KLT-6	Kalibaru Timur	-	-260	Cemar berat
82	KLT-7	Kalibaru Timur	-	-290	Cemar berat
83	KLT-8	Kalibaru Timur	-	-306	Cemar berat
84	KLT-9	Kalibaru Timur	-	-308	Cemar berat
85	KLT-10	Kalibaru Timur	-	-310	Cemar berat
86	KNT-1	Kanal Timur	-	-224	Cemar berat
87	KNT-2	Kanal Timur	-	-252	Cemar berat
88	KNT-3	Kanal Timur	-	-264	Cemar berat
89	CKG-1	Cakung	-	-288	Cemar berat
90	CKG-2	Cakung	-	-254	Cemar berat
91	CKG-3	Cakung	-	-292	Cemar berat
92	CKG-4	Cakung	-	-296	Cemar berat
93	CKG-5	Cakung	-	-254	Cemar berat
94	CKG-6	Cakung	-	-260	Cemar berat
95	CKG-7	Cakung	-	-276	Cemar berat
96	CDG-1	Cideng	-	-300	Cemar berat
97	CDG-2	Cideng	-	-290	Cemar berat
98	CDG-3	Cideng	-	-286	Cemar berat
99	CDG-4	Cideng	-	-300	Cemar berat
100	CDG-5	Cideng	-	-246	Cemar berat
101	CDG-6	Cideng	-	-244	Cemar berat
102	CDG-7	Cideng	-	-222	Cemar berat

No	Kode	Sungai	Sub Jaringan	Total Skor	Kriteria
103	MPG-1	Mampang	-	-258	Cemar berat
104	MPG-2	Mampang	-	-310	Cemar berat
105	MPG-3	Mampang	-	-272	Cemar berat
106	MPG-4	Mampang	-	-270	Cemar berat
107	MPG-5	Mampang	-	-260	Cemar berat
108	MPG-6	Mampang	-	-316	Cemar berat
109	TRB-1	Tarum Barat	-	-212	Cemar berat
110	TRB-2	Tarum Barat	-	-212	Cemar berat
111	TRB-3	Tarum Barat	-	-212	Cemar berat
112	KML-1	Kamal	-	-222	Cemar berat
113	KML-2	Kamal	-	-314	Cemar berat
114	KML-3	Kamal	-	-334	Cemar berat
115	PSG-1	Pesanggrahan	-	-240	Cemar berat
116	PSG-2	Pesanggrahan	-	-224	Cemar berat
117	PSG-3	Pesanggrahan	-	-206	Cemar berat
118	PSG-4	Pesanggrahan	-	-198	Cemar berat
119	PSG-5	Pesanggrahan	-	-206	Cemar berat
120	BLC-1	Blencong	-	-266	Cemar berat

Tabel 3.4. Parameter terburuk di sungai Provinsi DKI Jakarta berdasarkan skor STORET selama tahun 2021-2024.

Pe-ringkat	Parameter	Total Skor	Pe-ringkat	Parameter	Total Skor	Pe-ringkat	Parameter	Total Skor
1	<i>Fecal Coliform</i>	-3468	12	Warna	-930	23	Minyak dan Lemak	-140
2	<i>Total Coliform</i>	-3438	13	Fenol	-872	24	TDS	-68
3	BOD	-2248	14	Sianida	-852	25	pH	-36
4	Amoniak	-2148	15	Total N	-732	26	Ni	-32
5	COD	-2024	16	TSS	-500	27	Hg	-16
6	Klorin Bebas	-1924	17	Cr ⁶⁺	-244	28	Sulfat	-12
7	H ₂ S	-1884	18	Pb	-236	29	F	-8
8	DO	-1864	19	Zn	-200	30	Nitrat	-4
9	Total P	-1776	20	Klorida	-188			
10	Nitrit	-1468	21	Cu	-176			
11	MBAS	-1156	22	Cd	-148			

3.1.2.2. Indeks Pencemaran (IP)

Indeks Pencemaran (IP) digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap baku mutu parameter kualitas air yang diizinkan sesuai dengan peruntukannya, melalui indeks rata-rata & indeks maksimum. Sama halnya dengan metode STORET, penentuan status mutu air sungai menggunakan IP ini juga diatur dalam KepMenLH Nomor 115 Tahun 2003. Evaluasi IP secara *time series* dilakukan membandingkan nilai rata-rata tahunan IP (dari 4 periode pemantauan) selama pemantauan tahun 2021-2024. Nilai IP rata-rata tahunan tersebut dapat diperbandingkan satu sama lain dan mumpuni sebagai evaluasi antar tahun karena memiliki jumlah yang setara (baik lokasi dan periode), merepresentasikan kondisi IP selama setahun pemantauan, serta mempermudah analisis holistik antar tahun.

Berdasarkan hasil evaluasi, status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024 terkategori cemar ringan hingga cemar berat dengan kisaran nilai sebesar 3,19-16,90 (**Gambar 3.4** dan **Lampiran 6**). Kecenderungan ruas sungai dengan nilai IP terbaik dan terburuk berdasarkan ruas sungai atau DAS selama empat tahun pemantauan terlihat sama dengan kecenderungan pada tahun 2024 yang dijelaskan pada subbab sebelumnya (**3.1.1.2. Indeks Pencemaran (IP)**). Kecenderungan-kecenderungan ini akan dijelaskan pada paragraf selanjutnya.

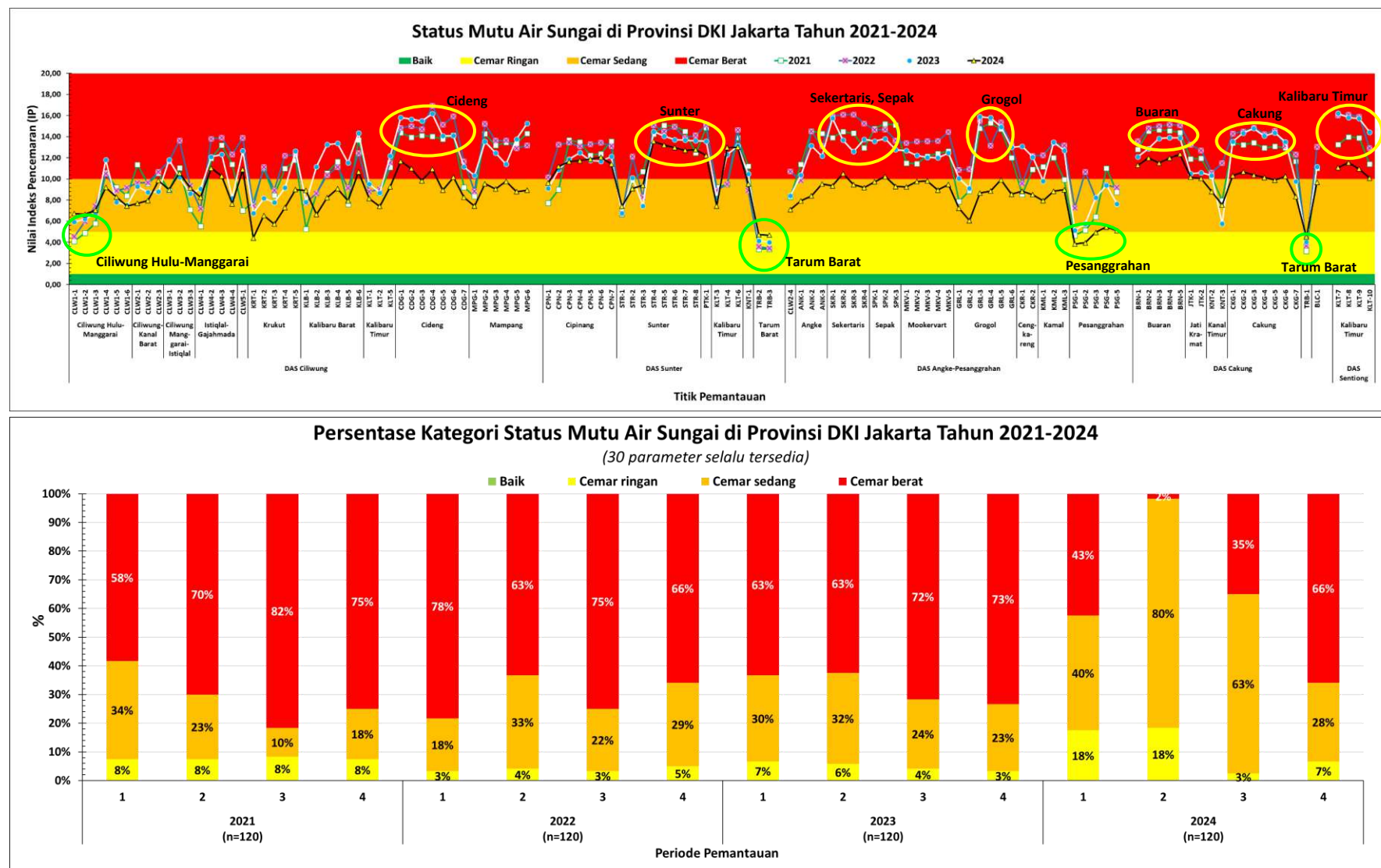
Sungai Tarum Barat merupakan ruas sungai yang memiliki nilai IP terendah (terbaik) selama pemantauan tahun 2021-2024 dan selalu terkategori cemar ringan (**Gambar 3.4**). Sungai Tarum Barat merupakan aliran dari Waduk Jatiluhur yang didesain “layaknya” irigasi yang diperuntukkan bagi kebutuhan pengolahan air baku air minum untuk wilayah DKI Jakarta. Selain itu, Sungai Tarum Barat berposisi lebih tinggi dibandingkan dengan lahan sekitar dan didesain tidak memiliki *inlet* dari saluran/sungai lain. Aliran Sungai Tarum Barat dengan kata lain tidak menjadi daerah tangkapan air (DTA) bagi lingkungan sekitarnya, sehingga hal inilah yang menjadikannya lebih terjaga dari kontaminasi cemaran. Selama 4 tahun terakhir, ditemukan juga beberapa lokasi lain yang cenderung memiliki kondisi setara dengan Sungai Tarum Barat yakni Sungai Ciliwung (sub jaringan Ciliwung Hulu-Manggarai) (hanya titik CLW1-1 s.d. CLW1-3) dan Sungai Pesanggrahan (lingkaran hijau pada **Gambar 3.4**). Kondisi lingkungan pada beberapa lokasi sungai tersebut cenderung tidak terlalu padat oleh aktivitas antropogenik.

Selama pemantauan tahun 2021 hingga tahun 2024, kondisi status mutu terburuk tersebar pada banyak ruas sungai seperti Sungai Cideng, Sunter, Sekertaris, Sepak, Grogol, Buaran, Cakung, dan segmen tengah-hilir Kalibaru Timur (lingkaran kuning pada **Gambar 3.4**). Ruas-ruas sungai tersebut paling sering menunjukkan nilai IP yang tinggi selama 4 tahun terakhir yakni $>12,00$ (tergolong cemar berat) (**Gambar 3.4**), serta terpantau di lapangan memiliki aktivitas domestik dan/atau industri yang cukup padat dan bahkan sampai mengakuisisi area sempadan sungainya (**Lampiran 15**). Merujuk pada **Gambar 3.4**, terutama Sungai Cideng dan sungai-sungai di DAS Angke-Pesanggrahan memiliki nilai IP terbesar atau status mutu terburuk diantara sungai-sungai lainnya. Hal ini dapat dipahami dengan melihat kondisi Sungai Cideng yang mengalir melewati pusat dari Kota Jakarta yang dipenuhi oleh aktivitas urban seperti pemukiman, ruko/kios, gedung-gedung, hotel, dan kantor-kantor kedutaan. Hal ini membuat beban cemarannya relatif lebih besar, didukung dengan kondisi volume air dan lebar sungai yang relatif kecil membuat daya tampung cemaran sungai ini menjadi lebih rendah. Baik Sungai Cideng maupun sungai-sungai di DAS Angke-Pesanggrahan, sangat terlihat bahwa di wilayah tersebut belum memiliki pengelolaan limbah domestik yang memadai, terindikasi dari kondisi sanitasi, warna air yang hitam dan tingkat kebauan yang sangat bau. Chen *et al.* (2012) memaparkan bahwa intensitas pencemaran jauh lebih tinggi di daerah perkotaan yang berkaitan dengan pembuangan limbah yang tidak diolah atau baru diolah secara sebagian.

Status mutu air sungai selama pemantauan tahun 2021-2024 fluktuatif secara periodik dengan kecenderungan lebih dominan terkategori cemar berat yakni pada 2-82% titik pemantauan (**Gambar 3.4**). Berdasarkan musim atau tinjauan secara periodik, terdapat kecenderungan bahwa status mutu cemar berat lebih banyak diperoleh pada periode 3 dan 4 yang mewakili musim kemarau dan peralihan-2 (kemarau ke hujan). Pada periode 3 yang mewakili musim kemarau dan periode 4 yang merepresentasikan

musim peralihan-2 (kemarau ke hujan), volume/debit air sungai mengalami penurunan karena rendahnya curah hujan yang terjadi. Kondisi tersebut dapat terindikasi dari tinggi muka air (TMA) dan besaran debit yang dibahas pula dalam laporan ini pada subbab **3.4.1.1. Hidrologi**. Rendahnya volume/debit air sungai akan mempengaruhi pengenceran pencemar pada air sungai yang menyebabkan terjadinya peningkatan konsentrasi pencemar di dalam air (Wiwoho 2005).

Evaluasi secara keseluruhan dari waktu ke waktu menunjukkan bahwa kondisi status mutu air sungai selama tahun 2021-2024 cukup dinamis secara periodik, namun tergolong stabil secara tahunan pada kisaran nilai 50-80% lokasi tercemar berat dan <10% lokasi tercemar ringan (khusus untuk periode 2021-2023). Dinamika status mutu air sungai paling signifikan terpantau pada tahun 2024 dimana terjadi dominasi cemar sedang pada sebagian hasil pemantauan (Periode 2 dan 3 tahun 2024) yang bahkan secara kumulatif pada tahun tersebut menggeser dominasi kategori cemar berat (**Gambar 3.4** dan **Lampiran 6**). Selain itu, terjadi pula peningkatan pada persentase lokasi pemantauan terkategori cemar ringan mencapai >10%. Hal ini berbeda dengan kecenderungan yang diperoleh pada pemantauan tahun-tahun sebelumnya (2021-2023) yang selalu didominasi oleh kondisi cemar berat (**Gambar 3.4**). Merujuk pada grafik nilai IP rata-rata tahunan pada **Gambar 3.4**, terlihat jelas bahwa dinamika tersebut berasal dari nilai IP rata-rata tahun 2024 (dicirikan dengan garis hitam pada grafik) yang cenderung lebih rendah atau mengalami perbaikan. Namun demikian, sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya pada subbab **3.1.1.2. Indeks Pencemaran (IP)** bahwa fluktuasi yang terjadi pada hasil pemantauan tahun 2024 ini lebih disebabkan oleh perbedaan pada metode analisis parameter bakteri *coliform*, bukan pada tindakan pengelolaan yang telah dilakukan oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. Pemantauan tahun 2024 menggunakan tiga metode analisis yang berbeda, analisis bakteri *coliform* di laboratorium hanya menggunakan satu metode saja. Perbedaan yang terjadi dapat berkaitan dengan tingkat akurasi, kebaruan metode analisis, dan hal-hal teknis lainnya pada masing-masing metode.



Gambar 3.4. Status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) selama tahun 2021-2024.

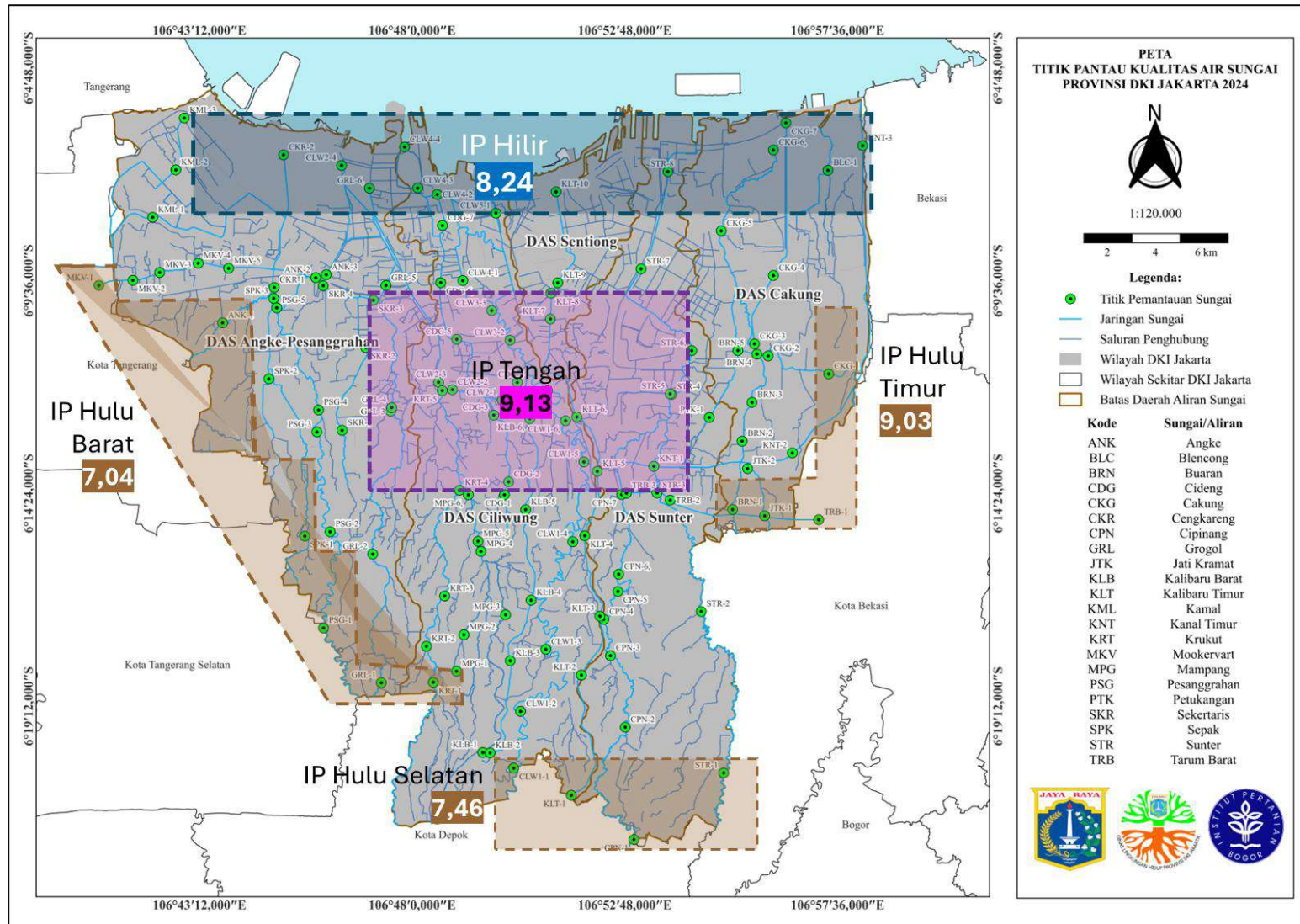
3.2. Evaluasi Spasial Status Mutu Air Sungai Tahun 2024

Evaluasi spasial status mutu air sungai didasarkan pada nilai Indeks Pencemaran (IP) yang berbasis pada data hasil pemantauan tahun 2024. Penggunaan nilai IP sebagai evaluasi status mutu air dikarenakan konsep perhitungan pada Indeks Pencemaran (IP) dinilai lebih representatif dan lebih sensitif terhadap tingkat pencemaran yang terjadi dibandingkan dengan hasil analisis status mutu air sungai berdasarkan metode STORET. Data yang digunakan dalam evaluasi spasial hanya menggunakan data pemantauan tahun 2024 dengan pertimbangan kekinian data dan kesederhanaan dalam proses analisis/evaluasi.

3.2.1. Evaluasi Spasial Status Mutu Air Sungai di Area Hulu–Tengah–Hilir Sungai Dalam Wilayah Provinsi DKI Jakarta

Titik-titik pemantauan sungai tersebar di seluruh wilayah Provinsi DKI Jakarta, termasuk di antaranya terletak di perbatasan antara Provinsi DKI Jakarta dengan kota-kota sekitarnya (luar provinsi), atau bahkan terletak di luar Provinsi DKI Jakarta. Tercatat sebanyak 14 titik pemantauan pada 14 ruas sungai yang berbeda merupakan titik masuk (*in*) aliran sungai ke dalam wilayah Provinsi DKI Jakarta dari Provinsi Jawa Barat (Kota Depok dan Bekasi) dan Provinsi Banten (Kota Tangerang dan Tangerang Selatan) (**Tabel 3.5**). Titik masuk (*in*) dalam hal ini dapat diistilahkan sebagai area “Hulu” sungai yang terbatas pada wilayah administrasi Provinsi DKI Jakarta saja, bukan hulu sungai dalam arti yang sebenarnya. Begitu pula untuk pengistilahan area “Tengah” dan “Hilir” sungai pada kajian ini bukan dalam definisi yang sebenarnya, namun diistilahkan untuk menggambarkan area tengah sungai di dalam wilayah DKI Jakarta dan area sungai yang menjadi tempat berakhirnya aliran sungai di wilayah DKI Jakarta menuju ke laut. **Gambar 3.5** dapat menjadi ilustrasi yang membantu dalam memahami area-area yang mewakili area “Hulu” (area coklat), “Tengah” (area ungu), dan “Hilir” (area biru) sungai dalam wilayah Provinsi DKI Jakarta yang dimaksudkan. Pada **Tabel 3.5**, tersaji pula perbandingan rinci nilai IP pada area hulu-tengah-hilir sungai dalam wilayah Provinsi DKI Jakarta tersebut.

Berdasarkan data yang telah dihimpun, diketahui bahwa aliran sungai yang masuk dari wilayah Depok, Jawa Barat (IP Hulu Selatan) dan Tangerang & Tangerang Selatan (IP Hulu Barat) memiliki nilai status mutu air dominan cemar sedang, kecuali pada ruas Sungai Krukut dan Pesanggrahan (IP Hulu Barat) (**Gambar 3.5**). Di sisi lain, aliran sungai yang masuk dari wilayah Bekasi (IP Hulu Timur) tercatat memiliki nilai IP tinggi dengan dominasi tergolong cemar berat, kecuali pada ruas Sungai Tarum Barat (**Gambar 3.5** dan **Tabel 3.5**). Tekanan lingkungan atau aktivitas antropogenik yang mempengaruhi sungai di wilayah sisi selatan dan barat DKI Jakarta diperkirakan relatif lebih rendah dibandingkan wilayah sisi timur DKI Jakarta. Secara umum, nilai IP pada titik masuk aliran sungai ke DKI Jakarta berkisar 2,32-15,52 dengan rata-rata nilai sebesar 7,72 (**Tabel 3.5**). Berdasarkan data-data tersebut, dapat dikatakan bahwa sungai-sungai di area “Hulu” pun telah mengandung cemaran yang cukup besar, sebelum memasuki wilayah DKI Jakarta.



Gambar 3.5. Ilustrasi area titik masuk/*in* (area coklat), titik tengah/*middle* (area ungu), dan titik keluar/*out* (area biru) aliran sungai wilayah Provinsi DKI Jakarta

Tabel 3.5. Perbandingan nilai Indeks Pencemaran (IP) di area hulu-tengah-hilir sungai dalam wilayah Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

Sungai (Berbatasan dengan Wilayah)	HULU					TENGAH					HILIR				
	Titik Pemantauan	Nilai IP minimum	Nilai IP maksimum	Nilai IP Rata-Rata	Debit Rata-Rata (m³/s)	Titik Pemantauan	Nilai IP minimum	Nilai IP maksimum	Nilai IP Rata-Rata	Debit Rata-Rata (m³/s)	Titik Pemantauan	Nilai IP minimum	Nilai IP maksimum	Nilai IP Rata-Rata	Debit Rata-Rata (m³/s)
Ciliwung (Depok, Jawa Barat)	CLW1-1	5,09	7,96	6,69	22.36	CLW1-6	4,36	8,63	7,39	31,30					
						CLW2-2	6,80	9,73	7,93	34,67	CLW2-4	5,93	8,58	7,08	38.39
						CLW3-2	7,52	13,36	10,53	1,68	CLW4-4	5,66	9,69	7,62	0.00
Krukut (Depok, Jawa Barat)	KRT-1	3,13	6,10	4,39	2.19	KRT-5	5,10	12,64	8,95	7,10	CLW5-1	5,88	13,36	10,85	0.30
Kalibaru Timur (Depok, Jawa Barat)	KLT-1	5,01	12,06	8,11	0.79	KLT-5	4,29	12,07	9,23	2,28	CLW2-4	5,93	8,58	7,08	38.39
Cipinang (Depok, Jawa Barat)	CPN-1	6,36	13,90	8,72	0.12	CPN-7	7,01	15,50	10,50	1,15	KLT-10	7,81	12,08	10,02	0.30
Sunter (Bekasi, Jawa Barat)	STR-1	3,61	8,60	6,30	1.13	STR-4	7,52	15,54	11,82	1,54	STR-8	7,76	12,70	11,18	8.13
											KNT-3	5,95	11,22	7,51	9.75
Grogol (Depok, Jawa Barat)	GRL-1	3,26	12,62	7,20	2.04	GRL-4	3,60	12,29	8,83	0,87	STR-8	7,76	12,70	11,18	8.13
Pesanggrahan (Tangerang Selatan, Banten)	PSG-1	2,32	5,66	3,82	9.84	PSG-5	3,48	7,70	5,09	6,02	GRL-6	3,32	12,15	8,51	5.08
											CKR-2	5,50	10,40	8,48	14.24
											CLW2-4	5,93	8,58	7,08	38.39
Sepak (Tangerang Selatan, Banten)	SPK-1	7,69	12,80	9,70	0.34	SPK-3	5,13	12,15	9,26	0,90	GRL-6	3,32	12,15	8,51	5.08
											CLW2-4	5,93	8,58	7,08	38.39
											CKR-2	5,50	10,40	8,48	14.24
Mookervart (Tangerang, Banten)	MKV-1	5,10	13,35	9,20	4.60	MKV-5	7,60	12,78	9,44	2,89	GRL-6	3,32	12,15	8,51	5.08
											CLW2-4	5,93	8,58	7,08	38.39
											CKR-2	5,50	10,40	8,48	14.24
Angke (Tangerang, Banten)	ANK-1	4,95	11,95	7,89	7.86	ANK-3	5,09	12,17	9,49	1,61	GRL-6	3,32	12,15	8,51	5.08
											CLW2-4	5,93	8,58	7,08	38.39
											CKR-2	5,50	10,40	8,48	14.24
Tarum Barat (Bekasi, Jawa Barat)	TRB-1	3,39	6,21	4,49	37.36	TRB-2	2,15	6,85	4,47	4,53	TRB-3	2,88	6,85	4,78	15.84
Buaran (Bekasi, Jawa Barat)	BRN-1	7,21	15,52	11,25	0.43	BRN-5	8,50	16,39	12,29	1,54	CKG-7	6,24	12,08	8,26	3.57
Jati Kramat (Bekasi, Jawa Barat)	JTK-1	8,24	13,38	10,11	0.39	JTK-2	7,24	13,37	10,00	2,91	KNT-3	5,95	11,22	7,51	9.75
Cakung (Bekasi, Jawa Barat)	CKG-1	8,08	12,70	10,26	0.09	CKG-4	8,73	12,08	10,10	0,06	CKG-7	6,24	12,08	8,26	3.57
						CKG-5	7,27	12,30	9,85	0,22					
KESELURUHAN		2,32	15,52	7,72	6,40		2,15	16,39	9,13	5,96	2,88		13,36	8,24	14,88

Lebih lanjut, **Tabel 3.5** memberikan informasi bahwa setelah memasuki wilayah DKI Jakarta, sungai-sungai memperoleh beban pencemaran yang semakin berat. Pada titik pemantauan sungai di wilayah pusat Jakarta atau dapat diasumsikan di area “Tengah” DKI Jakarta, berubah status dari yang sebelumnya dominan cemar sedang menjadi dominan cemar sedang-berat, kecuali di ruas Sungai Tarum Barat. Nilai rata-rata IP yang diperoleh meningkat 1,41 poin dari 7,72 menjadi 9,13 (**Gambar 3.5**). Kemudian pada ujung/titik keluar aliran di wilayah utara Jakarta atau dapat dikatakan di area “Hilir” DKI Jakarta, nilai IP atau status mutu air mengalami sedikit perbaikan (**Tabel 3.5**). Namun demikian merujuk pada tabel yang sama, besaran debit air di area “Hilir” tercatat jauh lebih besar dibandingkan dengan debit air area “Tengah”, sehingga beban pencemaran sungai tetap dihitung lebih besar di area “Hilir”. Hal ini berkaitan dengan karakteristik segmen hilir yang memiliki lebar dan kedalaman sungai lebih besar, sehingga meningkatkan daya tampung terhadap cemaran.

Kondisi baik ditemukan pada ruas Sungai Tarum Barat yakni memiliki nilai IP cukup stabil yaitu tergolong cemar ringan-sedang dengan nilai IP sebesar 2-7 baik di area “Hulu”, “Tengah”, maupun “Hilir” sungai (**Tabel 3.5**). Hal ini karena aliran Sungai Tarum Barat tidak menjadi daerah tangkapan air (DTA) bagi lingkungan sekitar yang dilewatinya, sehingga lebih terjaga dari kontaminasi cemaran di sekitarnya. Sungai ini merupakan aliran dari Waduk Jatiluhur yang didesain “layaknya” irigasi yang diperuntukkan bagi kebutuhan pengolahan air baku air minum, berposisi lebih tinggi dibandingkan dengan lahan sekitar, serta didesain tidak memiliki inlet dari saluran/sungai lain.

3.2.2. Penyajian Spasial Status Mutu Air Sungai

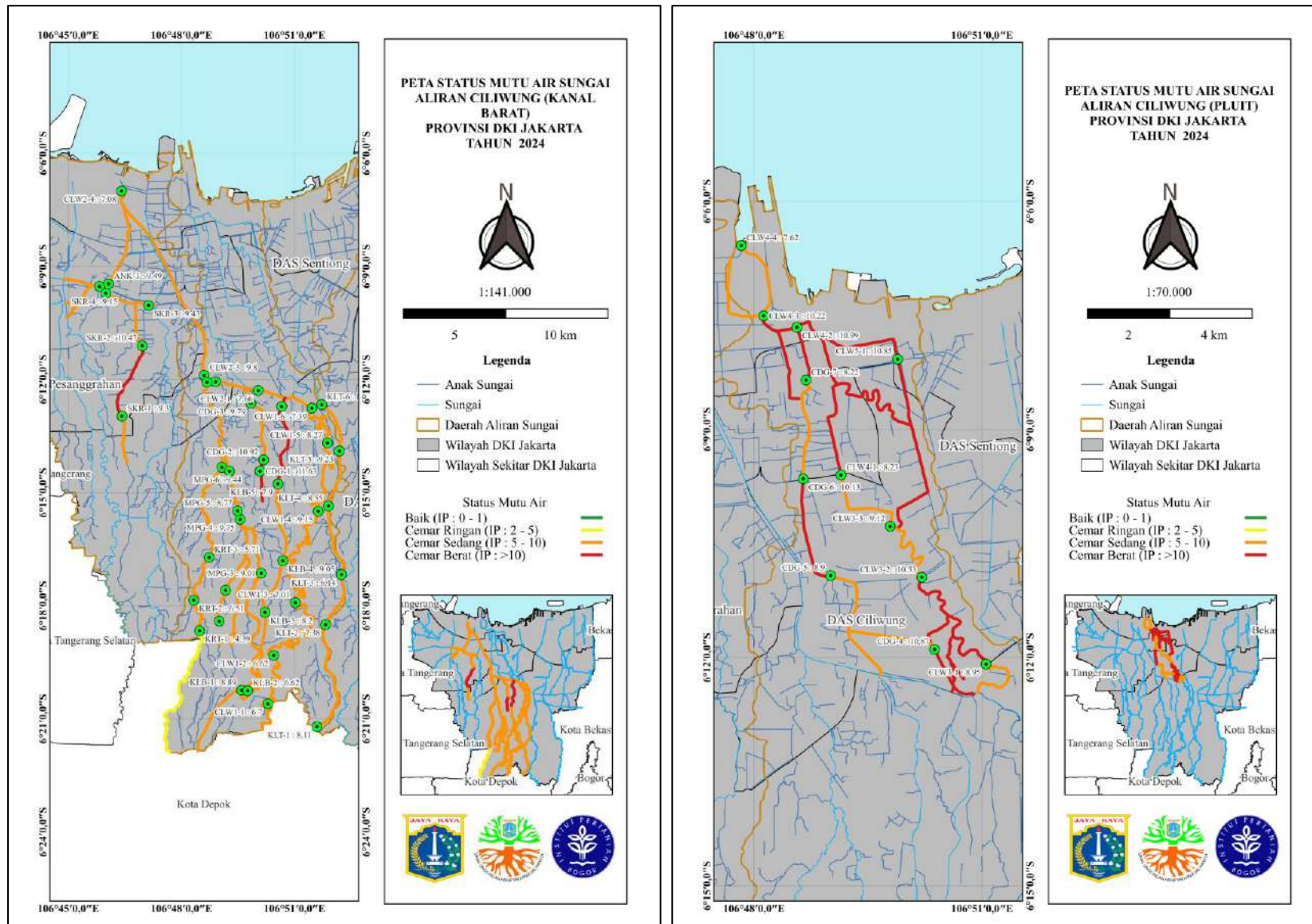
Evaluasi spasial status mutu air sungai juga dilakukan dengan membuat peta sebaran warna aliran sungai berdasarkan kategori status mutu air sungai yang berbasis pada nilai rata-rata indeks pencemaran (IP) selama pemantauan tahun berjalan (2024) pada setiap titik pemantauan. Warna aliran sungai yang mencerminkan kondisi status mutu air sungai divisualisasikan di dalam peta dalam tampilan warna yang berbeda-beda yakni hijau (baik), kuning (cemar ringan), oranye (cemar sedang), dan merah (cemar berat). Kondisi status mutu air sungai di setiap titik pemantauan digambarkan dengan warna aliran sungai tertentu (sesuai kategorinya) ke arah hulu hingga batas titik pemantauan sebelumnya atau dengan kata lain sesuai batas daerah tangkapan air (DTA) dari setiap titik pemantauan. Melalui evaluasi spasial ini, diharapkan kondisi status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024 pada 120 titik pemantauan dapat terinformasikan dan dipahami dengan lebih mudah.

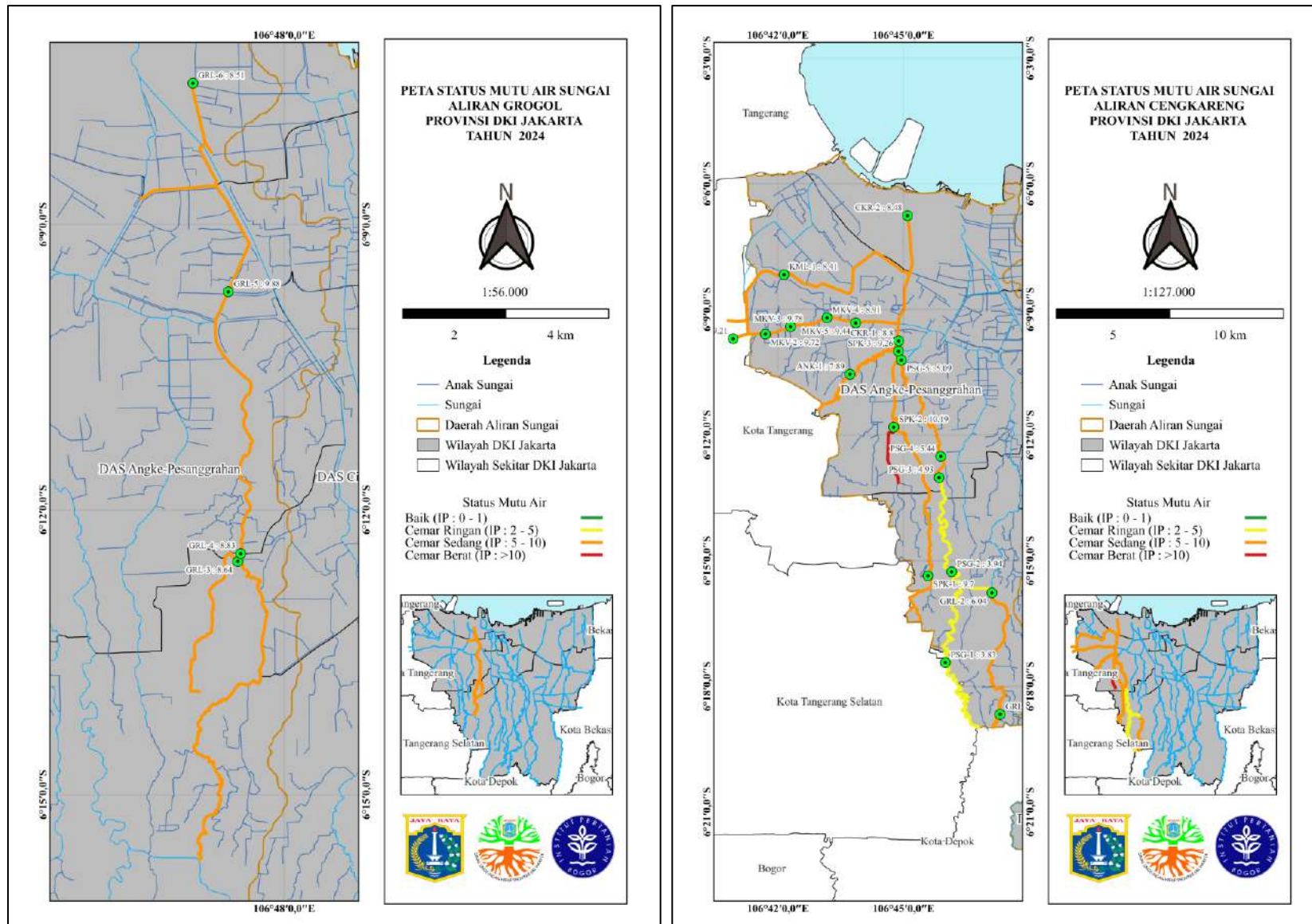
Berdasarkan hasil analisis dan pengamatan lapangan, terdapat ruas-ruas sungai (terutama yang berukuran besar) yang saling terkoneksi dengan beberapa ruas sungai lainnya, sehingga evaluasi spasial status mutu air sungai menurut ruas sungai masing-masing divisualisasikan ke dalam 11 peta spasial meskipun terdapat total 23 ruas sungai. Visualisasi 11 peta spasial tersebut adalah (1) Ciliwung (Kanal Barat); (2) Ciliwung (Pluit); (3) Grogol; (4) Cengkareng; (5) Kamal; (6) Kalibaru Timur; (7) Kanal Timur; (8) Sunter; (9) Cakung; (10) Blencong; dan (11) Tarum Barat.

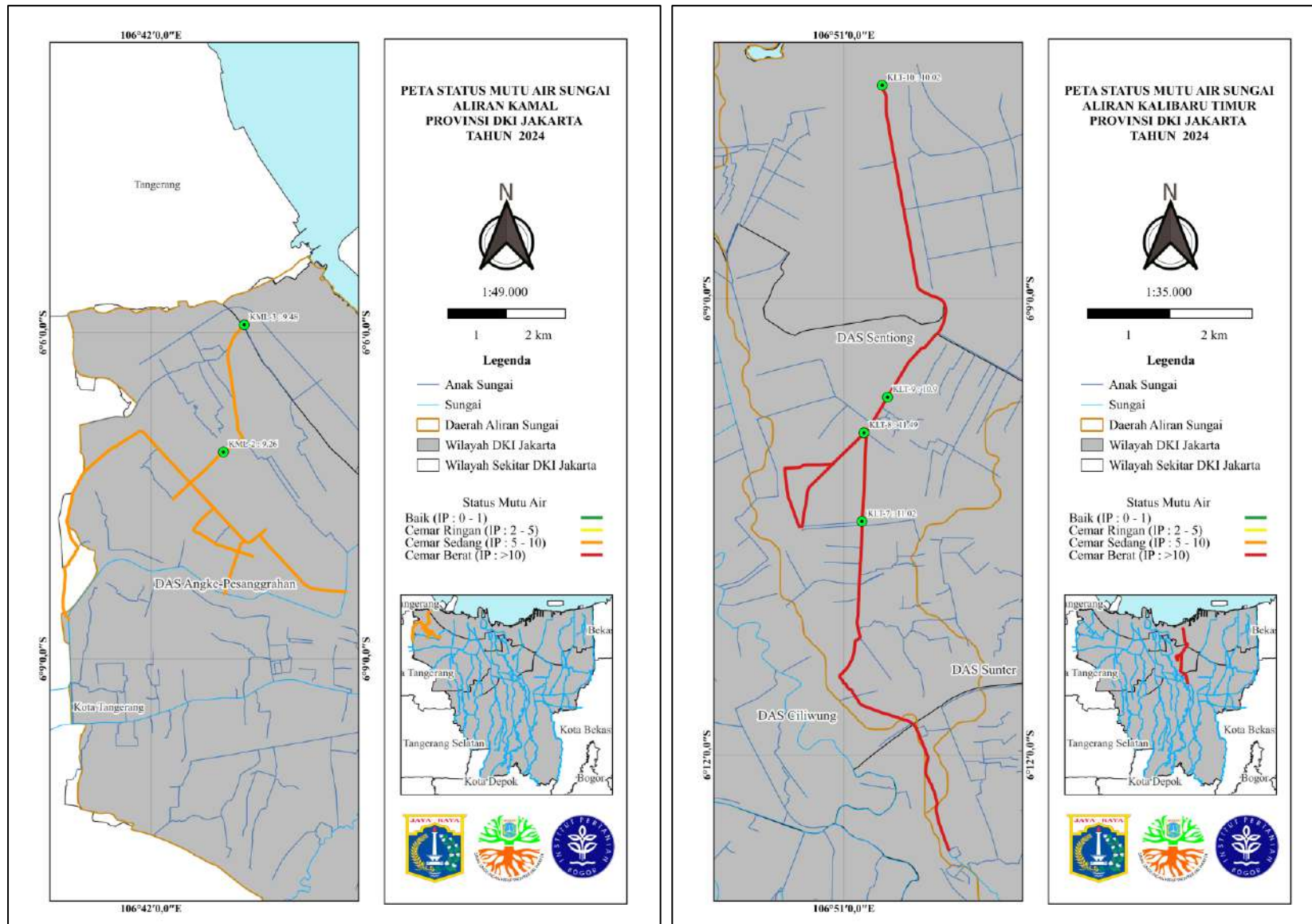
Penyajian spasial status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan nilai IP rata-rata selama pemantauan tahun 2024 menurut kelompok aliran sungai dan secara keseluruhan wilayah DKI Jakarta disajikan melalui **Gambar 3.6**, sedangkan tabulasi nilainya secara lengkap disampaikan melalui **Lampiran 4**. Berdasarkan penyajian spasial status mutu air sungai tersebut, dapat dirangkum kondisi status mutu air sungai di wilayah Provinsi DKI Jakarta dalam sebuah tabulasi yang disampaikan melalui **Tabel 3.6**. Aliran-aliran sungai yang memiliki status mutu air terburuk tahun 2024 banyak tersebar di wilayah Jakarta Utara dan Timur. Hal ini sangat beralasan mengingat area tersebut merupakan area “Hilir” sungai dan dipadati oleh aktivitas antropogenik di sekitarnya seperti pemukiman, industri, atau pergudangan yang bahkan sampai mengakuisisi sisi kiri dan kanan sempadan sungainya (**Lampiran 15**). Teramati pula bahwa kondisi air pada lokasi-lokasi tersebut cenderung memiliki kecepatan aliran yang rendah, berwarna hitam, dan berbau (subbab **3.4.1. Hidrologi dan Fisik Air Sungai**)

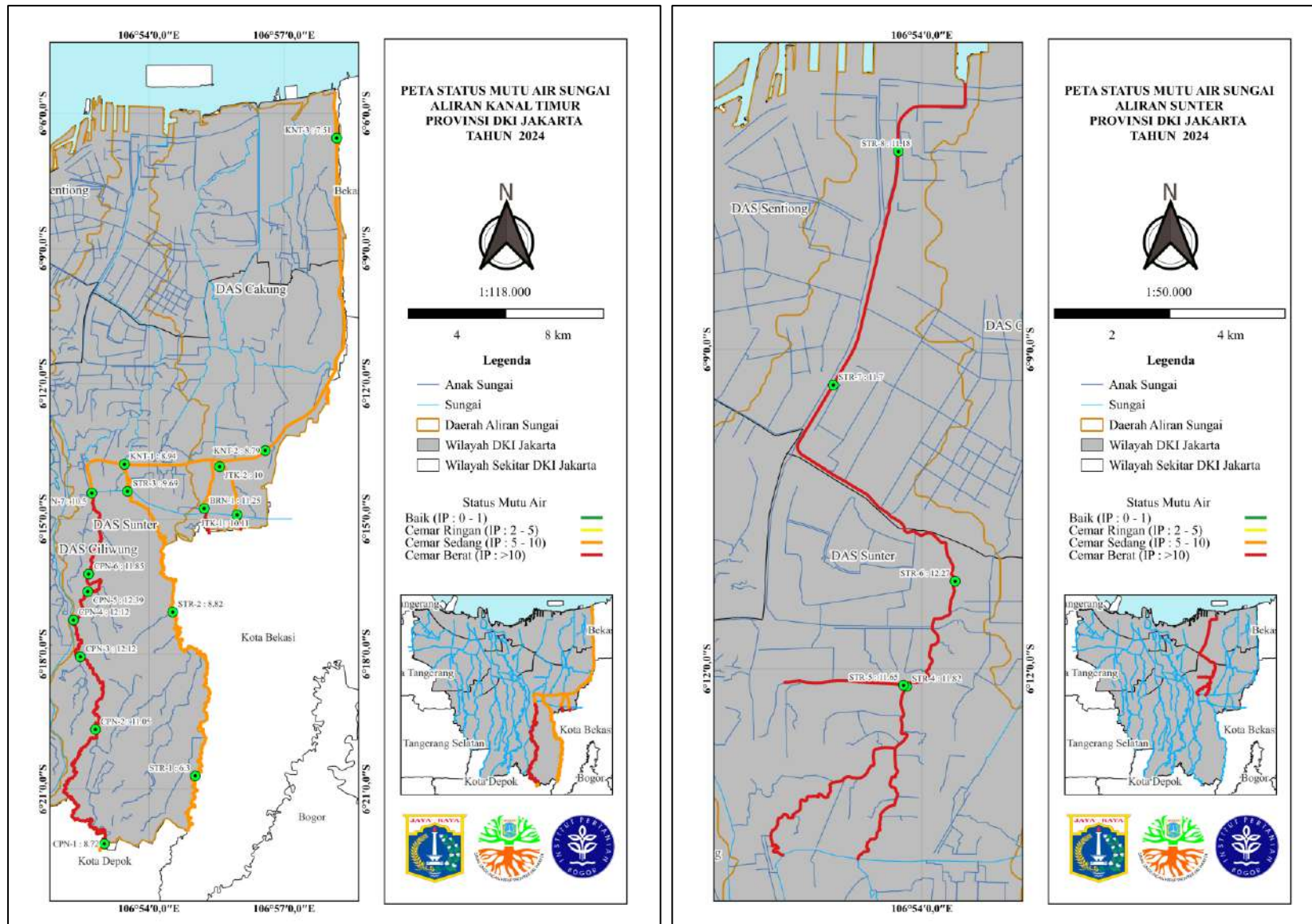
Tabel 3.6. Rangkuman kondisi status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024 berdasarkan kelompok aliran sungai.

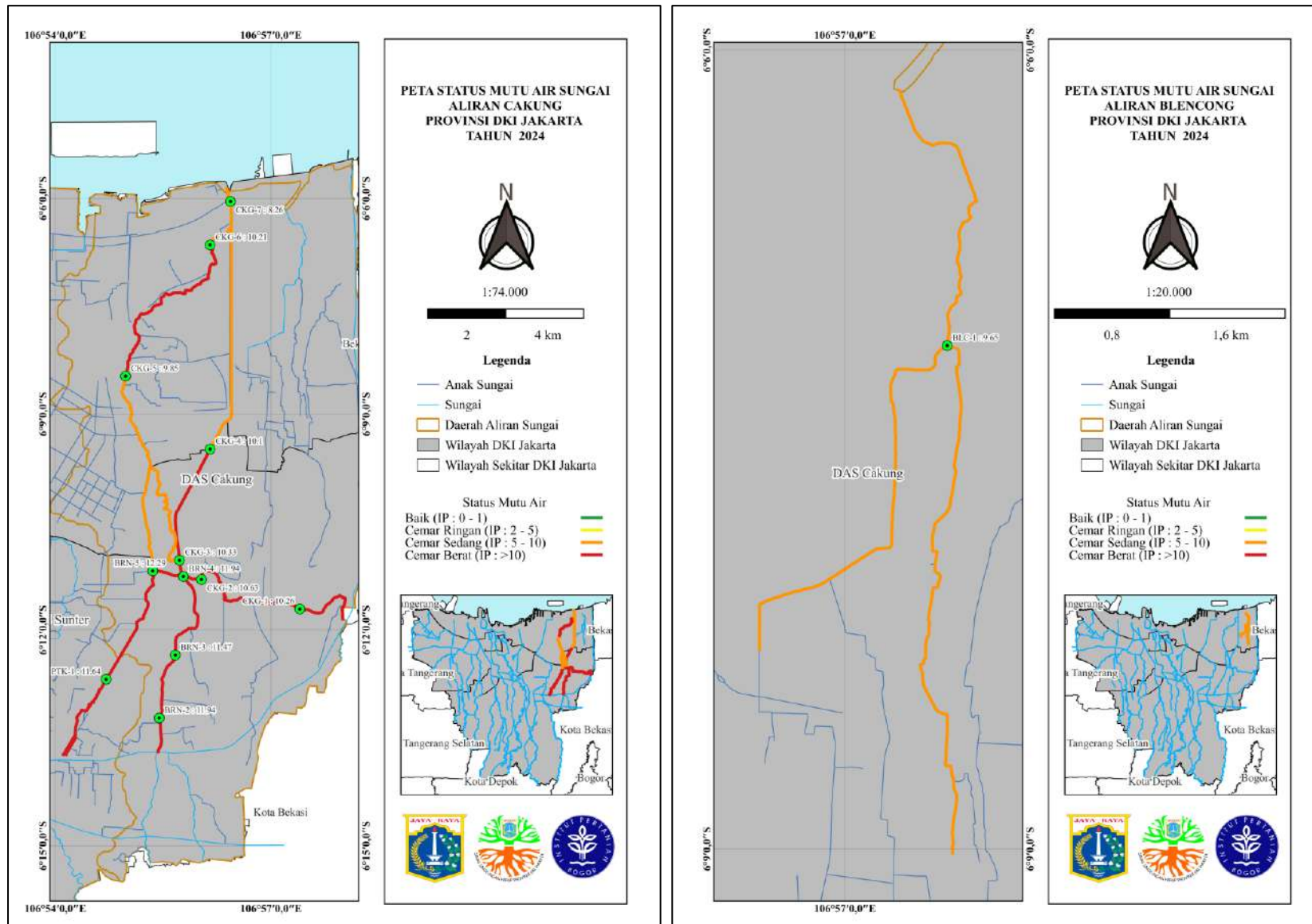
Dominansi Kondisi Status Mutu Air Sungai	Kelompok Aliran Sungai
Cemar Ringan	• Tarum Barat
Cemar Sedang	• Ciliwung (Kanal Barat) • Grogol • Cengkareng • Kamal • Blencong
Cemar Sedang & Berat	• Kanal Timur • Cakung
Cemar Berat	• Ciliwung (Pluit) • Kalibaru Timur • Sunter

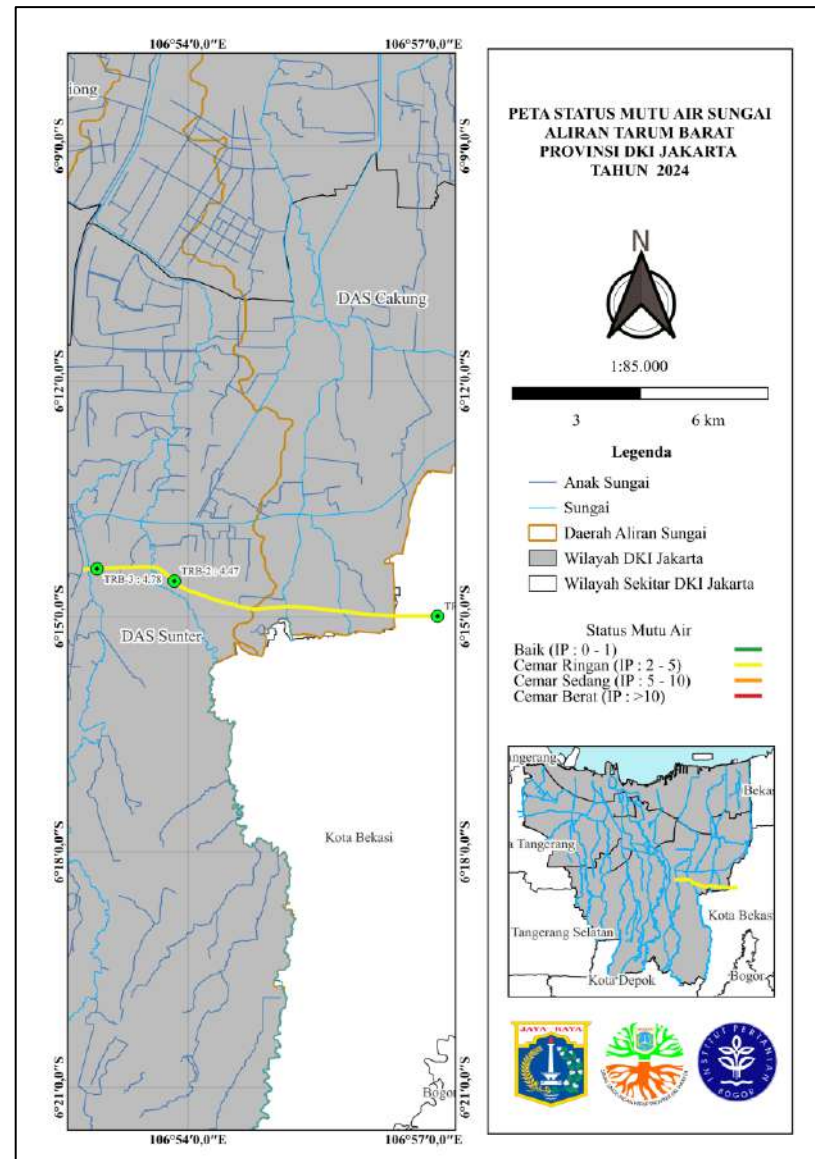


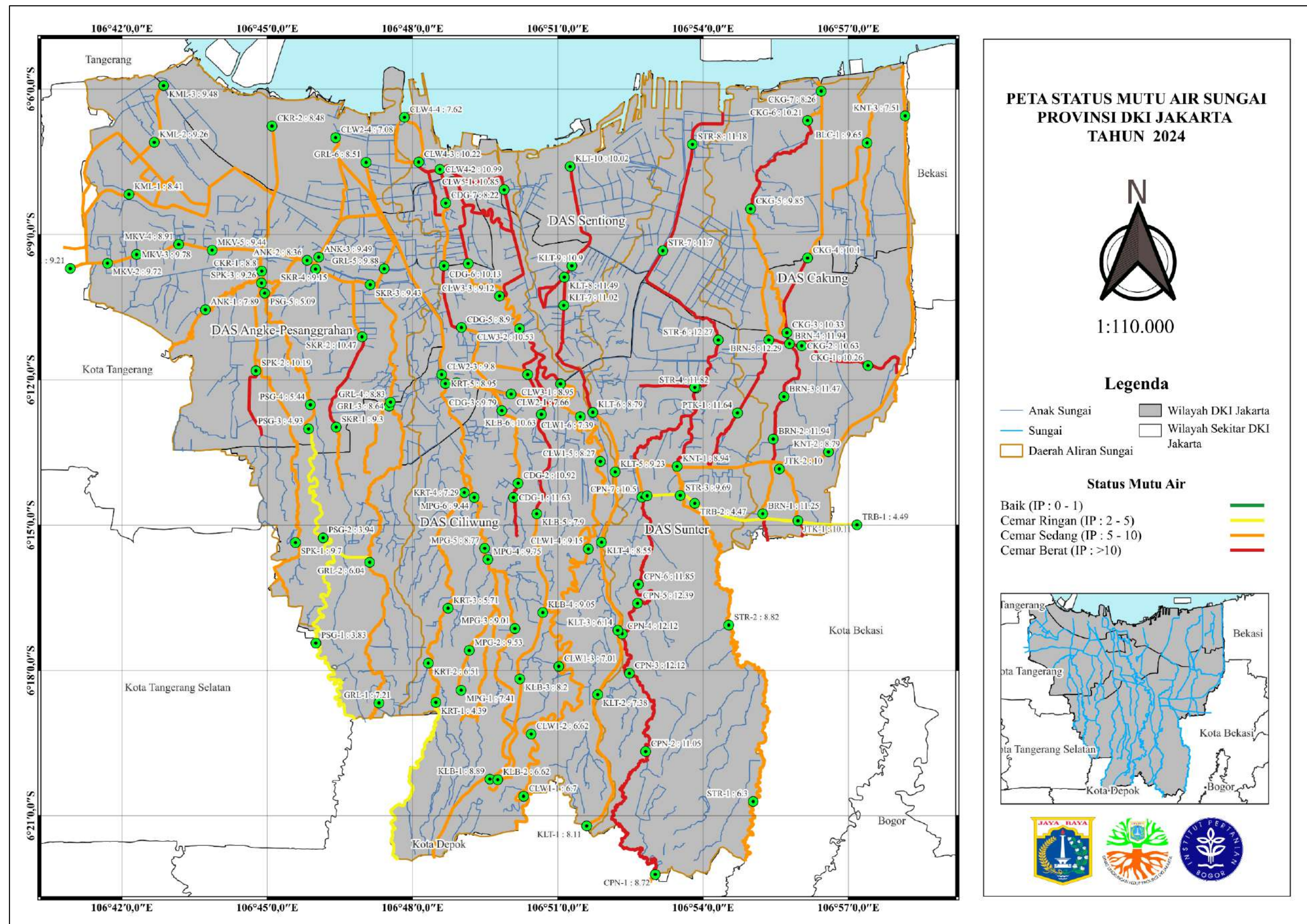












3.3. Analisis dan Evaluasi Parameter Pencemar Utama (PPU) Sungai

Kondisi kualitas air sungai merupakan kombinasi pengaruh berbagai parameter kualitas air baik komponen parameter fisika, kimia, maupun biologi. Buruknya kondisi kualitas air sungai disebabkan oleh satu atau beberapa parameter yang nilainya tinggi melebihi baku mutu yang disyaratkan. Parameter semacam itu dapat dikatakan sebagai parameter pencemar dan yang berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan nilai status mutu air dapat diistilahkan sebagai parameter pencemar utama.

Analisis dan evaluasi parameter-parameter kualitas air sungai dibagi ke dalam beberapa kelompok berdasarkan tingkat cemarannya merujuk pada kriteria pengelompokan yang disampaikan melalui **Tabel 2.11**, guna mengungkap parameter pencemar utama sungai di wilayah DKI Jakarta. Proses analisis penentuan kelompok parameter pencemar ini dilakukan secara periodik maupun secara kumulatif menggunakan *data series* hasil pemantauan selama enam tahun (2018, 2019, 2021, 2022, 2023, dan 2024). Jumlah dataset (himpunan data) parameter pemantauan kualitas air sungai selama kurun waktu tersebut selengkapnya dapat ditinjau pada **Lampiran 2**. Analisis secara periodik dilakukan untuk melihat dinamika PPU sungai di Provinsi DKI Jakarta secara periodik selama periode pemantauan tersebut dan menampilkannya ke dalam bentuk grafik perubahan peringkat. Di sisi lain, analisis secara kumulatif dimaksudkan untuk menentukan PPU sungai dan besaran tingkat cemarannya secara kumulatif selama enam tahun pemantauan.

Hasil pengelompokan parameter pencemar berdasarkan kriteria-kriteria yang dijelaskan pada **Tabel 2.11**, secara periodik maupun kumulatif selama pemantauan tahun 2018-2024 disampaikan secara rinci pada **Lampiran 11** dan diilustrasikan melalui **Gambar 3.7**. Secara kumulatif, parameter pencemar utama (PPU) sungai di wilayah DKI Jakarta berdasarkan hasil pemantauan selama tahun 2018-2024 adalah ***fecal coliform***, ***total coliform***, dan **amoniak (NH₃)** (**Tabel 3.7**). Parameter klorin bebas (peringkat 6 pada **Tabel 3.7**), dikecualikan dari kelompok parameter pencemar utama karena mengalami tren penurunan/perbaikan nilai yang sangat signifikan selama tahun 2023-2024. Kondisi ini diperkirakan akan terus berlanjut pada tahun-tahun berikutnya, karena perbaikan terjadi akibat perubahan metode pengukuran menjadi *in situ* yang mengurangi peluang kesalahan akibat keberadaan senyawa pengganggu. Pada pemantauan tahun-tahun sebelumnya, proses analisis klorin bebas dilakukan di laboratorium yang membutuhkan waktu lebih lama, sehingga berpotensi menghadirkan senyawa pengganggu yang menimbulkan bias pada hasil analisis.

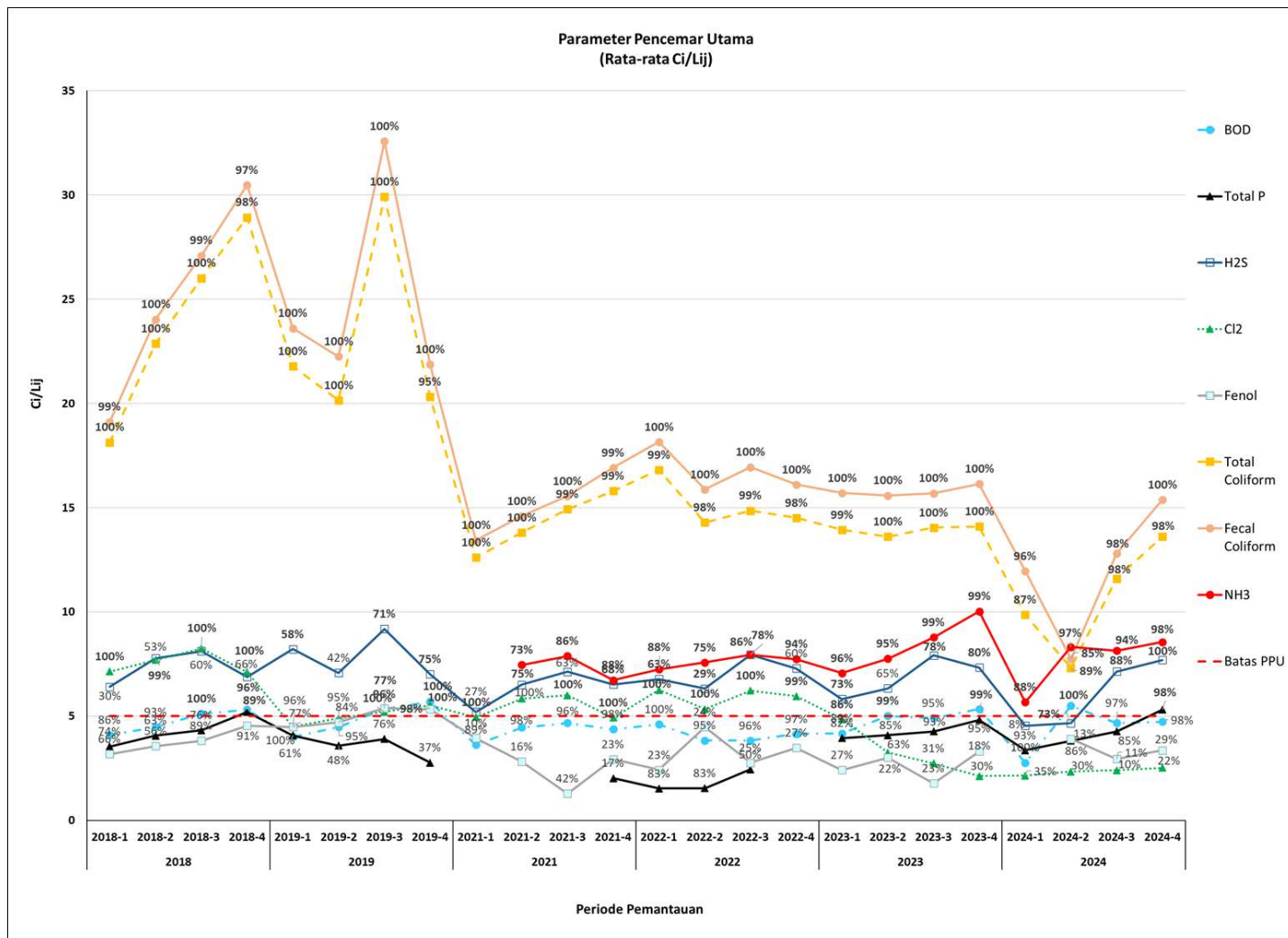
Berdasarkan analisis secara periodik yang ditunjukkan oleh grafik pada **Gambar 3.7** dan hasil tabulasi pada **Lampiran 11**, terdapat 8 (delapan) parameter yang pernah terklasifikasi sebagai PPU sungai selama tahun 2018-2024 yaitu parameter ***fecal coliform***, ***total coliform***, klorin bebas (Cl₂), hidrogen sulfida (H₂S), BOD, total P, fenol, dan amoniak (NH₃). Terdapat 3 dari 8 parameter yang terpantau paling konsisten menjadi PPU sungai secara periodik selama enam tahun pemantauan yaitu ***fecal coliform***, ***total coliform***, dan **amoniak (NH₃)** (**Gambar 3.7** dan **Lampiran 11**). Parameter-parameter yang tergolong sebagai PPU pada **Gambar 3.7** dicirikan dengan posisinya yang berada di atas garis putus-putus warna merah dan memiliki persentase yang dicetak **tebal (*bold*)** ($\geq 70\%$).

Tabel 3.7. Hasil analisis pengelompokan parameter pencemar sungai secara kumulatif berdasarkan data pemantauan tahun 2018-2024.

Peringkat	Parameter	Total Nilai Ci/Li> 1	Kejadian Tidak Memenuhi Baku Mutu (Ci/Li> 1)		Rata-rata Ci/Li> 1	Kelompok Pemenuhan Baku Mutu Kualitas Air Sungai
			Frekuensi	%		
1	<i>Fecal Coliform</i>	48.372	2.689	98,79%	17,99	Parameter Pencemar Utama
2	<i>Total Coliform</i>	44.114	2.673	98,20%	16,50	
3	NH₃	12.674	1.618	89,89%	7,83	
4	H ₂ S	11.872	1.683	61,83%	7,05	Parameter Pencemar Lainnya
5	BOD	11.868	2.613	96,00%	4,54	
6	Cl₂	11.520	2.115	77,73%	5,45	
7	COD	7.572	2.134	78,40%	3,55	
8	Total P	5.660	1.350	49,60%	4,19	
9	DO	4.305	2.203	80,93%	1,95	
10	NO ₂ ⁻	3.999	1.162	42,69%	3,44	
11	Fenol	3.925	987	36,26%	3,98	
12	Warna	3.807	1.156	64,22%	3,29	
13	MBAS	3.805	1.070	41,12%	3,56	
14	TSS	2.366	939	34,50%	2,52	
15	CN ⁻	816	423	29,38%	1,93	
16	Total N	623	348	29,00%	1,79	
17	Mn	494	137	57,08%	3,60	Parameter yang Cenderung Memenuhi Baku Mutu
18	Fe	222	98	40,83%	2,27	
19	TDS	414	131	4,81%	3,16	
20	Cl ⁻	405	102	5,67%	3,97	
21	Zn	348	123	4,52%	2,83	
22	Minyak dan Lemak	318	152	5,58%	2,09	
23	Cr ⁶⁺	180	92	3,38%	1,96	
24	Pb	167	79	2,90%	2,11	
25	Cu	145	46	1,69%	3,15	
26	Cd	86	13	0,48%	6,62	
27	pH	24	16	0,59%	1,49	
28	Ni	19	8	0,44%	2,42	
29	SO ₄ ²⁻	15	5	0,28%	3,01	
30	F	14	4	0,15%	3,47	
31	Hg	8	5	0,18%	1,62	
32	NO ₃ ⁻	1	1	0,04%	1,21	

Keterangan:

Parameter yang dicetak **tebal (*bold*)** memenuhi kriteria sebagai Parameter Pencemar Utama (PPU) pada **Tabel 2.11**.



Gambar 3.7. Pemeringkatan parameter pencemar utama sungai di Provinsi DKI Jakarta secara periodik selama tahun 2018-2024 (beserta besaran nilai rata-rata Ci/Li > 1 dan persentase kejadian tidak memenuhi baku mutu).

Parameter *fecal coliform* dan *total coliform* hampir selalu memiliki frekuensi kejadian melebihi baku mutu sebesar 100% sepanjang periode pemantauan 2018-2024 dengan nilai rata-rata Ci/Li > 1 sebesar > 10 (**Gambar 3.7** dan **Lampiran 11**). Hal ini menjadikan kedua parameter tersebut hampir selalu menjadi PPU peringkat ke-1 dan ke-2. Rata-rata nilai Ci/Li > 1 bakteri *coliform* bernilai sangat besar terutama selama periode 2018-2019 berkisar 15-35, namun pada periode pemantauan tahun 2021-2023 mengalami penurunan nilai pada kisaran 10-20 dan bahkan pada pemantauan terbaru tahun 2024 sempat mencapai kisaran 5-10. Parameter **amoniak** langsung terklasifikasi sebagai PPU peringkat ke-3 semenjak mulai dipantau pada periode 2 tahun 2021 dengan nilai rata-rata Ci/Li > 1 berkisar 5-10 (**Gambar 3.7** dan **Lampiran 11**). Amoniak mengalami tren peningkatan tingkat cemaran selama kurun waktu pemantauan tahun 2021-2024, dengan peningkatan paling signifikan terjadi pada tahun 2023. Bahkan, pada periode 1 dan 2 tahun 2024 (saat metode analisis berubah), parameter amoniak sempat menjadi parameter pencemar utama peringkat ke-1 menggeser bakteri *coliform*.

Sebanyak 5 (lima) parameter lain yang pernah terklasifikasi sebagai PPU selama tahun 2018-2024 yaitu klorin bebas (Cl_2), hidrogen sulfida (H_2S), BOD, total P, fenol secara umum memiliki nilai rata-rata Ci/Li > 1 pada rentang 0-10. Merujuk pada **Gambar 3.7**, parameter **klorin bebas (Cl_2)** dan **hidrogen sulfida (H_2S)** terlihat cukup sering berada di atas garis putus-putus warna merah (nilai rata-rata Ci/Li > 1 sebesar > 5), namun apabila ditelaah lebih lanjut kedua parameter ini tidak secara konsisten memiliki frekuensi kejadian melebihi baku mutu $\geq 70\%$, sehingga tidak termasuk sebagai PPU sungai. Bahkan, untuk parameter klorin bebas mengalami penurunan yang sangat signifikan pada nilai rata-rata Ci/Li > 1 menjadi sebesar < 5 sejak pemantauan tahun 2023 (**Gambar 3.7** dan **Lampiran 11**). Sebagaimana yang dijelaskan pada paragraf-paragraf sebelumnya, klorin bebas mengalami penurunan/perbaikan nilai akibat perubahan metode pengukuran menjadi *in situ* yang mengurangi peluang kesalahan akibat keberadaan senyawa pengganggu. Parameter **BOD** seringkali terhitung memiliki nilai rata-rata Ci/Li > 1 < 5 dan hanya terkategori sebagai PPU sungai pada beberapa periode saja yakni periode 3 dan 4 tahun 2018 dan 2019, serta periode 2 dan 4 tahun 2023 dan 2024 (**Gambar 3.7** dan **Lampiran 11**). Begitu pula dengan parameter **total P** dan **fenol** yang hanya terklasifikasi sebagai PPU sungai pada beberapa periode pemantauan saja, khususnya selama periode tahun 2018-2019 (**Gambar 3.7** dan **Lampiran 11**). Bahkan kedua parameter tersebut pernah mengalami penurunan/perbaikan nilai yang sangat drastis selama tahun 2021, terutama total P yang mencapai frekuensi kejadian melebihi baku mutu sebesar 0% atau dengan kata lain memenuhi baku mutu pada 100% lokasi pemantauan. Namun demikian, sejak tahun 2023 parameter total P kembali pada kondisi yang sama dengan periode 2018-2019 (**Gambar 3.7**). Sementara untuk parameter fenol, kondisinya masih stagnan sejak pemantauan tahun 2021 hingga 2024.

Mempertimbangkan hasil analisis dan evaluasi parameter pencemar utama (PPU) selama tahun 2018-2024, baik secara kumulatif maupun periodik, terkonfirmasi bahwa terdapat **3 (tiga) parameter pencemar utama (PPU) sungai di wilayah Provinsi DKI Jakarta yaitu *fecal coliform*, *total coliform*, dan amoniak (NH_3)**. Ketiga parameter tersebut perlu menjadi perhatian utama dikarenakan tingkat cemarannya yang bernilai sangat tinggi dan bersifat konsisten. Selain itu, parameter H_2S perlu juga mendapatkan penelaahan lebih lanjut untuk mengetahui akurasi hasil pemantauannya, karena pada saat terjadi perubahan metode analisis ke metode standar terbaru (periode 1-2 tahun

2024), parameter H₂S mengalami anomali dengan terjadinya penurunan secara drastis (seperti pada kasus total P dan fenol tahun 2021) (**Gambar 3.7**). Parameter-parameter lainnya seperti klorin bebas, BOD, total P, dan fenol terpantau bersifat inkonsisten sebagai PPU sungai, sehingga akan lebih bijak apabila pengelolaan diprioritaskan pada *fecal coliform*, *total coliform*, dan amoniak.

3.4. Analisis dan Evaluasi Kecenderungan Parameter Fisika-Kimia-Biologi Kualitas Air Sungai, serta Keterkaitan Antar Parameter yang Berhubungan

Parameter-parameter kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta ditelaah secara rinci pada laporan ini, baik untuk parameter yang diukur secara *insitu* maupun parameter yang dianalisis di laboratorium (**Tabel 2.5**). Parameter-parameter tersebut mewakili komponen hidrologi fisika, kimia, dan mikrobiologi perairan sungai. Tabulasi data hasil pengukuran *insitu* tahun 2024, laporan hasil uji sampel air dari parameter yang dipantau pada tahun 2024, dan tabulasi data parameter kualitas air sungai hasil pemantauan tahun 2021-2024 tersaji pada **Lampiran 7**, **Lampiran 8**, dan **Lampiran 9**.

Pembahasan parameter-parameter kualitas air sungai mencakup kecenderungan hasil pemantauan dari setiap parameter dan keterkaitan antar parameter yang berhubungan. Analisis dan evaluasi kecenderungan parameter fisika-kimia-biologi kualitas air sungai, serta analisis keterkaitan antar parameter yang berhubungan berbasis pada data hasil pemantauan tahun berjalan (2024) dan secara *time series* selama tahun 2021-2024 dengan pertimbangan kesetaraan pada jumlah titik pemantauan dan kekinian data seperti yang telah disampaikan pada **Tabel 2.4** dan dapat ditelaah melalui **Lampiran 2**. Pembahasan kecenderungan hasil pemantauan dari setiap parameter ini disampaikan dalam bentuk grafik data secara periodik, grafik rata-rata tahunan, dan grafik persentase pemenuhan terhadap baku mutu. Selain itu, dibahas pula dalam kerangka batas ekologis atau batas daerah aliran sungai (DAS) meliputi DAS Ciliwung, DAS Sunter, DAS Angke-Pesanggrahan, DAS Cakung, dan DAS Sentiong (**Tabel 2.2**, **Gambar 2.2**, dan **Lampiran 1**). Beberapa parameter yang memiliki keterkaitan atau hubungan satu sama lain juga dibahas secara bersamaan atau komprehensif di dalam subbab ini.

Pembahasan rinci mengenai parameter-parameter kualitas air sungai dilakukan dengan perbandingan terhadap baku mutu kelas 2 berdasarkan Lampiran VI (Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya) dari Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Sesuai dengan Pasal 527 huruf f pada PP Nomor 22 Tahun 2021, apabila Pemerintah atau Pemerintah Daerah belum menetapkan Baku Mutu Air pada badan air permukaan, maka penilaian kualitas air menggunakan Baku Mutu Air kelas 2 sebagaimana tercantum dalam Lampiran VI yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari PP No 22 tahun 2021. Pembahasan rinci juga dibuatkan skala prioritasnya menurut tingkat cemaran masing-masing parameter ke dalam tiga kelompok besar, meliputi i) Parameter Pencemar Utama (PPU), ii) Parameter Pencemar Lainnya, iii) Parameter yang Cenderung Memenuhi Baku Mutu. Pengelompokan ini merujuk pada hasil analisis pengelompokan parameter pencemar sungai secara kumulatif seperti yang disampaikan pada **Tabel 3.7**. Parameter-parameter yang tidak memiliki baku mutu (sehingga tidak diketahui dengan jelas tingkat cemarannya) seperti kelompok parameter hidrologi dan fisik air sungai, dibahas dalam kelompok yang terpisah dan lebih awal untuk memberikan gambaran umum kondisi lingkungan sungai.

Sehubungan dengan telah berlakunya baku mutu air sungai berdasarkan Lampiran VI PP 22/2021 yang menggantikan PP 82/2001, maka sejak pemantauan periode 2 tahun 2021 ditambahkan beberapa parameter kualitas air sungai berupa warna, sulfat, klorida, amoniak, Total N, dan logam Nikel (Ni). Sianida (CN) menjadi parameter tambahan terbaru yang mulai dianalisis pada tahun 2022. Pada tahun 2024, dilakukan lagi penambahan parameter lainnya yang tergolong pada kelompok parameter logam dan pestisida seperti Arsen (As), Kobalt (Co), Barium (Br), Boron (B), Selenium (Se), Besi (Fe), Mangan (Mn), *Aldrin/Dieldrin*, *BHC*, *Chlordane*, *DDT*, *Endrin*, *Heptachlor*, *Lindane*, *Methoxydor*, dan *Toxaphene*. Dengan demikian, evaluasi kecenderungan antar tahun untuk parameter-parameter tambahan tersebut ditelaah dalam laporan ini sesuai dengan ketersediaan data yang selengkapny dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

Pada pemantauan tahun 2024, diaplikasikan tiga metode analisis yang berbeda pada analisis parameter *total coliform* dan *fecal coliform* sebagaimana yang telah dijelaskan pada subbab 3.1.1.2. **Indeks Pencemaran (IP)** yakni meliputi metode analisis *multiple tube* yang dibatasi tingkat pengencerannya (periode 1 dan 3), metode analisis *multiple well* (periode 2), dan metode analisis *multiple tube* tanpa batas pengenceran (periode 4). Periode 1 dan 3 menggunakan metode yang sama yakni *multiple tube* yang dibatasi tingkat pengencerannya, namun hasil analisis pada pemantauan periode 3 menggunakan batas atas deteksi nilai *coliform* yang lebih rendah dibandingkan dengan periode 1. Oleh karena perbedaan batas atas deteksi tersebut, maka nilai *total coliform* dan *fecal coliform* pada periode 3 tahun 2024 disesuaikan dengan aturan sebagai berikut:

- Data yang bernilai >160.000 MPN/100 ml pada periode 3 tahun 2024 dan bernilai $>1.600.000$ MPN/100 ml sebanyak ≥ 5 kali ($>30\%$ kejadian) selama tahun 2021-2024 $\rightarrow$ diubah menjadi $>1.600.000$ MPN/100 ml.
- Data yang bernilai >160.000 MPN/100 ml pada periode 3 tahun 2024 dan bernilai $>1.600.000$ MPN/100 ml sebanyak ≤ 5 kali ($>30\%$ kejadian) selama tahun 2021-2024 $\rightarrow$ diubah menjadi 161.000 MPN/100 ml.

3.4.1. Hidrologi dan Fisik Air Sungai

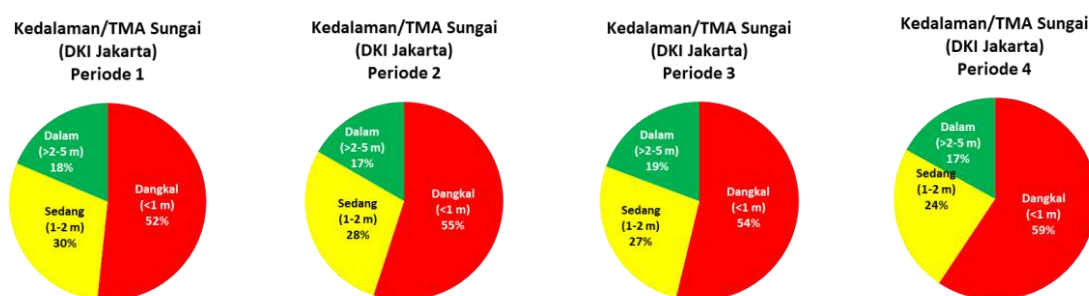
Tinjauan terhadap kondisi hidrologi dan fisik air sungai membahas mengenai parameter-parameter yang pengukurannya dilakukan secara langsung (*insitu*) di titik pemantauan dan tidak memiliki nilai baku mutu sebagai pembanding. Parameter-parameter tersebut bersumber dari data hasil pengukuran *insitu* selama tahun 2024. Pembahasan pada subbab ini terbagi ke dalam dua *cluster*/kelompok, yakni:

- i) Kondisi hidrologi, meliputi parameter kedalaman air/tinggi muka air (TMA), lebar penampang basah, kecepatan aliran, dan debit air.
- ii) Parameter fisik air sungai, meliputi suhu, salinitas, kecerahan, kekeruhan, bau, keberadaan lapisan minyak, warna tampak, dan keberadaan sampah. Beberapa parameter fisik tidak dibahas pada subbab ini, karena parameter tersebut memiliki kaitan dengan parameter kualitas air lainnya, sehingga pembahasannya dilakukan lebih komprehensif dengan parameter kualitas air lainnya pada subbab pemenuhan baku mutu air sungai.

3.4.1.1. Hidrologi

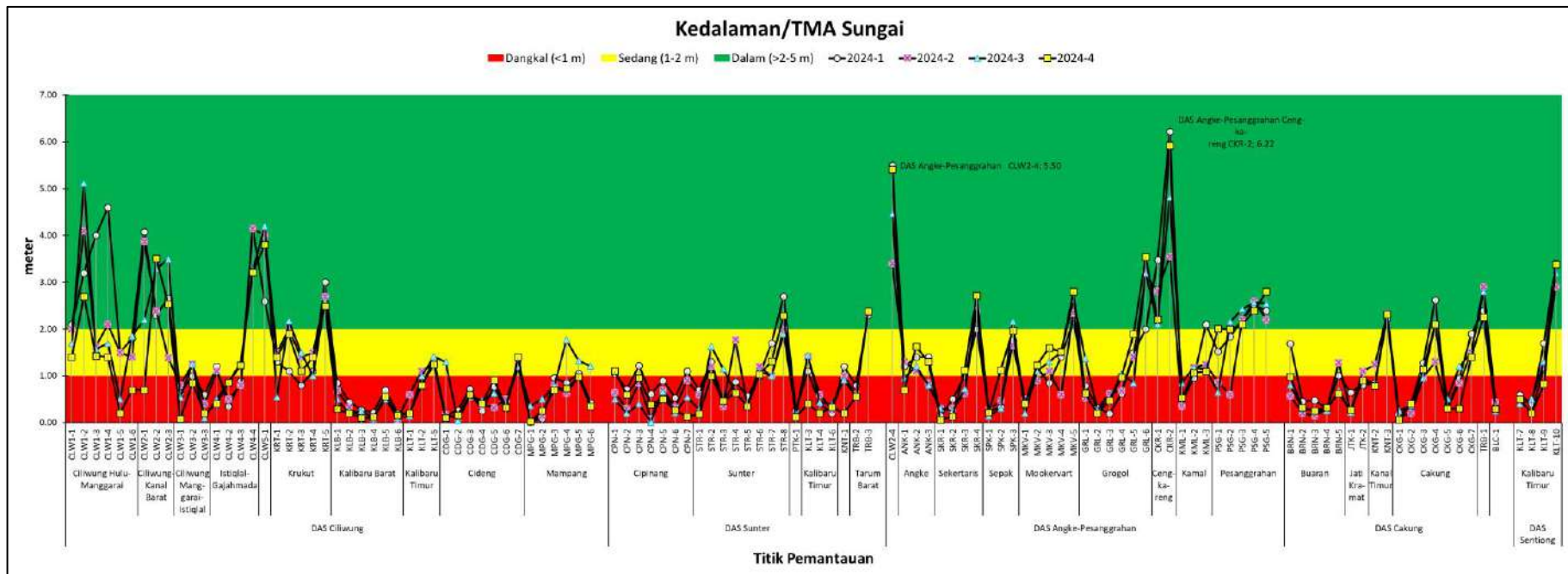
a. Kedalaman Air/Tinggi Muka Air (TMA) Sungai

Kedalaman air sungai di 120 titik pemantauan pada periode 1, periode 2, periode 3, dan periode 4 masing-masing berkisar 0,02-6,22 m, 0,03-4,15 m, 0,01-5,12 m, dan 0,03-5,92 m. Kedalaman air sungai yang terukur dikategorikan menjadi tiga yaitu dangkal (<1 m), sedang (1-2 m), dan dalam (>2-5 m). Perairan dengan kategori dangkal terukur paling banyak selama pemantauan periode 4 yaitu 59% (70 dari 120), pemantauan periode 3 yaitu 54% (64 dari 120), pemantauan periode 2 yaitu 55% (66 dari 120) titik pemantauan, sedangkan pada periode 1 tercatat 52% (61 dari 120) titik pemantauan (**Gambar 3.8**). Ruas-ruas sungai yang tercatat memiliki kedalaman air sungai terkategori dangkal pada 100% titik pemantauannya adalah Sungai Kalibaru Barat, Sungai Petukangan, dan Sungai Blencong (**Gambar 3.9**).



Gambar 3.8. Persentase kategori kedalaman air/TMA sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

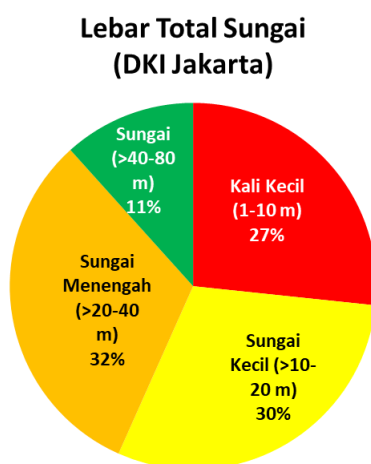
Titik-titik pemantauan yang memiliki kedalaman terkategori sedang mengalami penurunan pada periode 4 (24% atau 28 titik), apabila dibandingkan dengan periode-periode sebelumnya yaitu periode 3 (27% atau 32 titik), periode 2 (28% atau 34 titik), dan periode 1 (30% atau 35 titik) (**Gambar 3.8**). Apabila dicermati lebih lanjut, nilai persentase kedalaman air tidak banyak mengalami perubahan. Berdasarkan nilai rata-rata kedalaman air pada setiap periode, nilai rata-rata tertinggi terjadi pada saat pemantauan periode 1. Hasil tersebut dapat dimungkinkan terjadi karena pada periode 1 termasuk musim hujan, sedangkan periode 2 termasuk musim peralihan 1, periode 3 termasuk musim kemarau, dan periode 4 termasuk musim peralihan 2 sehingga berpengaruh pada volume curah hujan yang turut mempengaruhi besaran volume air sungai. Ruas sungai yang terpantau cukup dominan memiliki kedalaman air sungai terkategori sedang adalah Sungai Krukut, Sunter bagian hilir dan Angke. Di sisi lain, terdapat satu sungai yang secara keseluruhan konsisten menunjukkan tingkat kedalaman terkategori dalam yaitu Sungai Cengkareng (**Gambar 3.9**). Tinjauan berdasarkan segmentasi sungai mengungkap bahwa sebagian besar ruas sungai di Provinsi DKI Jakarta cenderung memiliki kedalaman perairan yang lebih dalam pada segmen hilir (**Gambar 3.9**).



Gambar 3.9. Kedalaman air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

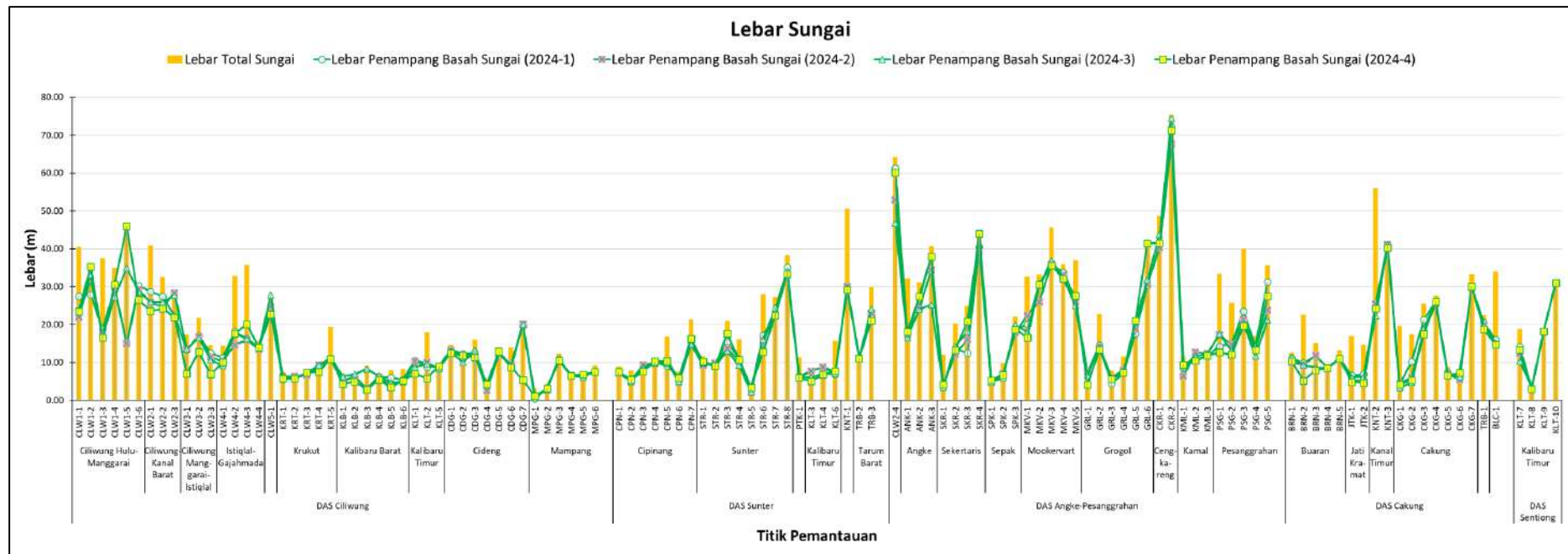
b. Lebar Sungai

Lebar sungai yang diukur meliputi lebar penampang basah, lebar penampang kering, dan lebar total. Lebar penampang basah adalah lebar badan sungai yang terisi oleh air, lebar penampang kering merupakan lebar horizontal badan sungai yang tidak terisi oleh air, sedangkan lebar total merupakan penjumlahan kedua lebar tersebut. Berdasarkan kisaran nilai yang terukur, lebar total sungai dikelompokkan menjadi 4 (empat) kategori mengacu pada Kern (1994) dalam Maryono (2008) yaitu Kali Kecil (1-10 m), Sungai Kecil (>10-20 m), Sungai Menengah (>20-40 m), dan Sungai (>40-80 m). Lebar total pada sungai-sungai di Provinsi DKI Jakarta dominan tergolong pada kategori Sungai Menengah (>20-40 m) yakni sebanyak 32% titik pemantauan (39 titik). Kategori Sungai (>40-80 m) hanya ditemukan pada 11% titik pemantauan (13 titik) (**Gambar 3.10**). Ruas-ruas sungai yang memiliki lebar total tergolong Sungai (>40-80 m) di antaranya adalah Sungai Ciliwung (sub jaringan Ciliwung Hulu-Manggarai dan Ciliwung-Kanal Barat), Kanal Timur, Angke, Sekertaris, Mookervart, Grogol, dan Cengkareng (**Gambar 3.11**).



Gambar 3.10. Persentase kategori lebar total sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

Hasil pengukuran lebar penampang basah rata-rata pada setiap periode pemantauan tidak menunjukkan banyak perubahan (**Gambar 3.11**). Secara umum, hasil pengukuran lebar basah pada periode 1 yang merupakan musim hujan cenderung lebih tinggi dibandingkan periode 2, 3, dan 4 yang merupakan musim peralihan 1, musim kemarau, dan musim peralihan 2. Berdasarkan **Gambar 3.11**, diketahui bahwa titik pemantauan dengan tingkat tutupan air sungai (rasio lebar penampang basah terhadap lebar total) yang termasuk tinggi dengan rasio >75% terpantau cukup banyak, yaitu 74 titik pada periode 1, 67 titik pada periode 2 dan periode 3, dan 60 titik pada periode 4. Selisih yang tidak terlalu jauh antara lebar basah dengan lebar total menandakan bahwa sebagian besar sungai di Provinsi DKI Jakarta tidak memiliki sempadan/bantaran sungai, namun langsung berupa tanggul sungai. Tipe tanggul sungai di DKI Jakarta dapat dibedakan ke dalam dua jenis yakni 1) alami berupa tanah dengan ditumbuhi pohon/semak, dan 2) modifikasi berupa turap/beton, beronjong, atau tembok pemukiman/bangunan masyarakat. Lebar penampang kering terukur cukup variatif disebabkan oleh hal yang sama yaitu variasi pada tanggul sungai tersebut.



Gambar 3.11. Lebar sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

c. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran sungai yang terukur pada pemantauan periode 1 berkisar 0,00-1,33 m/det dengan kecepatan aliran tertinggi terdapat di Sungai Kalibaru Timur (KLT-6). Pada periode 2, kecepatan aliran sungai berkisar 0,00-1,05 m/det dengan kecepatan aliran tertinggi terdapat di Sungai Ciliwung sub jaringan Ciliwung Hulu-Manggarai (CLW1-1). Kecepatan aliran sungai pada periode 3 berkisar 0,00-0,91 m/det dengan kecepatan aliran tertinggi terdapat di Sungai Kalibaru Timur (KLT-6). Kecepatan aliran sungai pada periode 4 terukur pada kisaran 0,00-0,80 m/det dengan kecepatan aliran tertinggi terdapat di Sungai Tarum Barat (TRB-1) (**Gambar 3.12**).

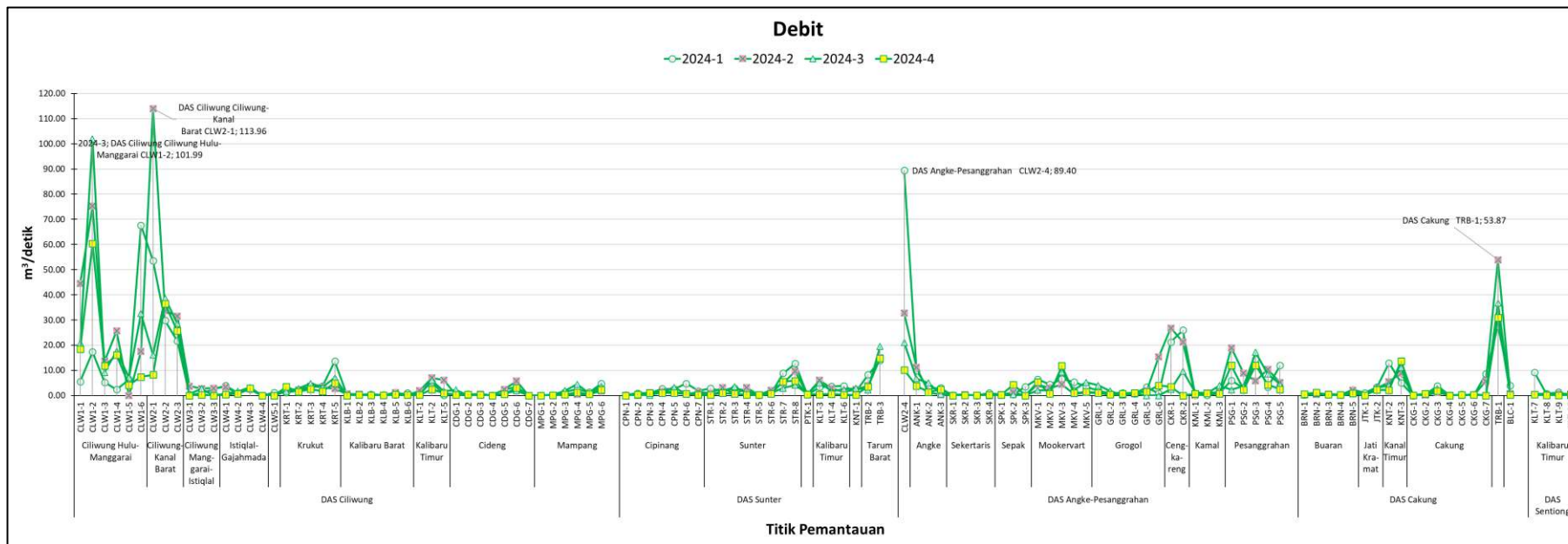
Merujuk pada **Gambar 3.12**, kecepatan aliran sungai terukur relatif lebih deras di Sungai Ciliwung (sub jaringan Ciliwung Hulu-Manggarai, Ciliwung-Kanal Barat), Krukut, Kalibaru Barat, Kalibaru Timur, Cipinang dan Tarum Barat. Berdasarkan DAS, terlihat bahwa ruas-ruas sungai di DAS Ciliwung memiliki kecepatan aliran yang lebih deras (**Gambar 3.12**). Secara temporal, kecepatan aliran sungai pada periode 1 cenderung lebih deras dibandingkan periode lainnya (**Gambar 3.12**). Kondisi ini berkorelasi positif dengan hasil pengukuran lebar penampang basah yang menunjukkan nilai lebih besar pada periode 1. Pada saat pelaksanaan pemantauan periode 1 yang mewakili musim hujan, diperkirakan masih terdapat curah hujan yang tinggi, sehingga badan air sungai memperoleh volume air dalam jumlah besar. Secara nilai rata-rata periode 2, periode 3, dan periode 4 tercatat memiliki nilai kecepatan aliran sungai yang rendah dibandingkan periode 1.

Di sisi lain, selama empat periode berturut-turut terdapat ruas sungai yang sama sekali tidak memiliki kecepatan aliran atau bernilai 0 m/det yang secara perhitungan akan menghasilkan debit air sebesar 0 m³/det yaitu di titik CLW4-4 (Outlet (Stasiun Pompa) Waduk Pluit, Jakarta Utara) dan CDG-7 (Jl. Asemka, Pinangsia, Taman Sari, Jakarta Barat). Pada umumnya titik-titik pemantauan yang tidak memiliki aliran ini berlokasi di daerah muara/segmen hilir, merupakan *outlet* waduk, terdapat bendung kecil berupa beronjong batu, atau terdendung oleh plastik penahan sampah. Secara umum titik pemantauan di bagian hulu memiliki kecepatan aliran yang lebih tinggi dan turun terus hingga mendekati nol pada segmen hilir sungai yang bermuara pada laut.

d. Debit Air

Debit air sungai merupakan resultan dari hasil pengukuran kedalaman air/TMA, lebar penampang basah dan kecepatan aliran sungai. Umumnya, semakin dalam kedalaman air sungai, maka akan semakin bertambah besar pula lebar penampang basah dan kecepatan alirannya. Secara rata-rata, pada periode 1 yang termasuk musim hujan memiliki nilai lebar penampang basah, kedalaman air sungai, dan kecepatan aliran yang cenderung lebih tinggi dibandingkan periode 2, periode 3, dan periode 4 yang termasuk musim peralihan hujan ke kemarau, musim kemarau, dan musim peralihan kemarau ke hujan.

Ruas Sungai Ciliwung sub jaringan Ciliwung-Kanal Barat (CLW2-4) memiliki nilai debit air sebesar 89.40 m³/detik yang merupakan nilai debit air tertinggi pada periode 1 (**Gambar 3.13**). Pada periode 2, debit air tertinggi terdapat di beberapa titik pemantauan yaitu Sungai Ciliwung Hulu-Manggarai (CLW1-2) sebesar 75,22 m³/detik, Ciliwung-Kanal Barat (CLW2-3) sebesar 51,14 m³/detik, dan Tarum Barat (TRB-1) sebesar 53,87 m³/detik (**Gambar 3.13**). Pada periode 3, debit air tertinggi terdapat di Sungai Ciliwung Hulu-Manggarai (CLW1-2) sebesar 101,99 m³/detik, (**Gambar 3.13**). Sedangkan pada periode 4, debit air tertinggi terdapat di Sungai Ciliwung Hulu-Manggarai (CLW1-2) sebesar 60,36 m³/detik, (**Gambar 3.13**). Secara umum, nilai debit air yang besar mengelompok pada DAS Ciliwung (Ciliwung Hulu-Manggarai, Ciliwung-Kanal Barat), DAS Angke-Pesanggrahan (Cengkareng dan Pesanggrahan), serta DAS Cakung (Kanal Timur dan Tarum Barat). Debit air di bagian hilir bernilai kecil karena sistem sungai (drainase) DKI Jakarta yang sangat kompleks, dimana aliran di hulu dibagi-bagi ke banyak jaringan sungai di hilirnya.



Gambar 3.13. Debit air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

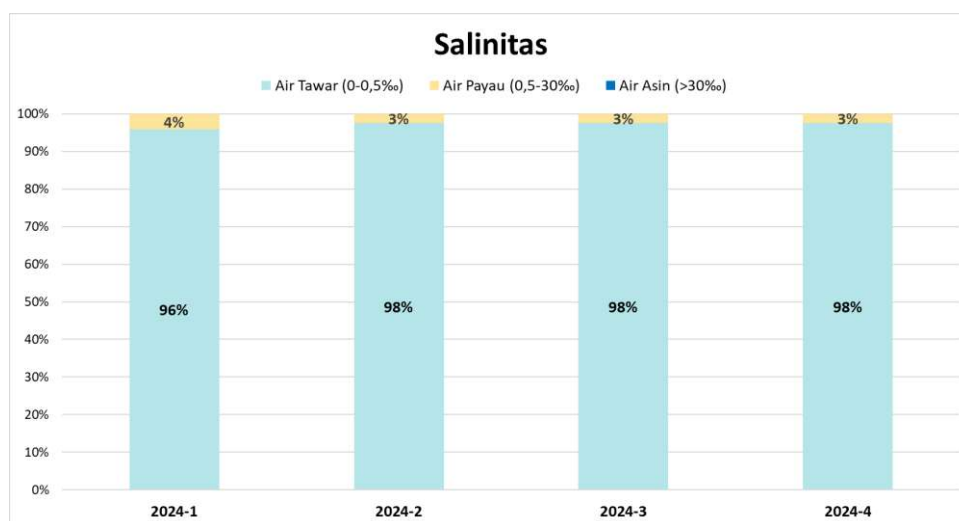
3.4.1.2. Fisik

a. Suhu/Temperatur

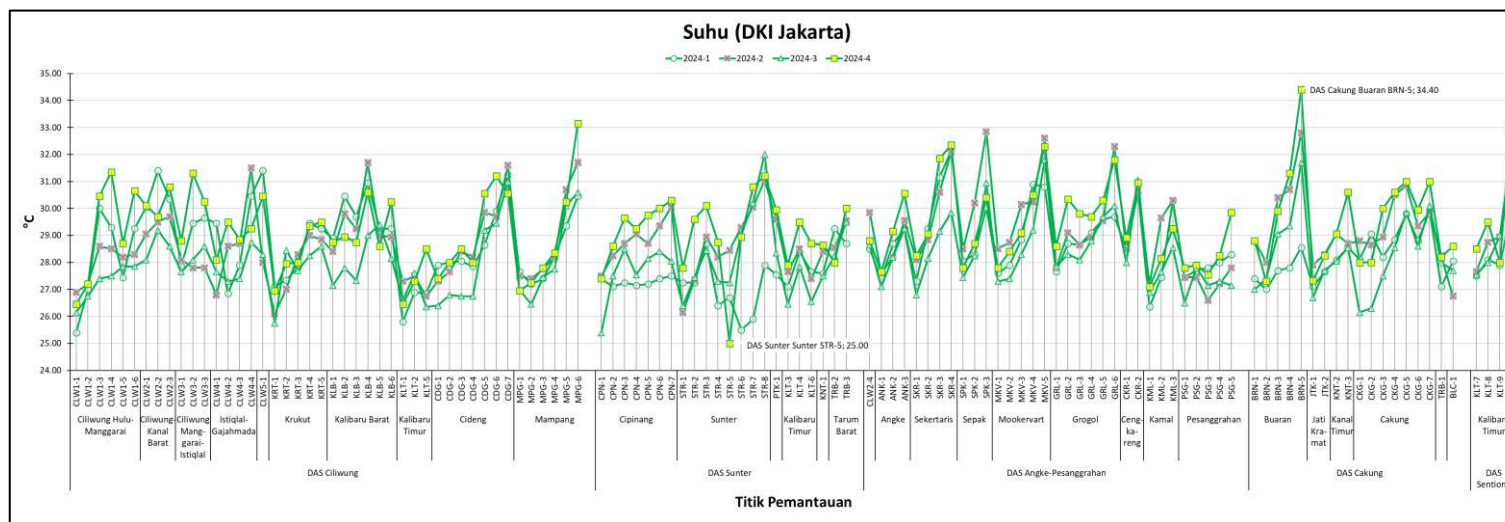
Suhu atau temperatur air adalah ukuran tinggi rendahnya panas pada air. Suhu air secara tidak langsung mempengaruhi nilai parameter lain (Wetzel 2001). Suhu yang lebih tinggi mengurangi kelarutan oksigen dalam air, serta menurunkan konsentrasi dan ketersediaannya bagi organisme akuatik (Dallas 2008). Berdasarkan hasil pemantauan pada periode 1 hingga periode 4 tahun 2024, suhu air di seluruh titik pemantauan sungai DKI Jakarta berkisar 25,00-34,40 °C dengan pola suhu yang relatif dinamis pada masing-masing sungai (**Gambar 3.15**). Sungai Sunter (STR-5) tercatat memiliki suhu terendah pada periode 4, sementara suhu tertinggi tercatat di Sungai Buaran (BRN-5) pada periode 4 (**Gambar 3.15**). Dinamika nilai suhu perairan sungai dapat terjadi karena beberapa variabel seperti waktu pengukuran, kondisi cuaca, tingkat tutupan vegetasi sekitar, dan karakteristik lokasi pengamatan yang berpengaruh terhadap penetrasi cahaya matahari.

b. Salinitas

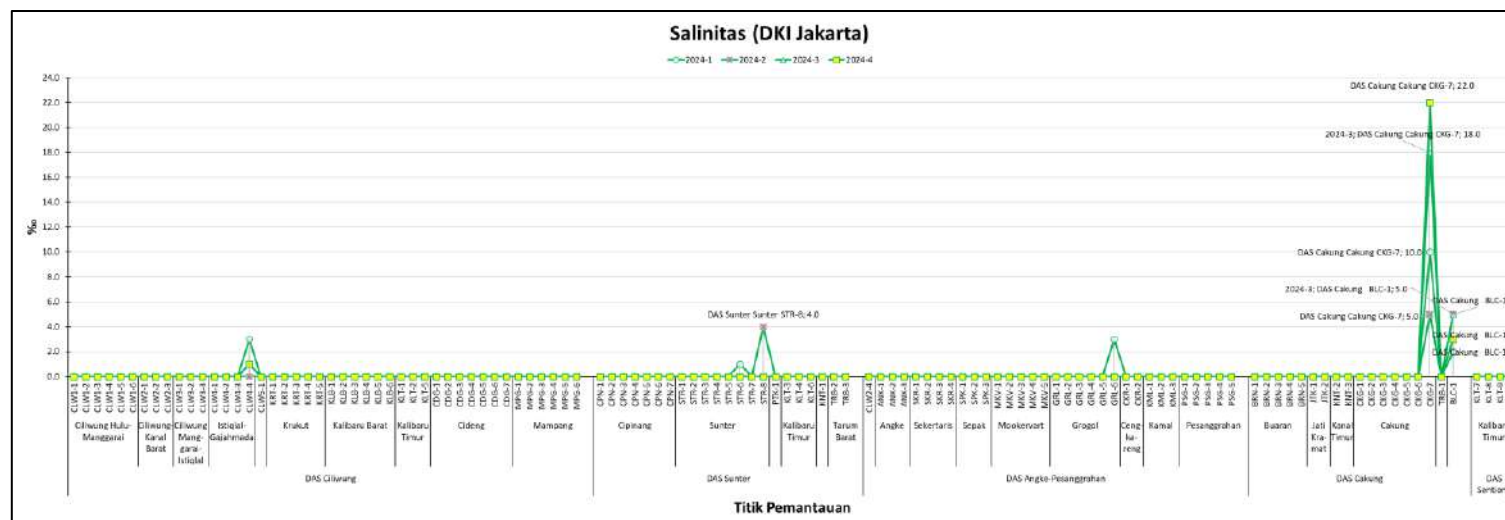
Salinitas atau kadar garam dalam perairan merupakan parameter kunci untuk membedakan perairan tawar, payau dan asin. Salah (2014) mengklasifikasikan perairan ke dalam tiga kategori berdasarkan nilai salinitas yaitu air tawar (0-0,5 ‰), air payau (0,5-30 ‰), dan air asin (>30‰). Berdasarkan hasil pengukuran pada periode 1 hingga 4 tahun 2024, kisaran nilai salinitas yang terukur pada sungai-sungai di Provinsi DKI Jakarta sebesar 0-22 ‰. Lokasi pantau yang berada di dekat pesisir seperti di DAS Cakung pada Sungai Cakung titik CKG-7 (Dermaga Nelayan, Jembatan Cilincing, Kec. Cilincing, Jakarta Utara) secara konsisten memiliki kadar salinitas tertinggi pada periode 1 hingga periode 4 dengan nilai 5-22‰. Sungai Blencong titik BLC-1 (Jl. Raya Gudang Peluru, Marunda, Kec. Cilincing, Jakarta Utara) terpantau konsisten memiliki salinitas tinggi dengan nilai 2-5‰ pada periode 1 hingga periode 4 (**Gambar 3.16**). Tingginya nilai salinitas pada lokasi-lokasi tersebut dapat mencerminkan pengaruh pasang surut air laut yang masuk hingga ke badan air sungai. Persentase lokasi yang memiliki salinitas payau selama seluruh pemantauan tahun 2024 sebanyak 3-4% dari 120 lokasi pantau atau sebanyak 3-5 titik pemantauan (**Gambar 3.14**).



Gambar 3.14. Persentase kategori salinitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.15. Suhu air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.16. Salinitas air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

c. Kecerahan dan Tingkat Kecerahan

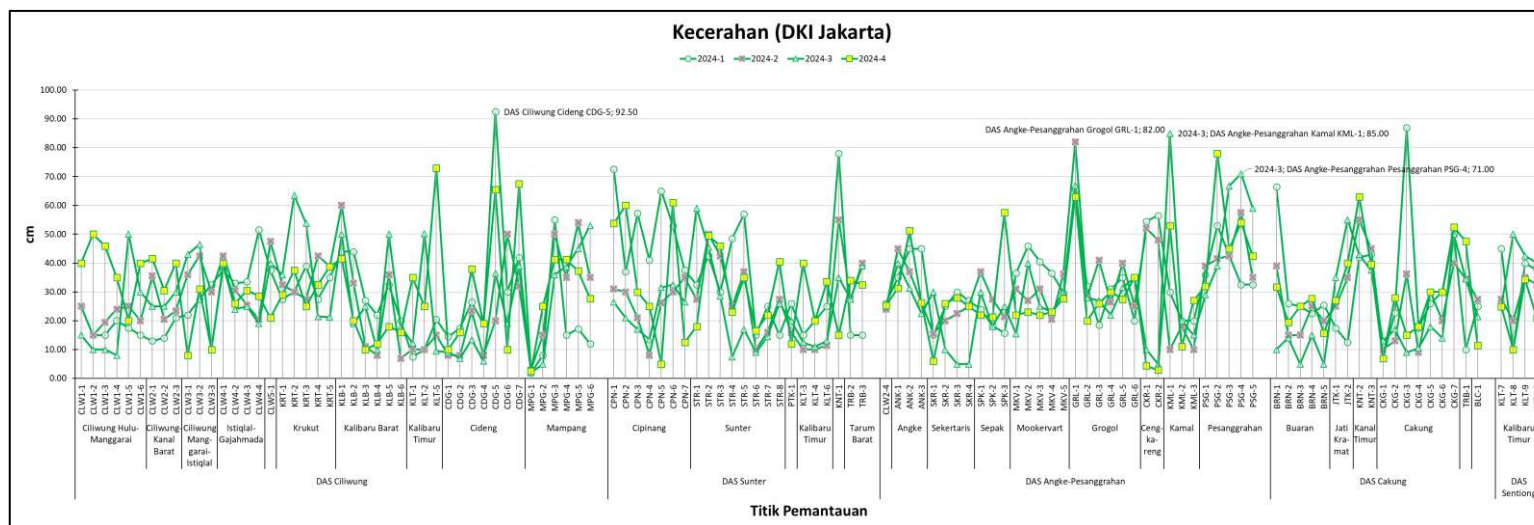
Kecerahan perairan merupakan gambaran penetrasi cahaya yang dapat menembus kolom atau lapisan perairan yang diukur dengan bantuan *secchi disk*. Kecerahan adalah sebuah sifat tampak memunculkan atau memantulkan cahaya, dengan kata lain persepsi yang ditimbulkan oleh luminan dari sebuah target visual. Kecerahan sangat erat dengan penyerapan cahaya yang merupakan pengurangan energi cahaya dengan kedalaman melalui transformasi menjadi panas (Wetzel 2001). Metode pengukuran kecerahan menggunakan alat *secchi disk* yang secara luas banyak digunakan karena kesederhanaannya. Transparansi *secchi* adalah kedalaman rata-rata dari titik *secchi disk* menghilang saat diturunkan (dilihat dari atas) dengan titik saat muncul kembali setelah menaikannya (Wetzel 2001).

Kecerahan perairan yang terukur pada pemantauan periode 1 hingga periode 4 tahun 2024 tercatat sebesar 2,00-92,50 cm yang didominasi oleh nilai kecerahan <50 cm (**Gambar 3.17**). Nilai kecerahan tertinggi berada di Sungai Cideng (CDG-5) sebesar 92,50 cm yang terukur pada periode 1 tahun 2024. Kondisi tersebut dapat terjadi karena beberapa faktor, seperti kedalaman yang relatif dangkal, serta kandungan padatan tersuspensi dan kekeruhan yang relatif lebih rendah. Untuk mengetahui lebih lanjut pengaruh faktor kedalaman terhadap kecerahan, maka dilakukan perhitungan tingkat kecerahan. Tingkat kecerahan dapat menggambarkan besaran persentase kolom perairan yang dapat ditembus oleh cahaya. Tingkat kecerahan diketahui dengan membagi nilai kecerahan terhadap data kedalaman perairannya. Pada kajian ini, tingkat kecerahan dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu rendah (<30%), sedang (30-70%), dan tinggi (>70%).

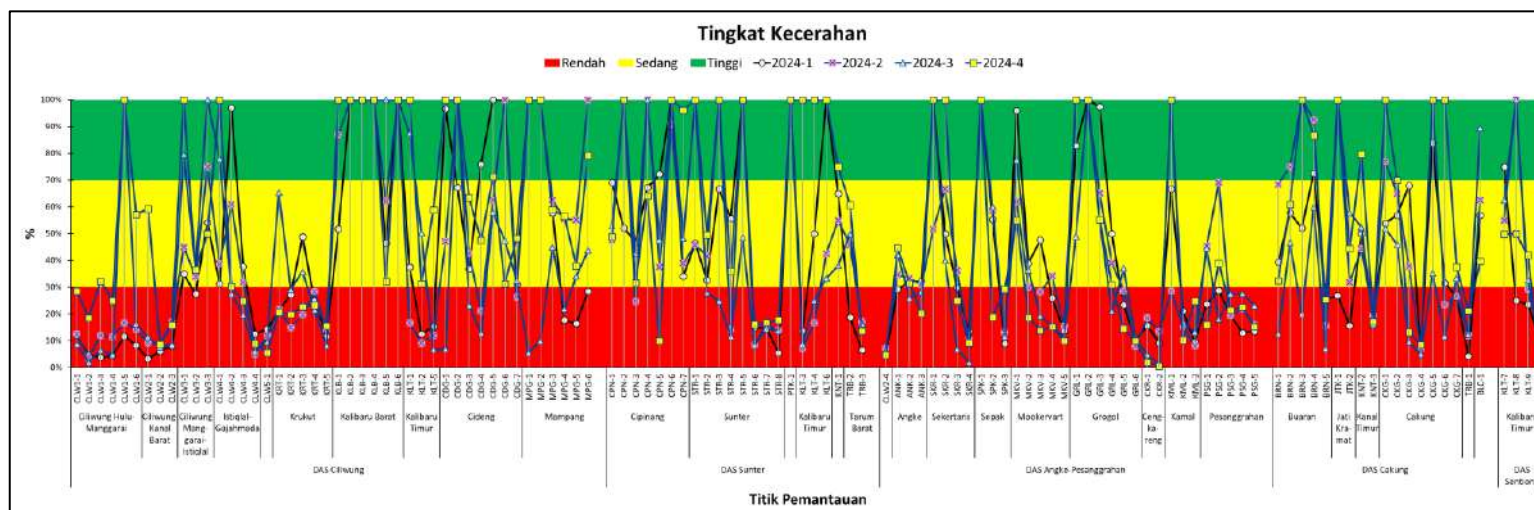
Tingkat kecerahan sungai yang terukur pada periode 1 hingga periode 4 tahun 2024 berkisar antara 0-100%. Persentase kecerahan yang mencapai 100% menggambarkan bahwa penetrasi cahaya dapat tembus hingga ke dasar perairan. Umumnya hal ini ditemukan pada lokasi dengan kedalaman yang dangkal (<1 meter. (**Gambar 3.18** dan **Gambar 3.9**). Kondisi tersebut juga selaras dengan data kedalaman perairan di lokasi pantau yang didominasi oleh kategori kedalaman dangkal berjumlah 52-59% (61-70 titik) pada periode 1-4 tahun 2024 (**Gambar 3.8**).

d. Kekeruhan

Nilai kekeruhan perairan sering dikaitkan dengan warna tampak pada perairan. Pada umumnya sungai yang memiliki warna cokelat memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi karena mengandung padatan tersuspensi (TSS) yang juga tinggi. Pada baku mutu air sungai yang diatur melalui Lampiran VI PP 22/2021, tidak terdapat persyaratan baku mutu untuk parameter kekeruhan. Namun demikian, karena sering berkaitan dengan konsentrasi TSS di perairan, pengukuran parameter kekeruhan yang dapat dilakukan secara *in situ* menggunakan turbidimeter menjadi penting dilakukan untuk mengonfirmasi nilai TSS hasil analisis di laboratorium. Nilai kekeruhan yang relatif tinggi selama pemantauan periode 1 hingga periode 4 tahun 2024 berkisar 0,00-493,00 NTU. Nilai kekeruhan tertinggi tercatat berada di Sungai Sunter titik STR-6 (Jl. Alu-alu, Pulogadung, Kec. Puloagadung, Jakarta Timur) dengan nilai 493,00 NTU pada periode 3 dan disusul oleh Sungai Krukut titik KRT-5 (Jl. Penjernihan, Bandar Hilir, Kce. Tanah Abang, Jakarta Pusat) dengan nilai 301,00 NTU pada periode 3 (**Gambar 3.19**).



Gambar 3.17. Kecerahan perairan pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

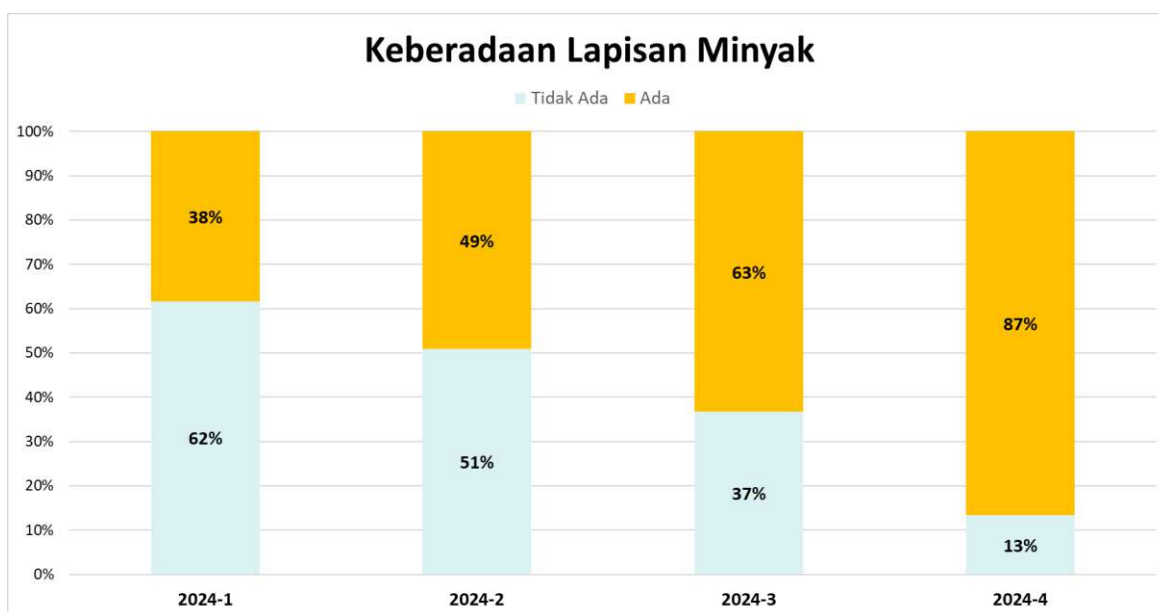


Gambar 3.18. Tingkat kecerahan perairan pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

Nilai rata-rata kekeruhan tertinggi umumnya terukur pada pemantauan periode 1 yang mewakili musim penghujan dan memiliki debit air sungai yang lebih besar (**Gambar 3.19** dan **Gambar 3.13**). Debit air sungai yang tinggi berpengaruh pada tingginya nilai kekeruhan, karena menyebabkan pergolakan massa air yang dapat mengaduk sedimen dasar perairan atau menyebabkan transpor sedimen dari daerah tangkapan air di sekitarnya. Nilai terendah tercatat berada di Sungai Kalibaru Barat titik KLB-3 (Jl. Baung, Lenteng Agung, Jaga Karsa, Jakarta Selatan) dengan nilai 0,00 NTU pada periode 4 (**Gambar 3.19**).

e. Keberadaan Lapisan Minyak

Berdasarkan pengamatan visual keberadaan lapisan minyak yang tampak di permukaan badan air sungai pada tahun 2024, keberadaan lapisan minyak yang tampak di permukaan badan air sungai ditemukan mengalami kenaikan dari 38% (periode 1), 49% (periode 2) menjadi 63% (periode 3), dan 87% (periode 4) (**Gambar 3.20**). Terdapat cukup banyak ruas sungai yang sepanjang ruasnya dominan ditemukan adanya kenampakan lapisan minyak di titik-titik pemantauannya yaitu Sungai Ciliwung sub jaringan Kanal Barat, Sekertaris, Mampang, Cengkareng, Grogol, Kamal dan Cakung. Sungai-sungai tersebut paling banyak terdapat pada DAS Angke-Pesanggrahan atau termasuk pada wilayah administrasi Jakarta Barat dan Jakarta Utara. Keberadaan lapisan minyak di sungai kemungkinan berasal dari limbah domestik yang masuk melalui pipa/saluran pembuangan, bengkel kendaraan, dan cecehan oli atau bahan bakar perahu. Dokumentasi keberadaan lapisan minyak dan perbandingannya terhadap titik pemantauan yang tidak ditemukan lapisan minyak saat dilakukan pemantauan tahun 2024 dapat dilihat melalui **Gambar 3.21**.



Gambar 3.20. Persentase keberadaan lapisan minyak pada badan air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

ADA LAPISAN MINYAK



BRN-5

TIDAK ADA LAPISAN MINYAK



CLW1-2



SKR-4



KLT-1



CKG-5



PSG-1



BRN-5



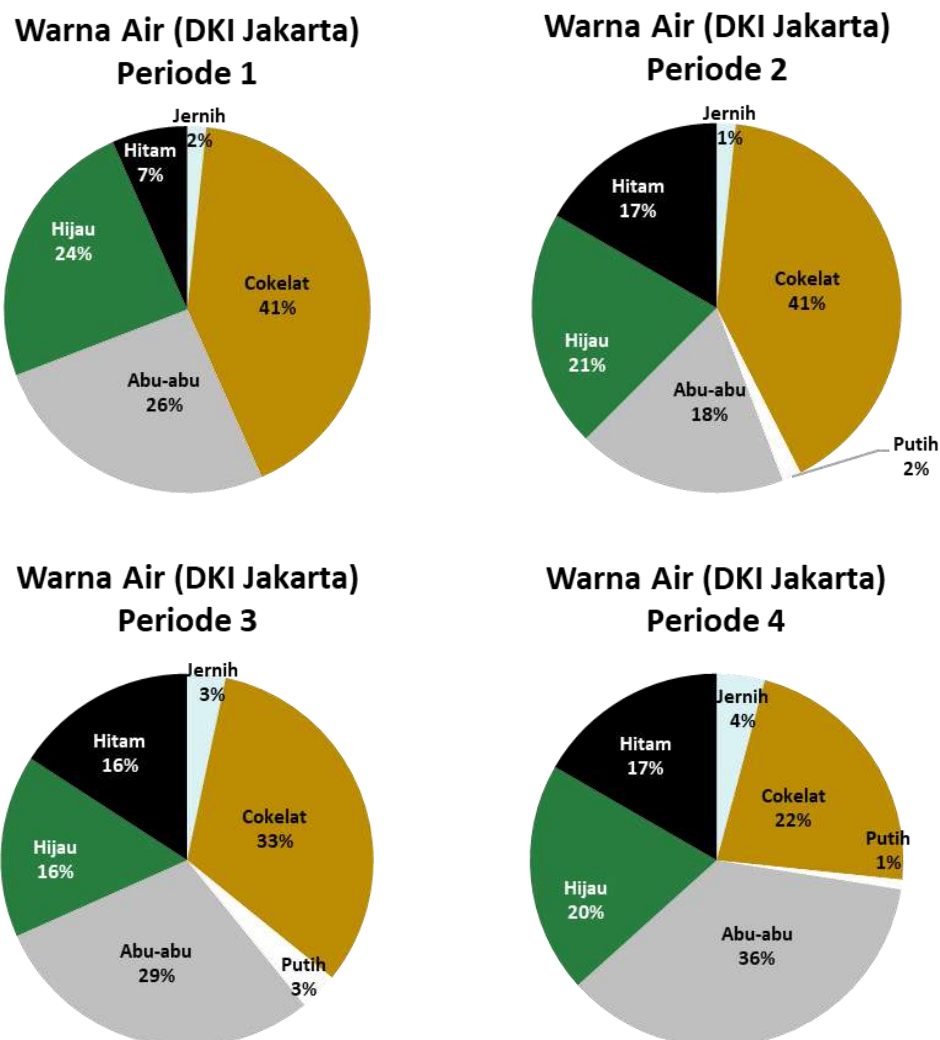
JTK-2

Gambar 3.21. Dokumentasi keberadaan lapisan minyak di badan air sungai saat dilakukan pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

f. Warna Tampak Perairan

Parameter warna air diamati di lapangan sebagai parameter *in situ* dan dianalisis secara *ex situ* di laboratorium. Warna air yang diamati secara *in situ* merupakan warna tampak yang terlihat oleh indera, sedangkan warna air yang dianalisis di laboratorium akan menghasilkan nilai kuantitatif dengan skala Platina-Cobalt (Pt-Co).

Warna perairan ditimbulkan oleh keberadaan bahan organik dan anorganik, akibat keberadaan plankton, humus, ion-ion logam (misalnya Fe dan Mn), serta bahan-bahan lainnya (Effendi 2003). Hasil pengamatan kondisi sungai selama empat periode pada tahun 2024 memberikan gambaran bahwa secara visual warna tampak perairan sungai-sungai di DKI Jakarta bervariasi dari jernih, coklat, putih, abu-abu, hijau dan hitam. Pada periode 1 hingga periode 4, coklat merupakan warna tampak air paling dominan dengan persentase 22-41% (**Gambar 3.22**). Dokumentasi berbagai warna tampak air sungai yang ditemukan selama pemantauan tahun 2024 ditampilkan pada **Gambar 3.23**.



Gambar 3.22. Persentase warna tampak air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

WARNA COKELAT



TRB-1



CLW1-3



PSG-4

WARNA HITAM



SKR-4



ANK-2



SPK-2

WARNA HIJAU



KNT-3



CLW4-2



STR-3

WARNA ABU-ABU



BRN-3



SKR-2



STR-4

WARNA PUTIH



PTK-1



STR-5



BRN-2

WARNA JERNIH



MPG-1



KLB-5

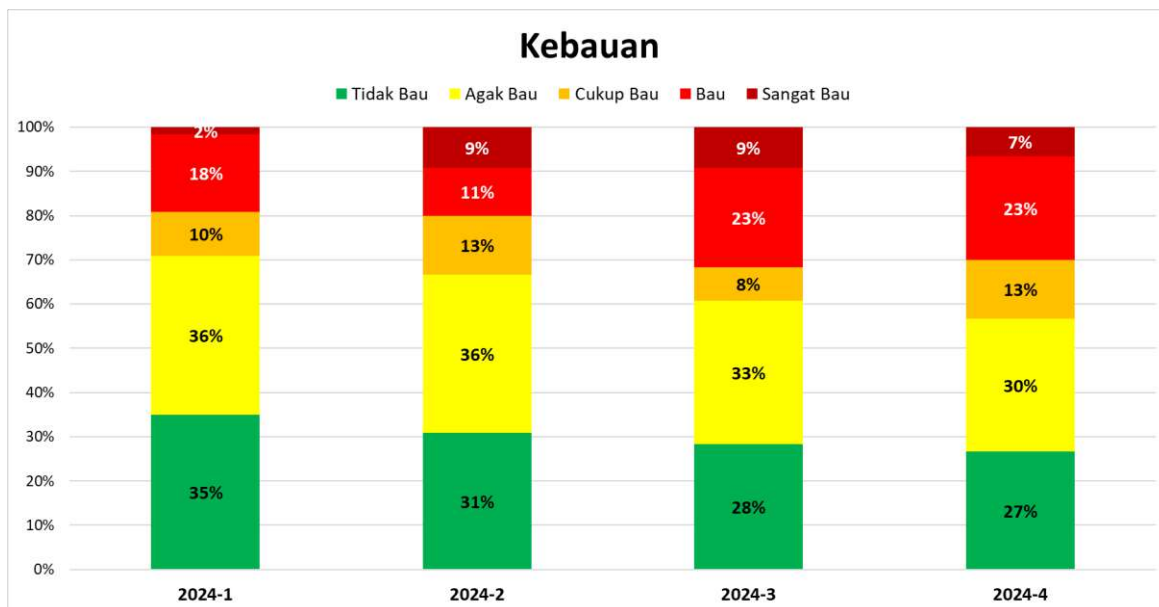


KLB-3

Gambar 3.23. Visualisasi warna tampak air sungai pada beberapa titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

g. Tingkat Kebauan

Data pemantauan Tingkat kebauan sungai periode 1-4 tahun 2024 menunjukkan persentase kondisi agak bau hingga sangat bau mencapai 73% (88 titik) (**Gambar 3.24**). Bau yang timbul di sekitar badan air dapat mencirikan buruknya kualitas air. Berdasarkan pada klasifikasi tingkat kebauan, kategori agak bau mendominasi dibandingkan dengan kategori lainnya yakni sebesar 30-36% (36-43 titik dari 120 titik pemantauan) pada periode 1 hingga periode 4 (**Gambar 3.24**).



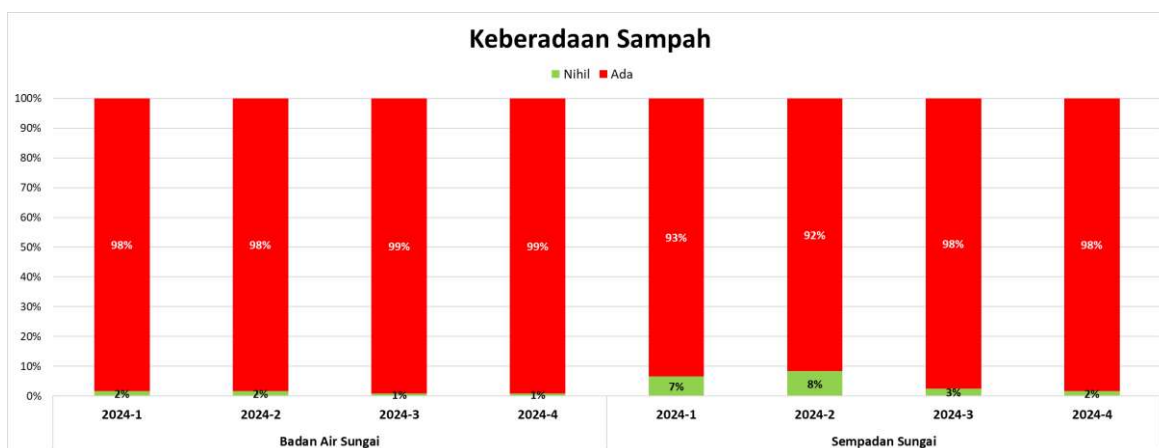
Gambar 3.24. Persentase kategori tingkat kebauan air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

Bau pada perairan dapat mencirikan tingginya konsentrasi parameter yang menyebabkan bau seperti Amoniak dan Hidrogen Sulfida (H_2S). Tetapi tidak seperti situ/waduk yang merupakan ekosistem perairan tergenang, korelasi tingkat kebauan pada badan sungai yang merupakan ekosistem perairan mengalir dapat dihubungkan dengan debit air sungai dan warna tampak perairan. Berdasarkan penyandingan data dengan parameter fisik dan hidrologi tersebut, terlihat kecenderungan bahwa badan air yang memiliki debit tinggi memiliki warna tampak coklat dan tidak berbau, sementara yang memiliki debit air rendah cenderung memiliki warna tampak hitam, abu-abu, hijau, putih serta tingkat kebauan yang bervariasi antara cukup bau hingga sangat bau. Temuan keterkaitan ini dibahas secara rinci pada bagian lainnya dalam laporan ini (subbab 3.8.1. **Evaluasi Keterkaitan Status Mutu Air Sungai dengan Parameter Hidrologi & Fisik Sungai**).

h. Sampah Sungai

Menurut *World Health Organization* (WHO), sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya. Secara umum, manusia menganggap sampah adalah barang sisa dari aktivitas manusia dan keberadaannya mengganggu estetika lingkungan.

Sampah sungai di DKI Jakarta dianalisis berdasarkan data hasil pencatatan keberadaan sampah saat pemantauan kualitas air sungai dan kompilasi data timbulan sampah yang ditangani oleh UPK Badan Air Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta. Menurut PP 22 tahun 2021, parameter sampah harus nihil atau tidak ada di perairan sungai (aturan ini berlaku pada semua kelas baku mutu). Berdasarkan analisis secara deskriptif, keberadaan sampah di bagi menjadi dua yaitu sampah di aliran sungai dan di sempadan sungai. Selama pemantauan periode 1 hingga periode 4 tahun 2024, keberadaan sampah di aliran sungai ditemukan secara konsisten pada >98% (>118 titik) titik pemantauan dan keberadaan sampah di sempadan sungai ditemukan secara konsisten pada >92% (>110 titik) titik pemantauan (**Gambar 3.25**).

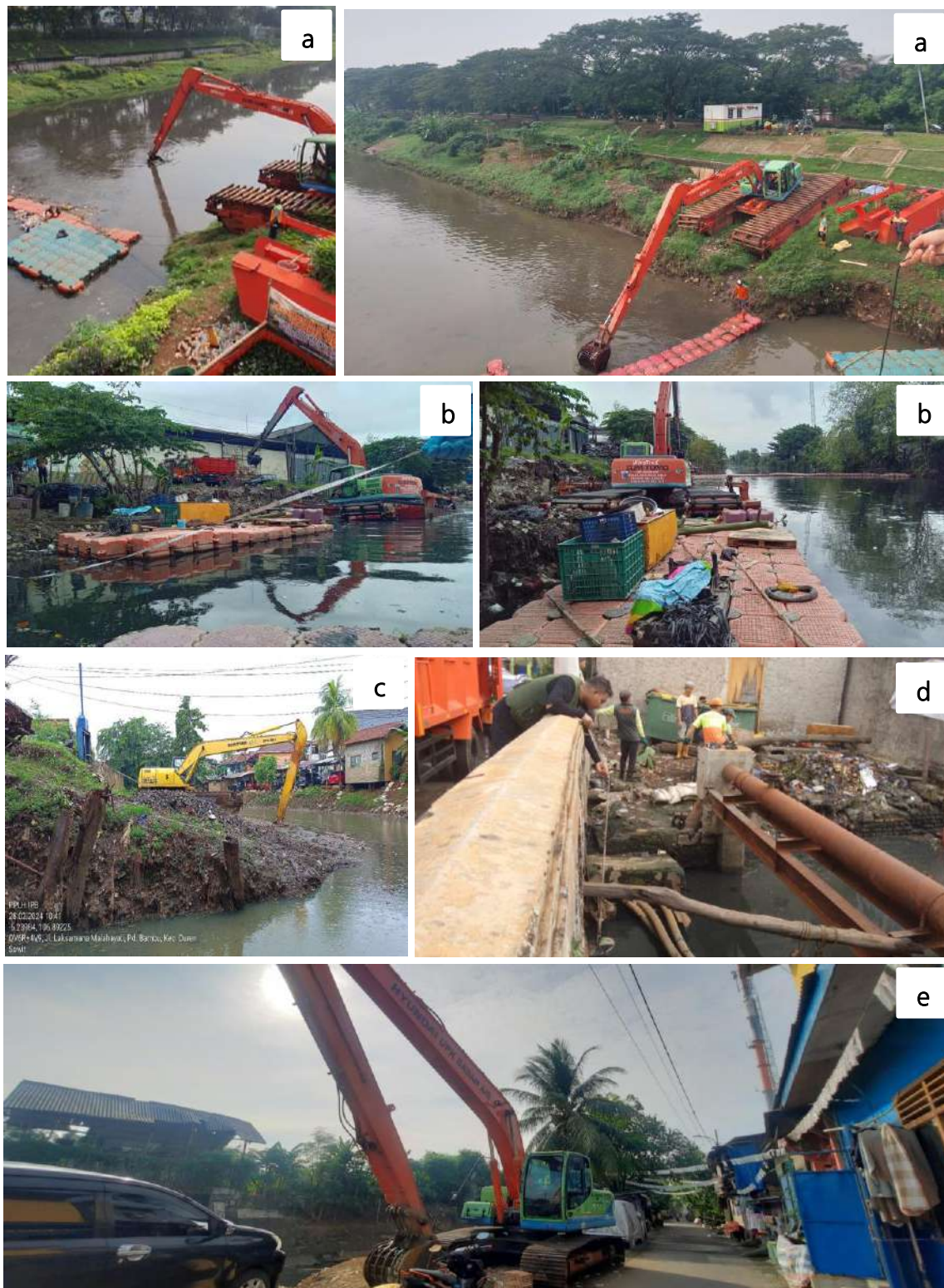


Gambar 3.25. Persentase keberadaan sampah pada badan air dan sempadan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

Selama pemantauan periode 1 hingga periode 4 tahun 2024 (**Lampiran 7**), terdapat satu titik yang terpantau nihil keberadaan sampah di aliran sungai maupun di sempadan yaitu titik TRB-2 (Jembatan Kalimalang, Pondok Bambu, Jakarta Timur) pada pemantauan periode 2. Titik TRB-1 (Jl. Caman Raya Jatibening, Kec. Pondok Gede, Jakarta Timur) terpantau nihil sampah di aliran sungai pada periode 1 hingga periode 4. Berdasarkan tinjauan keberadaan sampah di sempadan sungai, titik KNT-3 (Jl. Pinggir Air Dermaga, Pintu Air Weir 3, Marunda, Kec. Cilincing, Jakarta Utara), titik TRB-2 (Jembatan Kalimalang, Pondok Bambu, Jakarta Timur), titik KLT-9 (Depan Pasar Kemayoran, Jl. Kemayoran Gempol, Kemayoran, Jakarta Pusat), titik KLT-10 (UPK Rumah Pompa & Pengerukan Sampah Sunter Agung, Jakarta Utara), merupakan titik pemantauan yang konsisten terpantau nihil selama pemantauan periode 1 dan 2. Namun, pada periode 3 dan periode 4 ditemukan sampah di area sempadan sungai pada titik-titik tersebut.

Program-program untuk memperbaiki kualitas lingkungan perairan sungai seperti penanganan sampah di sungai telah dilakukan oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta dalam hal ini oleh UPS Badan Air Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta. Berdasarkan data yang terhimpun dari tahun 2021 hingga bulan Agustus tahun 2023, sampah di DKI Jakarta dilakukan pemilahan ke dalam 5 (lima) jenis yaitu sampah organik (dalam satuan m³), anorganik (dalam satuan kg), komposting (dalam satuan kg), biokonversi maggot (dalam satuan kg), dan residu (dalam satuan m³).

Namun, karena ketidaklengkapan data pada jenis sampah komposting, dalam laporan ini hanya disampaikan data timbunan untuk empat jenis sampah. Gambaran salah satu metode penanganan sampah di sungai yang dilakukan oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta dapat dilihat pada **Gambar 3.26**.

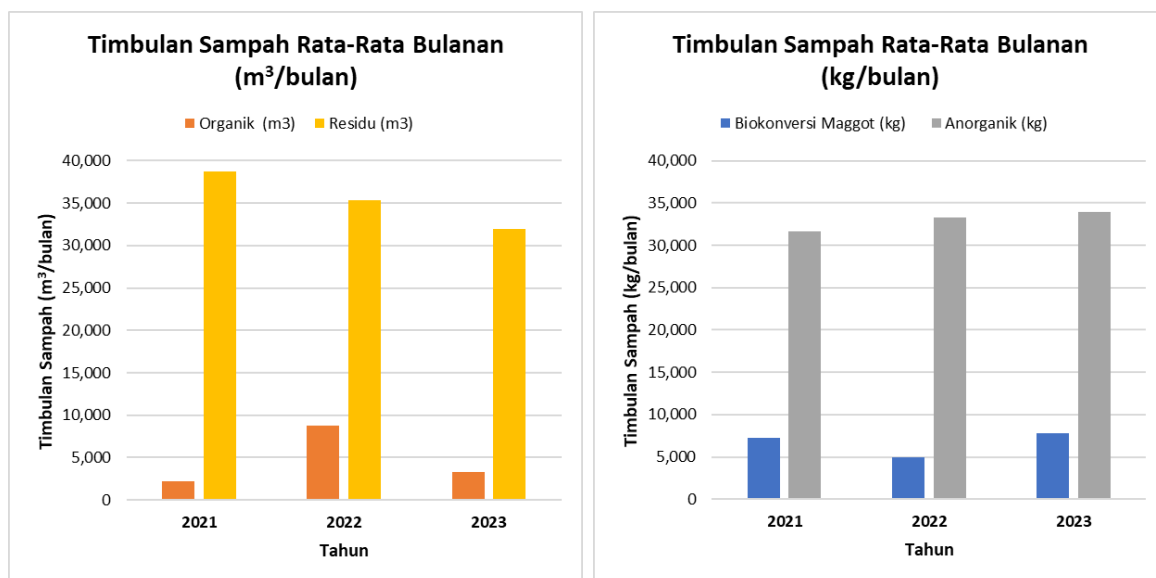


Gambar 3.26. Dokumentasi penanganan sampah sungai yang dilakukan oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta pada beberapa titik pemantauan; a) KNT-1; b) CKG-4; c) STR-3; d) KML-2; dan e) STR-4).

Timbulan sampah rata-rata bulanan dari hasil penanganan sampah perairan di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2023 berkisar 2.204-8.806 m³ (organik), 31.669-33.917 kg (anorganik), 4.973-7.780 kg (biokonversi maggot), dan 31.914-38.689 m³ (residu) (**Lampiran 10**). Besaran timbulan sampah dari perairan yang terukur selama periode tiga tahun (**Lampiran 10**) menggambarkan bahwa total timbulan sampah bulanan maksimal di DKI Jakarta setara dengan ± 3.800 bak truk sampah yang umumnya digunakan (asumsi kapasitas bak truk sampah sebesar 10 m³ merujuk pada Keputusan Kepala Dinas Kesehatan Provinsi DKI Jakarta Nomor 374 Tahun 2017 tentang Persyaratan Teknis Izin Usaha Pengelolaan Sampah).

Keempat jenis sampah tidak dapat dibandingkan satu sama lain secara lengkap karena perbedaan satuan yang digunakan. Di sisi lain, belum diketahui data berat jenis sampah untuk mengonversinya ke dalam satuan yang sama, sehingga pembahasan dilakukan berdasarkan satuan yang dimiliki masing-masing. Berdasarkan volume (m³), timbulan sampah terbesar berasal dari sampah residu, sedangkan berdasarkan berat (kg), sampah anorganik merupakan penghasil sampah terbanyak. Sampah residu merupakan sampah yang berbahaya karena tidak dapat di daur ulang seperti sampah organik maupun anorganik, serta memerlukan penanganan khusus agar tidak membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia. Contoh sampah residu adalah pembalut, popok, styrofoam, plastik bekas laminasi, limbah elektronik, dll. Sampah anorganik berasal dari bahan-bahan sintesis atau buatan manusia yang tidak dapat terurai secara alami, misalnya plastik, kaca, kertas, kaleng, *styrofoam*, kardus, dsb.

Tren besaran timbulan sampah dari perairan selama tahun 2021 hingga 2023 cukup dinamis menurut masing-masing jenis sampah (**Gambar 3.27**). Pada sampah organik dan biokonversi maggot terpantau fluktuatif, tercatat paling tinggi pada tahun 2022 untuk sampah organik, di sisi lain tercatat paling rendah pada tahun 2022 untuk sampah biokonversi maggot. Sampah anorganik mengalami tren peningkatan besaran rata-rata bulanan selama tiga tahun terakhir sekitar 1.000 kg per tahun, sedangkan sampah residu mengalami tren penurunan sekitar 3.000 m³ per tahun.



Gambar 3.27. Timbulan sampah rata-rata bulanan dari hasil penanganan sampah perairan di Provinsi DKI Jakarta tahun 2021-2023.

3.4.2. Kelompok Parameter Pencemar Utama

3.4.2.1. *Fecal Coliform* dan *Total Coliform*

Fecal coliform dan *total coliform* merupakan 2 parameter teratas yang konsisten berada pada peringkat ke-1 dan ke-2 mulai dari tahun 2018 hingga 2024 (**Gambar 3.7**). Berdasarkan data tahun 2018 hingga 2024, *fecal coliform* ditemukan tidak memenuhi baku mutu sebanyak 2.689 data (98,79%) dari total 2.722 dataset, sementara *Total coliform* tidak memenuhi baku mutu pada 2.673 data (98,20%) (**Tabel 3.7**). Selain perolehan total nilai Ci/Li > 1 dan frekuensi kejadian melebihi baku mutu yang sangat tinggi, nilai rata-rata Ci/Li > 1 dari kedua parameter ini juga sangat tinggi (**Tabel 3.7, Gambar 3.7, Lampiran 11**), yang artinya memberikan gambaran mengenai besarnya perbedaan antara nilai/konsentrasi parameter dari nilai baku mutunya pada seluruh titik pemantauan. Namun, secara umum nilai Ci/Li *fecal coliform* dan *total coliform* pada tahun 2024 turun dibandingkan dengan periode-periode sebelumnya mencapai nilai rata-rata Ci/Li > 1 sebesar 7,74-15,38 dari sebelumnya berkisar 18-33 (periode 2018-2019) dan 12-18 (periode 2021-2023) (**Gambar 3.7 dan Lampiran 11**).

Secara umum, konsentrasi *fecal coliform* dan *total coliform* telah mengalami penurunan yang cukup signifikan sejak tahun 2021 dan berlanjut hingga tahun 2024 (**Gambar 3.7**). Berdasarkan **Gambar 3.29 dan Gambar 3.32**, dapat diketahui bahwa kelimpahan *fecal coliform* dan *total coliform* pada periode 2021-2024 terus mengalami penurunan konsentrasi mencapai nilai maksimum sebesar 75 ribu kali lipat dari baku mutu yang dipersyaratkan (**Lampiran 9**). Nilai ini perlu dicermati lebih seksama untuk memastikan keberadaan bakteri *coliform* dalam sungai, dimana menurut beberapa referensi (**Tabel 3.8**) menunjukkan bahwa nilai konsentrasi bakteri *coliform* jauh di bawah rata-rata konsentrasi bakteri *coliform* yang ditemukan di sungai DKI Jakarta.

Tabel 3.8. Konsentrasi bakteri *coliform* pada beberapa sungai dan *outlet septic tank*.

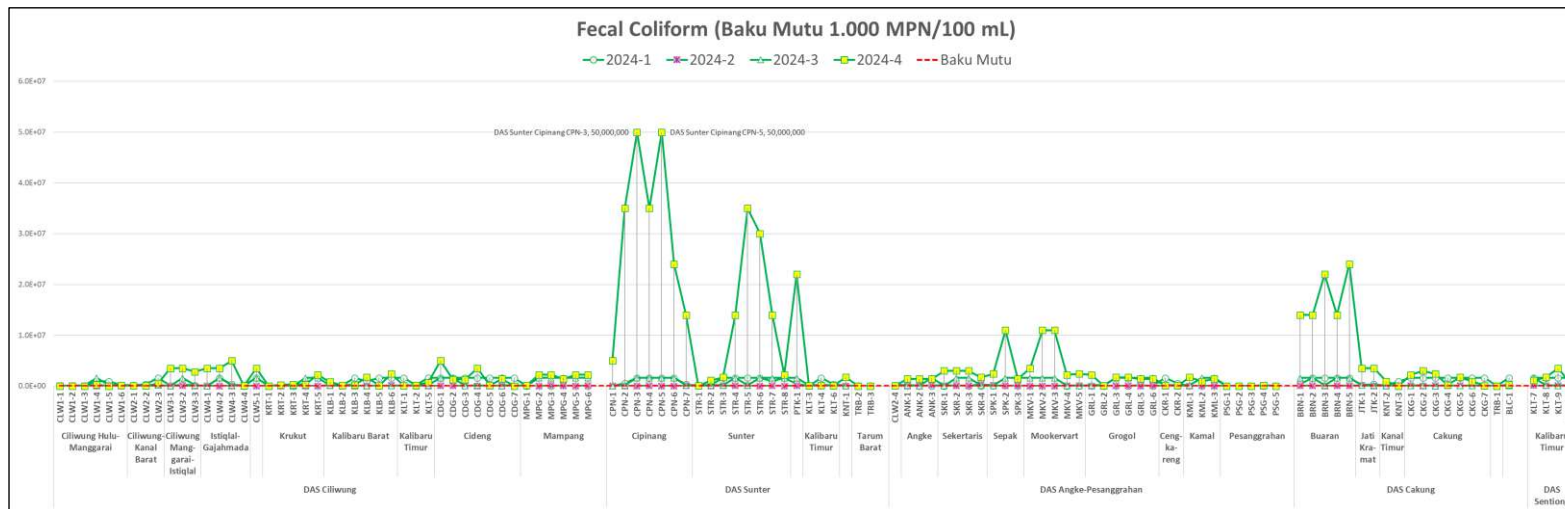
Lokasi	<i>Fecal Coliform</i> (MPN/100 ml)	<i>Total Coliform</i> (MPN/100 ml)
Sungai Kuin Kota Banjarmasin (Arisanty <i>et al.</i> 2017)	780	-
Perairan Muara Sungai Sayung (Safitri <i>et al.</i> 2018)	-	4.000 – 550.000
Sungai Plumbon, Semarang (Pratiwi <i>et al.</i> 2019)	-	5.566 – 1.203.333
Sungai Provinsi Lampung (Adrianto 2018)	-	25.394 – 24.413
Sungai Unus Lombok (Anisafitri <i>et al.</i> 2020)	-	16.000
<i>Outlet Septic Tank</i> tanpa teknologi (Malakhayati 2007)	10 ⁶ -10 ⁷ CFU/100mL	-
<i>Outlet Septic Tank</i> dengan teknologi resapan (Rokhmalia 2018)		1.600
Malang Jawa Timur, Air sumur jarak < 10 meter dari <i>Septic Tank</i> (Zulmaida 2021)	-	2.400

Menurut Kuswandi (2001) dalam Rompas *et al.* (2018), bakteri *fecal* (*E. coli*) masuk ke perairan sungai melalui saluran-saluran air dan limpasan air hujan, sehingga kelimpahan bakteri akan semakin tinggi pada saat hujan. Keadaan yang demikian disebabkan oleh konsentrasi materi organik (N dan P), perubahan salinitas dan suhu, maupun intensitas cahaya yang meningkat. Secara keseluruhan, kelimpahan bakteri *fecal coliform* selama tahun 2024 (**Gambar 3.28**) tidak memenuhi baku mutu yang ditetapkan sebesar 1.000 MPN/100 ml dengan kelimpahan tertinggi mencapai 50 juta

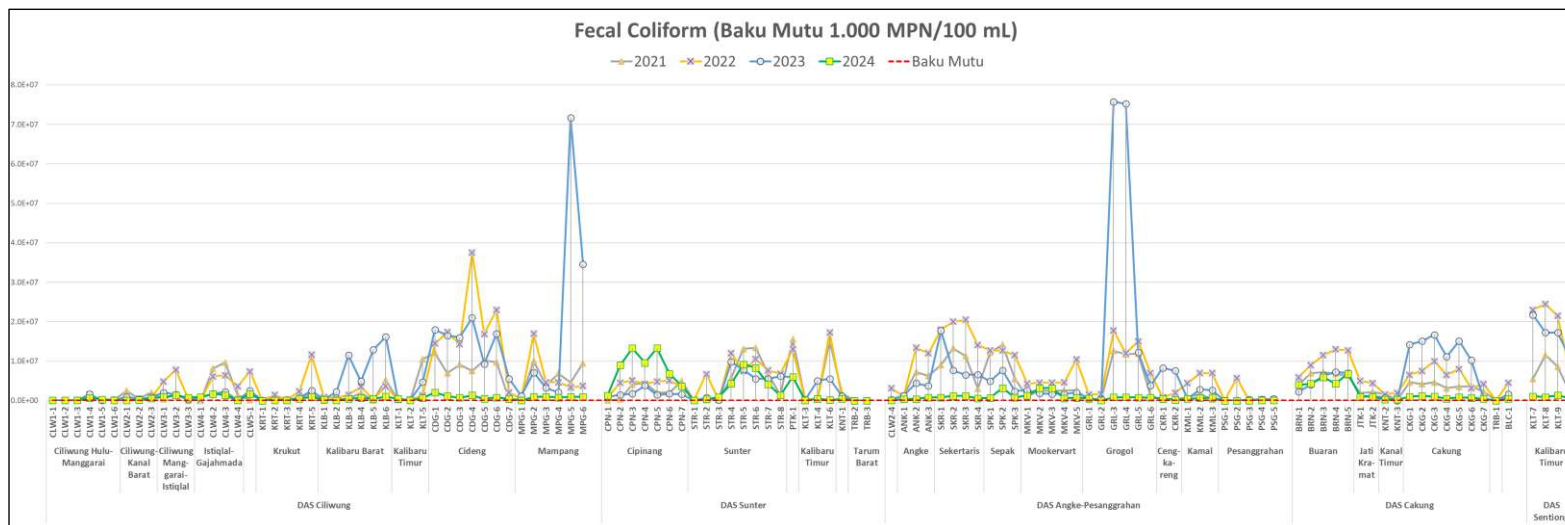
MPN/100 mL yang ditemukan pada Sungai Cipinang titik CPN-3 dan CPN-5 pada pemantauan periode 4.

Namun demikian, berdasarkan data kelimpahan bakteri *fecal coliform* selama tahun 2021-2024, terjadi penurunan kelimpahan yang cukup signifikan pada tahun 2024. Penurunan ini lebih disebabkan oleh perbedaan metode yang digunakan dalam masing-masing periode. Pemantauan tahun 2024 menggunakan tiga metode analisis yang berbeda meliputi metode analisis *multiple tube* yang dibatasi tingkat pengencerannya (periode 1 dan 3), metode analisis *multiple well* (periode 2), dan metode analisis *multiple tube* tanpa batas pengenceran (periode 4). Pada tahun-tahun sebelumnya, analisis bakteri *coliform* di laboratorium hanya menggunakan satu metode saja yaitu metode analisis *multiple tube* tanpa batas pengenceran. Perbedaan dapat terjadi berkaitan dengan tingkat akurasi, kebaruan metode analisis, dan hal-hal teknis lainnya pada masing-masing metode. Secara *time series*, kelimpahan bakteri *fecal coliform* tertinggi terukur pada tahun 2023 di GRL-3, GRL-4, dan GRL mencapai 70.000.000-75.000.000 MPN/100 mL atau 70-75 ribu kali dari baku mutu (**Gambar 3.29**). Tingginya kelimpahan bakteri *fecal coliform* berkaitan erat dengan kepadatan penduduk dan kondisi sanitasi di sekitar perairan sungai. Banyaknya penduduk yang langsung mengalirkan buangan dari toilet ke badan sungai tanpa dikelola menggunakan tangki septik, serta banyaknya industri dan perkantoran yang menghasilkan debit limbah domestik tinggi diduga kuat menjadi penyebab masih tingginya kelimpahan bakteri *fecal coliform* pada air sungai di DKI Jakarta. Berdasarkan persentase pemenuhan baku mutu, hampir 100% lokasi dan waktu pemantauan tidak memenuhi baku mutu *fecal coliform* (**Gambar 3.30**). Pada beberapa periode pemantauan, seperti pemantauan tahun 2024 pernah terpantau lokasi yang tidak melebihi baku mutu, namun persentasenya kecil antara 3-15% dari jumlah lokasi pantau pada masing-masing periode (**Gambar 3.30**).

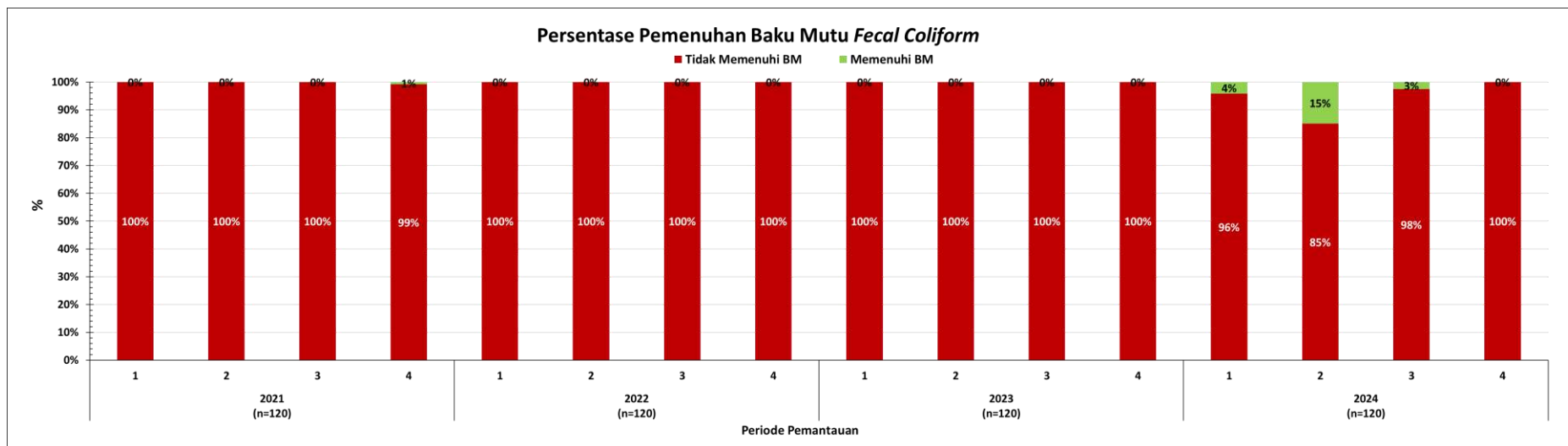
Kontaminasi bakteri *total coliform* pada air dapat berasal dari berbagai sumber yaitu bahan baku yang digunakan dari air yang sudah tercemar, pendistribusian yang kurang baik, serta tempat air yang tidak higienis. Secara umum, kelimpahan bakteri *total coliform* memiliki kecenderungan yang serupa dengan bakteri *fecal coliform*, namun umumnya akan lebih tinggi dari *fecal coliform*. Sebagai contoh, pada tahun 2023, kelimpahan tertinggi *fecal coliform* yang berada di di GRL-3, GRL-4, dan MPG-5 sebesar 70-75 juta MPN/100 mL, sementara kelimpahan *total coliform* mencapai 73-99 juta MPN/100 ml (**Gambar 3.28** dan **Gambar 3.31**). Perbedaan nilai antar keduanya menunjukkan bahwa sumber bakteri *total coliform* tidak hanya berasal dari feses manusia dan hewan, namun juga berasal dari bakteri *non-faecal*. Berdasarkan data antar waktu tahun 2021-2024, kelimpahan bakteri *total coliform* terbesar terjadi di Sungai Sepak SPK-3 (Jl. Delima 9, Kembangan utara, Kec. Kembangan, Jakbar) pada periode pemantauan 2021 mencapai 223.450.000 MPN/100 ml atau sekitar 45 ribu kali dari baku mutu sebesar 5.000 MPN/100ml (**Gambar 3.32**). Persentase pemenuhan baku mutu tertinggi dari parameter *Total Coliform* terjadi pada periode 2 tahun 2024 sebesar 15%, sedangkan pada periode lainnya sebesar 96-100% tidak memenuhi baku mutu (**Gambar 3.33**).



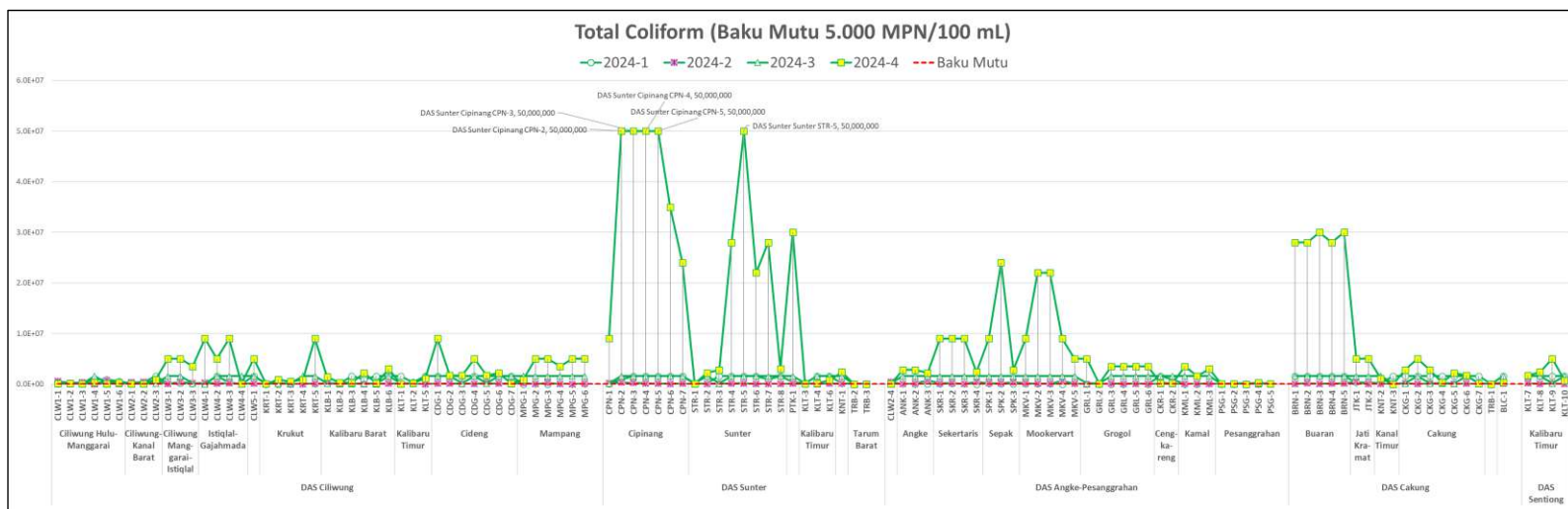
Gambar 3.28. Kelimpahan *fecal coliform* pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



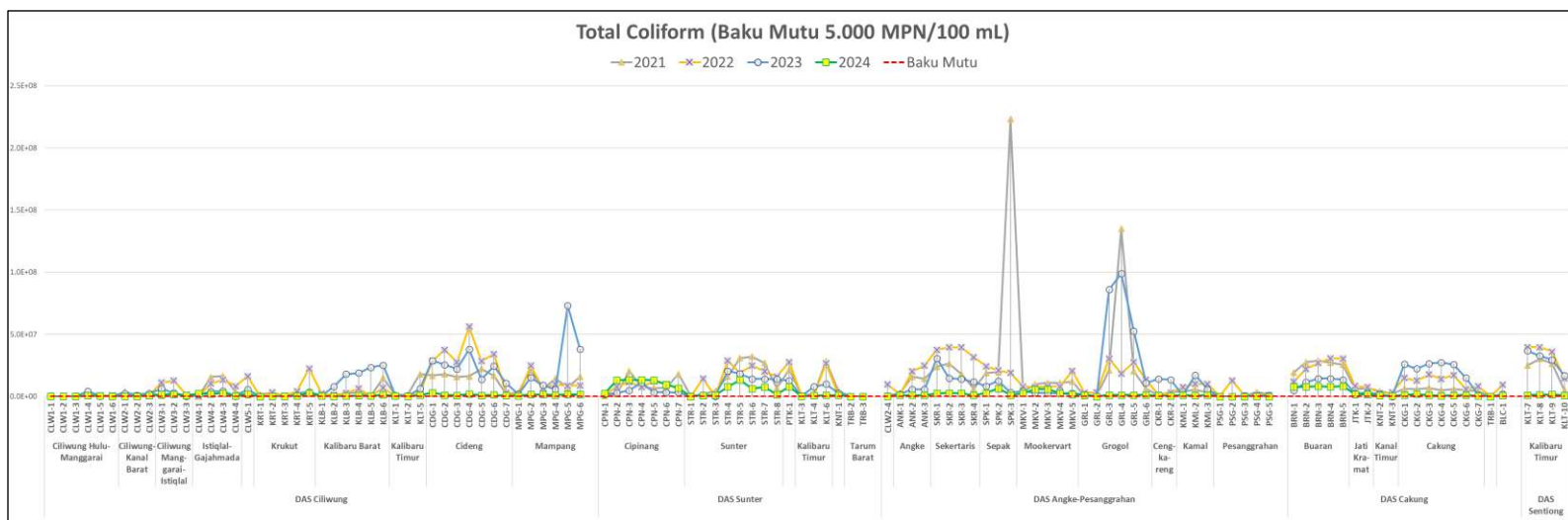
Gambar 3.29. Kelimpahan *fecal coliform* pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



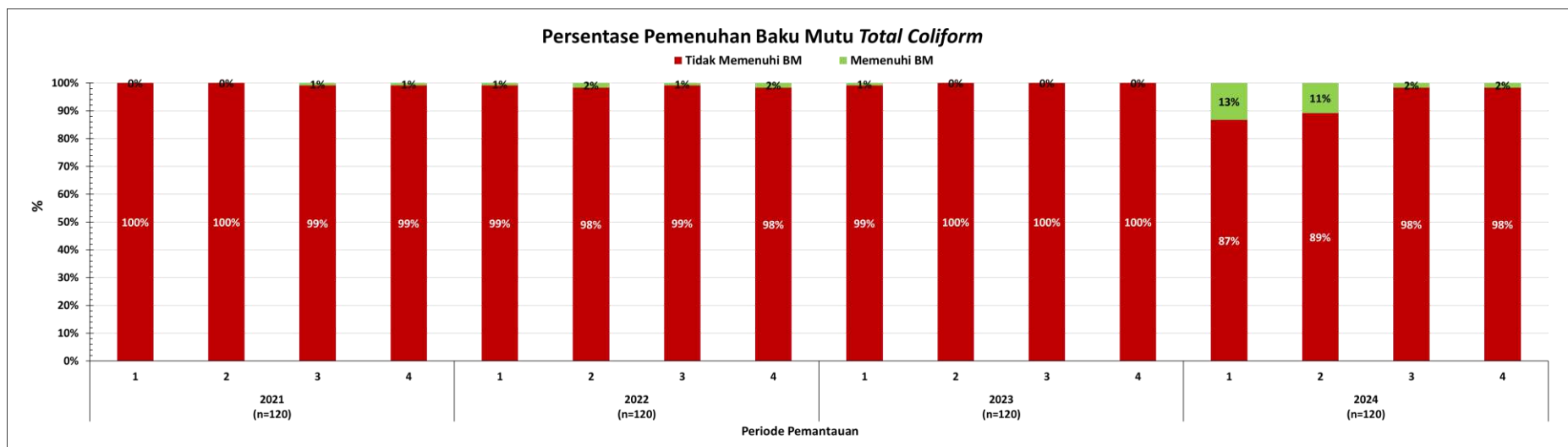
Gambar 3.30. Persentase pemenuhan baku mutu *fecal coliform* selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.31. Kelimpahan *total coliform* pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.32. Kelimpahan *total coliform* pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.33. Persentase pemenuhan baku mutu *total coliform* selama tahun 2021-2024.

3.4.2.2. Amoniak (NH₃)

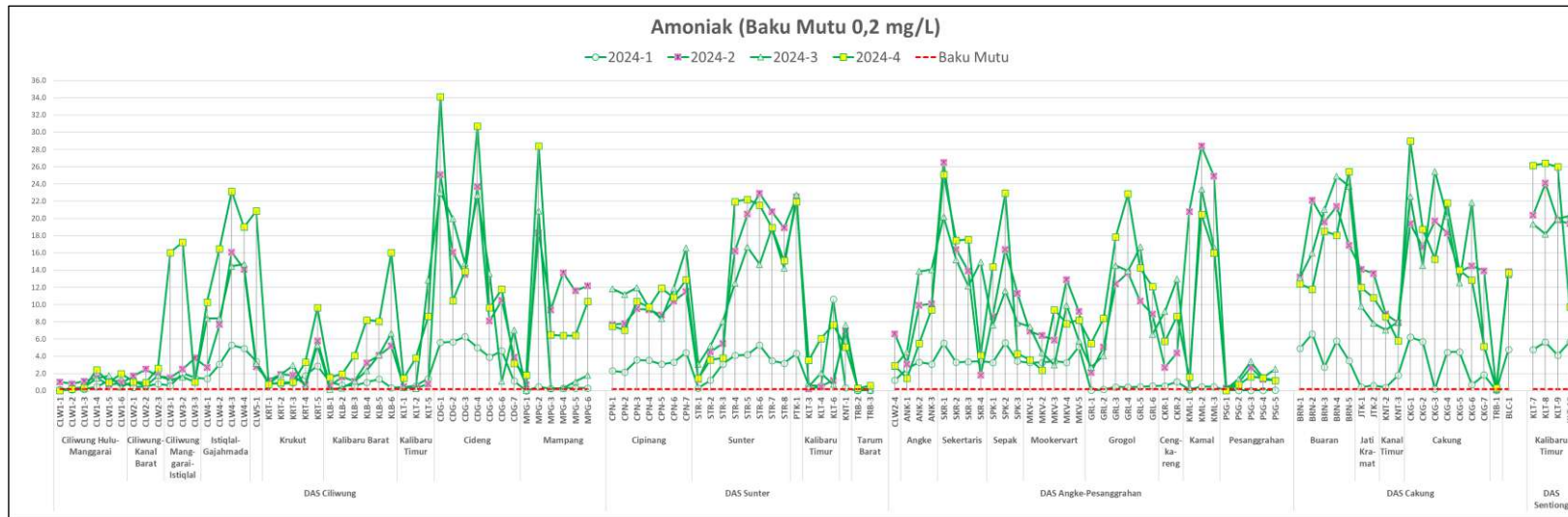
Salah satu parameter yang dapat mengindikasikan adanya pencemaran air adalah amoniak (NH₃) yang merupakan unsur hara turunan dari nitrogen. Keberadaan amoniak dalam air sungai yang melebihi ambang batas dapat mengganggu ekosistem perairan dan makhluk hidup lainnya. Efek tingginya konsentrasi amoniak di air menyebabkan keracunan bagi hampir semua organisme perairan (Murti *et al.* 2014).

Berdasarkan hasil analisis pengelompokan parameter pencemar (**Tabel 3.7**), NH₃ termasuk ke dalam kelompok parameter pencemar utama. Pemantauan parameter amoniak baru dimulai sejak periode 2 tahun 2021 setelah terbitnya PP 22/2021. Semenjak dipantau, parameter amoniak langsung berada pada peringkat ke-3 atau ke-4 PPU sungai (**Gambar 3.7** dan **Lampiran 11**). Dari sisi sebaran spasial wilayah maupun temporal waktu pemantauan, amoniak tidak memenuhi baku mutu pada kisaran >70% wilayah pemantauan tahun 2024.

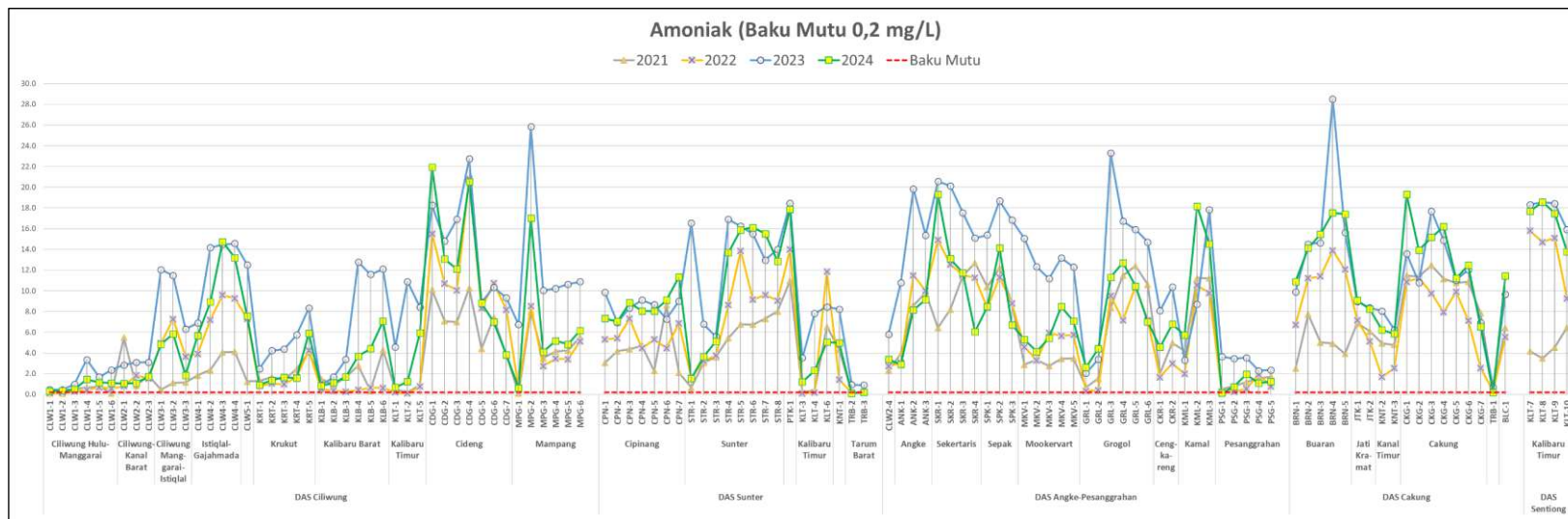
Berdasarkan hasil pemantauan pada tahun 2024 (**Gambar 3.34**), parameter amoniak yang terdeteksi memiliki konsentrasi rendah pada DAS Ciliwung yakni Sungai Ciliwung bagian hulu (CLW1-1, CLW1-2, dan CLW1-3), Sungai Krukut (KRT-1), Sungai Kalibaru Timur bagian hulu (KLT-1) dan Sungai Mampang (MPG-1). Pada DAS Sunter, konsentrasi amoniak yang rendah terpantau pada Sungai Sunter (STR-1), dan Sungai Tarum Barat (TRB-2 dan TRB-3). Pada DAS Angke-Pesanggrahan, konsentrasi amoniak yang rendah terpantau pada Sungai Pesanggrahan (PSG-1, PSG-2, PSG-4 dan PSG-5) yang setiap periode cenderung rendah. Sementara pada DAS Cakung terpantau hanya pada Sungai Tarum Barat (TRB-1) yang memiliki konsentrasi amoniak yang rendah pada setiap periode pemantauan. Konsentrasi tertinggi amoniak terukur di Sungai Cideng (CDG-1) yang termasuk DAS Ciliwung sebesar 34,10 mg/L (**Gambar 3.34**).

Berdasarkan data antar tahun, pola sebaran konsentrasi amoniak tahun 2023 relatif lebih tinggi dibandingkan pemantauan tahun-tahun lainnya (**Gambar 3.35**). Jumlah titik pemantauan yang tidak memenuhi baku mutu pada tahun 2023 juga mengalami peningkatan yang signifikan dan mencapai kondisi tertingginya selama tahun 2021-2024 menjadi 95-99% atau 115-119 titik pemantauan (**Gambar 3.36**). Namun, meski berbeda pada konsentrasi yang terukur, hasil pemantauan amoniak memiliki pola yang hampir sama pada setiap tahunnya (**Gambar 3.35**). Nilai Ci/Li > 1 amoniak pada tahun 2023 juga mengalami peningkatan hingga mencapai kondisi tertingginya selama tiga tahun terakhir, namun pada tahun 2024 mencapai kondisi terendahnya yaitu pada saat pemantauan periode 1 (**Gambar 3.7** dan **Lampiran 11**).

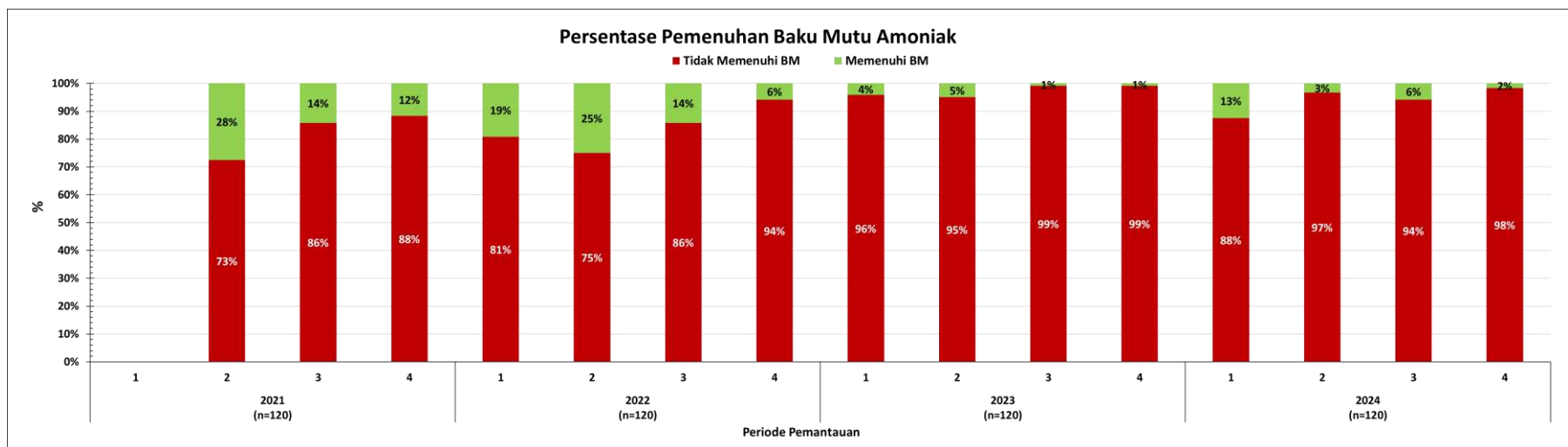
Keberadaan amoniak memiliki kaitan erat dengan timbulnya bau di perairan. Konsentrasi amoniak yang tinggi dapat menjadi penyebab bau di perairan. Hal ini juga terkonfirmasi dengan data kebauan tahun 2024 di lokasi Ciliwung segmen hulu yang cenderung tidak berbau, selaras dengan konsentrasi amoniak yang cenderung paling rendah di antara sungai lainnya (**Gambar 3.163** dan **Gambar 3.34**). Data kebauan sungai yang terpantau pada periode 1 hingga 4 tahun 2024 menunjukkan konsistensi antara kondisi fisik kebauan dengan parameter amoniak dengan persentase kondisi agak bau hingga sangat bau mencapai 73% (88 titik) (**Gambar 3.24** dan **Gambar 3.34**). Salah satu contoh pada Sungai Buaran yang terpantau memiliki tingkat kebauan terkategori agak bau hingga sangat bau selama tahun 2024 dan kondisi tersebut selaras dengan konsentrasi amoniak yang tergolong tidak memenuhi baku mutu dengan rentang nilai sebesar 10,89-17,53 mg/L (**Gambar 3.23** dan **Gambar 3.37**).



Gambar 3.34. Konsentrasi amoniak (NH_3) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.35. Konsentrasi amoniak (NH_3) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.36. Persentase pemenuhan baku mutu amoniak (NH_3) selama tahun 2021-2024.

3.4.3. Kelompok Parameter Pencemar Lainnya

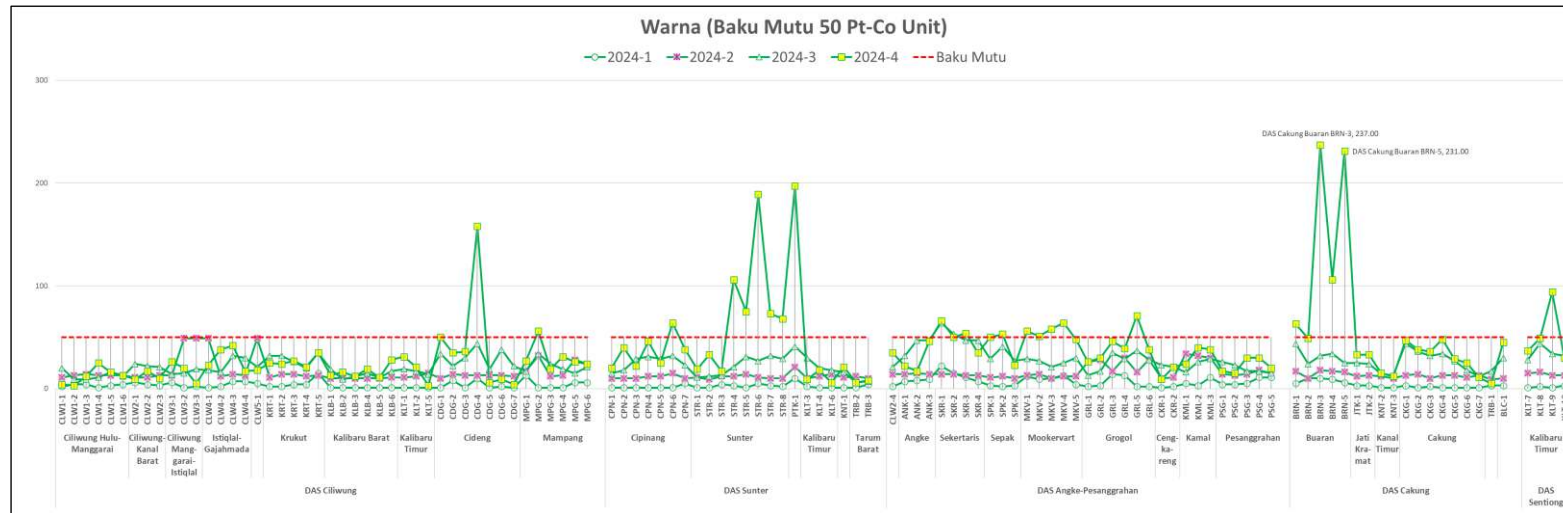
3.4.3.1. Warna Air

Parameter warna air diamati di lapangan sebagai parameter *in situ* dan dianalisis secara *ex situ* di laboratorium. Warna air yang diamati secara *in situ* merupakan warna tampak yang terlihat oleh indera, sedangkan warna air yang dianalisis di laboratorium akan menghasilkan nilai kuantitatif dengan skala Platina-Cobalt (Pt-Co). Warna perairan ditimbulkan oleh keberadaan bahan organik dan anorganik, akibat keberadaan plankton, humus, ion-ion logam (misalnya Fe dan Mn), serta bahan-bahan lainnya (Effendi 2003).

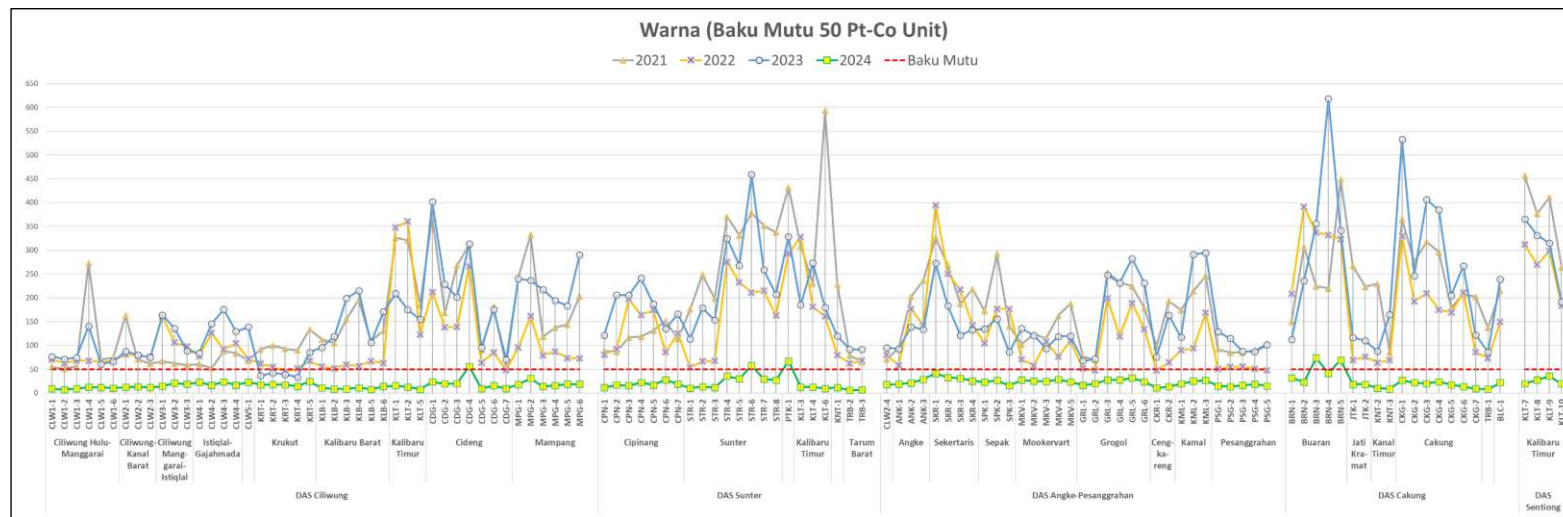
Nilai warna pertama kali diukur pada periode 2 tahun 2021 karena parameter warna baru memiliki baku mutu sejak diterbitkannya PP 22/2021. Secara keseluruhan nilai Ci/Li > 1 warna sejak 2021 hingga 2024 sebesar 3,32 dengan cakupan kejadian mencapai 78,61% (**Lampiran 11**), namun ketika tahun 2023 mengalami kenaikan yang cukup signifikan mencapai 99% atau dapat dikatakan hanya ada satu lokasi yang memenuhi baku mutu warna yaitu 50 Pt-Co, meskipun demikian pada periode 3 tahun 2023 mengalami penurunan menjadi 78% (**Gambar 3.39**). Ditinjau dari kecenderungan pemenuhan baku mutu dari waktu ke waktu, terjadi perbaikan kualitas pada parameter warna selama pemantauan periode 3 tahun 2021 hingga periode 4 tahun 2022, namun mengalami kenaikan pada periode 1 tahun 2023. Hasil pemantauan tahun 2024 periode 1-4 persentase baku mutu mencapai 82-100% memenuhi baku mutu (**Gambar 3.39**).

Berdasarkan hasil analisis laboratorium selama pemantauan tahun 2024, nilai warna perairan memenuhi baku mutu sebesar 50 Pt-Co pada hampir seluruh titik pemantauan dengan nilai terbesar pada DAS Cakung di Sungai Buaran (BRN- 3 dan BRN-5) dengan nilai masing-masing sebesar 237 dan 231 Pt-Co pada pemantauan periode 4 (**Gambar 3.37**). Berdasarkan data pemantauan secara *time series* menunjukkan keberadaan nilai warna tertinggi cenderung ditemukan pada lokasi yang selalu sama yaitu Sungai Buaran, Sungai Cakung dan Sungai Sunter (**Gambar 3.38**).

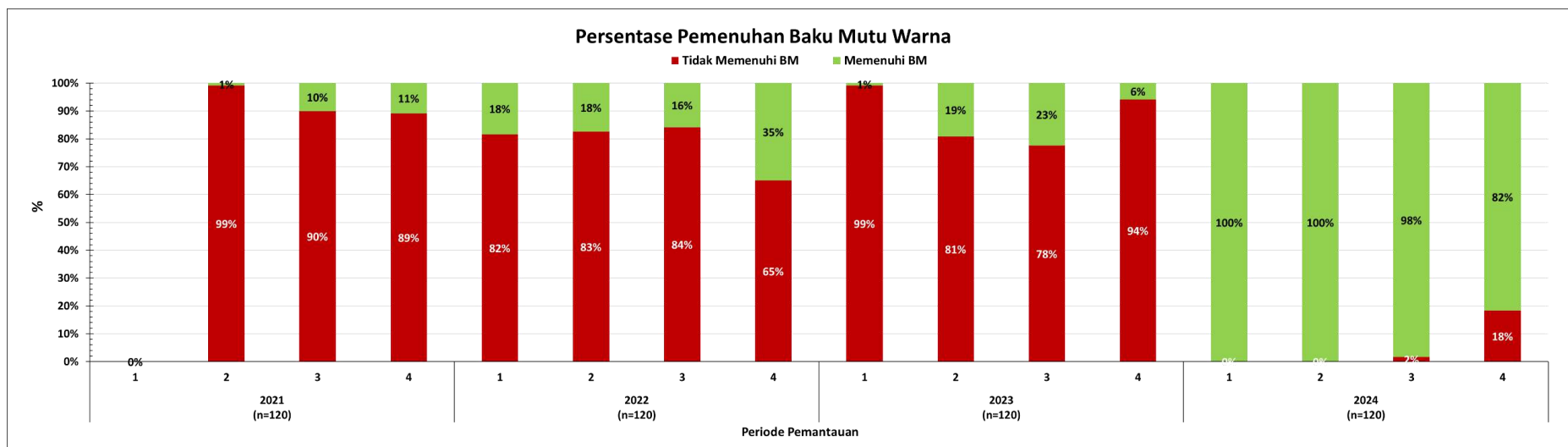
Kondisi fisik di setiap sungai pada empat periode tahun 2024 menunjukkan bahwa secara visual warna tampak perairan di DKI Jakarta bervariasi dari jernih, cokelat, putih, abu-abu, hijau, dan hitam. Selama pemantauan tahun 2024, warna timbul yang teramati didominasi warna cokelat pada periode 1 hingga periode 4 yang nilainya mencapai 22-41% (**Gambar 3.22**). Kaitan antara nilai warna dengan warna tampak air sungai selama pemantauan empat periode tahun 2024 menunjukkan bahwa warna yang mendominasi (cokelat dan abu-abu) memiliki nilai warna (Pt-Co) yang lebih tinggi (**Gambar 3.22** dan **Gambar 3.37**). Salah satu contoh kaitan tersebut dapat terlihat pada Sungai Krukut, Sungai Sekertaris, dan Sungai Cideng yang memiliki nilai warna relatif tinggi dengan dominasi warna tampak adalah cokelat dan abu-abu (**Gambar 3.163**, **Gambar 3.22** dan **Gambar 3.37**).



Gambar 3.37. Nilai warna perairan pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.38. Nilai warna perairan pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



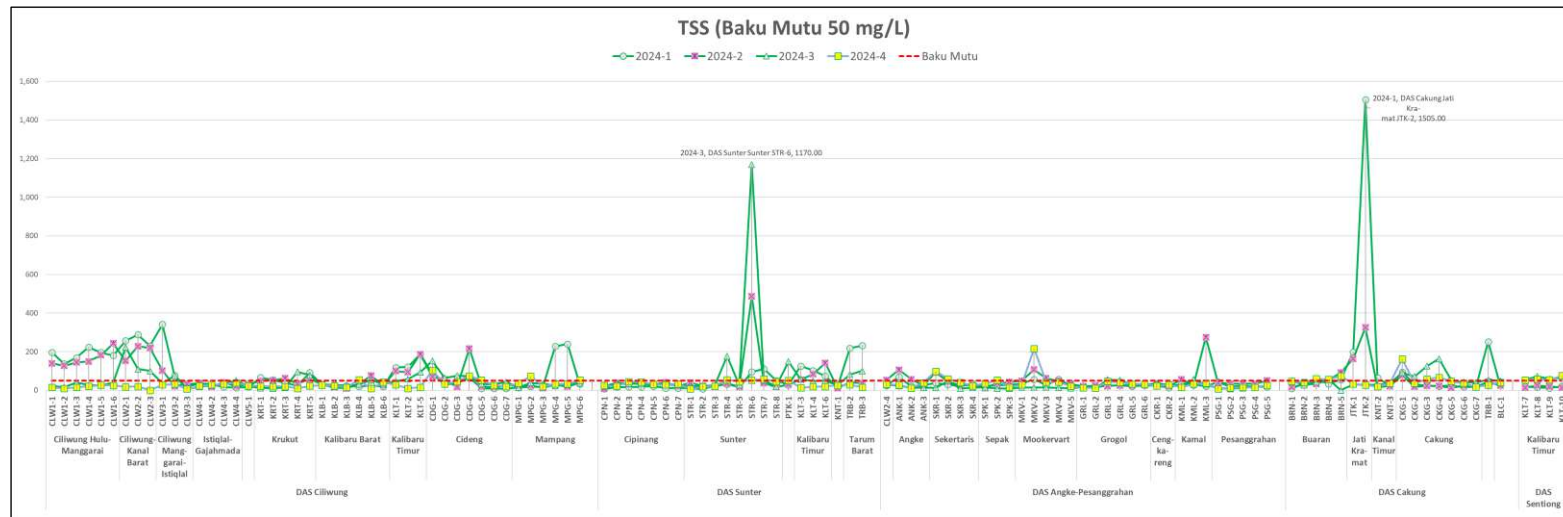
Gambar 3.39. Persentase pemenuhan baku mutu warna selama tahun 2021-2024.

3.4.3.2. Total Suspended Solid/TSS

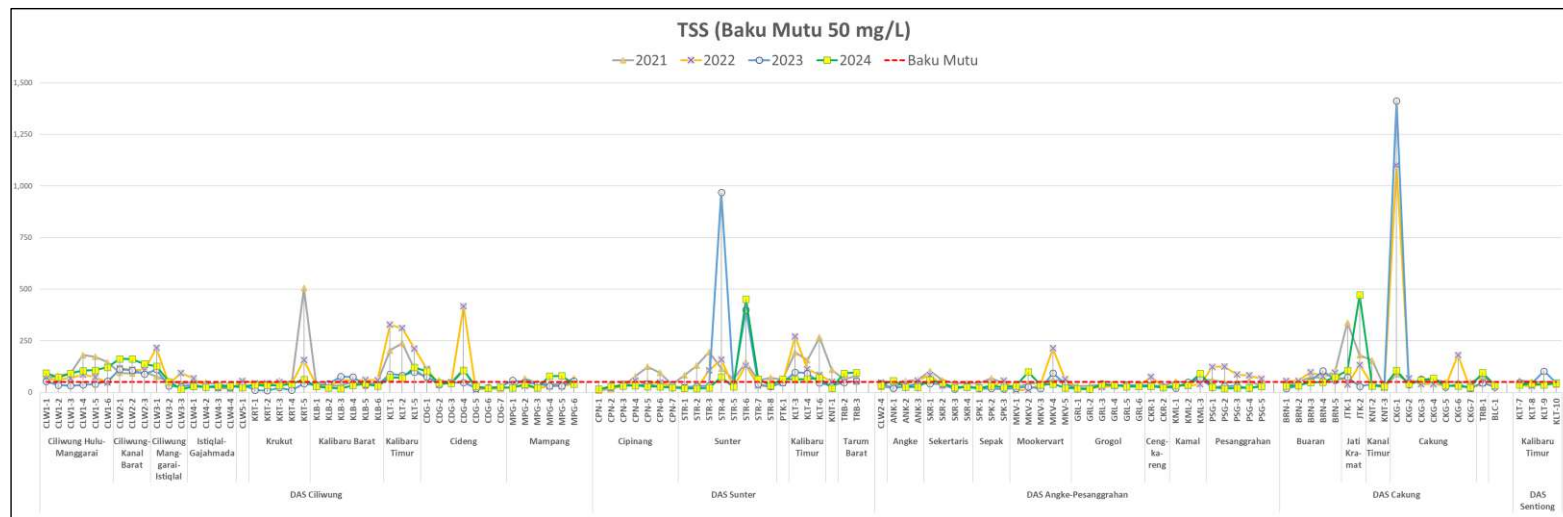
Padatan yang terkandung dalam perairan secara umum dapat dibedakan menjadi dua jenis yakni padatan terlarut total (*Total Dissolved Solid / TDS*) dan padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid / TSS*). Padatan terlarut umumnya berkaitan dengan kandungan garam dalam perairan, semakin tinggi kandungan garam-garam dalam perairan atau semakin tinggi nilai salinitas, akan diikuti dengan tingginya konsentrasi TDS. Sementara itu, padatan tersuspensi sering dikaitkan dengan erosi lapisan tanah yang masuk ke badan air. Oleh karenanya, tingginya konsentrasi parameter TSS sering dikaitkan dengan perairan berwarna coklat, kekeruhan tinggi, dan tingkat kecerahan rendah.

Konsentrasi TSS di titik pemantauan pada tahun 2024 cenderung dinamis dan sebagian besar memenuhi baku, namun pada umumnya memiliki konsentrasi terbesar pada pemantauan periode 1. Konsentrasi tertinggi yang pernah tercatat selama pemantauan tahun 2024 yaitu pada periode 1 sebesar 1.505 mg/L di Sungai Jati Kramat, JTK-2 (Jl. Bojong Indah I No 5, Pd. Klp. Kec. Duren Sawit, Jakarta Timur). Nilai tersebut tergolong sangat tinggi atau mencapai 30 kali lebih besar dari baku mutu maksimal TSS sebesar 50 mg/L (**Gambar 3.40**). Nilai rata-rata konsentrasi TSS paling tinggi yang pernah tercatat selama periode pemantauan tahun 2021-2024 sebesar 1.412,5 mg/L yang terjadi di Sungai Cakung titik CKG-1 pada tahun 2023 (**Gambar 3.41**). Meskipun demikian, pada periode 3 tahun 2023 terjadi penurunan terendah jumlah lokasi yang tidak memenuhi baku mutu TSS dibandingkan tahun 2021-2024 yaitu 14% dari 120 titik pemantauan (**Gambar 3.42**).

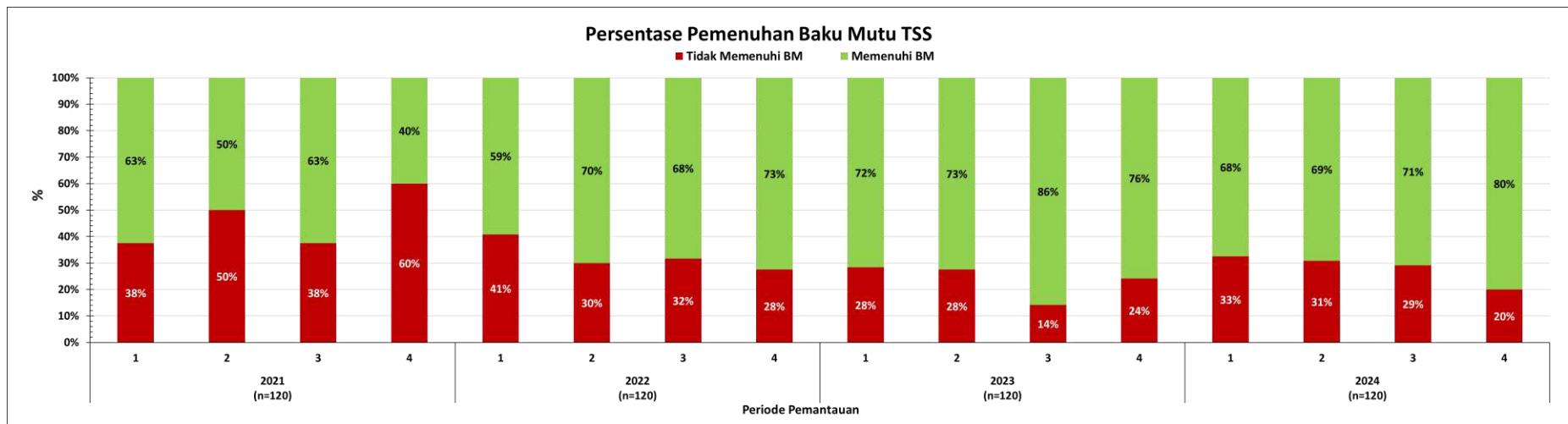
Nilai parameter TSS perairan di setiap lokasi dapat dikaitkan dengan hasil pengukuran kekeruhan sebagai gambaran *in situ* pemantauan. Nilai kekeruhan perairan pada setiap lokasi relatif berfluktuasi, dengan kondisi kekeruhan tertinggi terjadi pada Sungai Sunter (STR-6) yang berada di DAS Sunter ketika periode 3 tahun 2024 (**Gambar 3.19**). Sementara kaitan kondisi fisik kekeruhan dengan nilai parameter TSS cenderung menunjukkan pola yang selaras, yaitu ketika nilai kekeruhan tinggi maka nilai parameter TSS akan tinggi. Hal tersebut dapat ditunjukkan pada kondisi nilai kekeruhan di Sungai Sunter (STR-6), pada periode 3 tahun 2024 tercatat nilai kekeruhan di lokasi tersebut mencapai 493,00 NTU dengan memiliki nilai TSS sebesar 1.170 mg/L (**Gambar 3.19** dan **Gambar 3.40**). Jika dibandingkan dengan nilai kekeruhan yang lebih rendah di lokasi lain, maka nilai konsentrasi TSS yang dimiliki juga relatif lebih rendah.



Gambar 3.40. Konsentrasi TSS pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.41. Konsentrasi TSS pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.42. Persentase pemenuhan baku mutu TSS selama tahun 2021-2024.

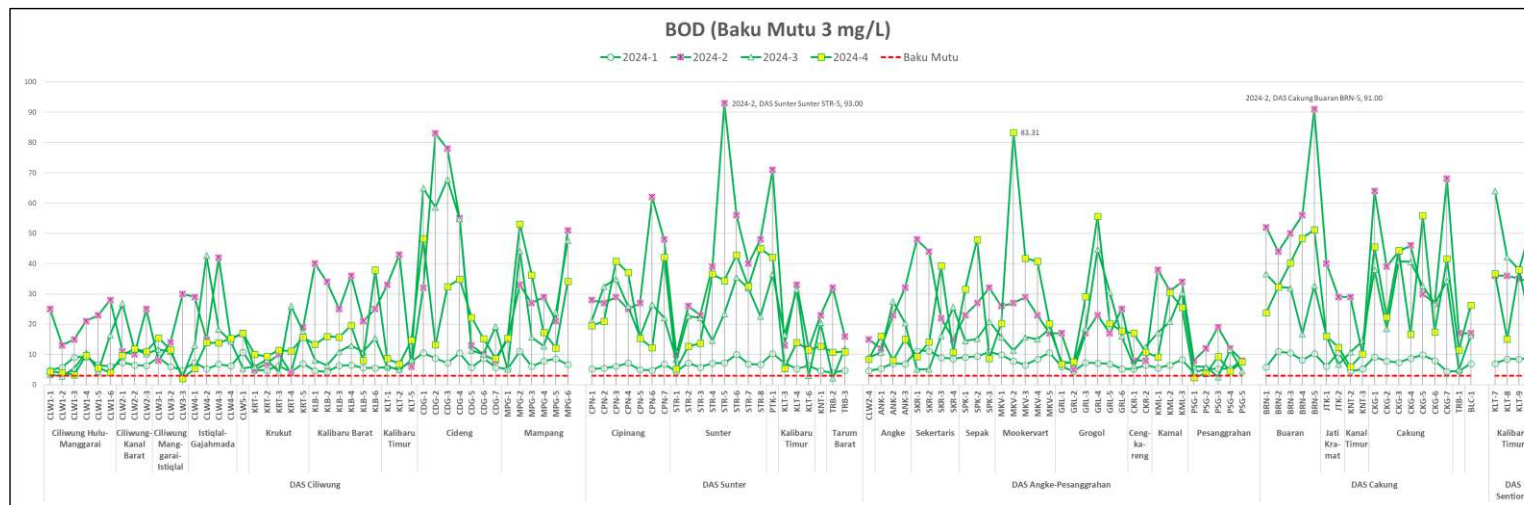
3.4.3.3. Organik

a. BOD dan COD

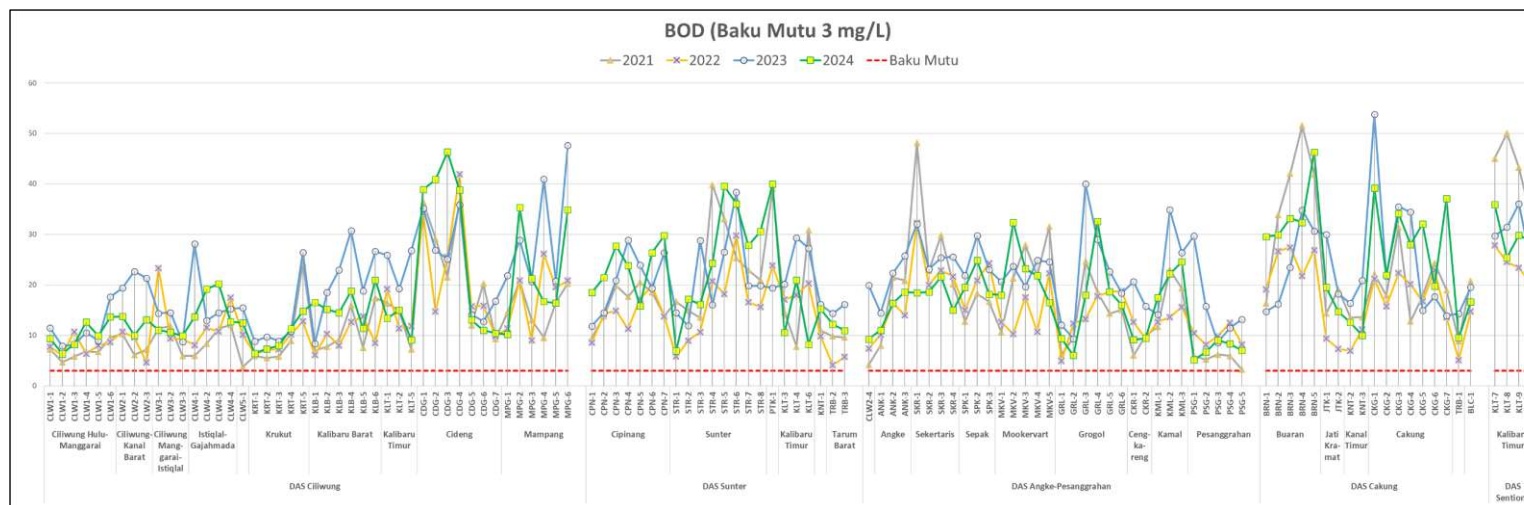
Terdapat dua parameter yang sangat terkait dengan keberadaan bahan organik di perairan yakni *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Kedua parameter ini juga tidak lepas kaitannya dengan jumlah oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*). DO merupakan parameter penting dalam suatu ekosistem perairan, karena berperan besar dalam proses metabolisme organisme akuatik dan dekomposisi bahan organik. Apabila parameter DO menunjukkan kandungan oksigen terlarut dalam perairan, maka BOD dan COD menggambarkan kebutuhan oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik. Oleh karenanya, BOD dapat digunakan untuk mengukur keberadaan bahan organik yang bersifat mudah urai secara biologis (*biodegradable*), sementara COD menggambarkan keberadaan bahan organik yang mudah urai dan sulit urai secara biologis (*biodegradable* dan *non-biodegradable*). Berdasarkan komposisi gambaran jenis bahan organik tersebut, secara teoritik nilai COD akan lebih tinggi atau minimal sama dibandingkan konsentrasi BOD.

Parameter BOD sempat terkategori sebagai parameter pencemar utama pada beberapa periode pemantauan tahun 2018-2019 (**Gambar 3.7**). Namun, sejak tahun 2021 parameter BOD secara umum mengalami perbaikan yang diindikasikan dari turunnya nilai $C_i/L_i > 1$ sekitar 1 poin dan tidak pernah lagi terkategori sebagai parameter pencemar utama. Namun, pada pemantauan periode 2 dan periode 4 tahun 2023 parameter BOD kembali terkategori sebagai parameter pencemar utama, yang ditandai dari meningkatnya nilai C_i/L_i dengan persentase lokasi yang tidak memenuhi baku mutu sebesar 99%. Berdasarkan hasil pemantauan selama tahun 2024, seluruh titik pemantauan (100%) tidak memenuhi baku mutu BOD sebesar 3 mg/L pada periode 1 dan 2, namun sedikit menurun pada periode 3 dan 4 yang mencapai 97-98% lokasi yang tidak memenuhi baku mutu (**Gambar 3.45**). Konsentrasi BOD tertinggi selama 2024 ditemui pada lokasi STR-5 sebesar 93,00 mg/L pada periode 2 (**Gambar 3.43**). Berdasarkan data runtut waktu periode 2021-2024 seperti yang tersaji pada grafik di **Gambar 3.44**, dapat dilihat pola konsentrasi BOD yang konsisten tinggi pada beberapa titik pemantauan yakni Sungai Cideng terutama pada titik CDG-1 dan CDG-4 dibandingkan lokasi pantau lainnya di DAS Ciliwung. Pada DAS Angke-Pesanggrahan, lokasi pantau di Sungai Sekertaris juga menjadi lokasi dengan konsentrasi BOD tertinggi dibanding sungai lainnya yang berada dalam DAS yang sama. Secara umum, persentase lokasi yang tidak memenuhi baku mutu BOD mengalami fluktuasi dalam rentang periode 2021-2024 (**Gambar 3.45**).

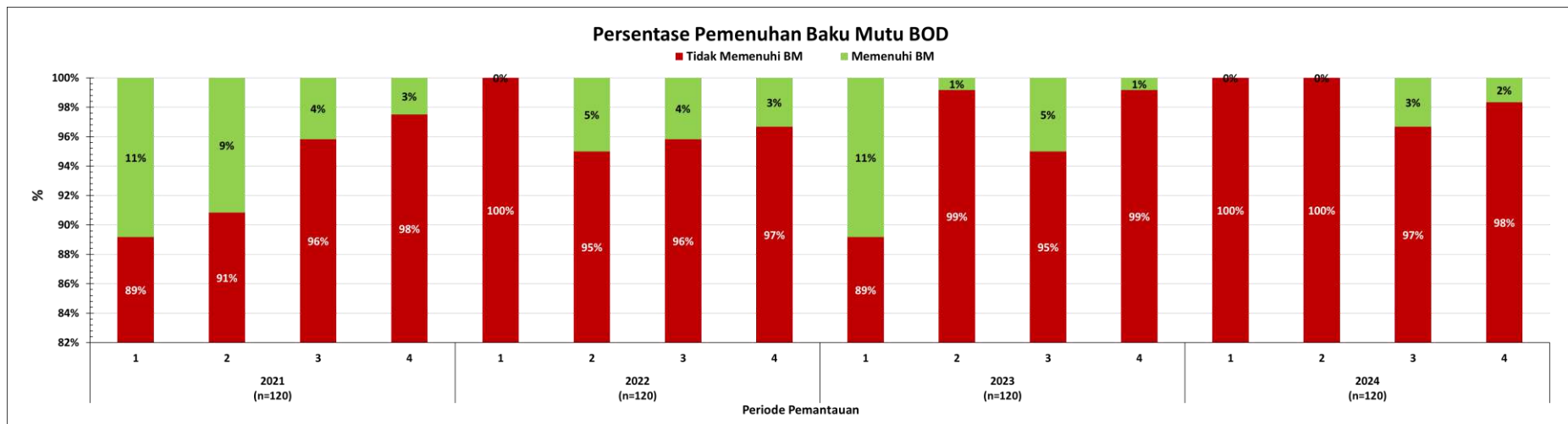
Serupa kondisinya dengan BOD, konsentrasi tertinggi COD pada tahun 2024 juga tercatat pada beberapa titik pemantauan di DAS Ciliwung yaitu CDG-3 (Jembatan Menara Imperium, Guntur, Setiabudi, Jakarta Selatan) sebesar 786 mg/L. DAS Sunter yaitu titik STR-6 (Jl. Alu-alu, Puloagadung, Kec. Puloagadung, Jakarta Timur) sebesar 1500 mg/L. Nilai COD tertinggi yang pernah tercatat pada pemantauan tahun 2024 terdapat pada titik STR-6 (**Gambar 3.46**). Hal tersebut dominan diakibatkan oleh kegiatan domestik seperti Rumah Pemotongan Hewan (RPH), aktivitas pasar, dan bahkan saat pemantauan ditemukan bulu-bulu hewan di badan air sungai.



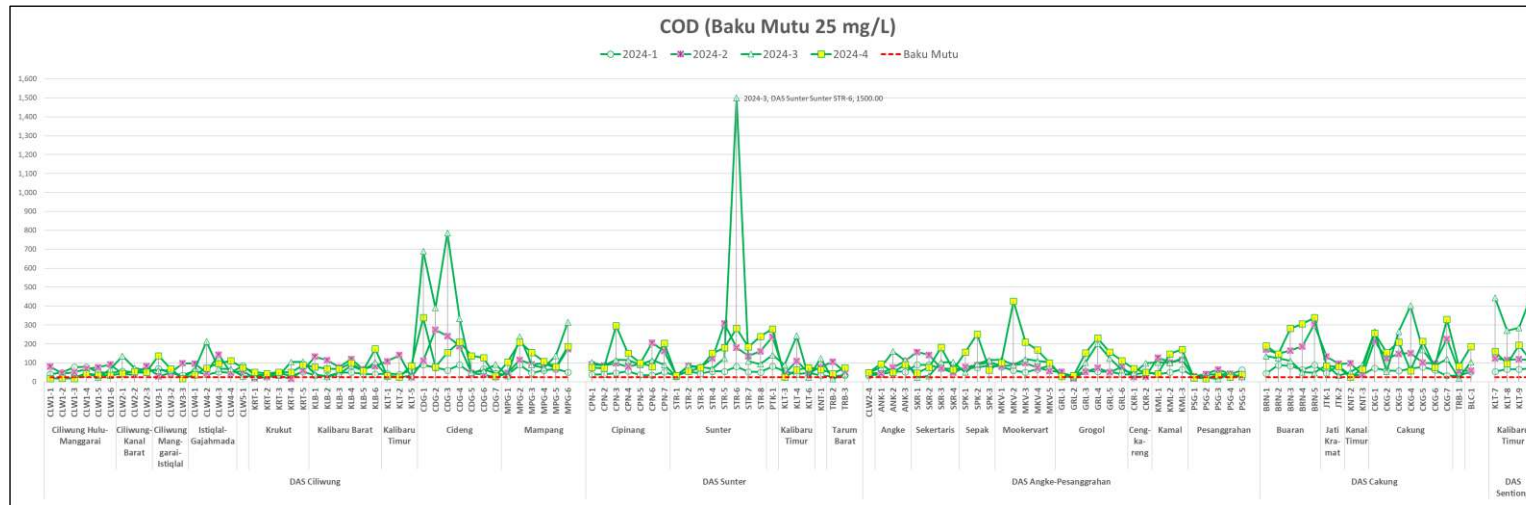
Gambar 3.43. Konsentrasi BOD pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



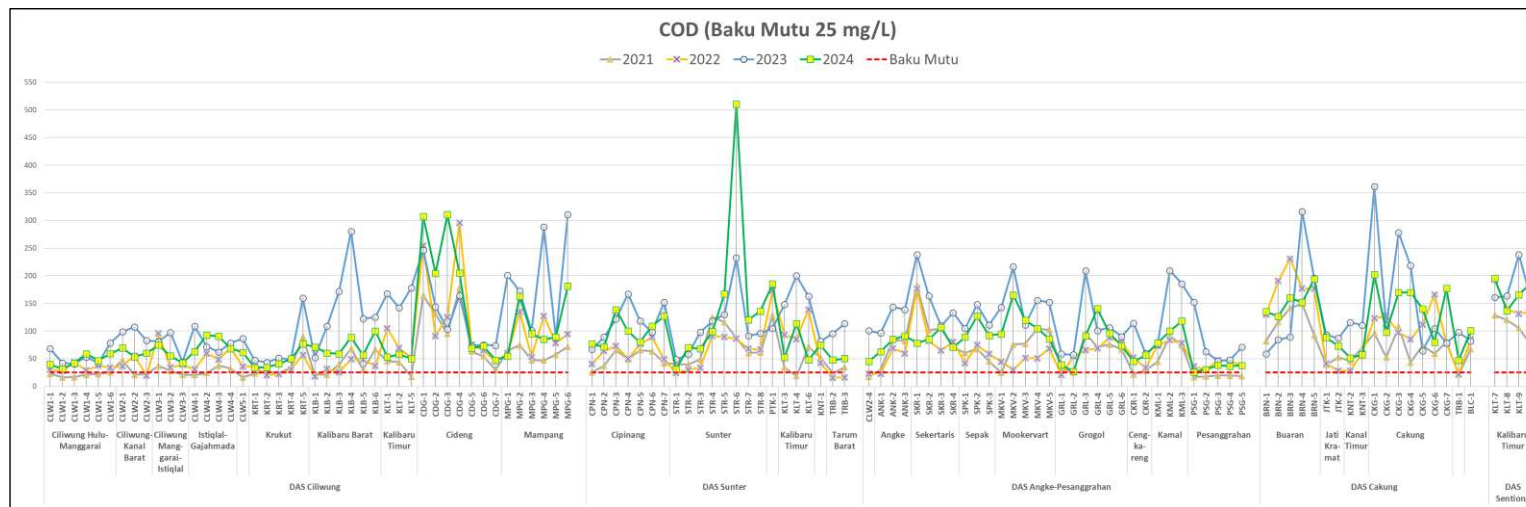
Gambar 3.44. Konsentrasi BOD pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



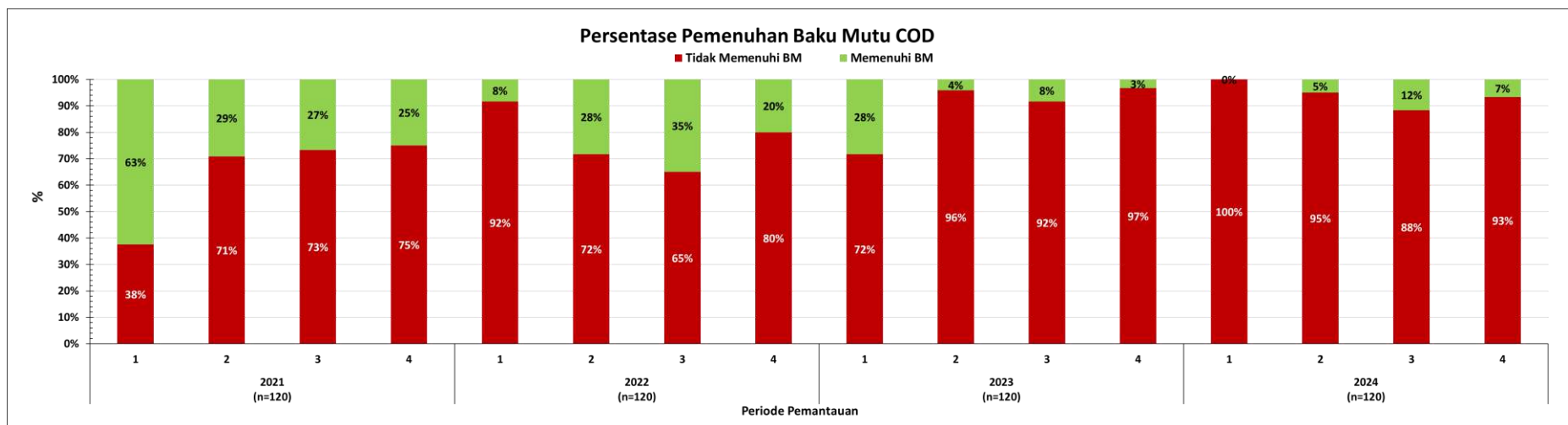
Gambar 3.45. Persentase pemenuhan baku mutu BOD selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.46. Konsentrasi COD pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.47. Konsentrasi COD pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.48. Persentase pemenuhan baku mutu COD selama tahun 2021-2024.

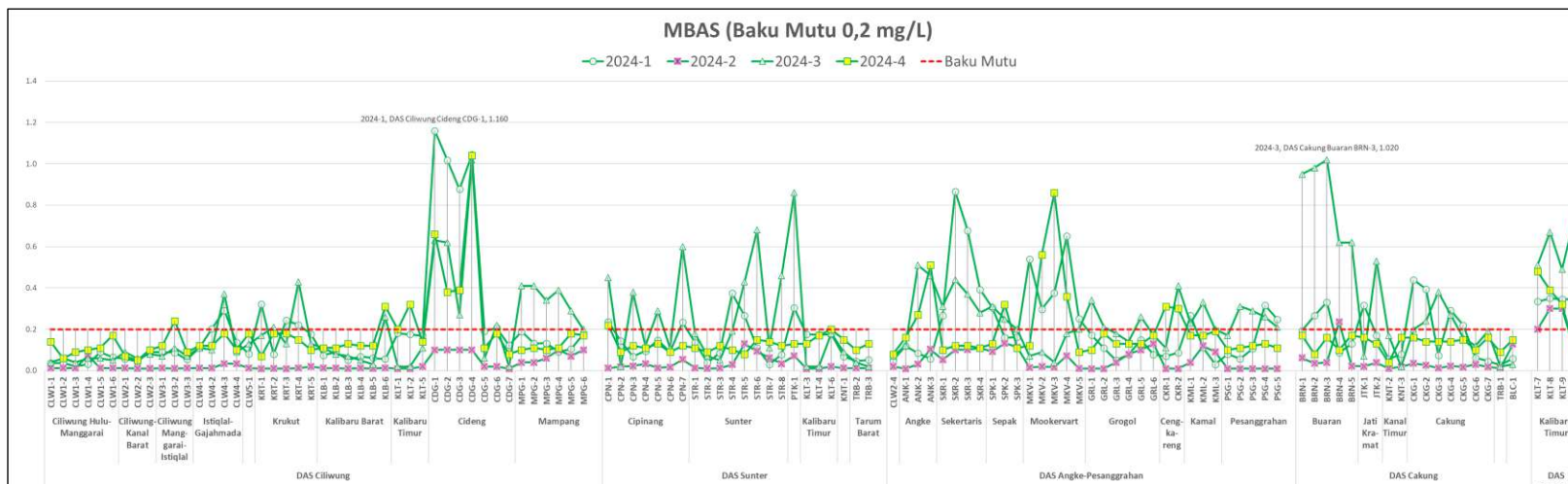
Data konsentrasi parameter COD periode 2021-2024 juga memperlihatkan pola kecenderungan yang identik dengan BOD yakni cenderung tinggi pada Sungai Cideng, Sunter dan Buaran (**Gambar 3.44** dan **Gambar 3.47**). Dikarenakan baku mutu COD (25 mg/L) relatif lebih besar dibandingkan dengan BOD (3 mg/L), maka persentase jumlah lokasi yang tidak memenuhi baku mutu COD tidak sebesar BOD.

Sebagai contoh, pada periode 1-2022 seluruh lokasi pantau (100%) tidak memenuhi baku mutu BOD, namun untuk parameter COD sedikit lebih rendah yakni 92% (110 dari 120 lokasi). Periode 1 tahun 2022 dan 2023 memiliki pola yang berbeda dari tahun 2021, yang biasanya menunjukkan persentase lokasi tidak memenuhi baku mutu terendah dibandingkan periode-periode lainnya. Kondisi BOD yang tinggi pada periode 2 dan periode 4 tahun 2023 juga berpengaruh terhadap pemenuhan baku mutu COD, yaitu terjadi peningkatan yang sangat signifikan sebesar 96-97% wilayah tidak memenuhi baku mutu COD. Sementara itu, kondisi serupa juga terjadi pada pemantauan tahun 2024 dimana nilai persentase pemenuhan baku mutu BOD mencapai 97-100% lokasi tidak memenuhi baku mutu. Hal tersebut berpengaruh terhadap pemenuhan baku COD yaitu mencapai 88-100% lokasi yang tidak memenuhi baku mutu (**Gambar 3.48**).

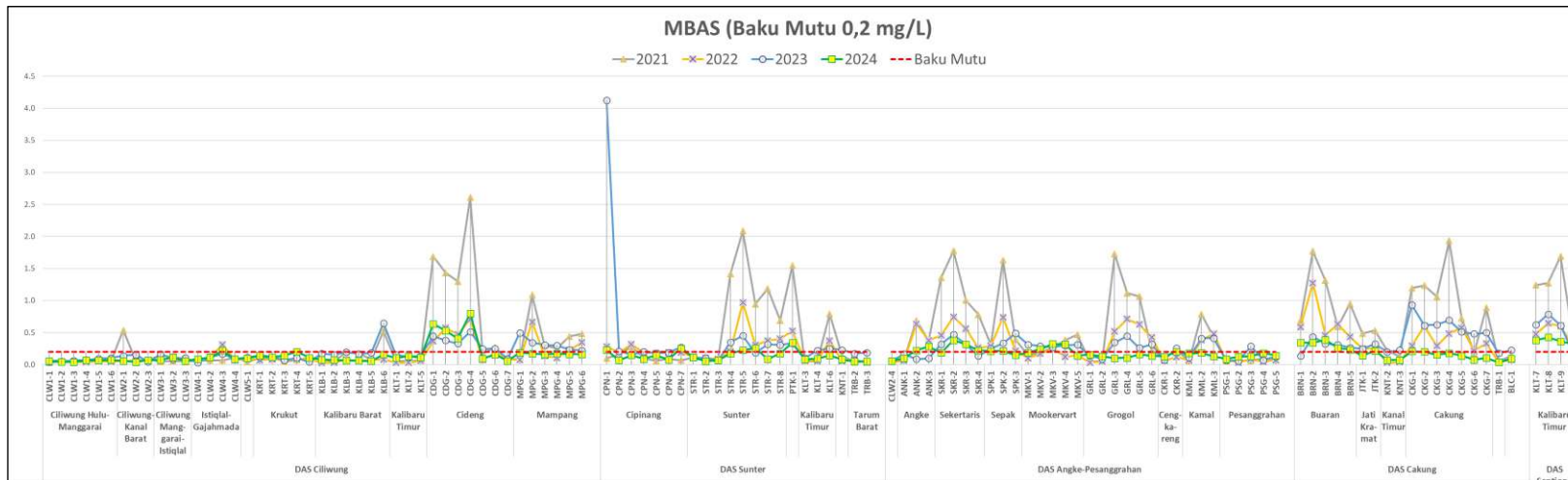
b. MBAS (Detergen)

Parameter kualitas air yang juga dapat menjadi penciri adanya pengaruh dari aktivitas rumah tangga adalah MBAS atau sering disebut dengan detergen. Pada kegiatan pemantauan tahun 2022, khusus pada periode 2 tidak dilakukan analisis parameter MBAS dikarenakan kendala teknis berupa tidak tersedianya reagen analisis. Konsentrasi MBAS yang terukur pada tahun 2024 sangat dinamis dengan konsentrasi tertinggi terukur di Sungai Cideng titik CDG-1 (Jembatan Jl. Taman Patra No. 17, Setiabudi, Kuningan, Jakarta Selatan) senilai 1,160 mg/L dari batas maksimal baku mutu sebesar 0,2 mg/L (**Gambar 3.49**). Selain itu, terdapat beberapa sungai yang terdeteksi memiliki konsentrasi MBAS yang memenuhi baku mutu sepanjang tahun 2024 yaitu Sungai Ciliwung bagian hulu, Sungai Kalibaru Barat, Sungai Tarum Barat, Sungai Kanal Timur, dan Sungai Blencong.

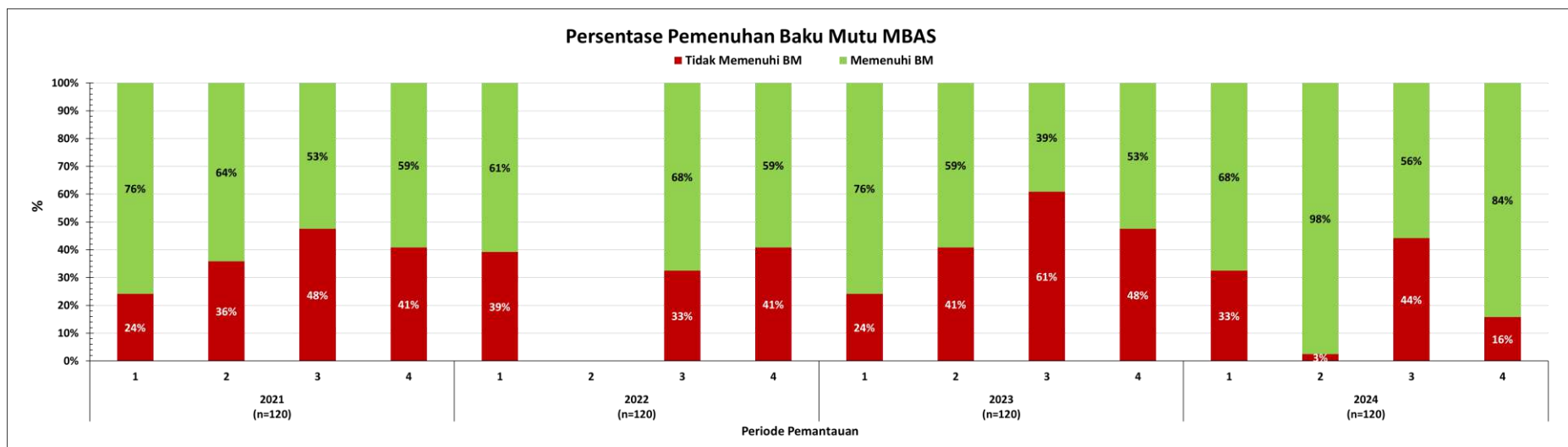
Secara *time series*, pola kecenderungan parameter MBAS di DAS Ciliwung terlihat lebih rendah pada Sungai Ciliwung, Krukut, dan Kalibaru Timur namun memiliki konsentrasi yang tinggi pada Sungai Cideng dan Mampang. Sementara itu, kondisi yang cukup berbeda pada tahun 2024 terjadi pada Sungai Mampang yang sebelumnya memiliki konsentrasi MBAS tinggi menjadi lebih rendah (**Gambar 3.50**). Pada DAS Sunter, terlihat pola kecenderungan nilai parameter MBAS yang tinggi pada Sungai Sunter dan Petukangan. Tetapi, pada sungai lainnya pada DAS tersebut relatif memiliki nilai konsentrasi MBAS yang rendah (**Gambar 3.50**). DAS Angke-Pesanggrahan dan DAS Cakung juga tampak mengalami perbedaan pola kecenderungan konsentrasi parameter MBAS (**Gambar 3.50**). Konsentrasi MBAS yang memiliki pola kecenderungan yang konsisten hanya terjadi di DAS Sentiong (**Gambar 3.50**). Berdasarkan persentase pemenuhan baku mutu, jumlah lokasi yang tidak memenuhi baku mutu cenderung fluktuatif yakni cenderung stagnan pada periode 2021-2022, cenderung meningkat pada 2023 dan menurun pada tahun 2024 (**Gambar 3.51**). Titik-titik pemantauan yang memiliki nilai rata-rata paling ekstrem terpantau pada Sungai Cipinang titik CPN-1 sebesar 4,13 mg/L (tahun 2023), Sungai Sunter di titik STR-5 sebesar 2,09 mg/L, Sungai Cideng di titik CDG-4 sebesar 2,61 mg/L (tahun 2021) dan Sungai Cideng titik CDG-4 sebesar 0,80 mg/L (tahun 2024) (**Gambar 3.50**).



Gambar 3.49. Konsentrasi MBAS (detergen) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.50. Konsentrasi MBAS (detergen) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



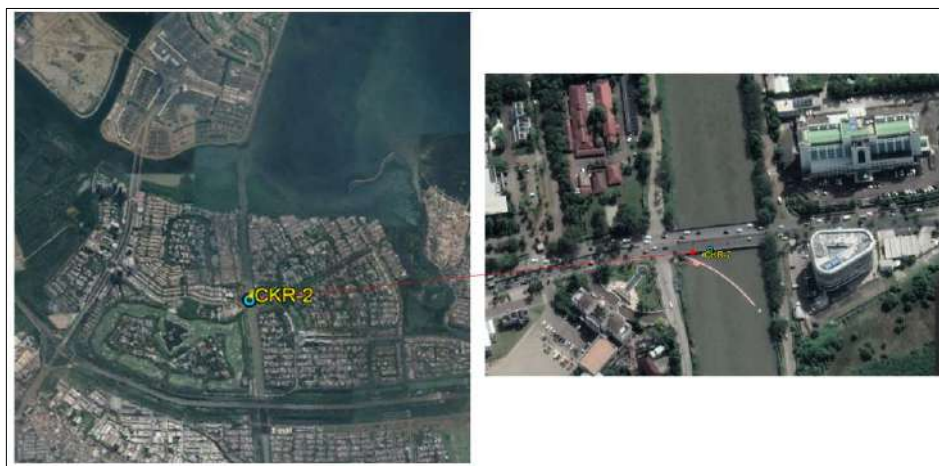
Gambar 3.51. Persentase pemenuhan baku mutu MBAS (detergen) selama tahun 2021-2024.

c. Fenol

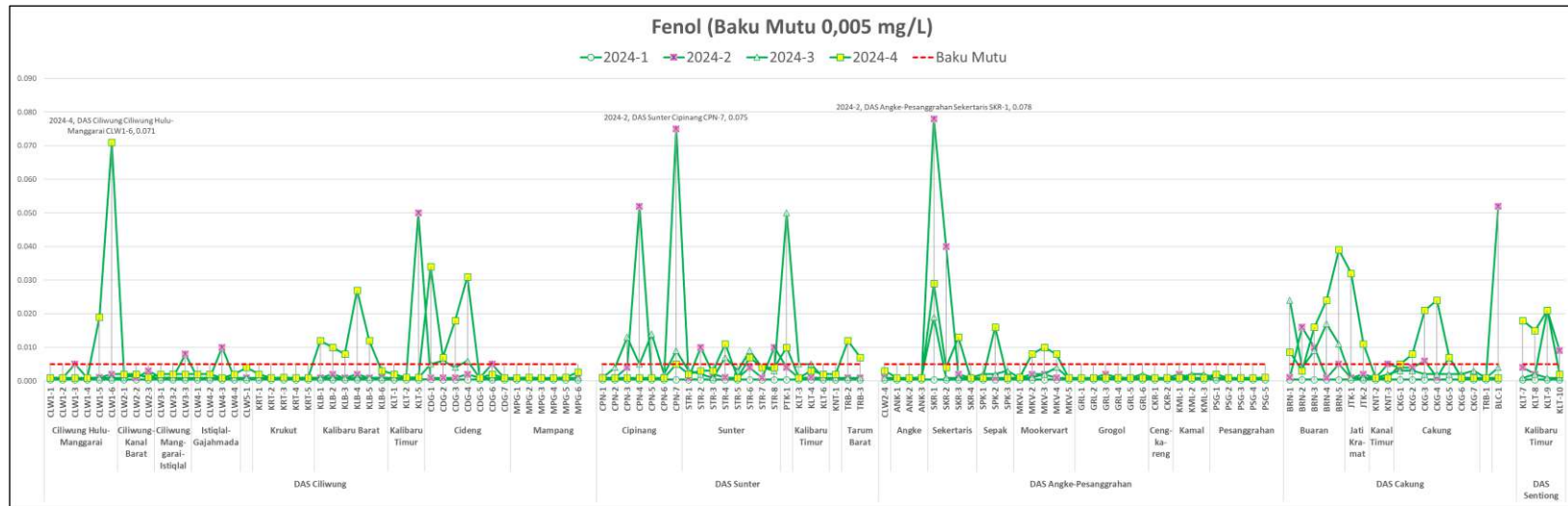
Fenol merupakan salah satu dari 8 parameter yang pernah terkategori sebagai PPU sungai yakni pada periode 3 dan 4 tahun 2019 (**Gambar 3.7**). Pada tahun tersebut, konsentrasi fenol mencapai 5 (lima) kali lipat dari baku mutu sebesar 0,005 mg/L. Namun, sejak saat itu nilainya cenderung terus membaik hingga pada pemantauan tahun 2023 menurun menjadi 2 (dua) kali lipat dari baku mutu dan hanya mencakupi sebesar 41,17% dari total 120 titik pemantauan (**Gambar 3.7** dan **Lampiran 11**).

Pada pemantauan tahun 2024, terdeteksi adanya konsentrasi fenol yang sangat tinggi dengan nilai konsentrasi $>0,010$ mg/L (tidak memenuhi baku mutu) yang terjadi pada lima DAS (**Gambar 3.53**). Pada DAS Ciliwung, konsentrasi tertinggi terdapat di Sungai Ciliwung Hulu-Manggrai (CLW1-6) sebesar 0,071 mg/L, sedangkan titik lainnya yang bernilai $>0,010$ mg/L adalah CLW3-3, CLW4-3, KLB-1 s.d. KLB-5, KLT-5, dan CDG-1 s.d. CDG-4. Titik pemantauan di DAS Angke-Pesanggrahan yang konsentrasinya tidak memenuhi baku mutu atau melebihi 0,010 mg/L ditemukan di titik SKR-1 sebesar 0,078 mg/L, sementara titik lainnya yang tidak memenuhi baku meliputi SKR-2, SKR-3, SPK-2, dan MKV-2, MKV-3, dan MKV-4. Konsentrasi tinggi lainnya terjadi di DAS Sunter yaitu pada titik pemantauan CPN-7 yang mencapai 0,075 mg/L. Sementara itu, pada DAS Cakung titik yang terpantau memiliki konsentrasi fenol tertinggi terjadi pada titik BLC-1 sebesar 0,052 mg/L. Sedangkan pada DAS Sentiong hanya memiliki empat titik pemantauan dan seluruhnya terukur beberapa kali bernilai $>0,010$ mg/L.

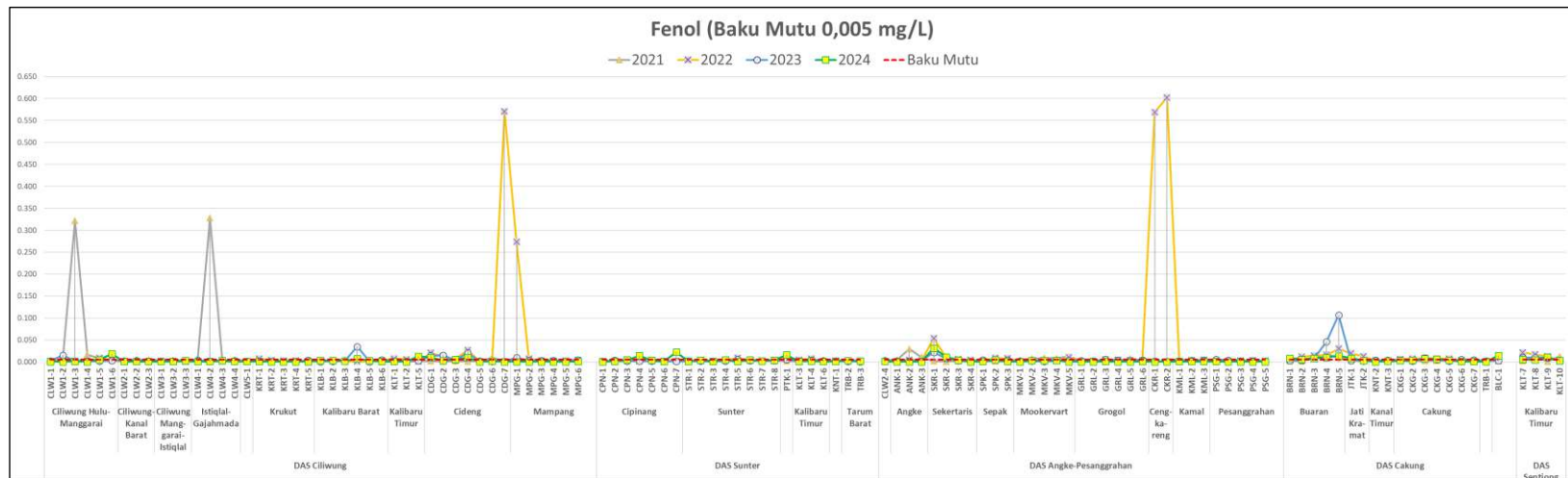
Berdasarkan data *time series*, terlihat bahwa parameter fenol pada tahun 2022 memiliki nilai rata-rata tahunan yang relatif lebih tinggi (**Gambar 3.54**). Peningkatan konsentrasi parameter fenol yang ekstrem juga pernah terjadi pada tahun 2022 yakni di Sungai Cideng (CDG-7) sebesar 0,57 mg/L dan Sungai Cengkareng (CKR-1 dan CKR-2) yang mencapai 0,57-0,60 mg/L. Kondisi aktual pada tahun 2024, konsentrasi fenol relatif menurun dibandingkan tahun-tahun sebelumnya (**Gambar 3.54**). Ditinjau dari persentase pemenuhan baku mutu, periode pemantauan tahun 2022 menunjukkan lebih banyak lokasi yang tidak memenuhi baku mutu (23-27%) dibandingkan dengan tahun 2021 dan 2023 sebanyak 4-27%. Pada tahun 2024, persentase lokasi yang tidak memenuhi baku mutu mencapai 0-29% (**Gambar 3.55**). Titik pantau CKR-2 (Jl. Marina Raya, Kapuk Muara, Jakarta Utara) terpantau memiliki konsentrasi paling tinggi diantara lokasi lainnya selama tahun 2021-2024. Pemanfaatan lahan di sekitar lokasi pantau CKR-2 terdiri atas rumah sakit, hotel, ruko dan perumahan (**Gambar 3.52**).



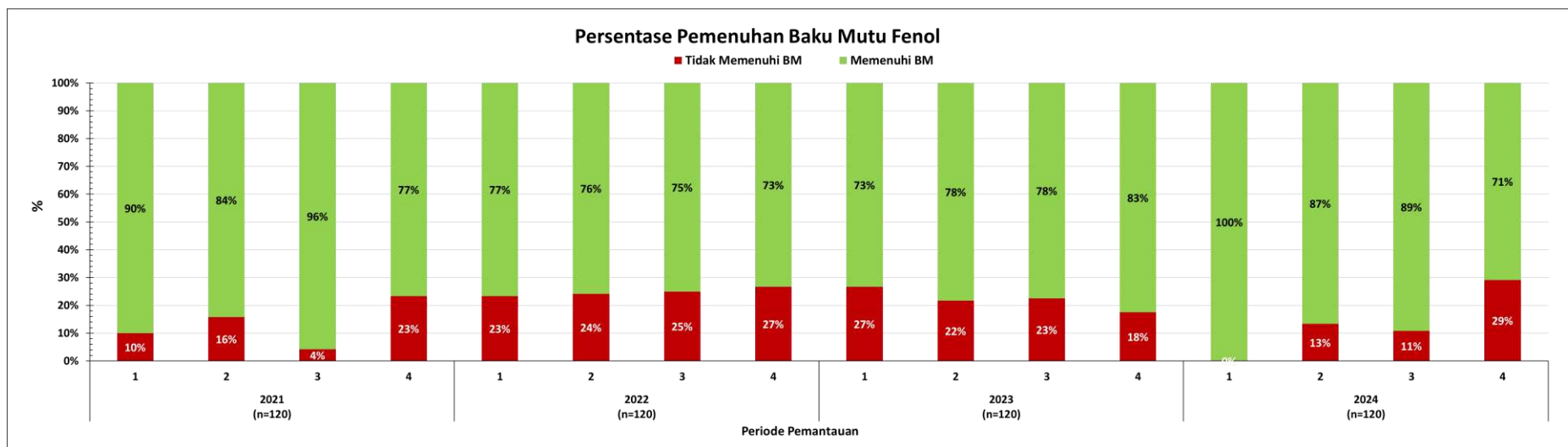
Gambar 3.52. Penggunaan lahan di sekitar titik pemantauan CKR-2.



Gambar 3.53. Konsentrasi fenol pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.54. Konsentrasi fenol pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.55. Persentase pemenuhan baku mutu fenol selama tahun 2021-2024.

3.4.3.4. Anorganik Non Logam

Anorganik non logam dalam perairan yang dikaji pada laporan ini meliputi parameter oksigen terlarut (DO), klorin bebas (Cl_2), klorida (Cl^-), fluorida (F^-), hidrogen sulfida (H_2S), sulfat (SO_4^{2-}), dan sianida (CN). Beberapa parameter anorganik non logam dibahas pada bagian parameter pencemar lainnya, sementara parameter lainnya dibahas pada bagian parameter pencemar yang cenderung memenuhi baku mutu.

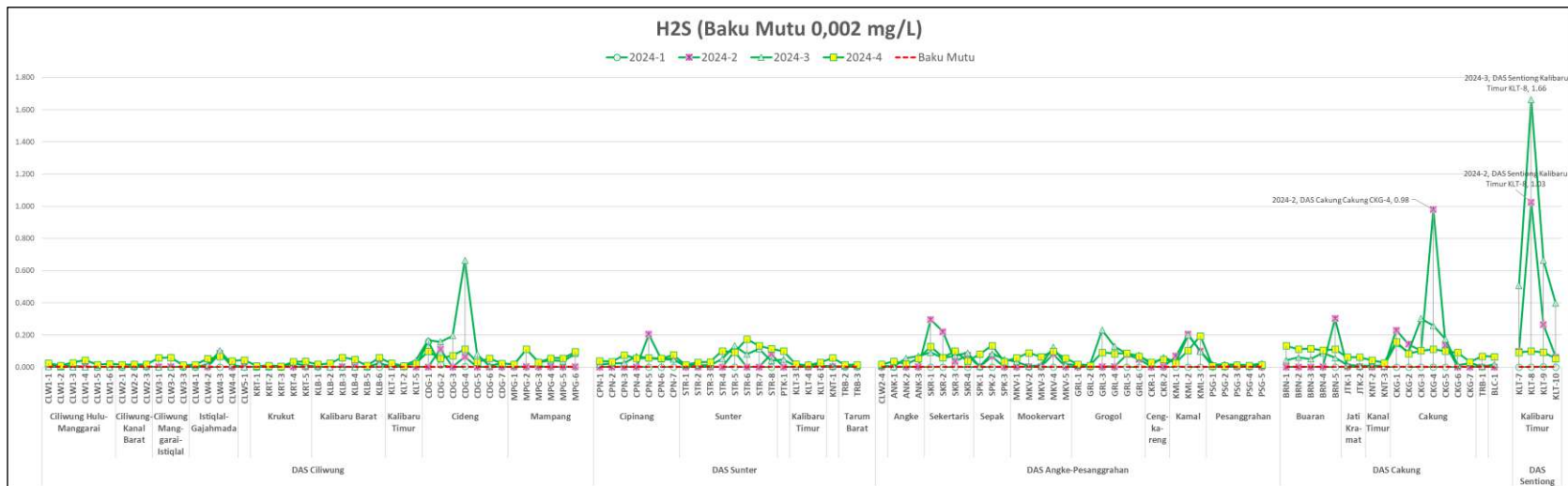
a. Sulfida (H_2S)

Sulfida (H_2S) merupakan sulfur dalam bentuk gas yang biasa ditemukan di atmosfer (Effendi 2003). Kadar sulfida sebagai ion utama (*major ion*) dalam perairan mengindikasikan pelepasan gas dari aktivitas oksidasi bakteri anaerob di dalam air, yang ditandai dengan munculnya bau yang kurang sedap. Selama pemantauan tahun 2018-2023, parameter H_2S terkategori sebagai parameter pencemar utama pada beberapa periode (**Lampiran 11**). Berdasarkan **Gambar 3.7**, parameter H_2S memiliki nilai Ci/Li yang hampir selalu sama dengan amoniak, tetapi lebih rendah dalam besaran persentase lokasi yang tidak memenuhi baku mutu. Namun, pada periode 1 dan 2 pada pemantauan tahun 2024 Sulfida tidak masuk kategori parameter pencemar utama dan kembali masuk sebagai parameter pencemar utama pada periode 3 dan 4.

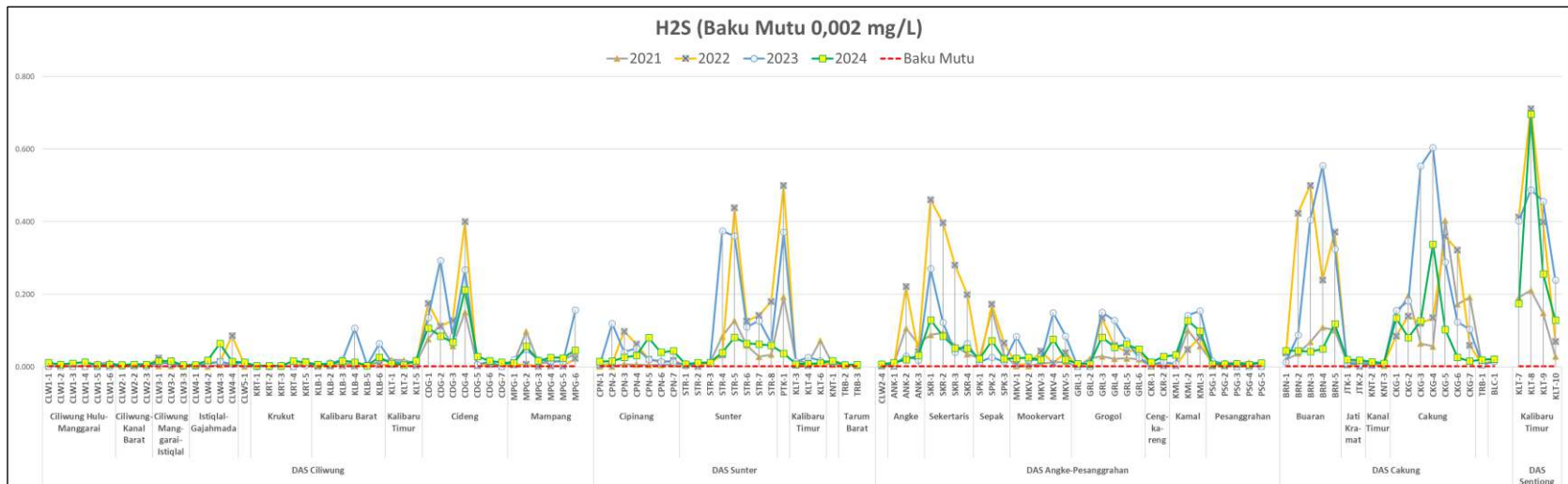
Hasil analisis parameter H_2S pada tahun 2024 dominan memenuhi baku mutu, namun pada lokasi-lokasi tertentu menunjukkan konsentrasi yang tinggi (**Gambar 3.56**). Lokasi-lokasi yang sering terpantau memiliki konsentrasi H_2S yang tinggi di DAS Ciliwung adalah Sungai Cideng (CDG-4). Konsentrasi H_2S yang tinggi di DAS Sunter terpantau di Sungai Cipinang (CPN-1). Beberapa kali konsentrasi H_2S yang tinggi terpantau di hampir setiap lokasi di DAS Angke-Pesanggrahan terutama di Sungai Sekertaris (SKR-1), Sungai Grogol (GRL-3), dan Sungai Kamal (KML-2 dan KML-3). Sementara di beberapa sungai di DAS Cakung yaitu Sungai Buaran (BRN-5) dan Sungai Cakung (CKG-4), serta Sungai Kalibaru Timur (KLT-8) di DAS Sentiong terpantau konsisten memiliki konsentrasi H_2S yang tinggi.

Berdasarkan data runtut waktu tahunan 2021-2024, sungai-sungai tersebut juga secara konsisten memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dibanding lokasi lainnya, ditambah dengan ruas sungai lain seperti Sungai Angke (**Gambar 3.57**). Berdasarkan histogram persentase pemenuhan baku mutu, periode 1 tahun 2024 merupakan periode yang memiliki persentase pemenuhan baku mutu tertinggi yaitu mencapai 93% lokasi memenuhi baku mutu (**Lampiran 11 dan Gambar 3.58**). Namun demikian, persentase pemenuhan baku mutu pada tahun 2024 selain pada periode tersebut tergolong kecil yaitu 0-27% lokasi memenuhi baku mutu. Pada pemantauan tahun sebelumnya yakni tahun 2023, parameter H_2S mengalami kenaikan jumlah lokasi yang tidak memenuhi baku mutu dibandingkan tahun-tahun sebelumnya.

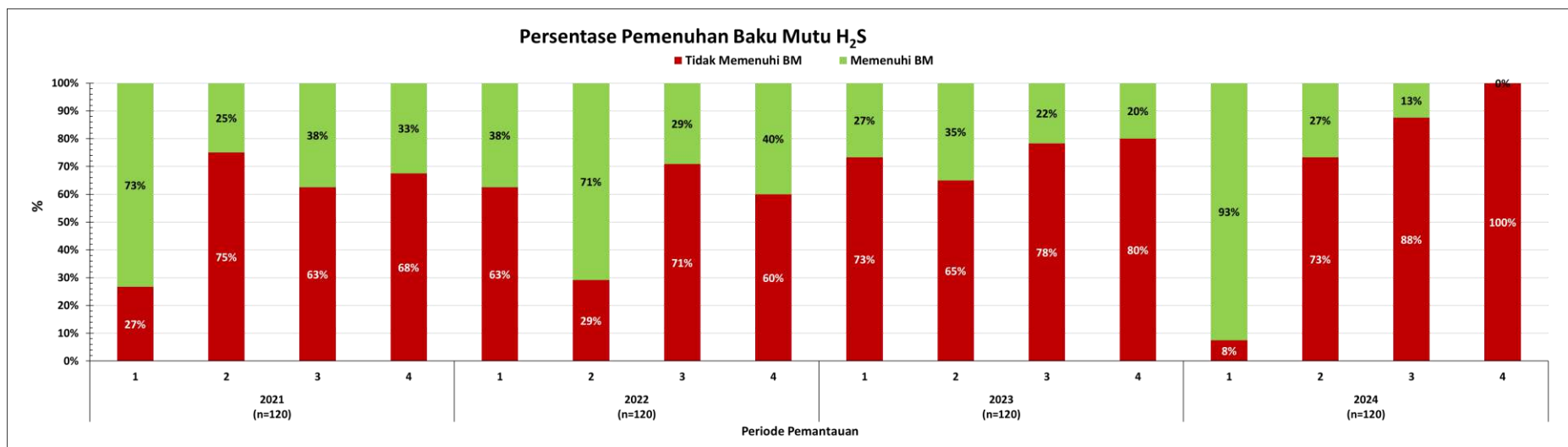
Konsentrasi H_2S pada setiap lokasi diduga memiliki keterkaitan dengan kondisi fisik tingkat kebauan (agak bau hingga sangat bau). Berdasarkan pemantauan selama tahun 2024, konsentrasi H_2S yang tidak memenuhi baku mutu cenderung tinggi pada periode 3 dan periode 4 (**Gambar 3.58**). Jika ditinjau berdasarkan tingkat kebauan selama tahun 2024, tingkat kebauan (agak bau hingga sangat bau) mengalami peningkatan pada periode 3 dan periode 4 (**Gambar 3.24**). Hal tersebut menunjukkan adanya keselarasan antara konsentrasi H_2S yang tidak memenuhi baku mutu dengan tingkat kebauan.



Gambar 3.56. Konsentrasi sulfida (H_2S) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.57. Konsentrasi sulfida (H_2S) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



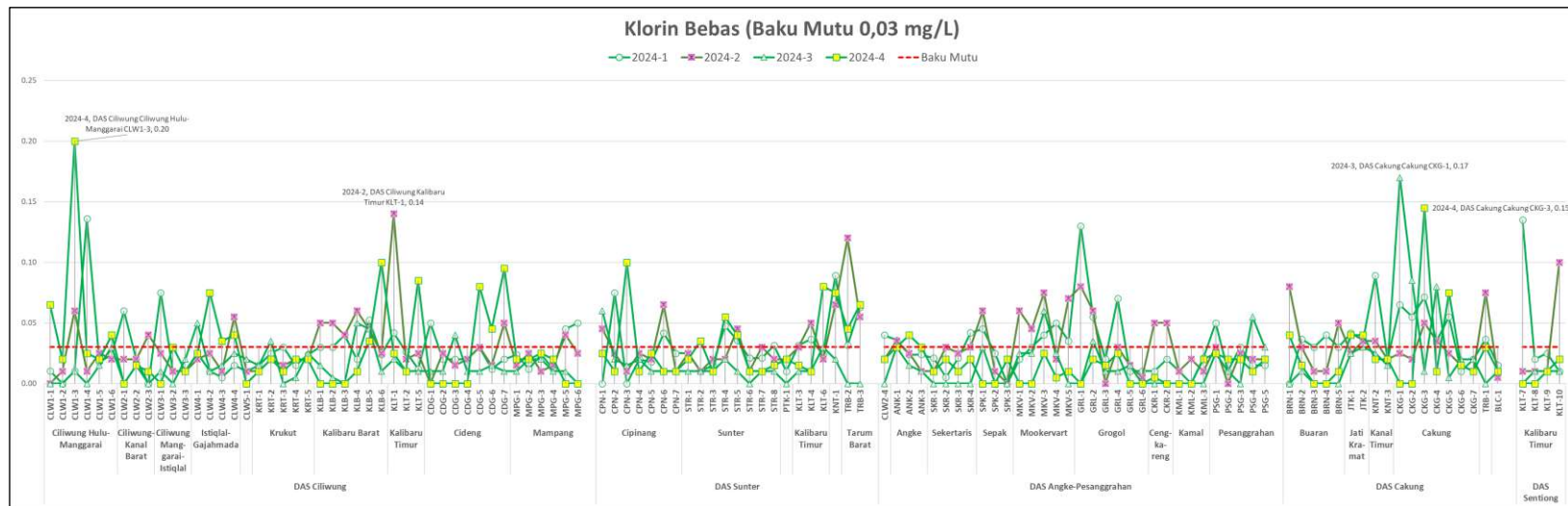
Gambar 3.58. Persentase pemenuhan baku mutu sulfida (H₂S) selama tahun 2021-2024.

b. Klorin Bebas (Cl_2)

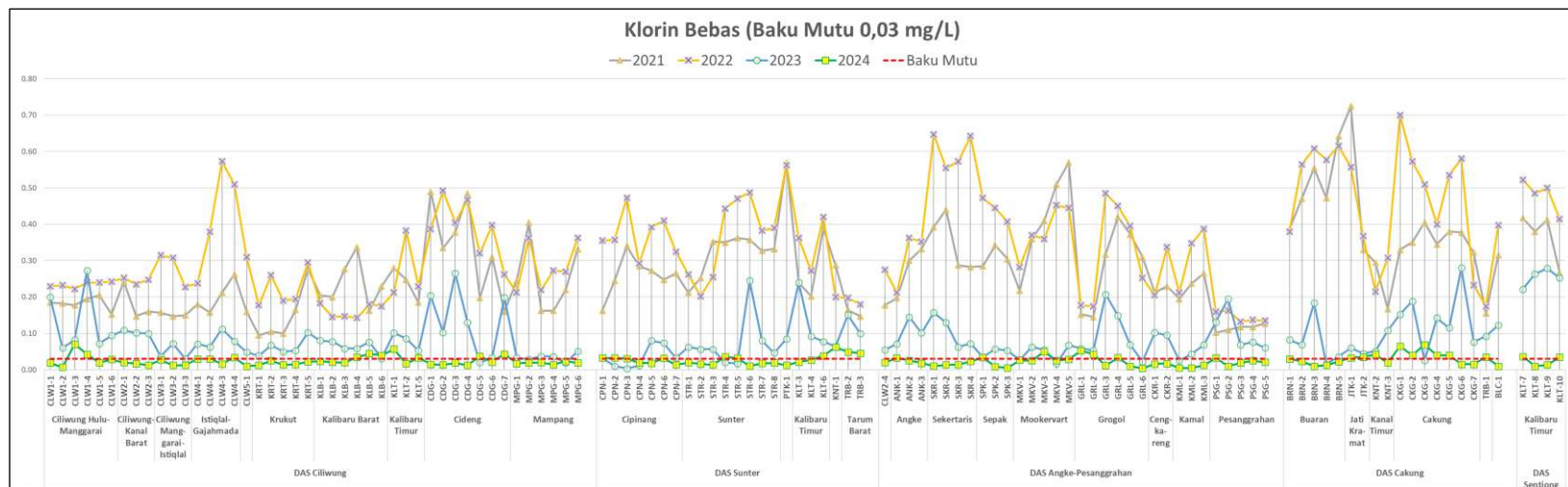
Penggunaan klorin di berbagai kegiatan proses industri akan menghasilkan limbah klorin dalam bentuk limbah padat, cair dan/atau gas. Penggunaan klorin di industri kimia banyak diaplikasikan pada industri plastik, pelarut, semen, *pulp* dan kertas, pestisida, logam, pembangkit listrik. Limbah yang mengandung klorin juga dihasilkan oleh proses pengolahan air bersih, limbah aktivitas manusia (*municipal waste*) dan limbah rumah sakit. Limbah yang mengandung klorin tersebut dapat mencemari lingkungan (Hasan 2006). Parameter klorin bebas cukup sering terkategori sebagai parameter pencemar utama selama pemantauan tahun 2018-2023, karena sering kali teramati tidak memenuhi baku mutu pada 100% titik pemantauan dan secara umum bernilai 5 (lima) kali lipat dari baku mutu (**Gambar 3.7**). Hal ini perlu dicermati lebih seksama untuk memastikan keberadaan klorin bebas dalam sungai, mengingat klorin bebas bersifat mudah menguap atau volatil.

Secara umum, suatu perairan yang mengandung klorin bebas tinggi akan menahan atau menekan pertumbuhan mikroorganisme seperti *fecal coliform* dan *total coliform*. Namun, hal ini tidak terjadi pada dataset yang tersedia, dimana parameter pencemar utama adalah *fecal coliform*, *total coliform*, dan amoniak (**Gambar 3.7 dan Lampiran 11**). Meskipun demikian, pada tahun 2024 parameter klorin bebas yang tidak memenuhi baku mutu cenderung mengalami penurunan yang signifikan. Penurunan terjadi sejak tahun 2023 hingga 2024 dimana lokasi yang memenuhi baku mutu meningkat sebesar 15-90 % dari sebelumnya 0-1% lokasi pemantauan (**Gambar 3.61**).

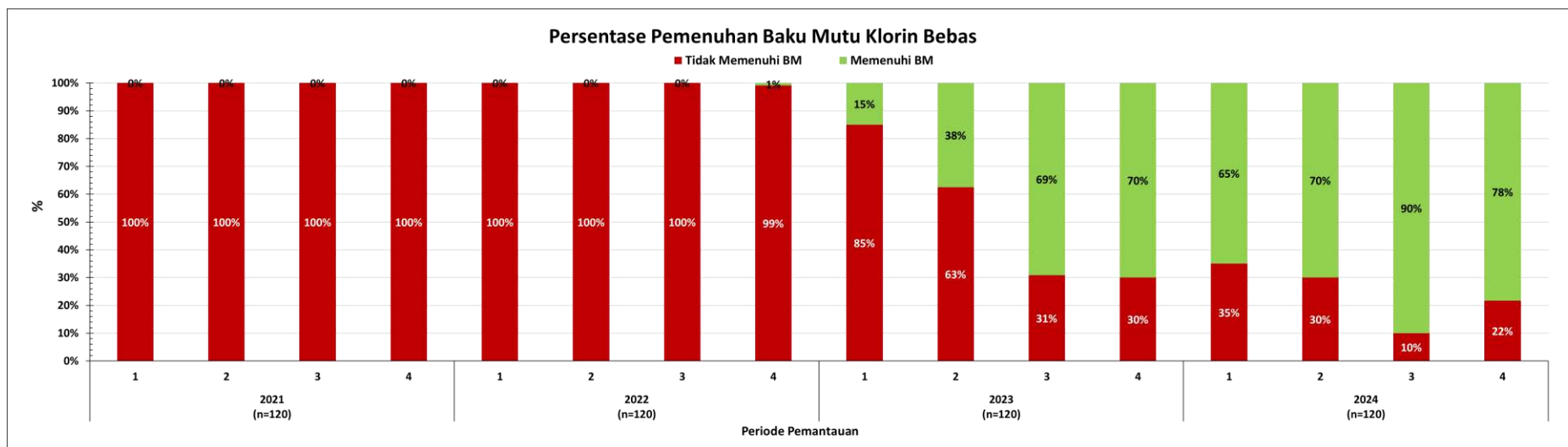
Konsentrasi klorin bebas relatif lebih tinggi pada pemantauan tahun 2021 hingga 2022, kemudian turun secara drastis pada tahun 2023. Pada tahun 2024, kondisi parameter klorin bebas mengalami perbaikan secara signifikan. Klorin bebas mengalami penurunan nilai $\text{Ci/Li} > 1$ hingga mencapai < 5 (**Gambar 3.7 dan Lampiran 11**) dan mengalami peningkatan persentase lokasi yang memenuhi baku mutu. Pada pemantauan tahun 2024 persentase lokasi yang tidak memenuhi baku mutu parameter klorin bebas cenderung fluktuatif yaitu pada periode 1 (35%), menurun pada periode 2 (30%), kembali menurun pada periode 3 (10%), namun kembali meningkat pada periode 4 (27%) (**Gambar 3.61**). Tetapi, terdapat titik-titik pemantauan yang sebelumnya terukur tidak memenuhi baku mutu menjadi memenuhi baku mutu sebesar 0,03 mg/L (**Gambar 3.59**). Terlihat pula pada grafik nilai rata-rata tahunan klorin bebas antar waktu 2021-2024 yang menggambarkan kondisi perbaikan nilai pada tahun 2023 dan 2024 dibandingkan tahun-tahun sebelumnya, terutama tahun 2021 yang hampir seluruhnya tidak memenuhi baku mutu dengan konsentrasi tertinggi mencapai 0,73 mg/L di titik JTK-1 (**Gambar 3.60**). Perbaikan nilai klorin bebas yang cukup signifikan dalam dua tahun terakhir diduga terkait dengan perubahan metode pengukuran parameter tersebut menjadi *in situ*, sehingga dapat mengurangi peluang kesalahan akibat keberadaan senyawa pengganggu karena proses analisis di laboratorium membutuhkan waktu lebih lama. Pengukuran klorin bebas tahun 2021-2022 dilakukan secara *ex situ* yakni melalui proses analisis di laboratorium.



Gambar 3.59. Konsentrasi klorin bebas (Cl_2) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.60. Konsentrasi klorin bebas (Cl_2) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.61. Persentase pemenuhan baku mutu klorin bebas (Cl_2) selama tahun 2021-2024.

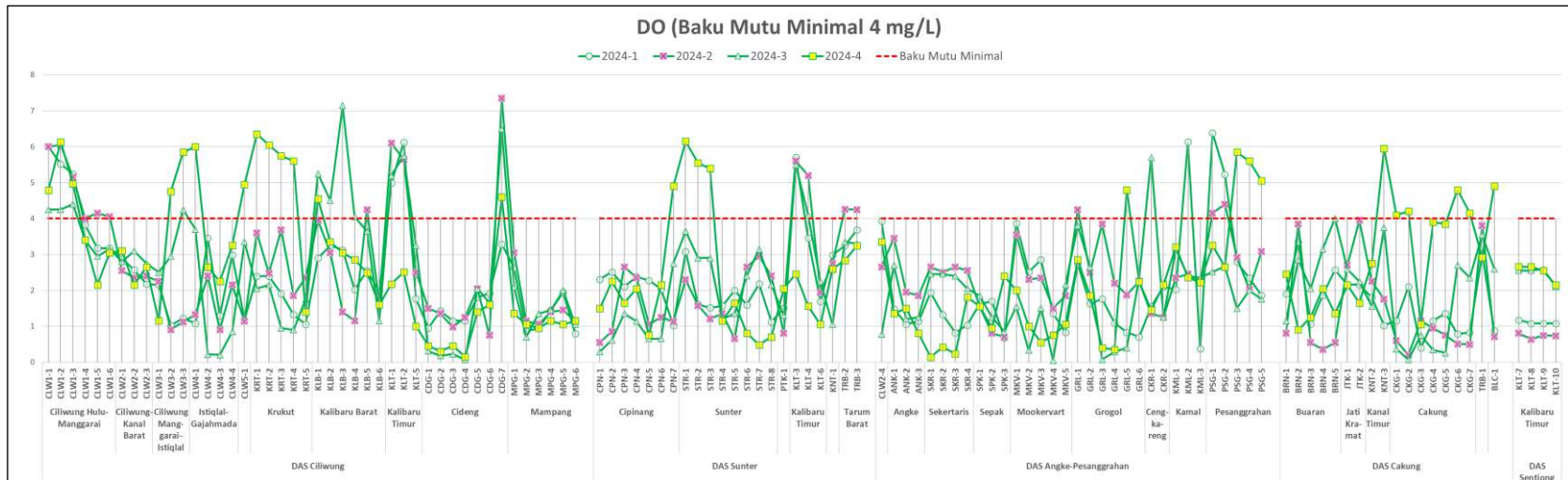
c. Oksigen Terlarut (DO)

Berbeda dengan parameter lainnya yang memiliki baku mutu berupa batas maksimal yang boleh ada, baku mutu parameter DO adalah batas minimal yang harus ada. Berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021, nilai baku mutu kelas 2 untuk parameter DO adalah >4 mg/L. Kandungan DO yang terukur selama empat periode pemantauan tahun 2024 berkisar 0,05-7,35 mg/L (**Gambar 3.62**). Nilai DO terendah tercatat di Sungai Mookervart MKV-4 pada pemantauan periode 3, sementara DO tertinggi terukur di Sungai Cideng CDG-7 sebesar 7,35 mg/L pada pemantauan periode 2.

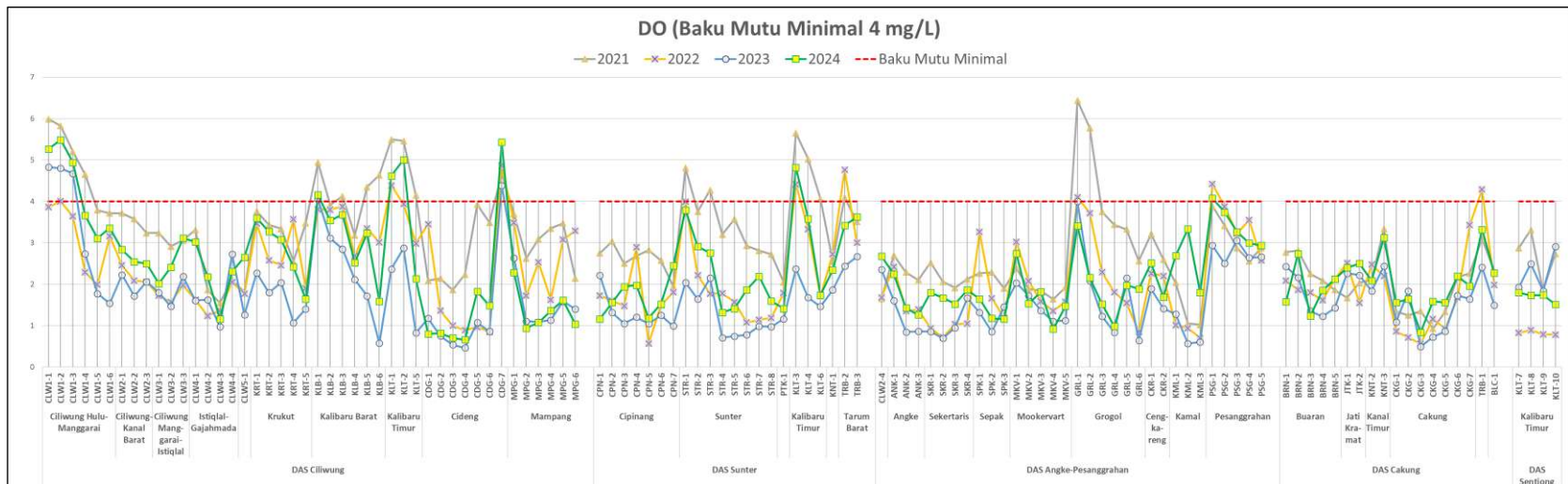
Jumlah titik pemantauan yang tidak memenuhi baku mutu DO cenderung bertambah sekitar 10% setiap tahunnya selama pemantauan tahun 2021-2023. Namun, jumlah titik pemantauan yang tidak memenuhi baku mutu cenderung menurun pada tahun 2024 jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya (**Gambar 3.64**). Pada tahun 2024, terpantau sebanyak 78-93% dari 120 lokasi pemantauan tidak memenuhi baku mutu DO minimal 4 mg/L (**Gambar 3.64**). Apabila ditelaah lebih lanjut, terdapat 12-22% lokasi pantau yang memiliki kandungan DO <1 mg/L (**Gambar 3.62**). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan oksigen terlarut sudah sangat minim, sehingga dapat mengganggu proses biogeokimia dalam perairan tersebut. Meskipun jumlah lokasi tidak memenuhi baku mutu cenderung meningkat setiap tahun, namun besaran nilai DO relatif lebih tinggi pada tahun 2021 yang memiliki persentase pemenuhan baku mutu paling baik dibandingkan tahun lainnya (**Gambar 3.63** dan **Gambar 3.64**). Data nilai DO tahun 2024 menunjukkan pemenuhan baku mutu yang tidak jauh berbeda dengan kondisi tahun sebelumnya, namun memperlihatkan data rata-rata tahunan yang lebih baik (**Gambar 3.63** dan **Gambar 3.64**). BOD dan COD menggambarkan kebutuhan oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik. Bahan organik di perairan diduga tersebar lebih merata pada tahun 2024, sedangkan pada tahun 2023 terakumulasi pada beberapa titik pemantauan.

d. Sianida (CN)

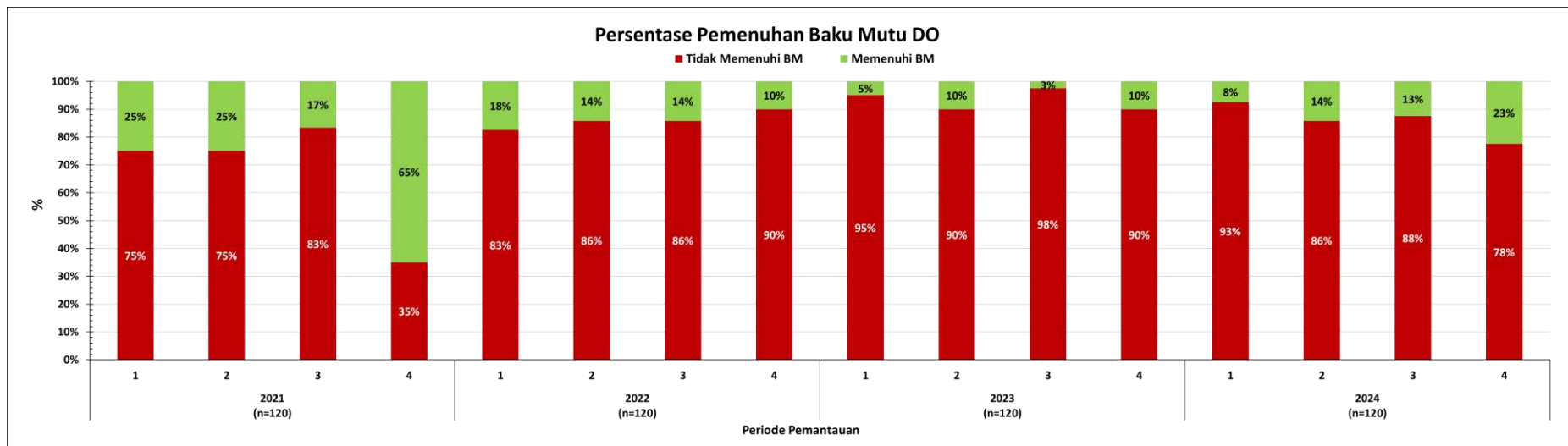
Sianida bukan hanya dapat berbentuk gas, cair, maupun padat, tetapi dapat pula berbentuk molekul, ion, atau polimer. Semua bahan yang dapat melepaskan ion sianida (CN-) sangatlah toksik (Angraini dan Falahudin 2021). Data hasil pemantauan tahun 2024 memperlihatkan pola sebaran yang bervariasi dan cenderung lebih tinggi pada beberapa titik pemantauan di DAS Ciliwung yakni di Sungai Krukut, Kalibaru Barat, Cideng dan Mampang. Pada DAS Sunter, konsentrasi sianida yang tinggi ditemukan pada beberapa titik di Sungai Cipinang, Sunter dan Petukangan. Pada DAS Angke-Pesanggrahan, konsentrasi CN tinggi ditemukan pada hampir semua ruas sungai, kecuali di Sungai Cengkareng. Selain itu, konsentrasi tinggi ditemukan pula di Sungai Buaran, Kanal Timur, Cakung dan Tarum Barat yang terletak pada DAS Cakung, serta hilir Sungai Kalibaru Timur yang terletak pada DAS Sentiong (**Gambar 3.65**). Selama pemantauan tahun 2022-2024, secara keseluruhan konsentrasi sianida menunjukkan kecenderungan pola yang konsisten, kecuali pada Sungai Kalibaru Timur (KLT-1 dan KLT-2) yang semula konsentrasinya tinggi namun menurun ketika tahun 2023 dan 2024 (**Gambar 3.66**). Persentase lokasi yang memenuhi baku mutu sianida mengalami peningkatan dari yang semula berkisar 43-74% pada tahun 2022 menjadi 70-83% pada tahun 2023. Sementara itu pada tahun 2024, sianida yang memenuhi baku mutu terdapat pada 58-100% dari 120 lokasi pemantauan (**Gambar 3.67**).



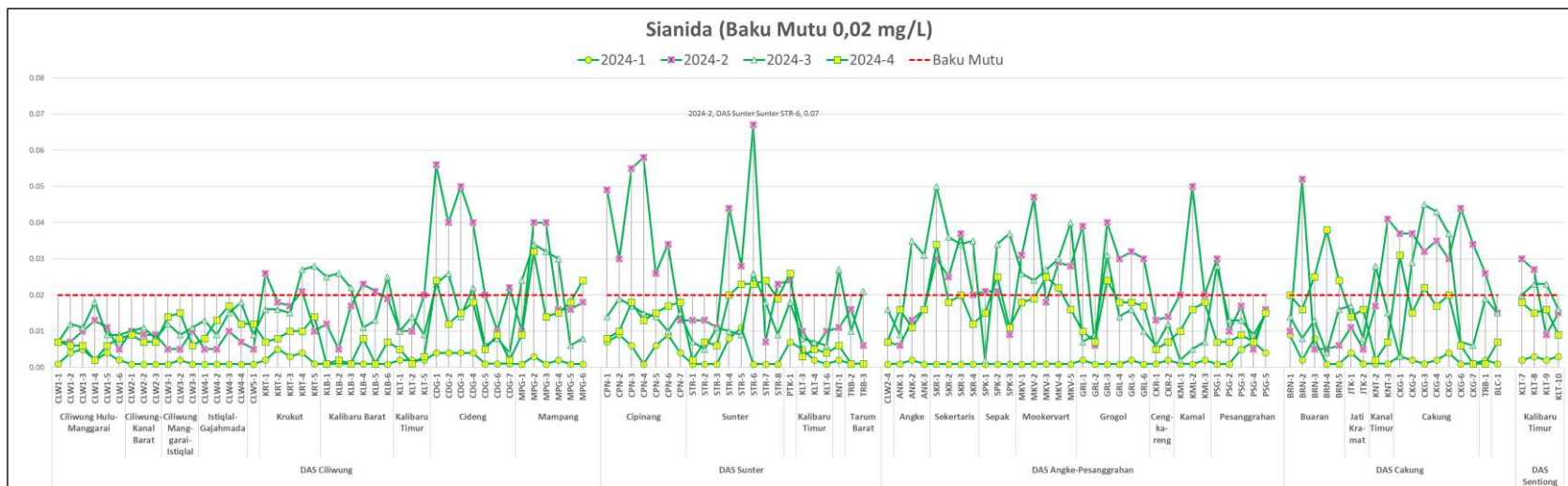
Gambar 3.62. Konsentrasi oksigen terlarut (DO) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



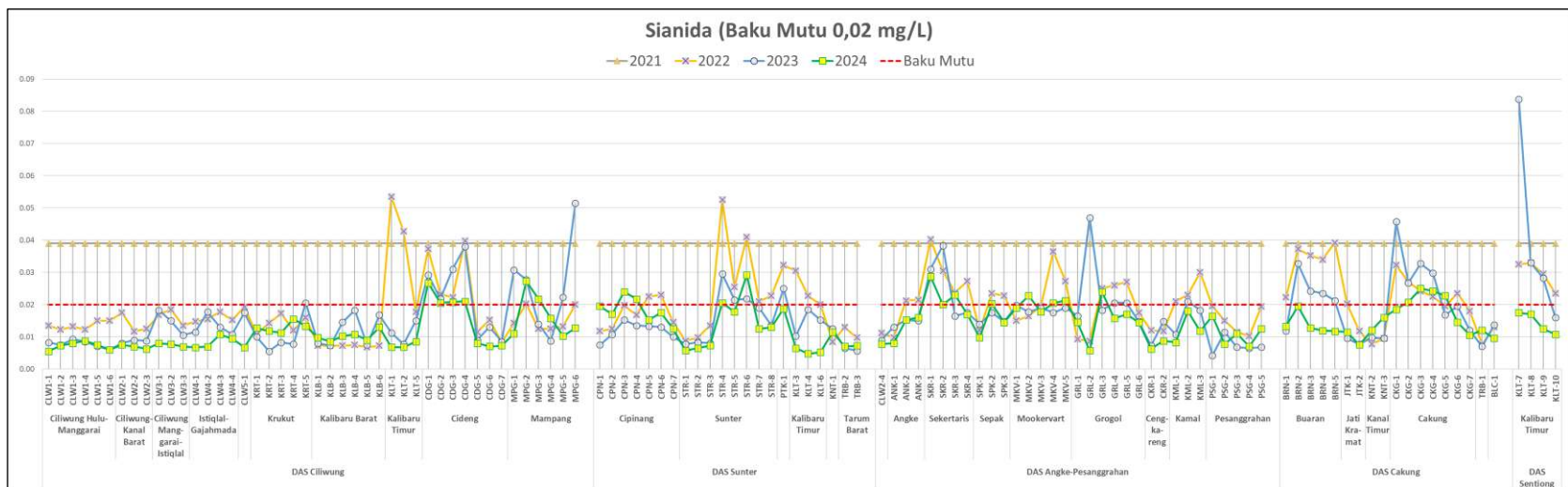
Gambar 3.63. Konsentrasi oksigen terlarut (DO) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



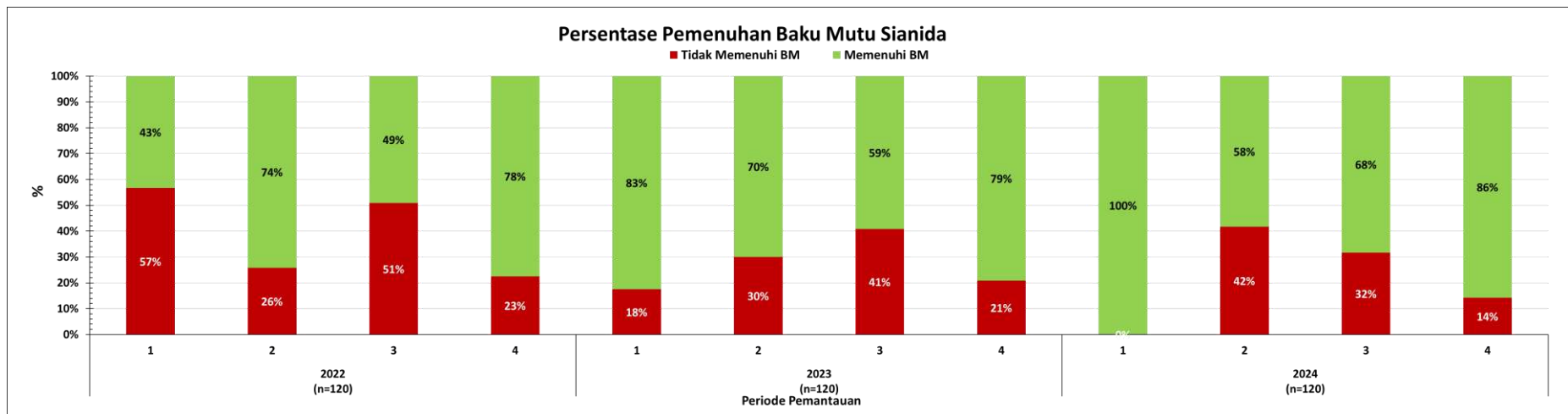
Gambar 3.64. Persentase pemenuhan baku mutu oksigen terlarut (DO) selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.65. Konsentrasi sianida (CN) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.66. Konsentrasi sianida (CN) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2022-2024.



Gambar 3.67. Persentase pemenuhan baku mutu sianida (CN) selama tahun 2022-2024.

3.4.3.5. Unsur Hara (P dan N)

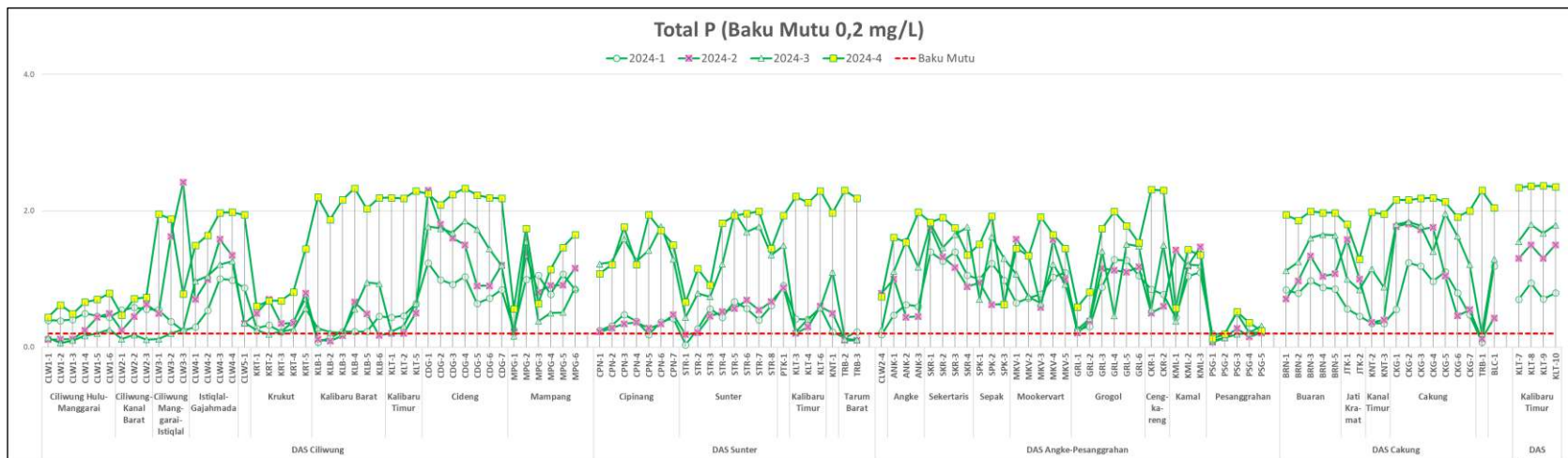
Unsur hara dalam perairan yang dikaji pada laporan ini meliputi parameter total fosfat (total P), nitrat, nitrit, amoniak, dan total nitrogen (total N). Unsur hara yang terkandung dalam perairan sungai sering berkaitan dengan limbah aktivitas rumah tangga. Beberapa parameter unsur hara dibahas pada subbab kelompok parameter pencemar lainnya, sementara yang lainnya dibahas pada subbab kelompok parameter pencemar utama dan kelompok parameter yang cenderung memenuhi baku mutu.

a. Total Fosfat (Total P)

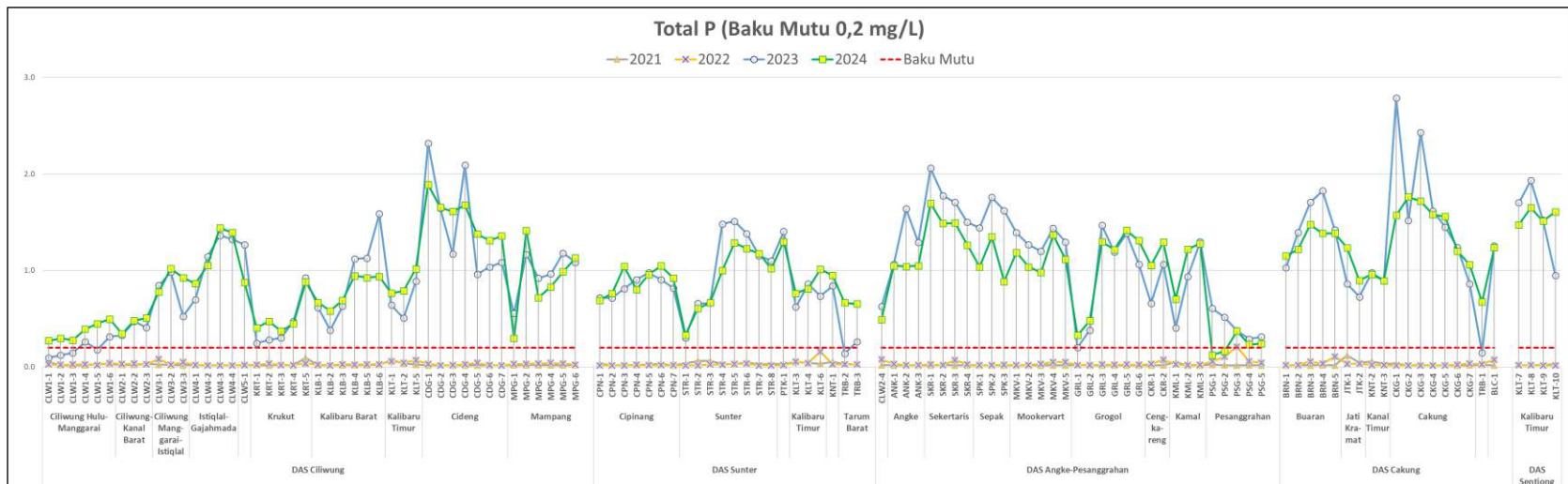
Seperti halnya dengan fenol, parameter total P juga termasuk ke dalam parameter yang pernah terkategori sebagai parameter pencemar utama (**Gambar 3.7**). Total P pernah terkategori sebagai PPU sungai pada periode 4 tahun 2018. Pada tahun 2018, konsentrasi total P mencapai 5 (lima) kali lipat dari baku mutu sebesar 0,2 mg/L, namun sejak tahun 2021 mengalami perbaikan secara signifikan hingga terkategori sebagai parameter pencemar lainnya atau bahkan seluruhnya memenuhi baku mutu. Namun demikian, sejak tahun 2023, terpantau bahwa parameter ini kembali pada kondisi tahun 2018-2019 dengan indikasi terjadinya peningkatan lokasi yang tidak memenuhi baku mutu sebesar 82-95% (**Gambar 3.70**) dan nilai Ci/Li menjadi sebesar 4-5 (**Gambar 3.7**). Pada pemantauan periode 4 tahun 2024, parameter total P kembali terkategori sebagai PPU sungai dengan nilai Ci/Li sebesar 5,13 dan persentase lokasi tidak memenuhi baku mutu sebesar 98% (**Gambar 3.7**, **Gambar 3.70**, dan **Lampiran 11**).

Konsentrasi parameter total P pada tahun 2024 cenderung sama dibandingkan tahun sebelumnya. (**Gambar 3.68**). Konsentrasi tertinggi terpantau pada Sungai Ciliwung sub jaringan Manggarai-Istiqlal, titik CLW3-3 (Jl. Bawah Rel Samping Masjid Istiqlal, Jakarta Pusat) sebesar 2,42 mg/L. Peningkatan konsentrasi (memburuk) total P terjadi pada hampir seluruh titik, meskipun nilainya tidak lebih tinggi dari tahun 2023 (**Gambar 3.69**). Konsentrasi rata-rata tertinggi yang terpantau pada tahun 2024 terjadi pada Sungai Cideng titik CDG-1 sebesar 1,89 mg/L. Sementara titik lainnya yang terpantau memiliki rata-rata konsentrasi yang tinggi diantaranya terjadi pada Sungai Cakung (CKG-2), Sungai Sekertaris (SKR-1), dan Sungai Kalibaru Timur (KLT-8) (**Gambar 3.69**). Apabila dikaitkan dengan sumber pencemar dari kegiatan rumah tangga, tingginya konsentrasi Total P dalam perairan dapat berasal dari penggunaan detergen. Menurut Puijenbroek *et al.* (2018), detergen cucian dan sabun cuci piring merupakan sumber utama Total P yang mencemari ekosistem perairan.

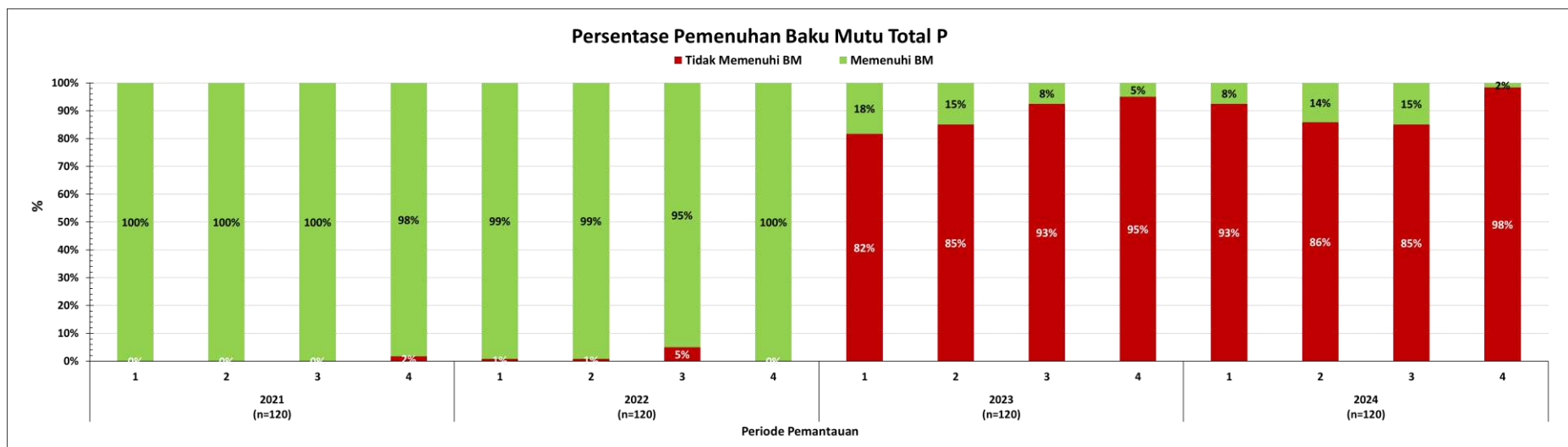
Data *time series* parameter total P menunjukkan suatu kondisi anomali konsistensi seperti halnya pada parameter fenol. Pada periode pemantauan tahun 2021, persentase lokasi yang tidak memenuhi baku mutu berada pada kisaran 2% dan berlanjut hingga periode tahun 2022 dengan persentase 1-5%. Bahkan pada periode 1-3 tahun 2021 dan periode 4 tahun 2022 memenuhi baku mutu pada seluruh titik pemantauan. Namun, sejak periode 1 tahun 2023 hingga periode 4 tahun 2024 mengalami peningkatan yang signifikan yang diindikasikan dari jumlah lokasi tidak memenuhi baku mutu yang meningkat secara drastis menjadi 82-98%. (**Gambar 3.70**).



Gambar 3.68. Konsentrasi total P pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.69. Konsentrasi total P pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.70. Persentase pemenuhan baku mutu total P selama tahun 2021-2024.

b. Nitrit (NO₂)

Konsentrasi nitrit pada tahun 2024 teramati cukup bervariasi, terutama di Sungai Krukut, Kalibaru Barat dan beberapa lokasi di Sunter, Angke, Sepak, dan Cengkareng yang memiliki variasi konsentrasi paling besar antar titiknya (**Gambar 3.71**). Nitrit dapat berasal dari limbah industri dan domestik yang mana keberadaannya mengindikasikan terjadinya perombakan bahan organik pada suasana oksigen yang sangat rendah (Effendi 2003). Sementara pada sungai lainnya yang dominan seragam memenuhi baku mutu terdapat di Sungai Ciliwung sub-jaringan Istiqlal-Gajahmada, Cideng (DAS Ciliwung), Cipinang (DAS Sunter), Sekertaris, Kamal (DAS Angke-Pesanggrahan), Sungai Buaran dan Cakung (DAS Cakung), dan Sungai Kalibaru Timur (DAS Sentiong).

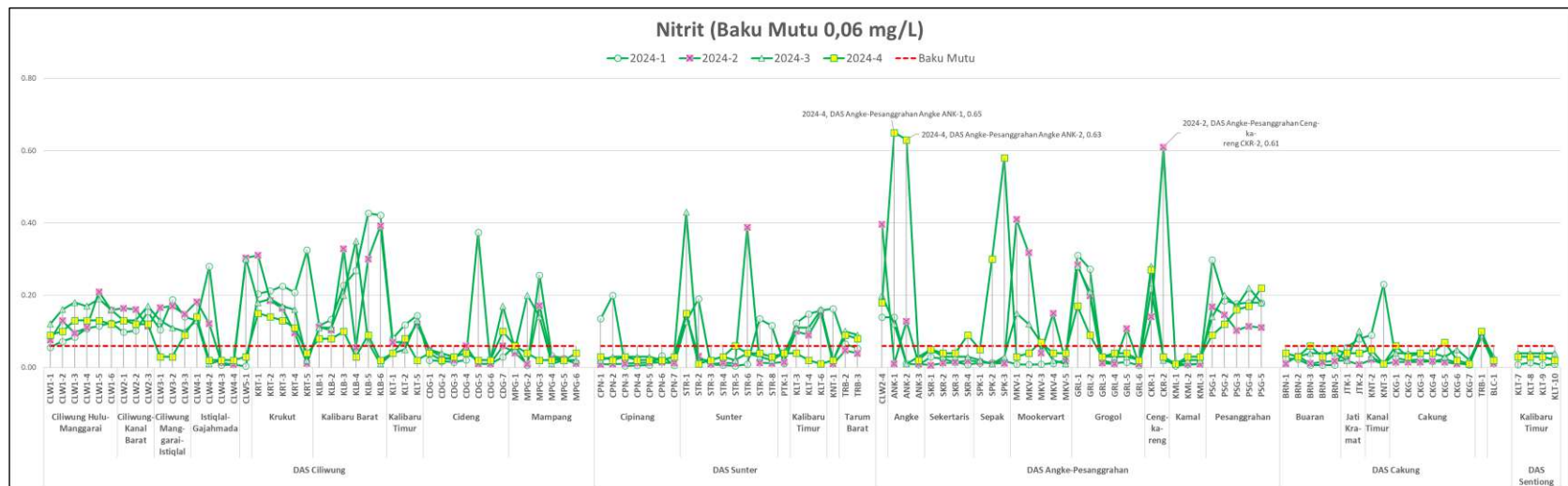
Berdasarkan data antar waktu, pemantauan tahun 2021 menunjukkan konsentrasi nitrit yang lebih tinggi pada seluruh DAS, kecuali DAS Sentiong (**Gambar 3.72**). Nilai rata-rata tahunan konsentrasi nitrit tertinggi selama tiga tahun terakhir tercatat pada tahun 2021 yaitu di Sungai Cipinang yang termasuk ke dalam DAS Sunter (**Gambar 3.72**). Nilai paling tinggi yang pernah dicapai pada tahun 2024 sebesar 0,65 mg/L di titik ANK-1 (Jl. Lingkar luar, Kembangan Utara, Jakarta Barat) (**Gambar 3.71**). Persentase pemenuhan baku mutu nitrit mengalami sedikit peningkatan pada setiap tahunnya, namun secara periodik memiliki kecenderungan pola penurunan dari periode 1 ke periode 4 (**Gambar 3.73**). Pada pemantauan tahun 2024 titik pemantauan yang tidak memenuhi baku mutu nitrit terpantau sebanyak 34-46% atau 41-55 lokasi (**Gambar 3.73**). Jumlah tersebut masih termasuk ke dalam kisaran persentase lokasi tidak memenuhi baku mutu yang pernah tercatat selama tiga tahun terakhir.

c. Total Nitrogen (Total N)

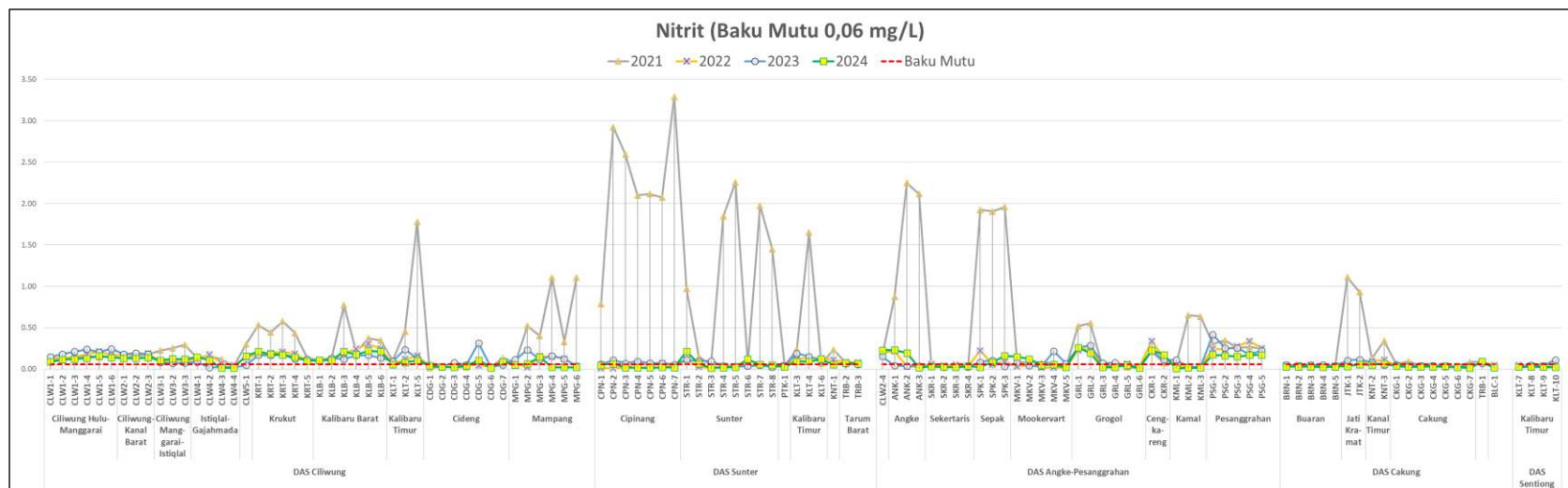
Total nitrogen merupakan akumulasi keseluruhan unsur nitrogen dalam perairan yang dapat terombak secara alamiah menjadi komponen amoniak dan teroksidasi menjadi nitrit dan nitrat (Effendi 2003). Pengukuran konsentrasi total N terhitung sangat jarang dilakukan pada pemantauan empat tahun, yaitu pertama kali pada tahun 2021 (periode 2-3), kemudian berlanjut sepanjang tahun 2023 dan 2024. Khusus pada tahun 2021, pengukuran total N hanya dilakukan pada sebagian titik pemantauan saja.

Konsentrasi total N pada tahun 2024 lebih dominan memenuhi nilai baku mutu sebesar 15 mg/L pada periode 1 dan 2, namun pada periode 3 dan 4 kembali mendekati kondisi pada tahun 2023 (**Gambar 3.76**). Beberapa ruas sungai yang terpantau konsisten memenuhi baku mutu selama 2024 diantaranya Sungai Ciliwung (sub-jaringan Ciliwung Hulu-Manggarai), Kanal Timur, Tarum Barat, dan Blencong. Sementara itu, ruas sungai lainnya tercatat pernah tidak memenuhi baku mutu, bahkan mencapai nilai tertinggi sebesar 41,66 mg/L di Sungai Cideng (CDG-1) (**Gambar 3.74**).

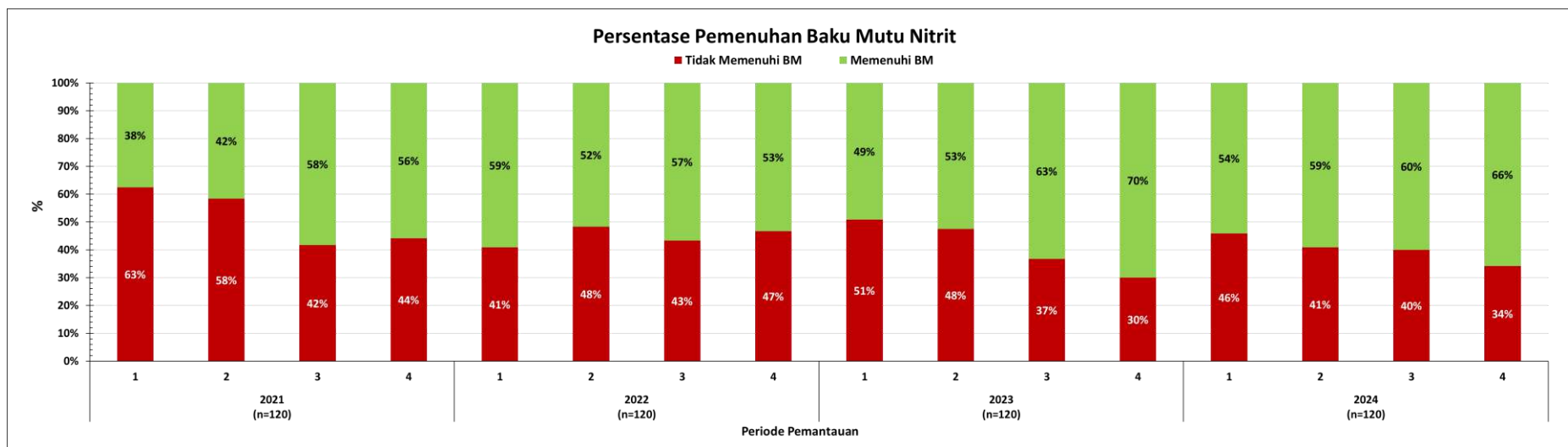
Kecenderungan konsentrasi total N pada tahun 2021, 2023, dan 2024 teramati cukup stabil, kecuali pada beberapa lokasi seperti di Sungai Ciliwung (CLW2-1), Kalibaru Barat (KLB-6), Cideng (CDG-1 dan CDG-4), Sunter (STR-4, STR-5, STR-7, STR-8), Kalibaru Timur (KLT-6), Angke (ANK-2 dan ANK-3), Sepak (SPK-2), Grogol (GRL-3 dan GRL-4), Kamal (KML-2 dan KML-3), Pesanggrahan (PSG-1), Buaran (BRN-2), dan Cakung (CKG-4) (**Gambar 3.75**). Apabila dicermati pada grafik yang sama, konsentrasi total N tahun 2021 cenderung lebih tinggi dibandingkan tahun 2023 dan 2024. Pada tahun 2024, lokasi tidak memenuhi baku mutu terpantau paling rendah selama periode tahun 2021-2024 (mencapai 5%), namun juga mencapai persentase tertingginya selama kurun waktu tersebut mencapai 54% (**Gambar 3.76**).



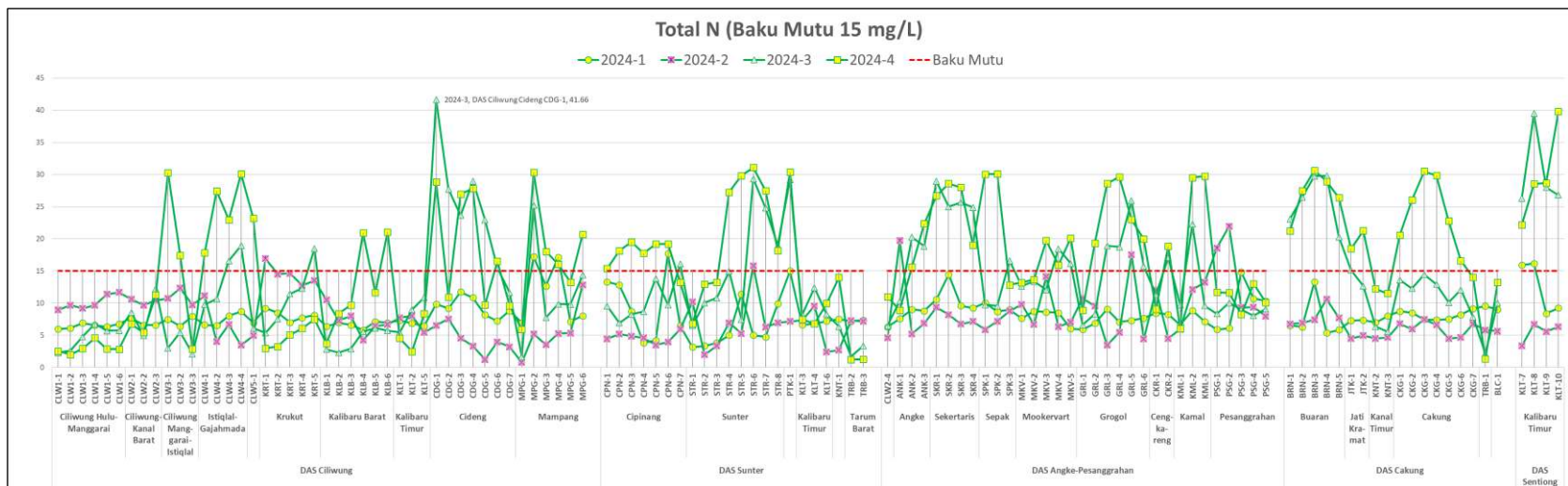
Gambar 3.71. Konsentrasi nitrit (NO_2) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



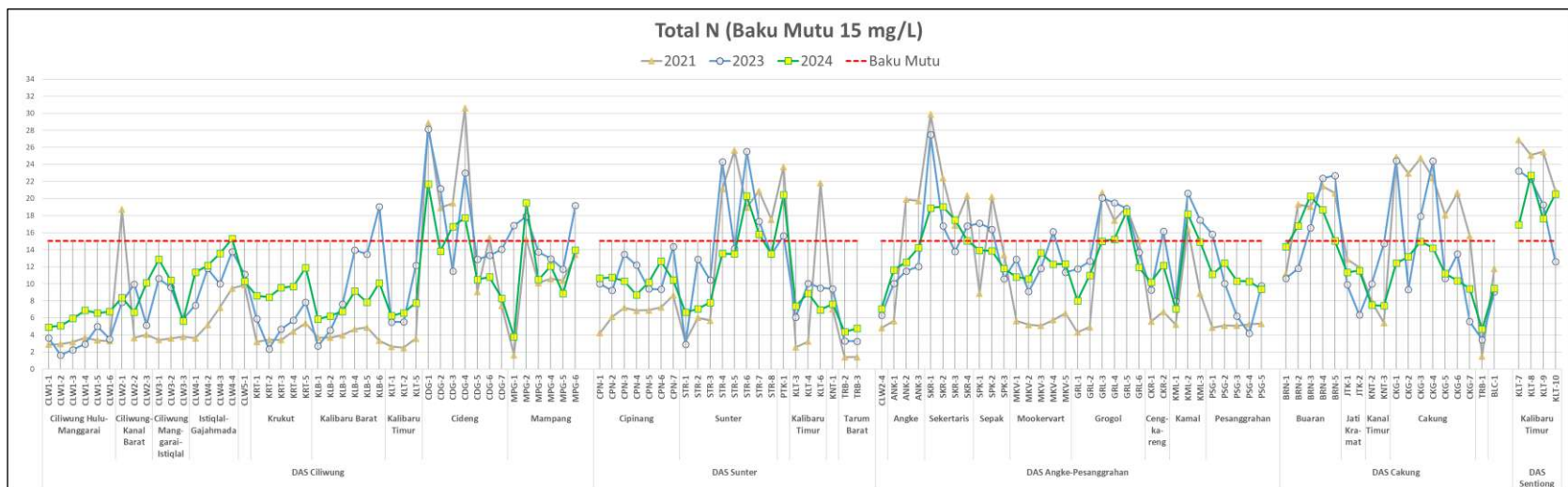
Gambar 3.72. Konsentrasi nitrit (NO_2) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



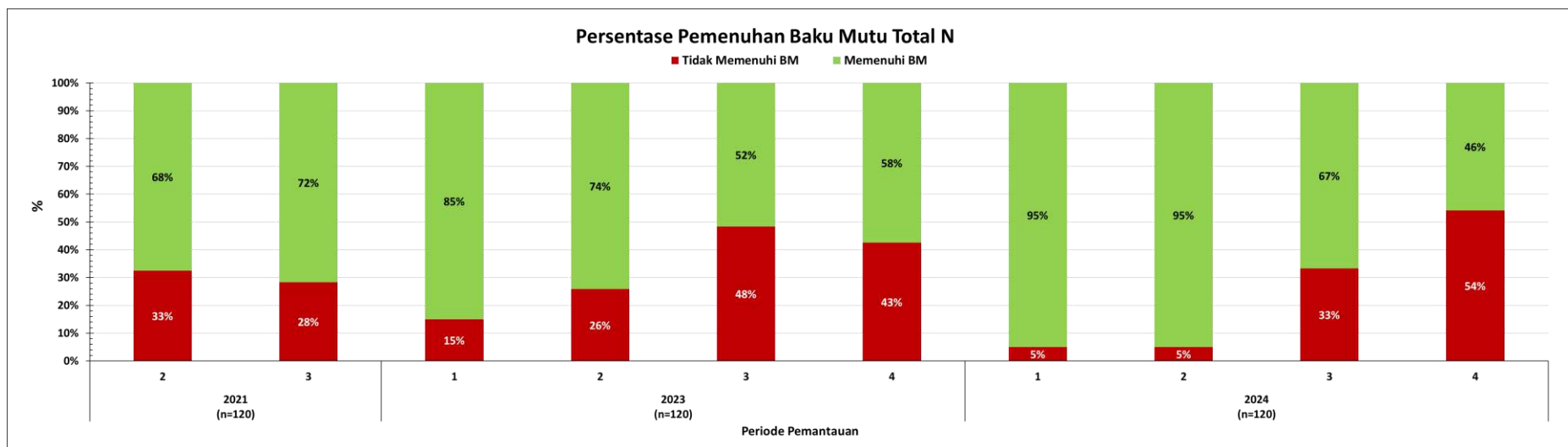
Gambar 3.73. Persentase pemenuhan baku mutu nitrit (NO_2) selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.74. Konsentrasi total N pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.75. Konsentrasi total N pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.76. Persentase pemenuhan baku mutu total N selama tahun 2021-2024.

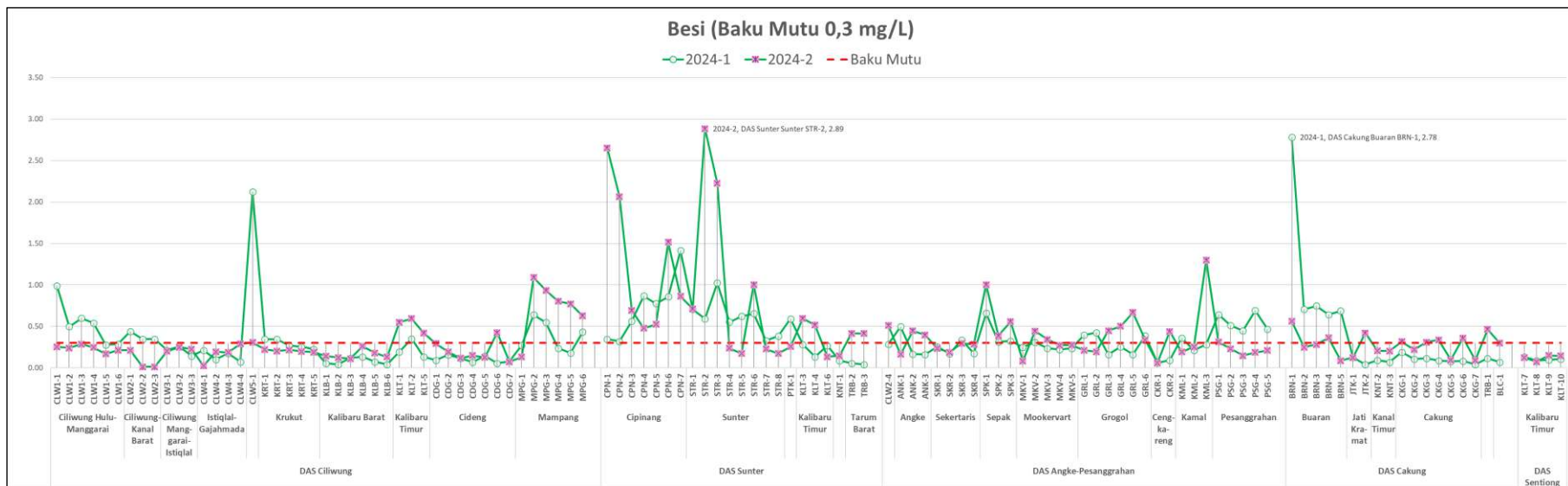
3.4.3.6. Logam

a. Besi (Fe)

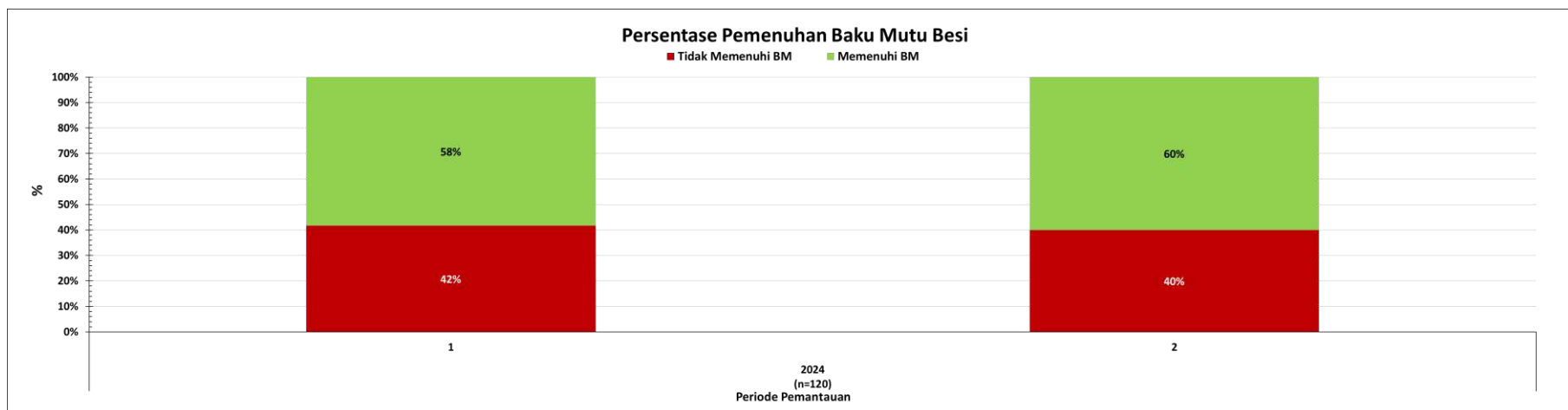
Analisis konsentrasi besi baru dilakukan pada periode 1 dan 2 tahun 2024. Hasil analisis konsentrasi besi pada periode 1 dan 2 menunjukkan bahwa sebagian besar lokasi pemantauan telah memenuhi nilai baku mutu kelas 1 yang sebesar 0,3 mg/L. Berdasarkan pemantauan periode 1 dan 2 tahun 2024, terdapat enam lokasi titik yang nilainya cukup tinggi mencapai lebih dari 2 mg/L, yaitu titik CLW5-1 (Jl. Gunung Sahari, Depan WTC) sebesar 2,12 mg/L, titik CPN-1 (Jembatan Jl. Radar Asri, Cibubur, Ciracas, Jakarta Timur) sebesar 2,65 mg/L, titik CPN-2 (Jembatan Jl. Raya Ciracas No. 5, Jakarta Timur) sebesar 2,06 mg/L, titik STR-2 (Jembatan Molek, Jl. Raya Pondok Gede, Jati Rahayu, Bekasi) sebesar 2,89 mg/L, titik STR-3 (Jl. Kali Sunter, Cipinang Melayu, Kec. Makassar, Jakarta Timur) sebesar 2,23 mg/L dan titik BRN-1 (Jl. Kalimalang, Depo Bangunan Pondok Kelapa) sebesar 2,78 mg/L (**Gambar 3.77**). Persentase pemenuhan baku mutu besi pada tahun 2024 untuk seluruh titik-titik pemantauan berada dalam kisaran 58-60% atau 70-72 titik pemantauan yang memenuhi baku mutu (**Gambar 3.78**). Perlu diketahui bahwa pengukuran parameter besi dilakukan hanya pada periode 1 dan 2 tahun 2024. Oleh karena parameter besi baru mulai diukur pada periode 1 tahun 2024, data *time series* untuk parameter ini belum tersedia.

b. Mangan (Mn)

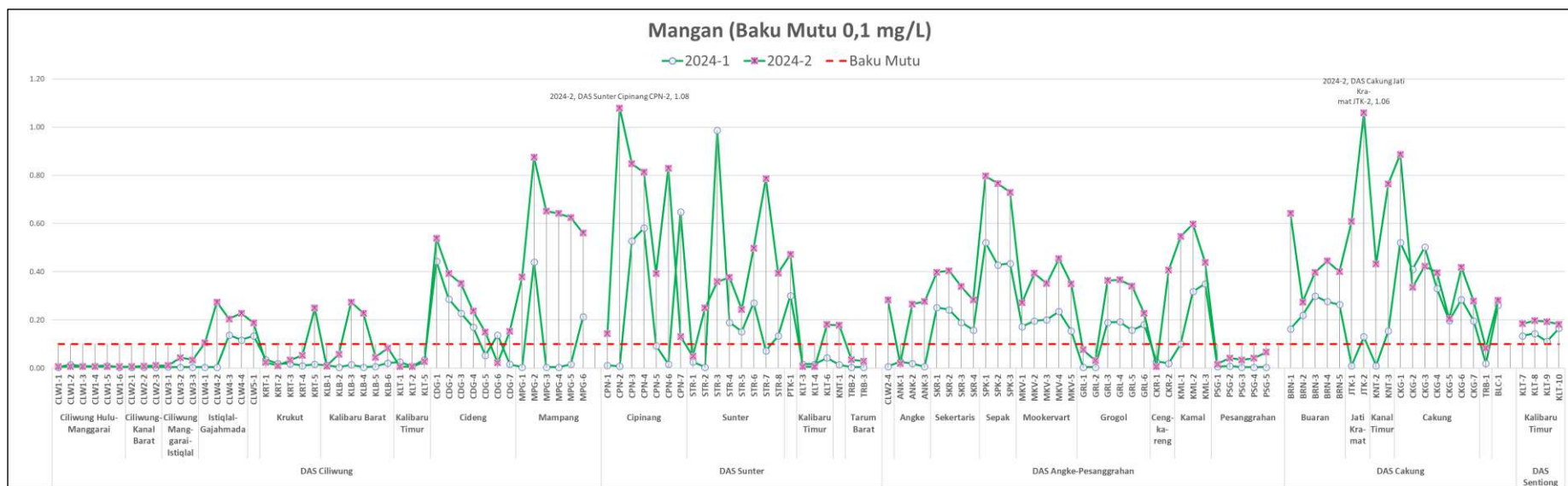
Analisis konsentrasi besi baru dilakukan pada periode 1 dan 2 tahun 2024. Hasil analisis konsentrasi mangan pada periode tersebut menunjukkan bahwa pada beberapa lokasi pemantauan telah memenuhi nilai baku mutu kelas 1 sebesar 0,1 mg/L. Namun, persentase lokasi yang memenuhi baku mutu terjadi penurunan pada periode 2. Berdasarkan pemantauan periode 1 dan 2 tahun 2024, titik pemantauan dengan nilai tertinggi dicapai oleh titik CPN-2 dengan nilai konsentrasi mangan sebesar 1,08 mg/L (**Gambar 3.79**). Persentase pemenuhan baku mutu mangan pada tahun 2024 periode 1 untuk seluruh titik-titik pemantauan sebesar 53% atau 63 titik pemantauan yang memenuhi baku mutu. Namun terjadi penurunan persentase lokasi yang memenuhi baku pada periode 2 yaitu hanya 33% atau 39 titik pemantauan (**Gambar 3.80**). Perlu diketahui bahwa pengukuran parameter mangan dilakukan hanya pada periode 1 dan 2 tahun 2024. Oleh karena parameter mangan baru mulai diukur pada periode 1 tahun 2024, data *time series* untuk parameter ini belum tersedia.



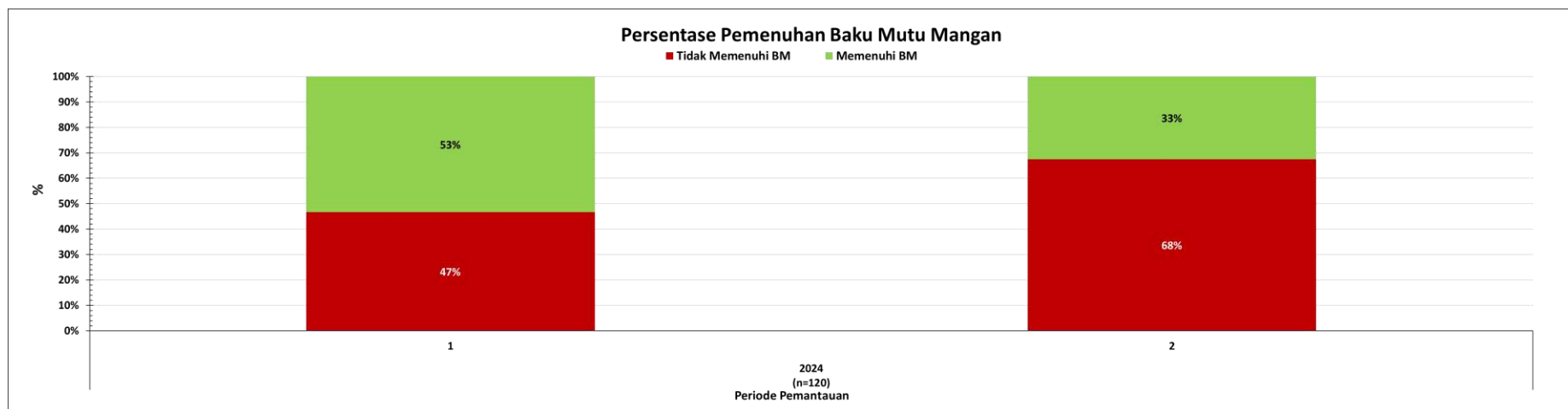
Gambar 3.77. Konsentrasi besi (Fe) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.78. Persentase pemenuhan baku mutu besi (Fe) selama tahun 2024.



Gambar 3.79. Konsentrasi mangan (Mn) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



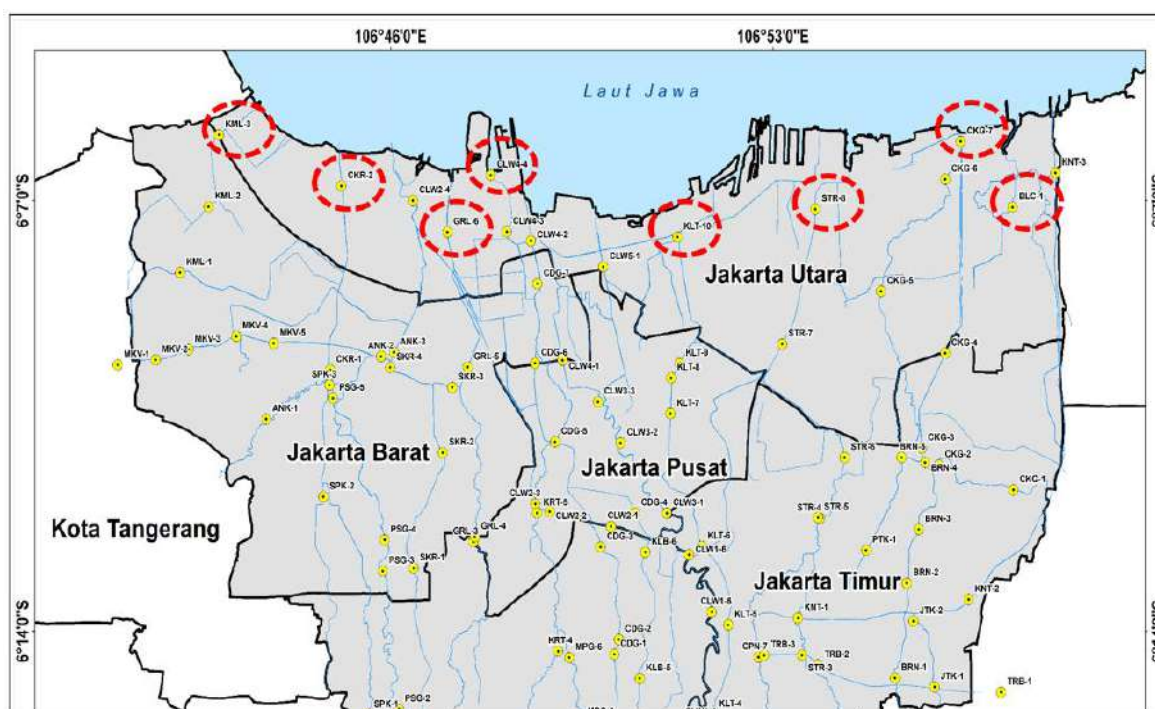
Gambar 3.80. Persentase pemenuhan baku mutu mangan (Mn) selama tahun 2024.

3.4.4. Kelompok Parameter Yang Cenderung Memenuhi Baku Mutu

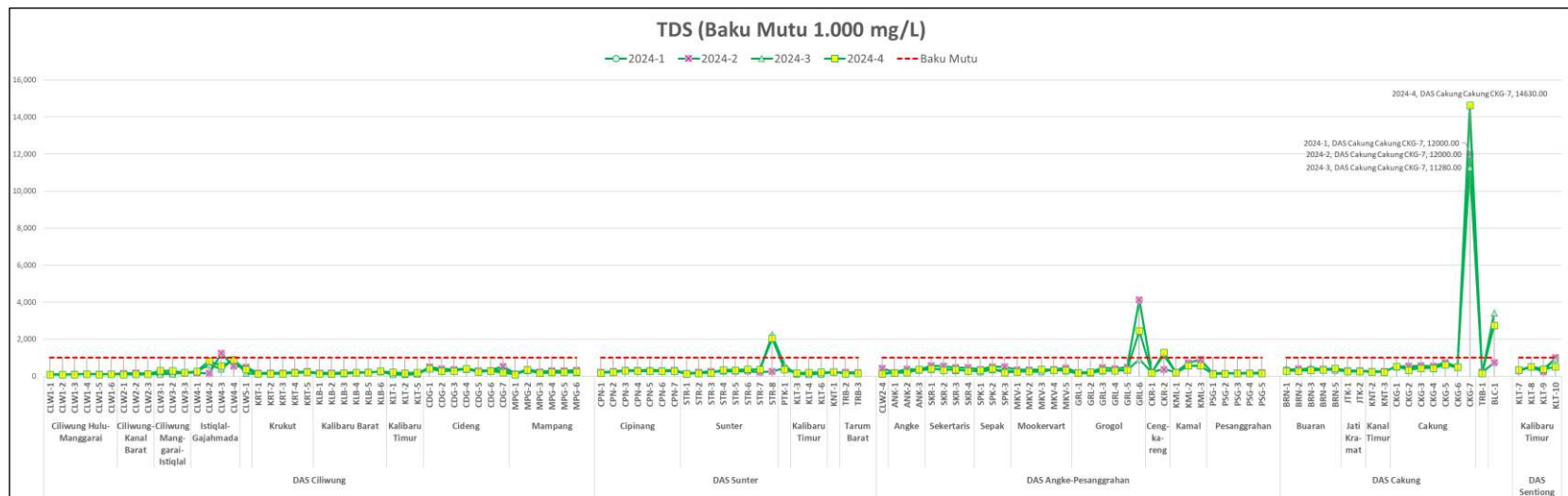
3.4.4.1. *Total Dissolved Solid*/TDS

Padatan yang terkandung dalam perairan secara umum dapat dibedakan menjadi dua jenis yakni padatan terlarut total (*Total Dissolved Solid* / TDS) dan padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid* / TSS). Padatan terlarut umumnya berkaitan dengan kandungan garam dalam perairan, semakin tinggi kandungan garam-garam dalam perairan atau semakin tinggi nilai salinitas, akan diikuti dengan tingginya konsentrasi TDS. Sementara itu, padatan tersuspensi sering dikaitkan dengan erosi lapisan tanah yang masuk ke badan air. Oleh karenanya, tingginya konsentrasi parameter TSS sering dikaitkan dengan perairan berwarna coklat, kekeruhan tinggi, dan tingkat kecerahan rendah.

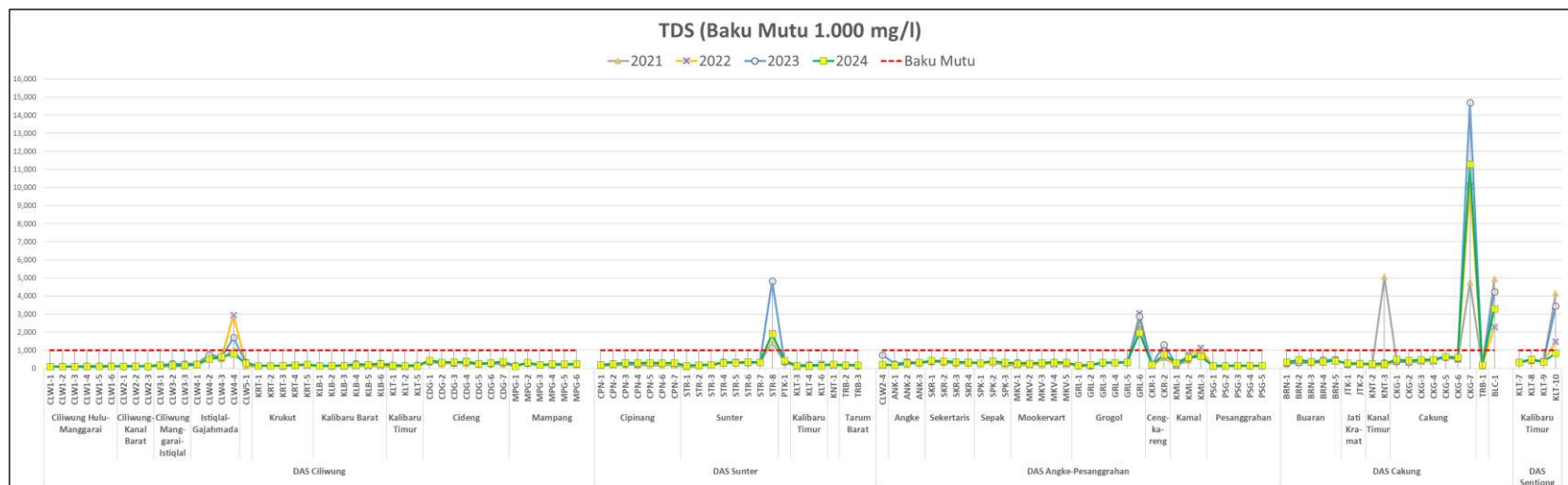
Berdasarkan data hasil analisis laboratorium pada tahun 2024, lokasi yang sering dijumpai memiliki konsentrasi TDS tinggi merupakan daerah yang dekat dengan pesisir karena terpengaruh oleh pasang surut air laut yang mengakibatkan air laut bersalinitas masuk ke badan air dan kemudian meningkatkan konsentrasi TDS (**Gambar 3.81**). Sungai Ciliwung CLW4-3 (Jembatan Jl. Pluit Selatan Raya, Kec. Penjaringan, Jakarta Utara) yang berada di DAS Ciliwung, Sungai Sunter STR-8 (Jl. Jembatan Sindang Kali Sunter, Rawa Badak, Jakarta Utara) yang berada di DAS Sunter, Sungai Grogol GRL-6 (Jl Pluit Selatan Raya, Penjaringan, Jakarta Utara) yang berada di DAS Angke Pesanggrahan, Sungai Cakung CKG-7 (Jl. Raya Cilincing/Jembatan Cilincing, Jakarta Utara) dan Sungai Blencong BLC-1 (Jl. Raya Gudang Peluru, Kec. Cilincing, Jakarta Utara) yang berada di DAS Cakung, serta Sungai Kalibaru Timur KLT-10 (UPK Stasiun Pompa Sunter Agung) yang berada di DAS Sentiong memiliki konsentrasi TDS yang lebih tinggi dibandingkan lokasi pantau lainnya dan tidak memenuhi baku mutu TDS sebesar 1.000 mg/L (**Gambar 3.82**). Perbandingan hasil pengukuran kedua parameter yang dapat dilihat pada **Gambar 3.82** dan **Gambar 3.16** menunjukkan bahwa lokasi yang memiliki nilai TDS tinggi juga memiliki nilai salinitas yang tinggi pula.



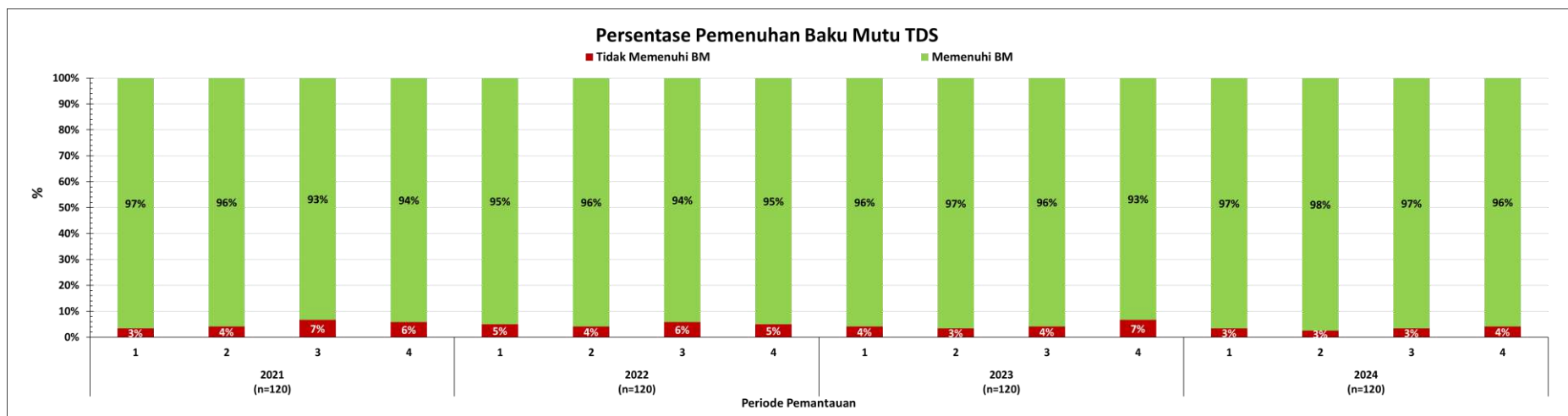
Gambar 3.81. Titik pemantauan sungai dengan konsentrasi TDS tinggi.



Gambar 3.82. Konsentrasi TDS pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.83. Konsentrasi TDS pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.84. Persentase pemenuhan baku mutu TDS selama tahun 2021-2024.

Selain enam lokasi yang konsisten memiliki konsentrasi TDS tinggi, pada periode pemantauan tahun 2021-2024 pernah terpantau pula lokasi lain yang tidak memenuhi baku mutu TDS yakni di Sungai Kamal KML-3 (Jembatan Jl. Kapuk Kamal Raya, Kamal Muara) dan Sungai Cengkareng CKR-2 (Jl. Marina Raya, Kapuk Muara, Jakarta Utara) (**Gambar 3.83**). Faktor kelerengan sungai, elevasi dari permukaan laut, serta debit air sungai merupakan beberapa faktor yang dapat menjaga aliran air laut tidak masuk atau bercampur pada badan air sungai, sehingga terdapat beberapa lokasi pantau dekat dengan pesisir yang tidak memiliki konsentrasi TDS tinggi. Berdasarkan persentase terdapat sedikit penurunan jumlah lokasi yang tidak memenuhi baku mutu TDS dari periode 2023 (3-7%) menjadi 3-4% pada tahun 2024. Namun, jika dihitung jumlah lokasi aktual yang tidak memenuhi baku mutu cenderung sama (**Gambar 3.84**).

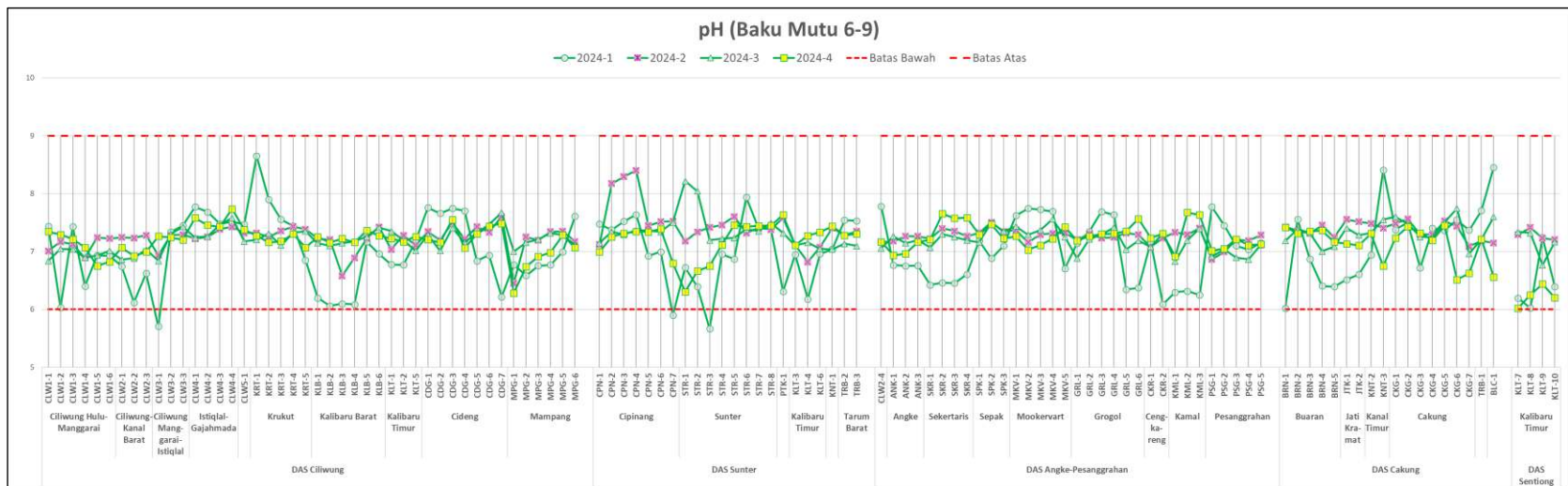
3.4.4.2. pH

Nilai pH menggambarkan tingkat keasaman air yang ditunjukkan dengan rentang 0 sampai 14. Air yang memiliki nilai pH 1-6 akan bersifat asam, sedangkan air dengan pH 8-14 akan bersifat basa, sementara itu air dengan pH 7 memiliki sifat netral. Nilai pH yang terukur pada pemantauan tahun 2024, secara umum masih memenuhi baku mutu kelas 2 pada rentang 6-9. Namun di sisi lain, sebanyak 3% dari 120 titik pemantauan sempat terukur memiliki nilai pH di bawah rentang baku mutu yaitu saat periode 1 tahun 2024 di titik CLW3-1, CPN-7, dan STR-3 (**Gambar 3.85** dan **Gambar 3.87**). Selain pada periode tersebut, pernah pula terpantau sebanyak 2-3% titik pemantauan tidak memenuhi baku mutu pada periode 2 tahun 2022 dan periode 3 tahun 2023 (**Gambar 3.87**). Meskipun demikian, nilai pH rata-rata tahunan selama tahun 2021-2024 menunjukkan bahwa nilai pH di seluruh lokasi pemantauan selalu berada pada kondisi aman atau sesuai dengan kisaran nilai baku mutu (**Gambar 3.86**).

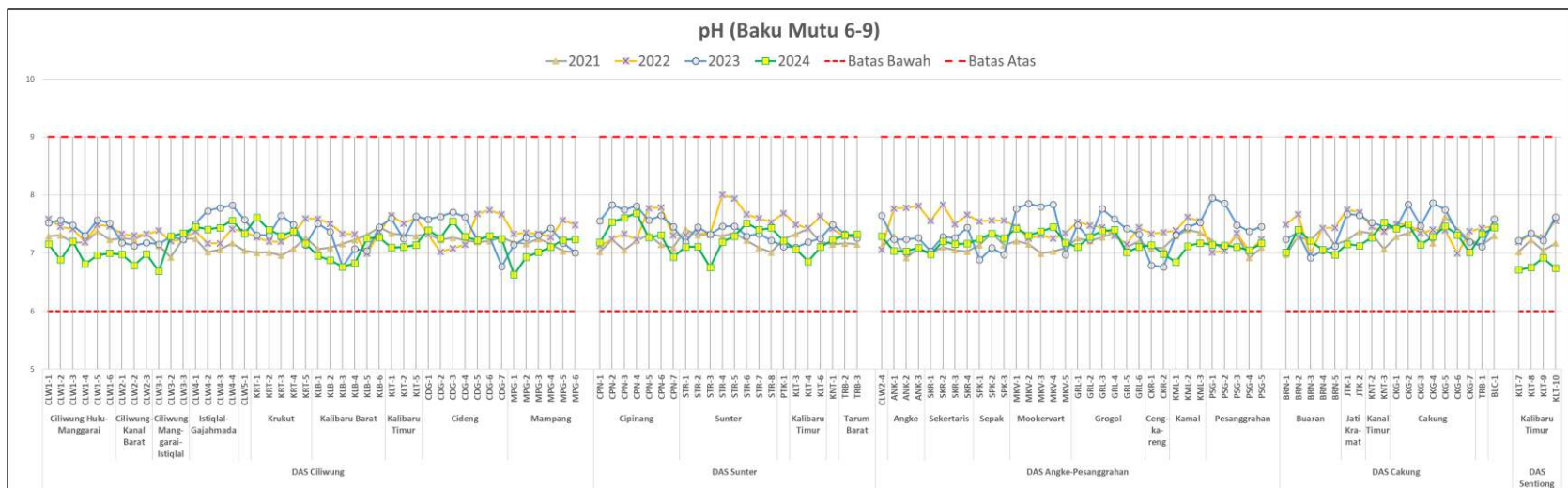
3.4.4.3. Minyak dan Lemak

Parameter minyak dan lemak sering kali dikaitkan dengan limbah rumah tangga. Pada tahun 2024, kandungan minyak dan lemak pada perairan terukur sebagian besar memenuhi baku mutu sebesar 1 mg/L (**Gambar 3.88**). Konsentrasi minyak dan lemak terdeteksi seragam dan bernilai <1 mg/L pada seluruh lokasi saat pemantauan periode 1 dan 2 tahun 2024. Pada periode 3 dan 4, sebanyak 1-9% dari 120 titik pemantauan terpantau tidak memenuhi baku mutu. Berdasarkan data *time series* tahun 2021-2024, lokasi-lokasi yang tidak memenuhi baku mutu terdeteksi pada beberapa titik diantaranya adalah Sungai Mampang (MPG-1 dan MPG-6), Sungai Grogol (GRL-3), Sungai Cideng (CDG-1 dan CDG-4), Sungai Kamal (KML-3), Sungai Petukangan (PTK-1), Sungai Buaran (BRN-3) dan Sungai Kalibaru Timur (KLT-8) (**Gambar 3.89**).

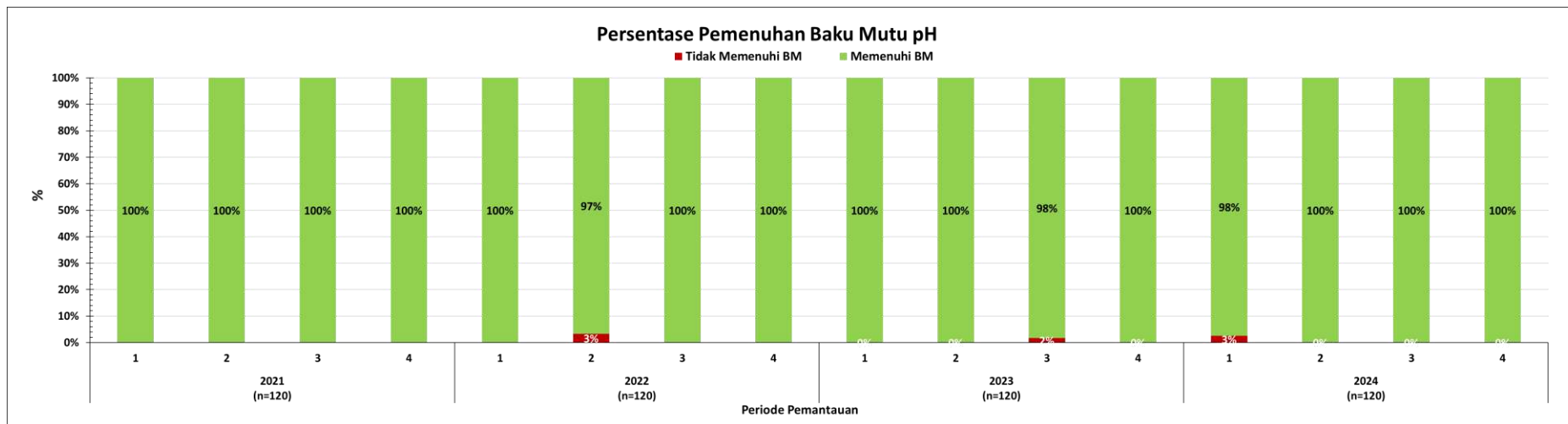
Pemantauan yang dilakukan secara visual mendeteksi adanya keberadaan lapisan minyak-lemak pada sebagian besar titik pemantauan, bahkan kondisi tersebut juga terpantau selama pemantauan tahun 2024 yang mencapai 38-87% (**Gambar 3.20**). Meskipun demikian, jika dilakukan perbandingan terhadap pemenuhan baku mutu parameter minyak-lemak, maka keberadaan lapisan minyak di badan air sungai tidak selalu menjadi penciri terdeteksinya kandungan minyak lemak dalam perairan (**Gambar 3.20** dan **Gambar 3.90**). Perbedaan data kenampakan lapisan minyak dan konsentrasi minyak-lemak menjelaskan bahwa keberadaan lapisan minyak di permukaan badan air sungai secara tidak langsung dapat mempengaruhi kualitas air, namun dalam skala jumlah yang relatif banyak. Pengaruh tersebut juga didukung oleh faktor-faktor lain seperti tingkat kelarutan dan emulsi jenis minyak/lemak



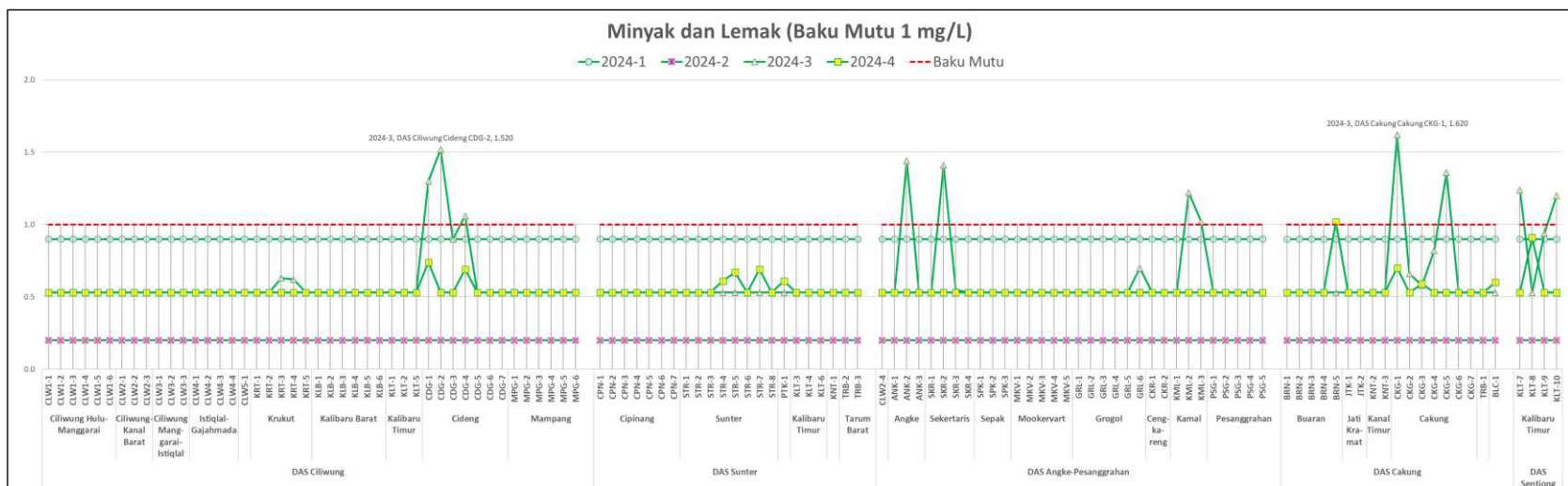
Gambar 3.85. Nilai pH pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



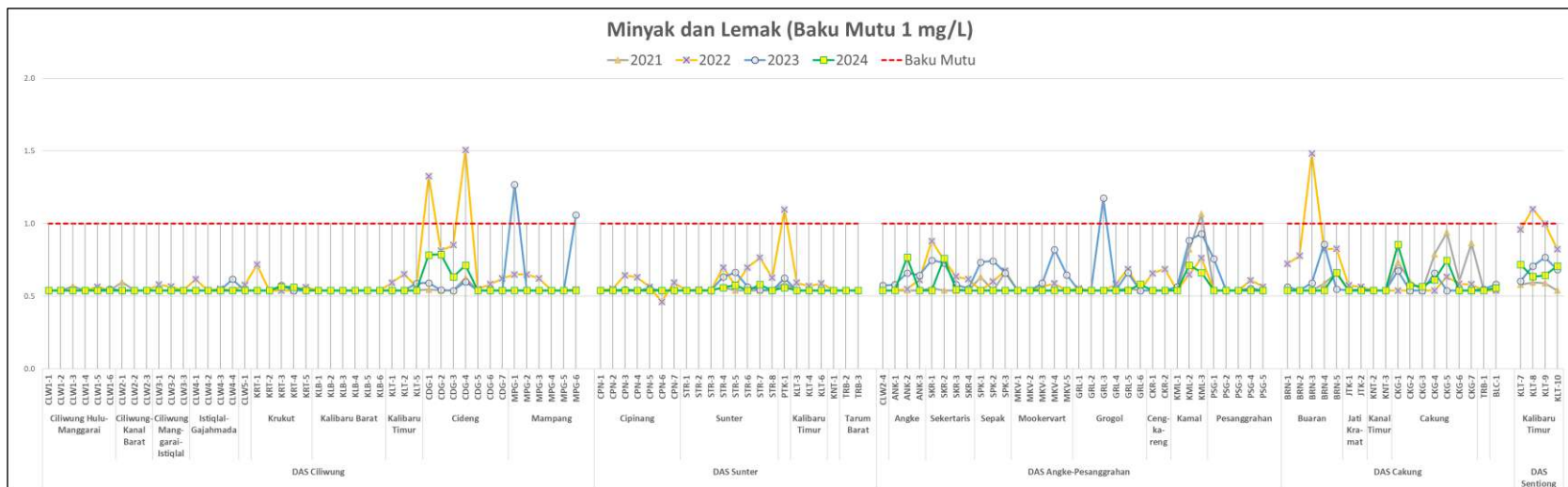
Gambar 3.86. Nilai pH pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



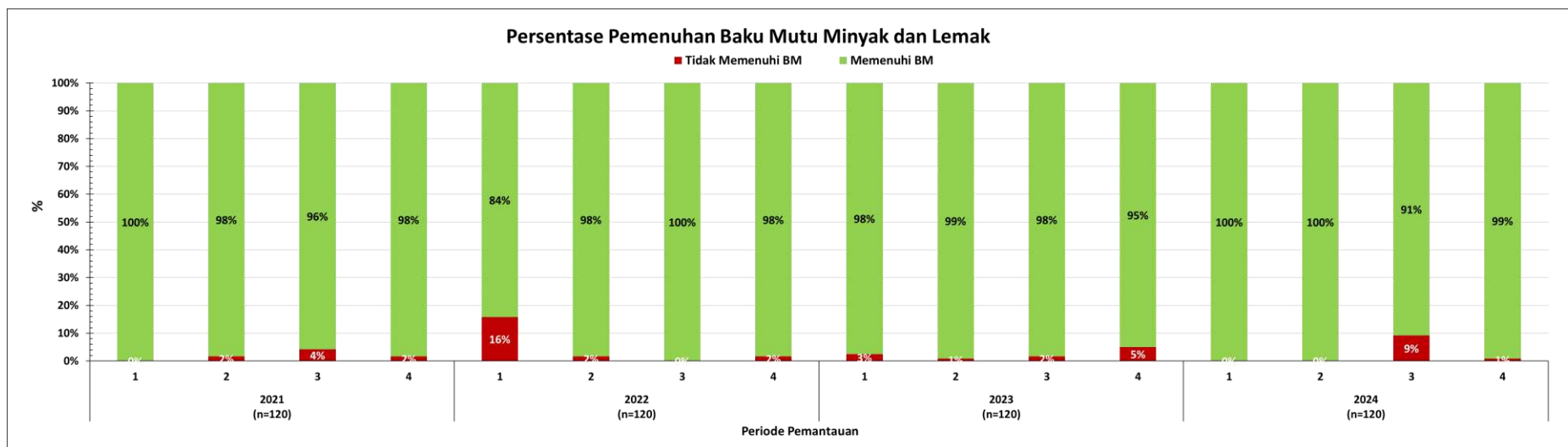
Gambar 3.87. Persentase pemenuhan baku mutu pH selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.88. Konsentrasi minyak dan lemak pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.89. Konsentrasi minyak dan lemak pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.90. Persentase pemenuhan baku mutu minyak dan lemak selama tahun 2021-2024.

3.4.4.4. Nitrat (NO_3)

Nitrat (NO_3) merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan menjadi nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan *alga*. Nitrat memiliki sifat yang sangat mudah larut dan stabil dalam air (Effendi 2003). Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Kandungan nitrat memiliki keterkaitan dengan unsur hara nitrogen dan fosfat yang secara umum digunakan untuk mensintesis protein dalam mendukung pertumbuhan alga dan tanaman air dalam penyediaan makanan dan habitat bagi biota perairan. Unsur hara tersebut juga dapat bersumber dari kandungan detergen yang terdeteksi dari kandungan MBAS pada perairan (Larasati *et al.* 2021). Konsentrasi nitrat yang terukur pada tahun 2024 hampir seluruhnya memenuhi baku mutu sebesar 10 mg/L dengan kisaran nilai sebesar 0,00-4,00 mg/L, kecuali hanya ada satu titik yang tidak memenuhi baku mutu yaitu di Sungai Cengkareng titik CKR-1 sebesar 11 mg/L (**Gambar 3.91**). Secara *time series*, konsentrasi nitrat selalu terukur pada kisaran nilai yang memenuhi baku mutu (**Gambar 3.92** dan **Gambar 3.93**). Nilai rata-rata tahunan parameter nitrat fluktuatif selama tahun 2021-2024, namun pada tahun 2024 teramati bahwa sebagian besar mengalami penurunan jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya (**Gambar 3.92**).

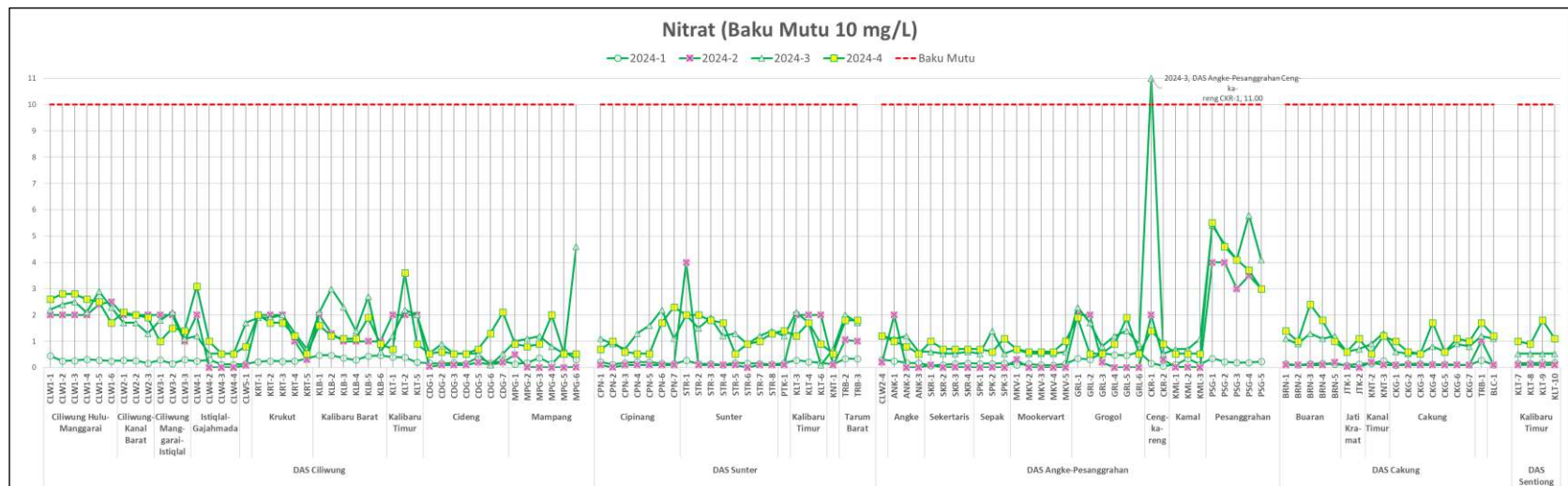
3.4.4.5. Anorganik Non Logam

Anorganik non logam dalam perairan yang dikaji pada laporan ini meliputi parameter oksigen terlarut (DO), klorin bebas (Cl_2), klorida (Cl^-), fluorida (F^-), hidrogen sulfida (H_2S), sulfat (SO_4^{2-}), dan sianida (CN). Beberapa parameter anorganik non logam dibahas pada bagian parameter yang cenderung memenuhi baku mutu, sementara parameter lainnya dibahas pada bagian parameter pencemar lainnya.

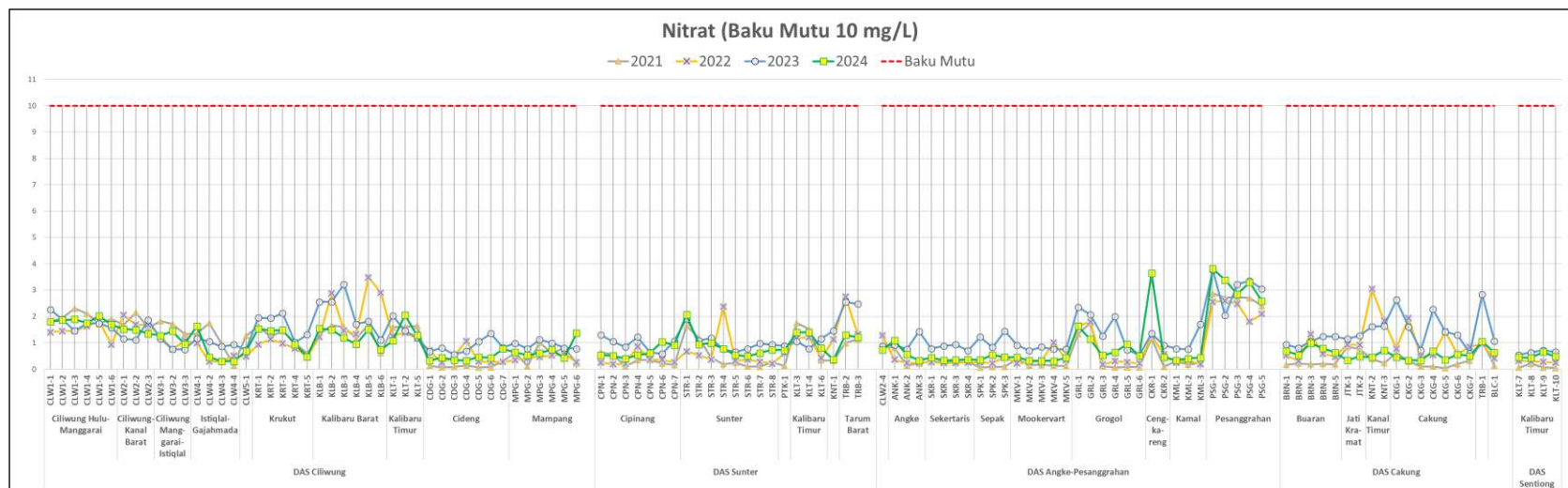
a. Fluorida (F^-)

Fluor (F) merupakan salah satu unsur yang melimpah pada kerak bumi dan ditemukan dalam bentuk ion fluorida (F^-). Pada perairan tawar alami, ion fluorida biasanya ditemukan dalam konsentrasi sebesar 0,26 mg/L (McNeely *et al.* 1979). Konsentrasi fluorida yang terukur pada tahun 2024 seluruhnya memenuhi baku mutu sebesar 1,5 mg/L dengan nilai yang cukup bervariasi berkisar 0,00–1,24 mg/L (**Gambar 3.94**). Konsentrasi fluorida tertinggi terdapat pada Sungai Kalibaru Timur (KLT-7) sebesar 1,24 mg/L. Lokasi lain yang terdeteksi tinggi terdapat di Sungai Cengkareng (CKR-1 dan CKR-2) yaitu berturut-turut sebesar 1,09 mg/L dan 1,07 mg/L. Lokasi yang terdeteksi tinggi terdapat di Sungai Grogol (GRL-5) dan Sungai Pesanggrahan (PSG-1) dengan nilai secara berturut-turut sebesar 1,00 mg/L dan 1,07 mg/L (**Gambar 3.94**). Namun, nilai-nilai konsentrasi tersebut masih dalam kategori memenuhi baku mutu yaitu di bawah 1,5 mg/L.

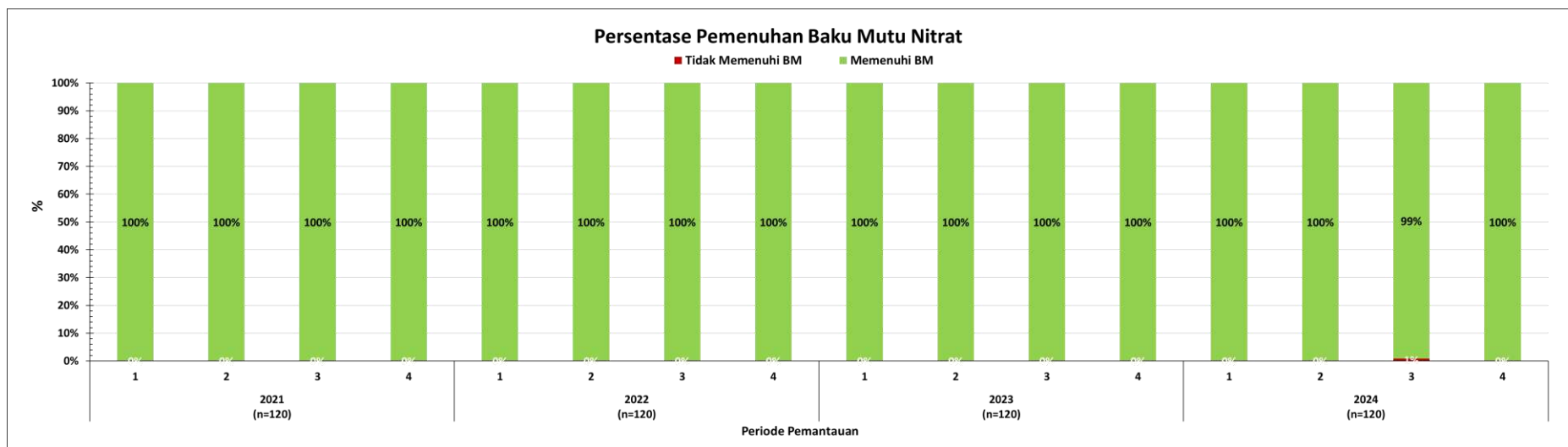
Berdasarkan nilai rata-rata tahunan selama pemantauan tahun 2021-2024, secara umum nilai fluorida di sungai DKI Jakarta memenuhi baku mutu (**Gambar 3.95**). Persentase pemenuhan baku mutu fluorida selama empat tahun terakhir juga menggambarkan kondisi yang baik karena selalu menunjukkan lokasi memenuhi baku mutu sebanyak 100%, kecuali pada periode 1 tahun 2021 sebanyak 98% (**Gambar 3.96**).



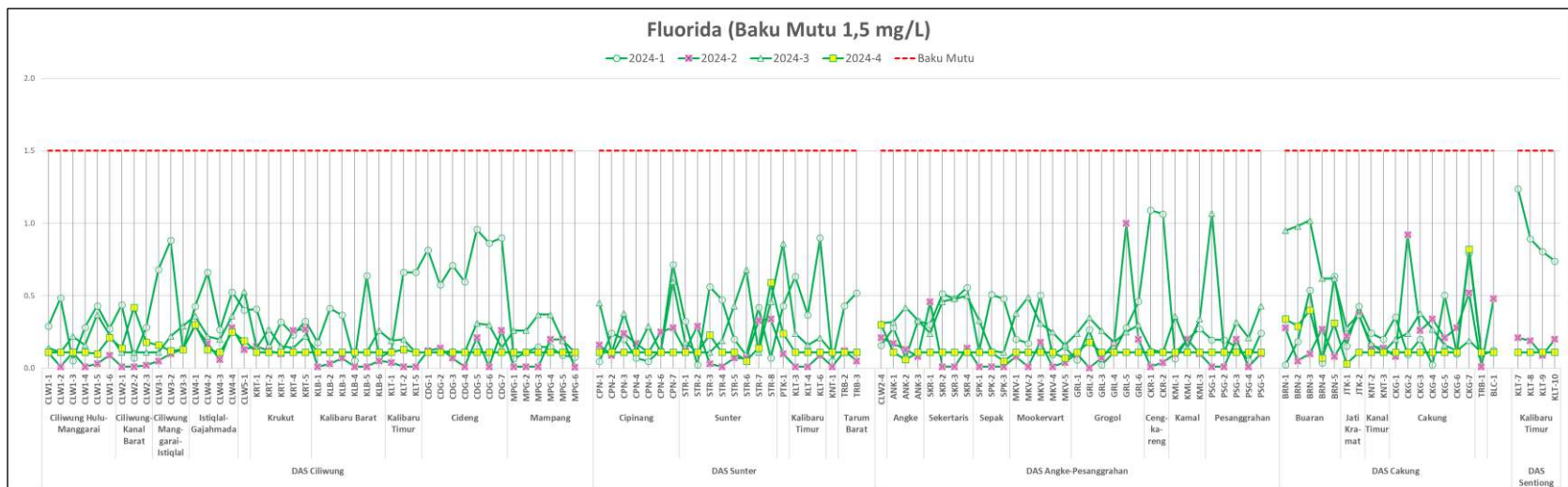
Gambar 3.91. Konsentrasi nitrat (NO_3) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



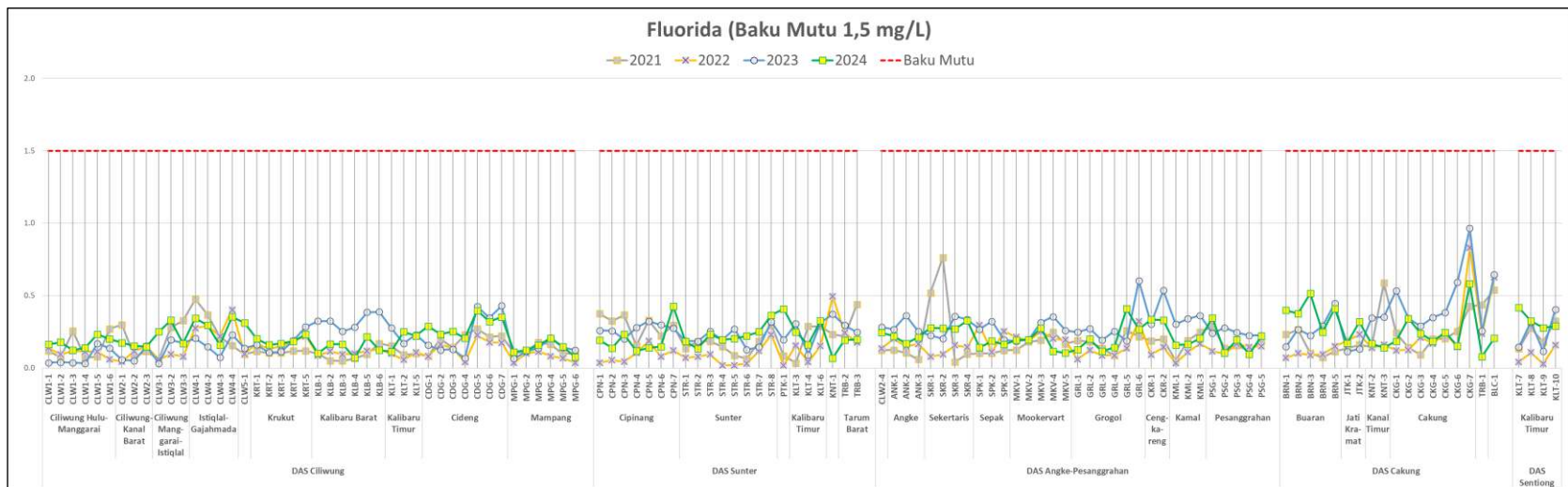
Gambar 3.92. Konsentrasi nitrat (NO_3) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



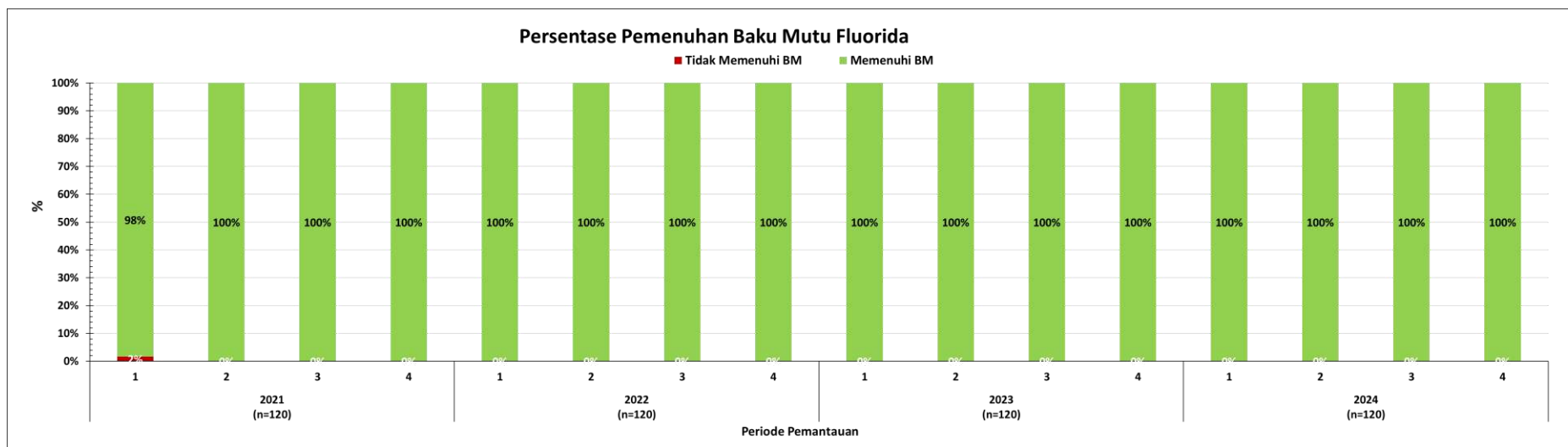
Gambar 3.93. Persentase pemenuhan baku mutu nitrat (NO_3) selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.94. Konsentrasi fluorida (F⁻) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.95. Konsentrasi fluorida (F⁻) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.96. Persentase pemenuhan baku mutu fluorida (F⁻) selama tahun 2021-2024.

b. Sulfat (SO_4^{2-})

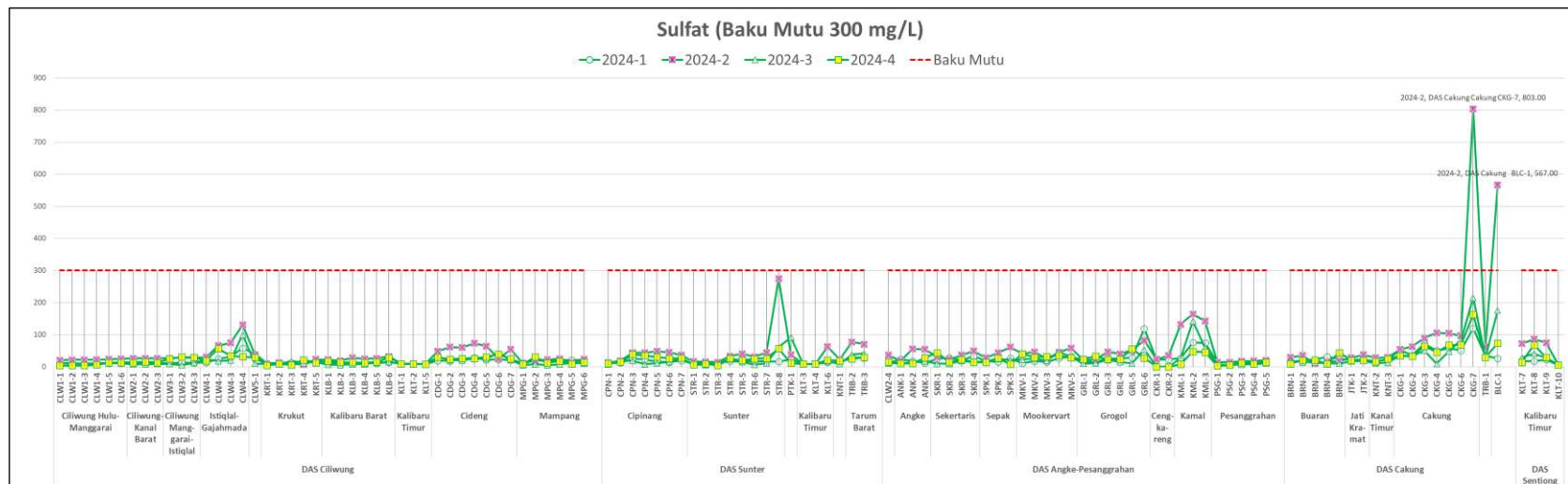
Kadar sulfat yang tinggi dalam air dapat mengindikasikan adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, industri dan aktivitas manusia. Dampak dari tingginya nilai asam sulfat bagi lingkungan adalah mengganggu kehidupan tanaman dan binatang dalam air (Nailis 2021).

Konsentrasi sulfat yang terpantau selama tahun 2024 sebagian besar memenuhi nilai baku mutu sebesar 300 mg/L dengan kisaran nilai sebesar 5,09–803,00 mg/L (**Gambar 3.97**). Hanya terdapat dua titik pemantauan yang terpantau tidak memenuhi baku mutu yaitu pada Sungai Cakung (CKG-7) dan Sungai Blencong (BLC-1) dengan nilai masing-masing sebesar 803,00 mg/L dan 567,00 mg/L. Pemantauan kandungan sulfat pada air sungai di DKI Jakarta baru mulai dilaksanakan pada periode 2 tahun 2021 setelah terbitnya PP 22 Tahun 2021. Berdasarkan data antar waktu tahun 2021-2024, secara umum nilai sulfat di sungai DKI Jakarta cenderung memenuhi baku mutu, meskipun terjadi lonjakan nilai pada dua lokasi saat pemantauan tahun 2023 (CKG-7 dan KLT-10) (**Gambar 3.98**). Persentase pemenuhan baku mutu sulfat selama pemantauan tahun 2021-2024 juga menggambarkan kondisi yang baik (dominan memenuhi baku mutu sebesar 100%) (**Gambar 3.99**).

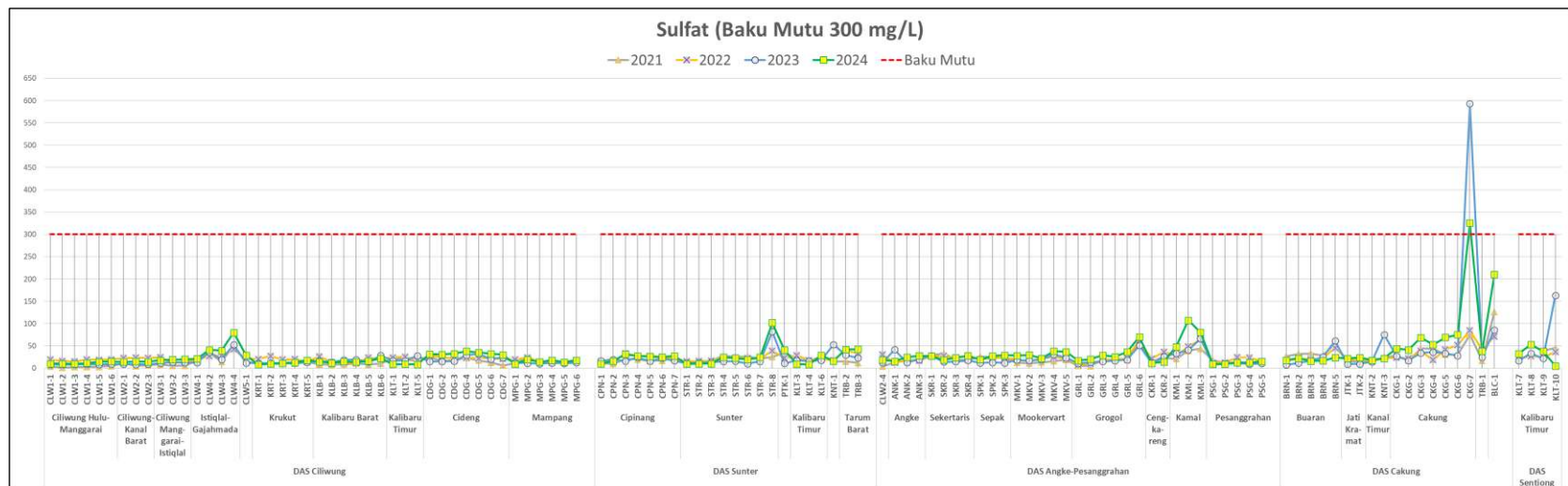
c. Klorida (Cl^-)

Halogen pada perairan terdapat dalam bentuk monovalen, misalnya ion fluorida (F^-), ion klorida (Cl^-), ion bromida (Br^-) dan ion iodida (I^-). Ion Klorida (Cl^-) ditemukan dalam jumlah yang besar, sedangkan ion halogen lainnya relatif kecil. Pada perairan tawar yang alami, ion klorida biasanya ditemukan dalam konsentrasi sebesar 8,3 mg/L (McNeely *et al.* 1979). Konsentrasi klorida yang terukur selama tahun 2024 pada umumnya memenuhi baku mutu sebesar 300 mg/L, kecuali pada lokasi yang terpengaruh oleh pasang surut air laut seperti di Sungai Ciliwung CLW4-4 (Outlet Pompa Waduk Pluit), Sungai Sunter STR-8 (Jl. Jembatan Sindang Kali Sunter, Rawa Badak, Jakarta Utara), Sungai Grogol GRL-6 (Jl. Pluit Selatan Raya, Penjaringan, Jakarta Utara), Cengkareng CKR-2 (Jl. Marina Raya, Kapuk Muara, Penjaringan, Jakarta Utara), Sungai Cakung CKG-7 (Jl. Raya Cilincing (Jembatan Cilincing), dan Sungai Blencong BLC-1 (Jl. Raya Gudang Peluru, Kec. Cilincing, Jakarta Utara) (**Gambar 3.100**). Hal ini selaras dengan lokasi ditemukannya nilai sulfat yang tinggi (**Gambar 3.97** dan **Gambar 3.100**). Dengan demikian, kedua parameter yakni sulfat dan klorida memiliki kecenderungan yang sama yaitu terkait atau dipengaruhi oleh pasang surut air laut.

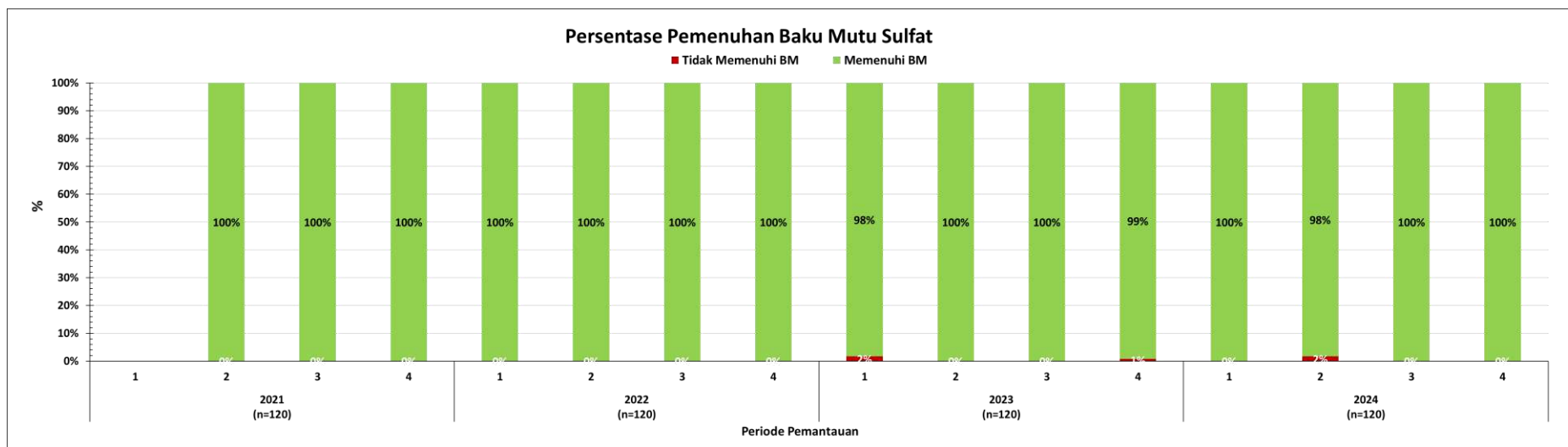
Data antar waktu tahun 2021 hingga 2024 juga memperlihatkan kecenderungan nilai yang lebih tinggi pada enam lokasi yang telah disebutkan sebelumnya, bahkan pada titik CKG-7 mencapai nilai rerata tahunan sebesar 14.051,77 mg/L (baku mutu sebesar 300 mg/L) pada tahun 2023 (**Gambar 3.101**). Nilai konsentrasi klorida tertinggi dicapai pada periode 4 tahun 2023, yaitu sebesar 28.645,34 mg/L. Sedangkan pada pemantauan 2024, nilai konsentrasi tertinggi terdapat pada titik CKG-7 sebesar 12.171,71 mg/L. Konsistensi tersebut menguatkan indikasi bahwa tingginya konsentrasi klorida bukan diakibatkan oleh pencemaran, namun lebih dominan disebabkan oleh pengaruh pasang surut air laut yang masuk hingga mencapai titik pemantauan dan menyebabkan karakteristik air menjadi payau. Lokasi-lokasi yang terpengaruh pasang surut air laut tersebut menyebabkan persentase pemenuhan baku mutu klorida berada pada rentang 92-100% dari total 120 titik pemantauan selama periode tahun 2021-2024 (**Gambar 3.102**).



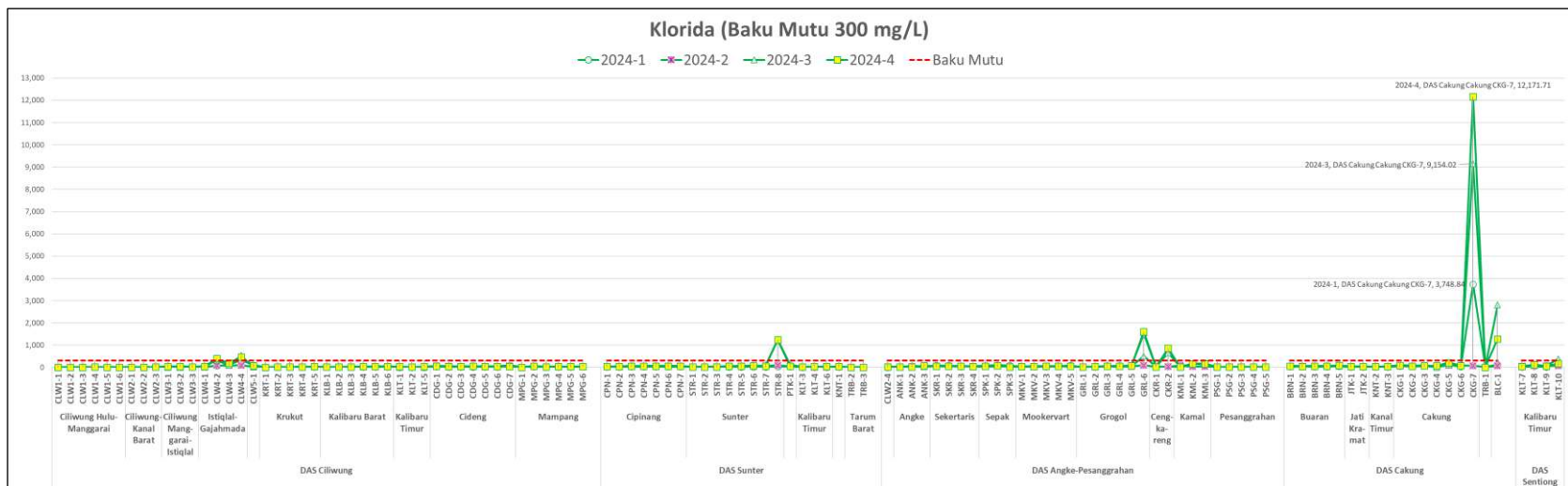
Gambar 3.97. Konsentrasi sulfat (SO_4^{2-}) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



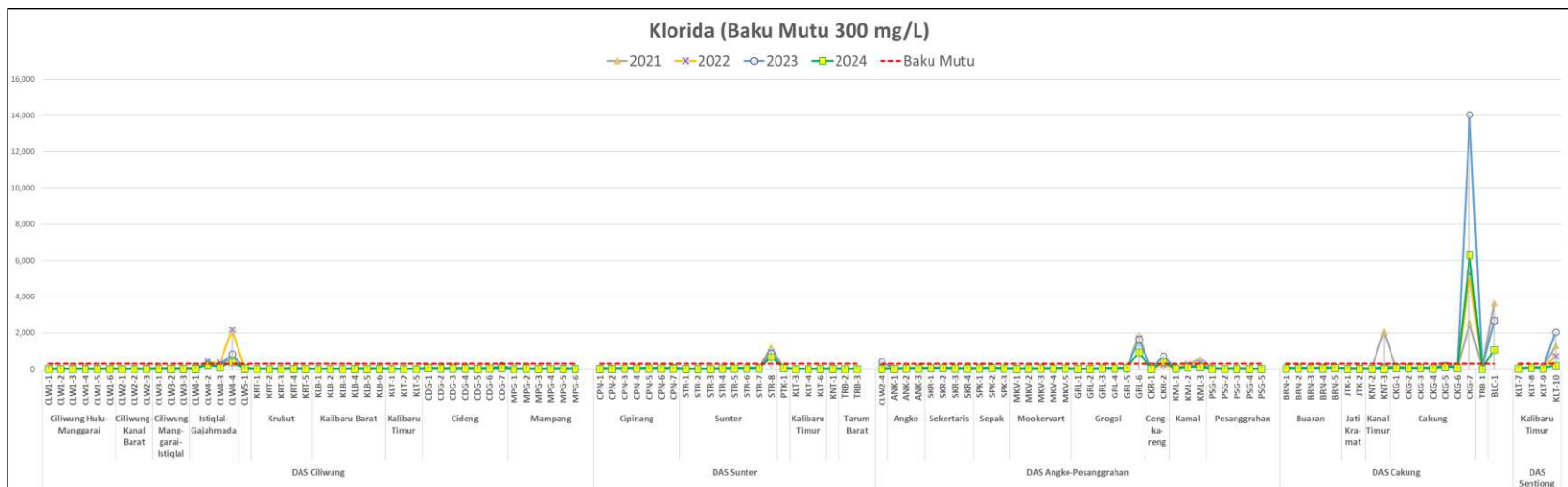
Gambar 3.98. Konsentrasi sulfat (SO_4^{2-}) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



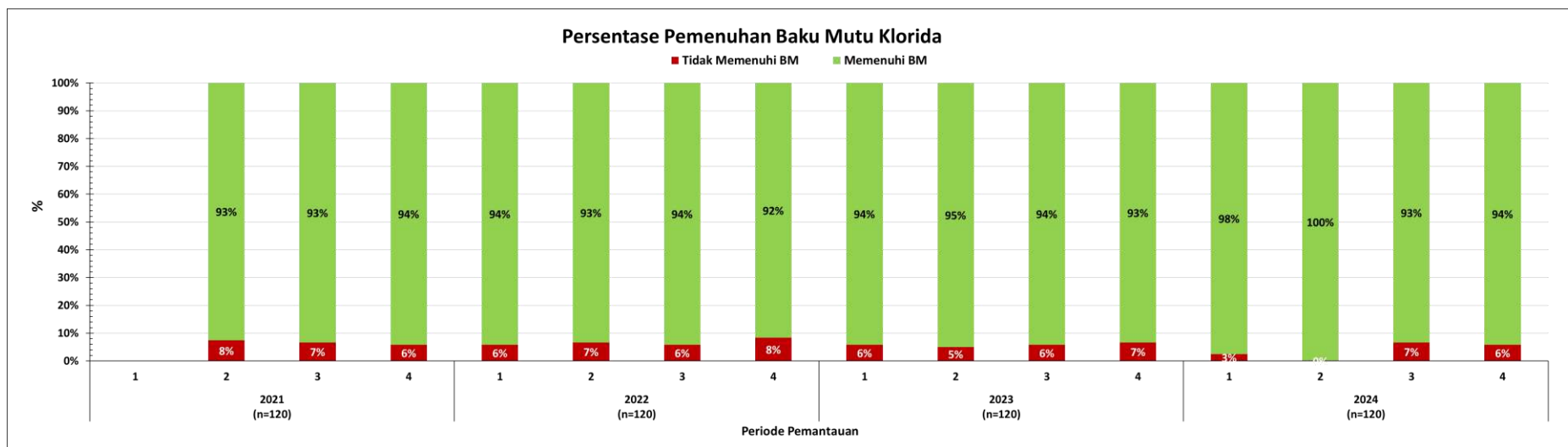
Gambar 3.99. Persentase pemenuhan baku mutu sulfat (SO_4^{2-}) selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.100. Konsentrasi klorida (Cl^-) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.101. Konsentrasi klorida (Cl^-) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.102. Persentase pemenuhan baku mutu klorida (Cl^-) selama tahun 2021-2024.

3.4.4.6. Logam

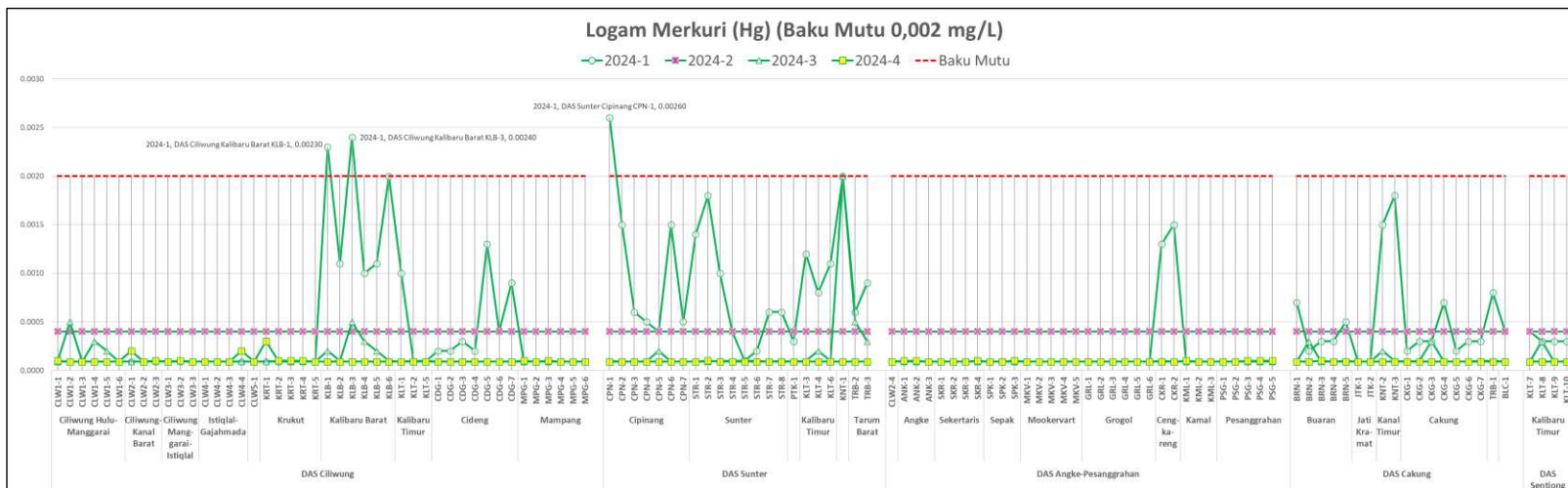
a. Merkuri (Hg)

Merkuri biasa digunakan sebagai bahan kimia pembantu yang sesuai dengan sifatnya untuk mengikat butiran-butiran emas agar mudah dalam pemisahan dengan partikel-partikel lainnya. Apabila merkuri masuk ke perairan, maka akan berikatan dengan klor yang ada di dalam air membentuk ikatan HgCl. Dalam bentuk tersebut Hg akan mudah masuk ke dalam plankton dan berpindah ke biota air lainnya. Manusia dapat terakumulasi merkuri melalui konsumsi makanan yang tercemar seperti ikan dan kerang (Narasiang *et al.* 2015). Hg atau merkuri merupakan salah satu unsur yang paling beracun diantara logam berat yang ada dan apabila terpapar pada konsentrasi yang tinggi maka akan mengakibatkan kerusakan otak secara permanen dan kerusakan ginjal (Stancheva 2013).

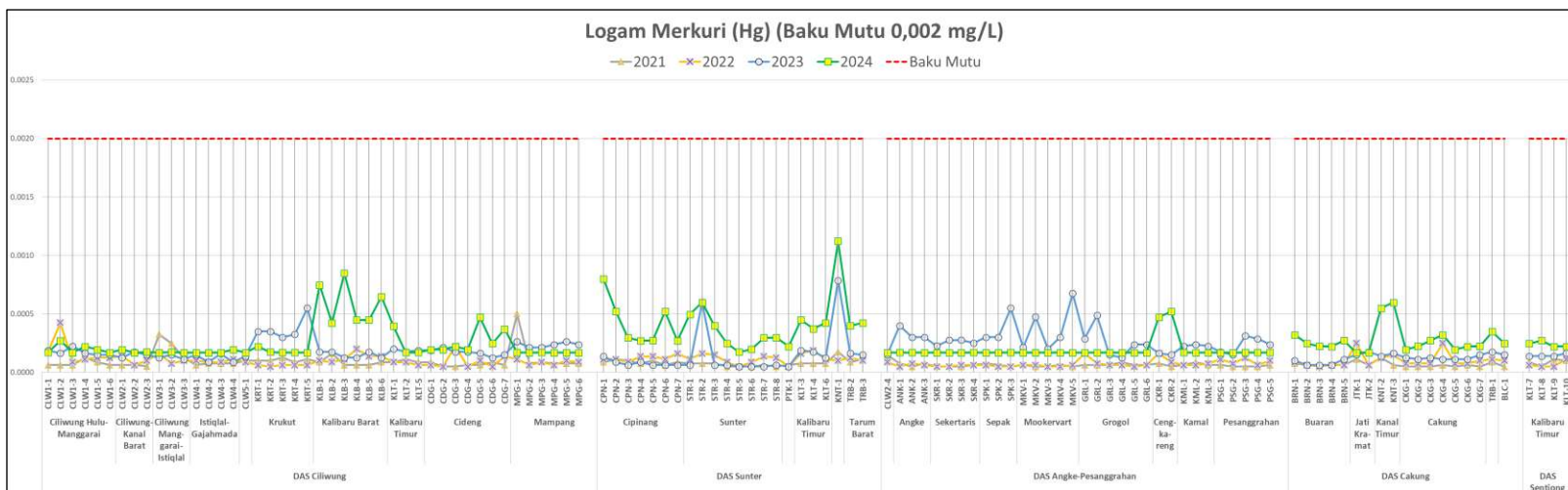
Hasil pemantauan logam merkuri selama pemantauan tahun 2021-2024 secara umum menunjukkan kondisi memenuhi baku mutu sebesar 0,002 mg/L dengan variasi nilai baik secara spasial maupun temporal (**Gambar 3.104**). Namun, pada pemantauan tahun 2024, ditemukan nilai merkuri yang tidak memenuhi baku mutu pada tiga titik pemantauan yaitu di Sungai Kalibaru Barat (KLB-1 dan KLB-3) sebesar 0,0023 mg/L dan 0,0024 mg/L, serta di Sungai Cipinang (CPN-1) sebesar 0,0026 (**Gambar 3.103**). Parameter merkuri cenderung ditemukan memenuhi baku mutu pada 100% titik pemantauan selama tahun 2021-2024, kecuali pada periode 1 tahun 2023 yang tercatat pada 99% lokasi dan periode 1 tahun 2024 yang tercatat pada 98% lokasi pemantauan (**Gambar 3.105**).

b. Kadmium (Cd)

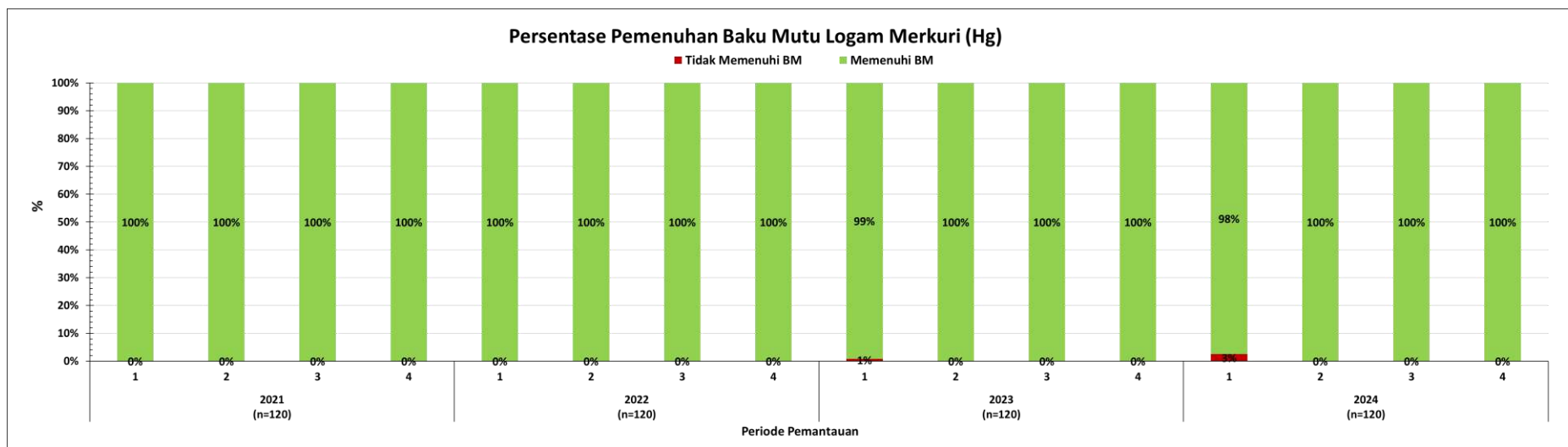
Kadmium (Cd) adalah unsur kedua dalam Golongan IIB dari tabel periodik yang memiliki nomor atom 48, berat atom 112,41, dan valensi 2. Konsentrasi logam Cd selama pemantauan tahun 2021-2024 secara umum menunjukkan kondisi memenuhi baku mutu sebesar 0,01 mg/L dan bahkan hampir seluruhnya berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium (**Gambar 3.107**). Pada pemantauan tahun 2023, terdapat lonjakan kenaikan lokasi yang tidak memenuhi baku mutu Cd, yaitu di Sungai Angke (ANK-1, ANK-2, dan ANK-3), Sungai Sepak (SPK-1, SPK-2, SPK-3), dan Sungai Mookervart (MKV-1 dan MKV-5). Pada pemantauan tahun 2024 lonjakan nilai Cd yang tidak memenuhi baku mutu hanya terjadi di tiga titik, yaitu CPN-7, STR-2, dan STR-3 (**Gambar 3.106**). Namun demikian berdasarkan data pemantauan antar tahun, terdapat delapan lokasi yang mengalami lonjakan konsentrasi Cd yang signifikan pada periode 4 tahun 2023 di lokasi Sungai Angke (ANK-1, ANK-2, dan ANK-3), Sepak (SPK-1, SPK-2, dan SPK-3), dan Mookervart (MKV-1 dan MK-5) senilai 0,54 mg/L, sehingga tidak memenuhi baku mutu yang disyaratkan. Tingginya nilai konsentrasi Cd pada periode 4 tahun 2023 menyebabkan nilai rata-rata tahunan 2023 di kedelapan titik tersebut mencapai nilai 0,14 mg/L (**Gambar 3.107**). Terkait dengan hal tersebut, persentase pemenuhan baku mutu pada periode 1 tahun 2024 menjadi 98%, periode 3 tahun 2021 dan periode 2 tahun 2023 menjadi 99%, dan lonjakan tertinggi terjadi pada periode 4 tahun 2023 yang mencapai 93%, sementara periode lainnya di tahun 2021-2024 mencapai 100% (**Gambar 3.108**).



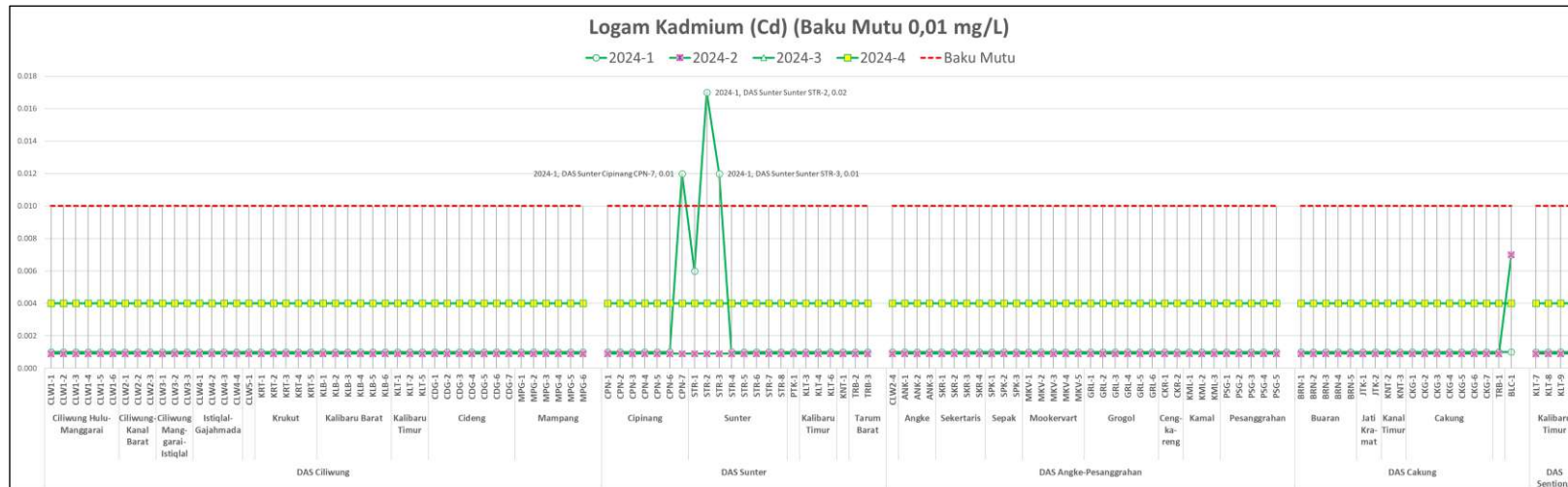
Gambar 3.103. Konsentrasi merkuri (Hg) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

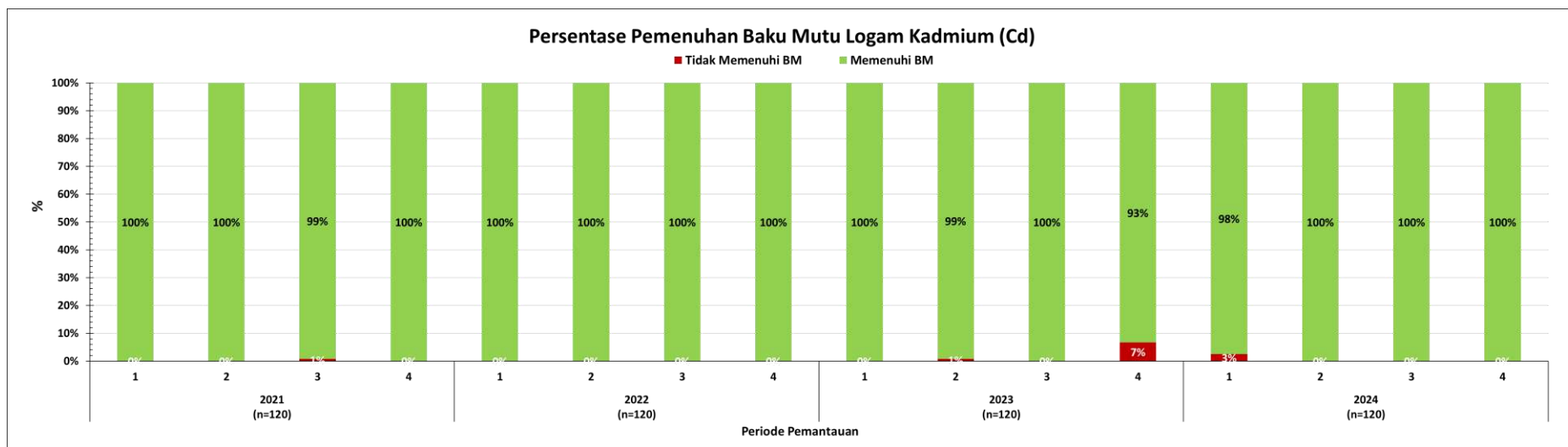


Gambar 3.104. Konsentrasi merkuri (Hg) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.105. Persentase pemenuhan baku mutu merkuri (Hg) selama tahun 2021-2024.





Gambar 3.108. Persentase pemenuhan baku mutu kadmium (Cd) selama tahun 2021-2024.

c. Seng (Zn)

Seng (Zn) paling sering memasuki pasokan air domestik dari kerusakan besi galvanis dan dezincifikasi kuningan, serta dapat dihasilkan pula dari polusi limbah industri (Eckenfelder 1989). Seng merupakan elemen pertumbuhan penting untuk tanaman dan hewan, tetapi pada tingkat tinggi bersifat toksik untuk beberapa jenis biota air (APHA-AWWA-WEF 2021).

Hasil pemantauan pada tahun 2024 menunjukkan sebagian besar titik pemantauan memiliki nilai konsentrasi yang rendah dan memenuhi baku mutu Zn sebesar 0,05 mg/L (**Gambar 3.109**). Hanya 13 titik pemantauan yang tidak memenuhi baku mutu yaitu di Sungai Kalibaru Timur (KLT-2 dan KLT-9), Mampang (MPG-2, MPG-3, dan MPG-6), Cipinang (CPN-7), Mookervart (MKV-1 dan MKV-4), Kamal (KML-2 dan KML-3), dan Cakung (CKG-1, CKG-4, dan CKG-6). Berdasarkan nilai rata-rata tahunan, Sungai Kamal (KML-2 dan KML-3) yang merupakan bagian dari DAS Angke Pesanggrahan juga secara konsisten terukur tidak memenuhi baku mutu Zn dan lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi-lokasi lainnya selama tahun 2021-2024 (**Gambar 3.110**). Tingginya konsentrasi Zn di Sungai Kamal dapat bersumber dari lepasan logam yang berada di dalam tanah atau sedimen yang kemudian terlarut ke dalam air.

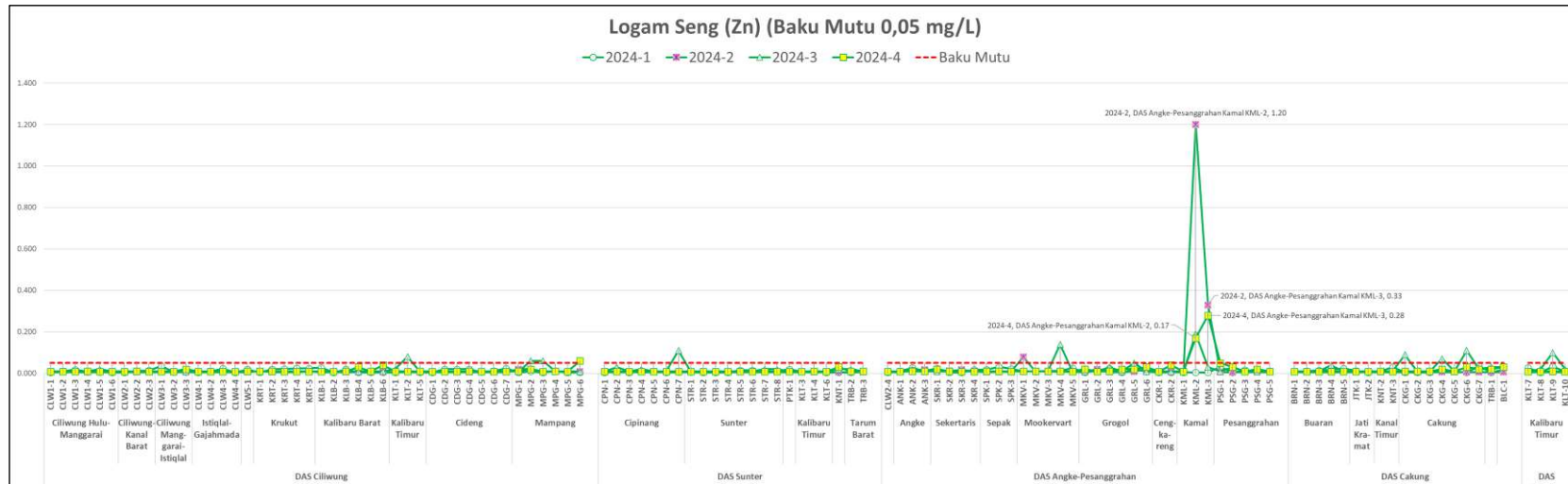
Berdasarkan **Gambar 3.110**, terlihat bahwa konsentrasi rata-rata tahunan logam Zn cukup fluktuatif, namun cenderung memenuhi baku mutu. Persentase pemenuhan baku mutu Zn selama tahun 2021-2024 juga sangat fluktuatif pada kisaran 87-100% (**Gambar 3.111**). Persentase lokasi memenuhi baku mutu tertinggi diperoleh pada saat pemantauan periode 1 tahun 2024 mencapai 100%.

d. Tembaga (Cu)

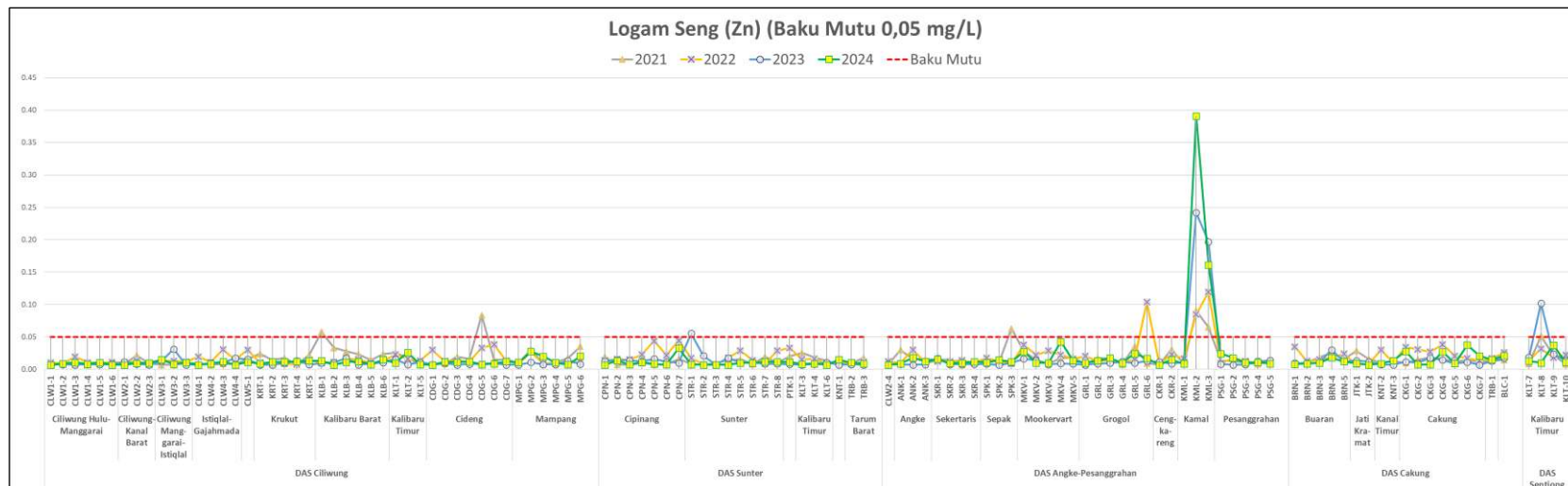
Tembaga (Cu) merupakan salah satu logam berat esensial untuk kehidupan makhluk hidup sebagai elemen mikro. Cu secara alami masuk ke perairan melalui peristiwa erosi atau pengikisan batuan mineral dan melalui persenyawaan Cu di atmosfer yang dibawa turun melalui hujan, sedangkan akibat aktivitas manusia dapat berasal dari limbah industri yang berkaitan dengan Cu, pertambangan Cu, industri galangan kapal, dan aktivitas pelabuhan lainnya (Palar 2012). Baku mutu logam Cu menurut PP Nomor 22 Tahun 2021 sebesar 0,02 mg/L.

Hasil analisis logam Cu pada tahun 2024 menunjukkan sebagian besar memenuhi baku mutu, bahkan nilainya di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium (**Gambar 3.112**). Namun, terdapat 16 lokasi yang terpantau tinggi dan tidak memenuhi baku mutu pada tahun 2024 yaitu Sungai Kalibaru Barat (KLB-4), Sungai Cideng (CDG-5 dan CDG-6), Sungai Sunter (STR-2), Sungai Cengkareng (CKR-1), Sungai Kamal (KML-3), dan seluruh titik pantau di Sungai Kalibaru Timur sebanyak 10 titik. Jika dicermati lebih lanjut pada data antar waktu tahun 2021-2024, maka terdapat beberapa titik yang memiliki konsentrasi Cu tidak memenuhi baku mutu yakni Sungai Kalibaru Timur (KLT-1, KLT-2, KLT-3, KLT-9, dan KLT-10), Sungai Cideng (CDG-3), Cipinang (CPN-7), Sekertaris (SKR-1 dan SKR-2), Grogol (GRL-2 dan GRL-3), Pesanggrahan (PSG-5), Buaran (BRN-3) dan Jati Kramat (JTK-2) (**Gambar 3.113**).

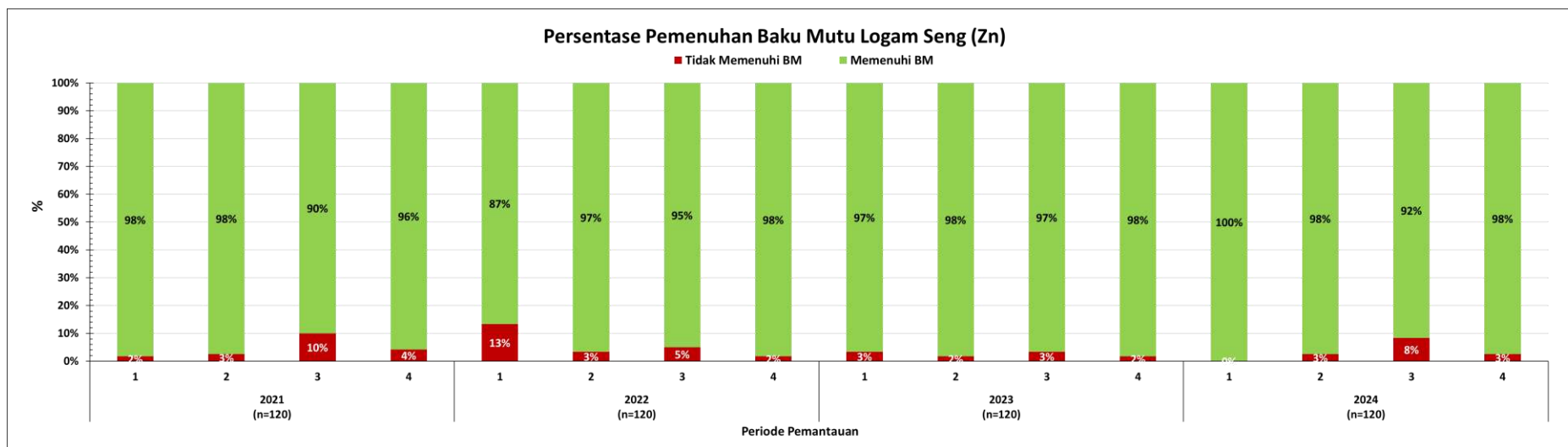
Persentase pemenuhan baku mutu Cu selama tahun 2021-2024 tergolong sangat baik dan hampir selalu mencapai 100% (seluruh lokasi memenuhi baku mutu). Pemenuhan baku mutu mencapai kondisi terendahnya pada periode 2 tahun 2024 yaitu 88% lokasi memenuhi baku mutu (**Gambar 3.114**).



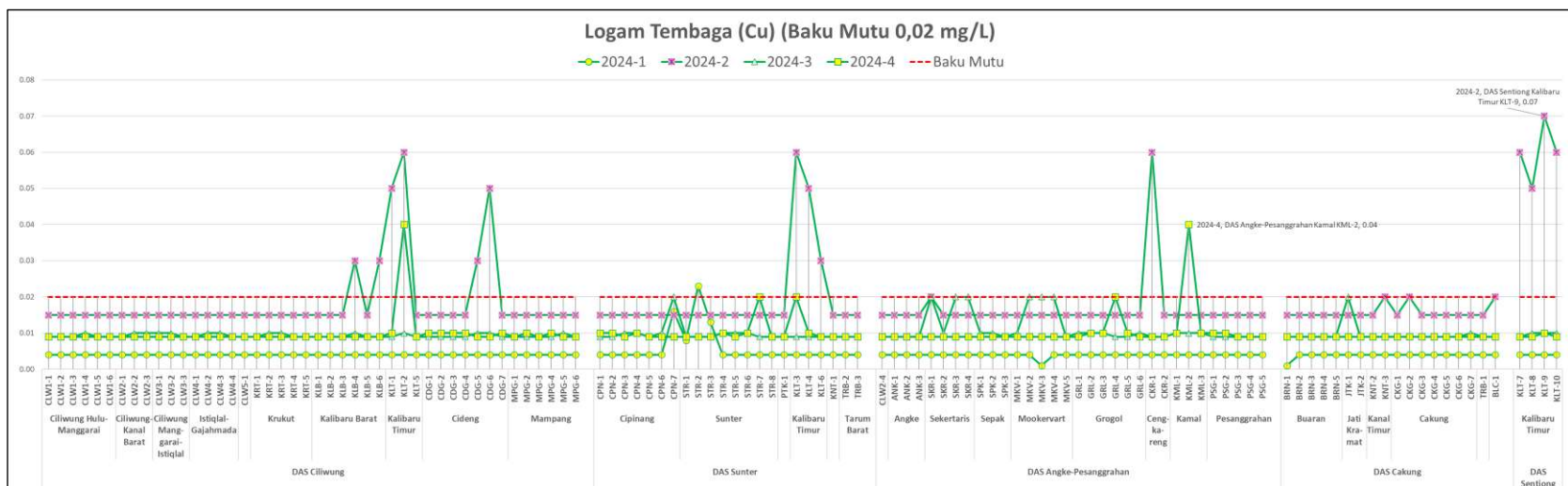
Gambar 3.109. Konsentrasi seng (Zn) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



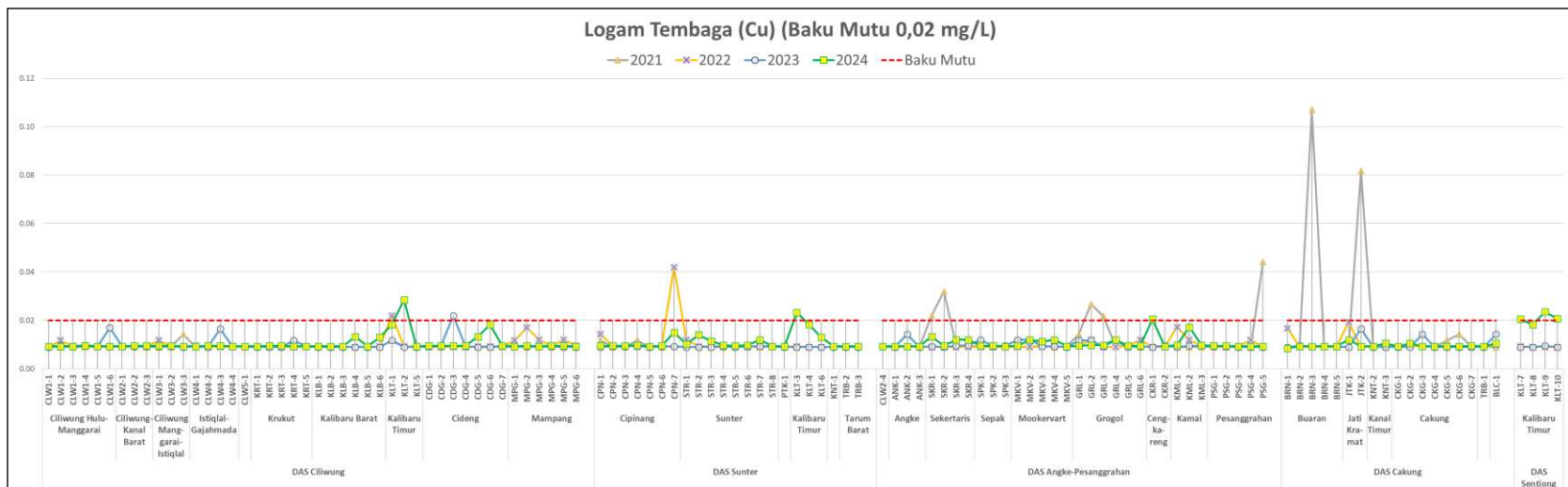
Gambar 3.110. Konsentrasi seng (Zn) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



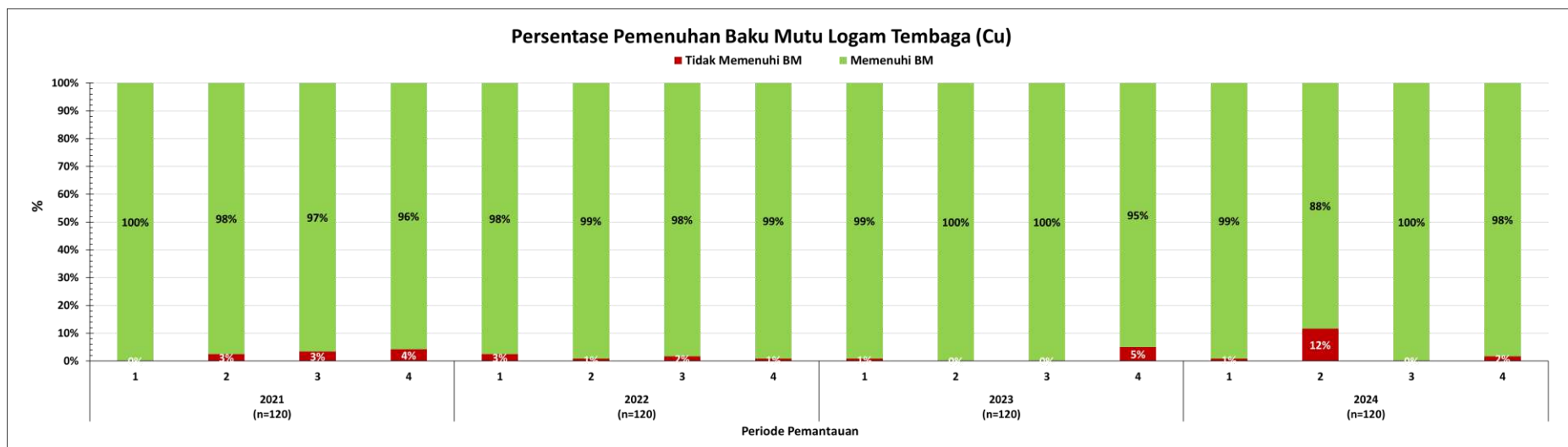
Gambar 3.111. Persentase pemenuhan baku mutu seng (Zn) selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.112. Konsentrasi tembaga (Cu) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.113. Konsentrasi tembaga (Cu) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.114. Persentase pemenuhan baku mutu tembaga (Cu) selama tahun 2021-2024.

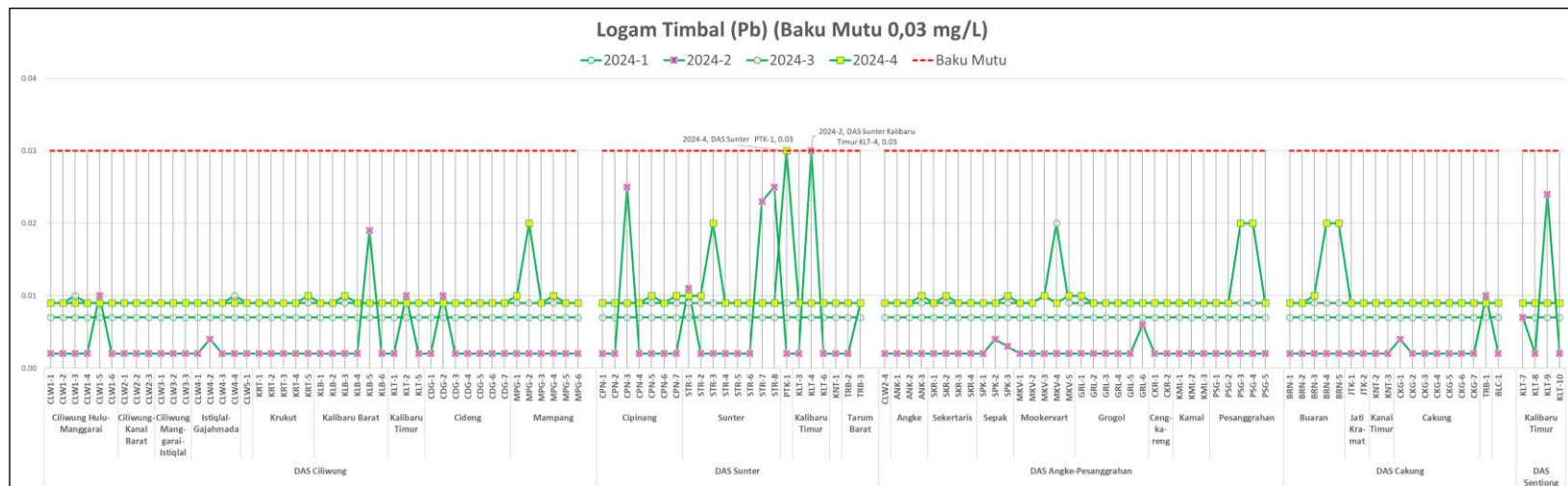
e. Timbal (Pb)

Connell and Miller (2006) mengungkapkan bahwa cairan limbah rumah tangga dan aliran air perkotaan cukup besar menyumbangkan logam Pb ke perairan. Logam timbal di perairan dapat juga berasal dari polutan kendaraan bermotor, asap pabrik di sekitar perairan dan banyaknya aktivitas perahu di perairan tersebut (Pratama *et al.* 2012). Sama halnya dengan unsur logam lain, konsentrasi logam Pb pada pemantauan tahun 2024 juga ditemukan lebih banyak yang berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium. Konsentrasi Pb pada pemantauan tahun 2024 seluruhnya memenuhi baku mutu sebesar 0,03 mg/L (**Gambar 3.115**). Terdapat perbedaan nilai *detection limit* pada pemantauan tahun 2024 yang memiliki nilai secara berturut-turut periode 1 sebesar 0,008 mg/L, periode 2 sebesar 0,03 mg/L, sedangkan periode 3 dan 4 sebesar 0,01 mg/L. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan pada laboratorium yang melakukan analisis sampel air sungai.

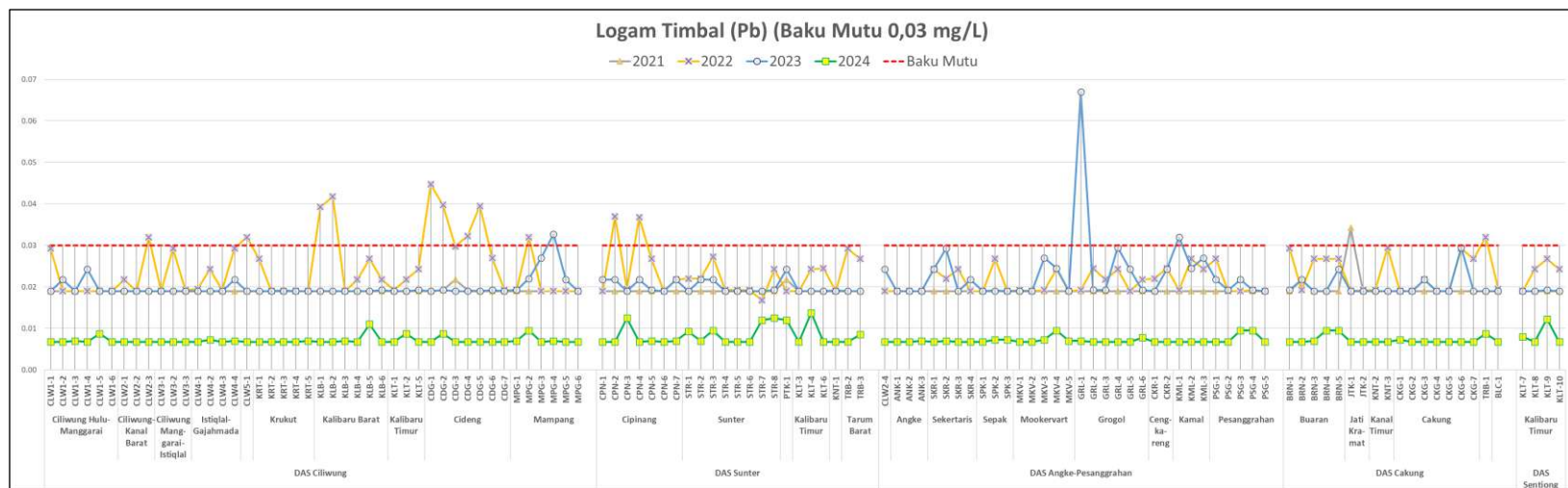
Berdasarkan data antar tahun 2021-2024, tahun 2022-2023 terpantau juga nilai Pb rata-rata tahunan yang relatif lebih tinggi dibandingkan pada tahun 2021 dan 2024 (**Gambar 3.116**). Namun terlihat adanya fluktuasi konsentrasi Pb terjadi pada tahun 2022 yang mengalami lonjakan peningkatan lokasi yang tidak memenuhi baku mutu, yaitu 10-14%. Perlu dicermati bahwa terjadi anomali konsistensi pemenuhan baku mutu pada tahun 2022-2023 yang menghasilkan persentase pemenuhan baku mutu sebesar 86-90%, padahal sepanjang periode di tahun 2021 tidak pernah kurang dari 99% dan mayoritas mencapai 100%. Meskipun demikian, mulai periode 3 tahun 2023 hingga periode 4 tahun 2024 persentase pemenuhan baku mutu Pb kembali mendekati kondisi pada tahun 2021 (**Gambar 3.117**).

f. Krom Heksavalen (Cr⁶⁺)

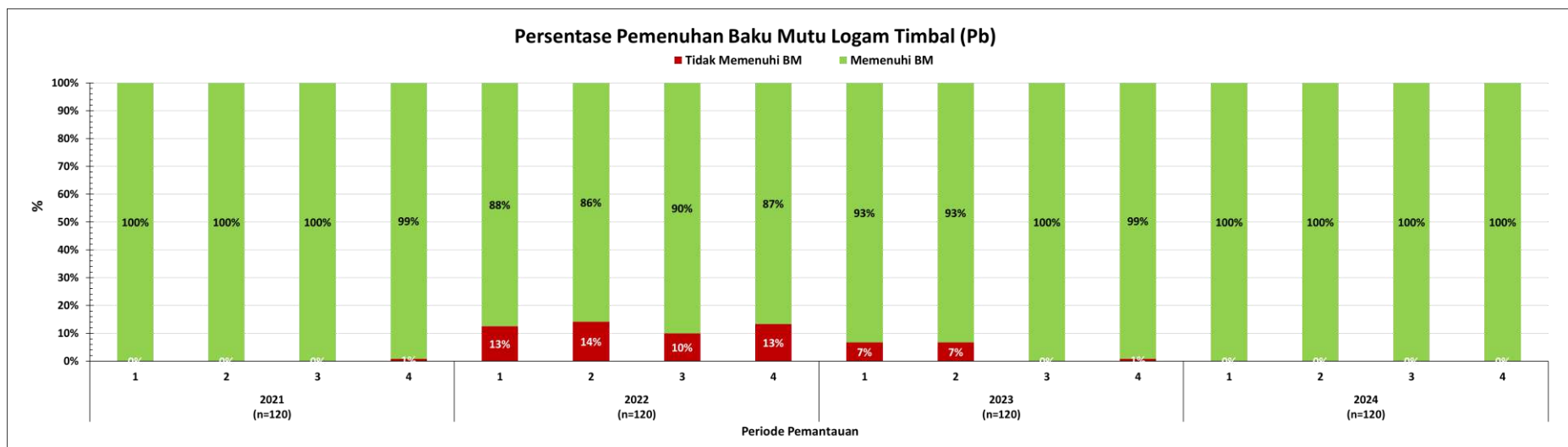
Kromium (Cr) adalah unsur pertama dalam Golongan VIB pada tabel periodik yang memiliki nomor atom 24, berat atom 51,99, dan valensi 0 dan 2 hingga 6. Kromium termasuk unsur yang jarang ditemukan pada perairan alami (Effendi 2003). Cr pada kualitas air terbagi menjadi total kromium, kromium terlarut, dan kromium heksavalen (Cr-VI atau Cr⁶⁺). Pada PP 22 tahun 2021 Lampiran VI Tabel I tentang baku mutu air sungai dan sejenisnya kromium yang diatur adalah Cr⁶⁺ untuk kelas 2 sebesar 0,05 mg/L. Hasil pemantauan Cr⁶⁺ pada periode 1 dan 2 tahun 2024 seluruhnya memenuhi baku mutu. Namun, pada pemantauan periode 3 dan 4 tahun 2024 terdapat 44-48 titik yang tidak memenuhi baku mutu (**Gambar 3.118**). Selama pemantauan tahun 2021 hingga 2024 periode 2, logam krom heksavalen selalu terukur dalam konsentrasi sangat rendah dan bahkan berada di bawah *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium. Namun periode 3 dan 4 tahun 2024 memiliki pola kecenderungan yang berbeda yaitu terdapat 37-40% lokasi yang tidak memenuhi baku mutu (**Gambar 3.119**). Berdasarkan data *time series*, nilai logam Cr⁶⁺ pada pemantauan tahun 2024 relatif lebih tinggi dibandingkan tahun-tahun sebelumnya, terutama pada beberapa titik pemantauan diantaranya Sungai Cideng (CDG-3), Sungai Sunter (STR-6), Sungai Buaran (BRN-5), Sungai Cakung (CKG-1, CKG-3, dan CKG-4) (**Gambar 3.120**).



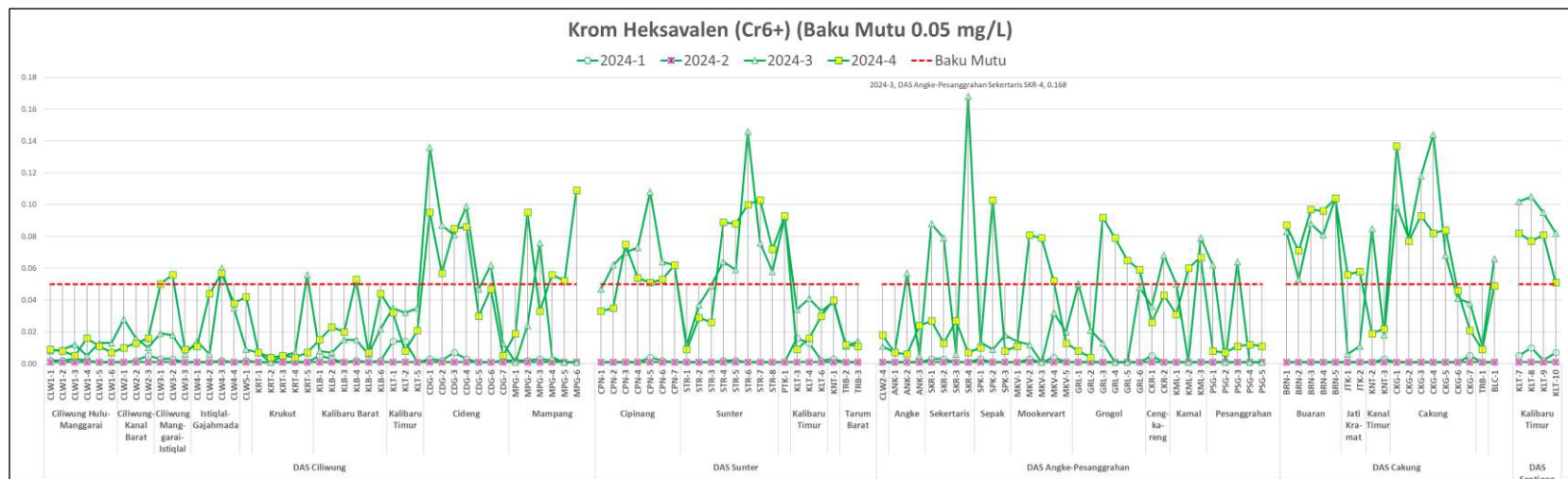
Gambar 3.115. Konsentrasi timbal (Pb) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



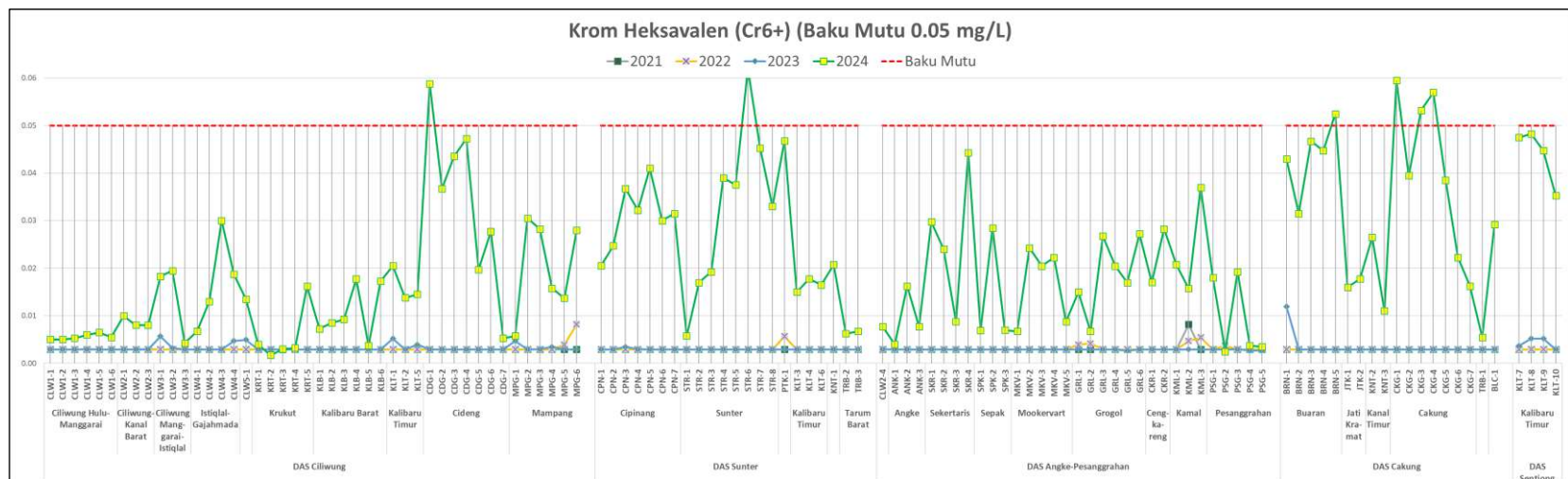
Gambar 3.116. Konsentrasi timbal (Pb) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



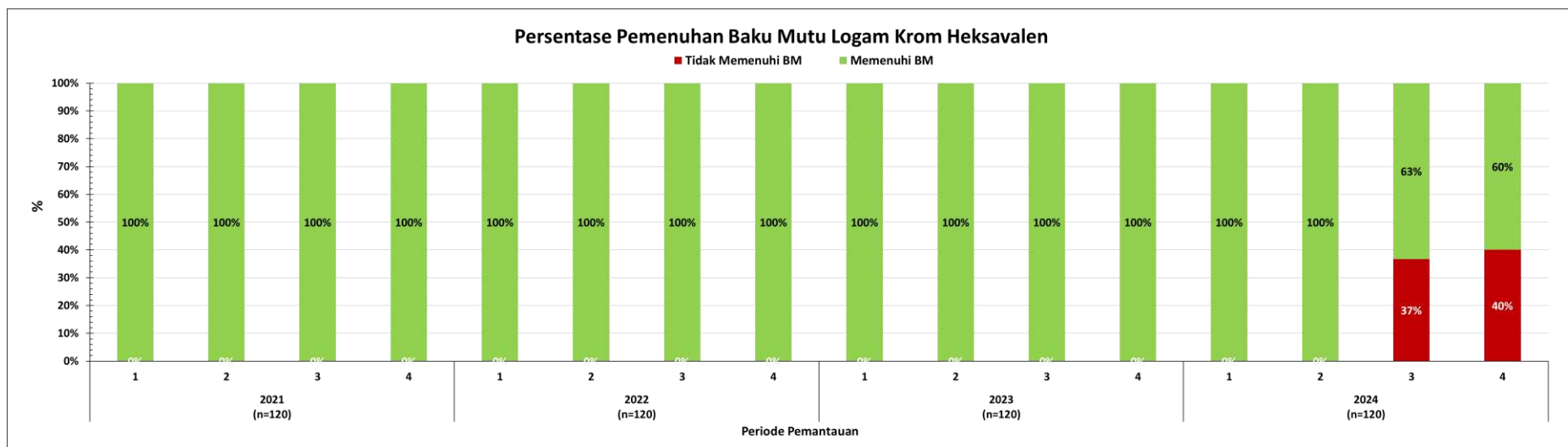
Gambar 3.117. Persentase pemenuhan baku mutu timbal (Pb) selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.118. Konsentrasi krom heksavalen (Cr⁶⁺) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.119. Konsentrasi krom heksavalen (Cr⁶⁺) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



Gambar 3.120. Persentase pemenuhan baku mutu krom heksavalen (Cr^{6+}) selama tahun 2021-2024.

g. Nikel (Ni)

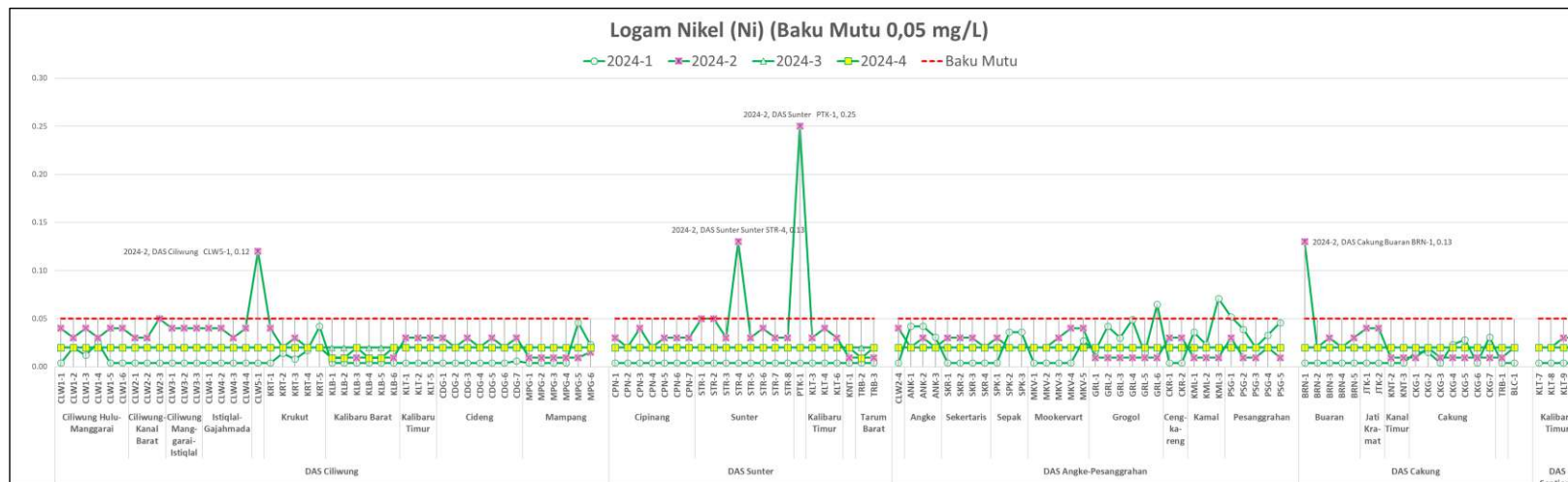
Nikel (Ni) adalah unsur ketiga dalam Golongan VIII pada tabel periodik yang memiliki nomor atom 28, berat atom 58,69, serta valensi umum 2 dan lebih jarang 1, 3, atau 4. Logam ini merupakan elemen esensial untuk tumbuhan dan hewan (Anke *et al.* 1984; Fabiano *et al.* 2015). Pemantauan logam nikel dimulai sejak periode 2 tahun 2021 yang selalu menunjukkan kondisi memenuhi baku mutu sebesar 0,05 mg/L pada 100% titik pemantauan, kecuali pada periode 1 tahun 2023 dan periode 1-2 tahun 2024 (**Gambar 3.123**). Berdasarkan data *series* tahun 2021-2024, secara umum seluruh lokasi pantau memenuhi baku mutu dan bahkan berada di bawah *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium (**Gambar 3.122**). Namun, pada periode 2 tahun 2024 titik PTK-1 pernah terdeteksi memiliki nilai konsentrasi nikel yang tinggi yaitu sebesar 0,25 mg/L sehingga menyebabkan nilai rata-rata tahunannya memiliki nilai yang tinggi. Pada pemantauan tahun 2024, ditemukan enam titik pemantauan yang memiliki konsentrasi nikel tidak memenuhi baku mutu yaitu di titik CLW5-1, STR-4, PTK-1, GRL-6, KML-3, dan BRN-1 dengan konsentrasi tertinggi sebesar 0,25 mg/L pada titik PTK-1 (**Gambar 3.121**).

h. Arsen (As)

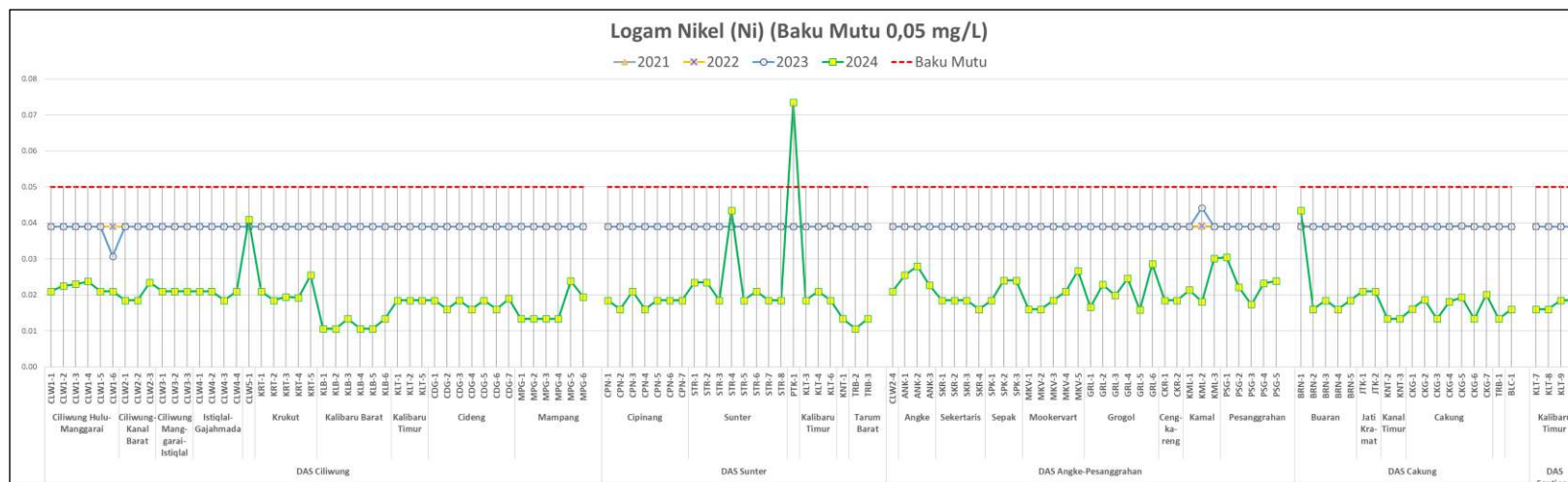
Hasil analisis Arsen (As) pada tahun 2024 menunjukkan seluruh titik pantau memenuhi baku mutu. Pada pemantauan periode 1, 3 dan 4 sebagian besar berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium sebesar 0,0001 mg/L. Sedangkan pada pemantauan periode 2 nilai parameter Arsen (As) relatif bervariasi namun tetap memenuhi baku mutu (**Gambar 3.124**). Persentase pemenuhan baku mutu Arsen (As) pada tahun 2024 periode 1-2 tergolong sangat baik dan mencapai 100% lokasi memenuhi baku mutu kelas 2 sebesar 0,0500 mg/L (**Gambar 3.125**). Perlu diketahui bahwa parameter Arsen (As) baru diukur sejak periode 1 tahun 2024, sehingga belum terdapat data *time series* secara tahunan pada parameter ini.

i. Kobalt (Co)

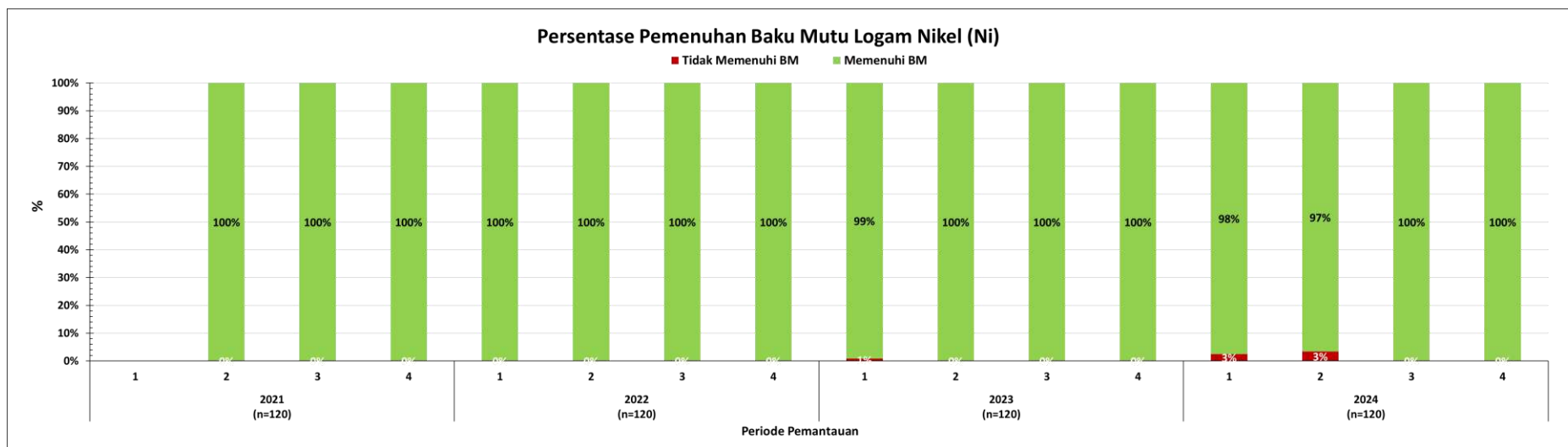
Hasil analisis Kobalt (Co) pada tahun 2024 periode 1-2 menunjukkan seluruh titik pantau memenuhi baku mutu. Pada pemantauan periode 1, nilai parameter Kobalt (Co) relatif bervariasi dan beberapa titik berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium sebesar 0,005 mg/L. Sedangkan pada pemantauan periode 2, nilai parameter Kobalt (Co) relatif sama di setiap titik pemantauan (**Gambar 3.126**). Persentase pemenuhan baku mutu Kobalt (Co) pada tahun 2024 tergolong sangat baik dan mencapai 100% lokasi memenuhi baku mutu kelas 2 sebesar 0,2 mg/L (**Gambar 3.127**). Perlu diketahui bahwa pengukuran parameter Kobalt (Co) baru dilakukan pada periode 1 tahun 2024 dan hanya sampai periode 2 tahun 2024, sehingga data *time series* untuk parameter ini tidak terlalu memadai.



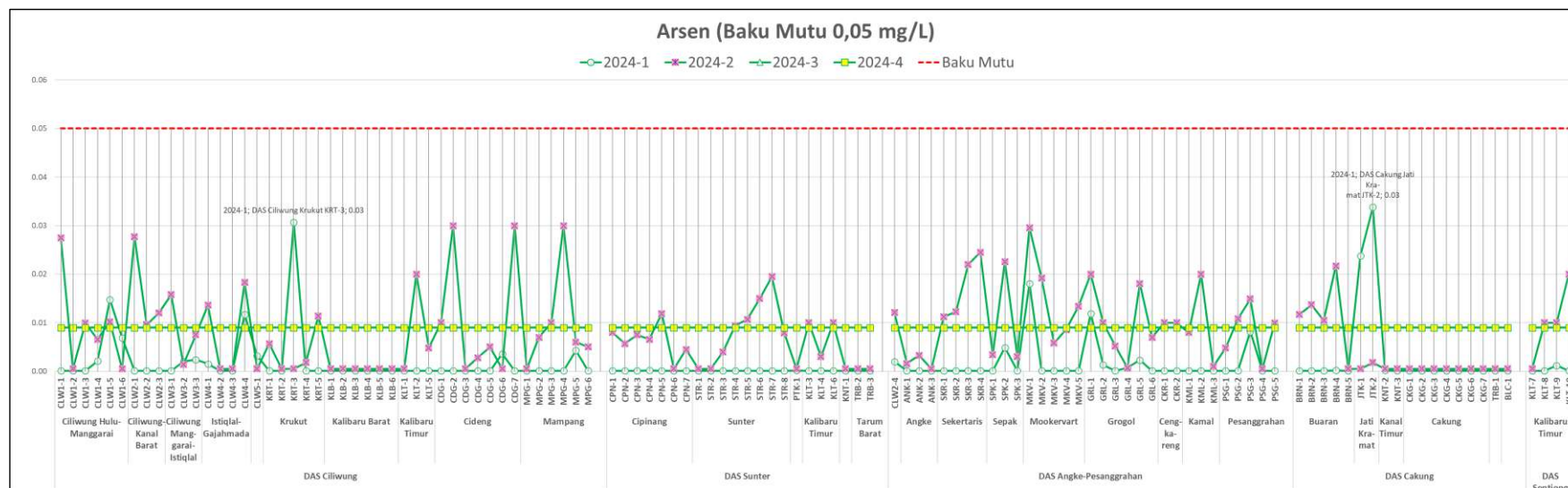
Gambar 3.121. Konsentrasi nikel (Ni) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



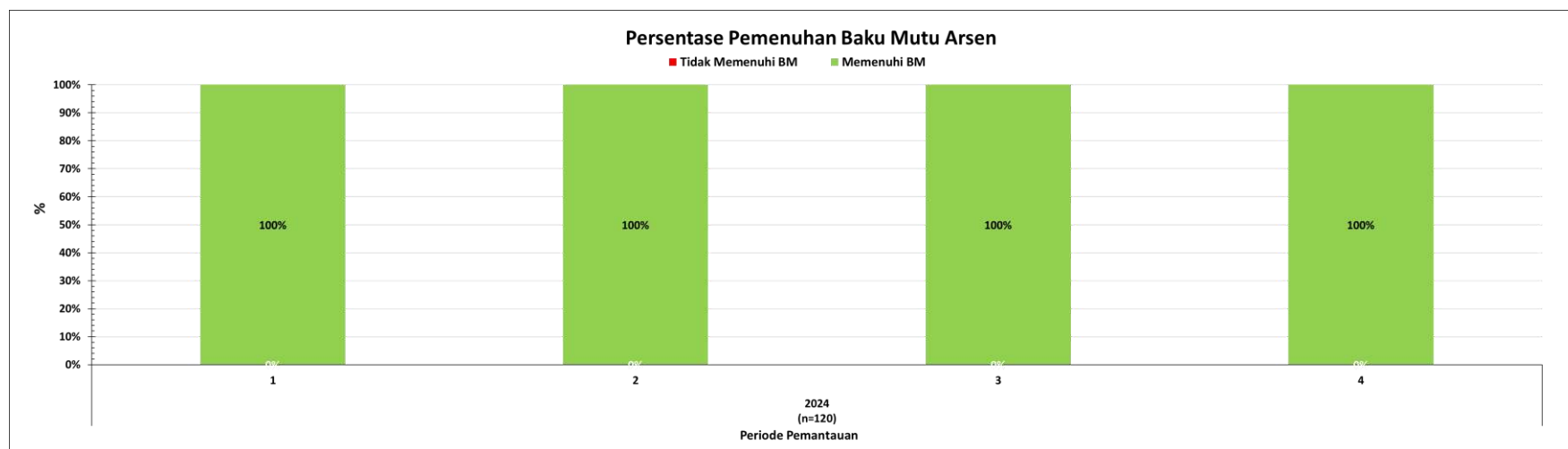
Gambar 3.122. Konsentrasi nikel (Ni) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2024.



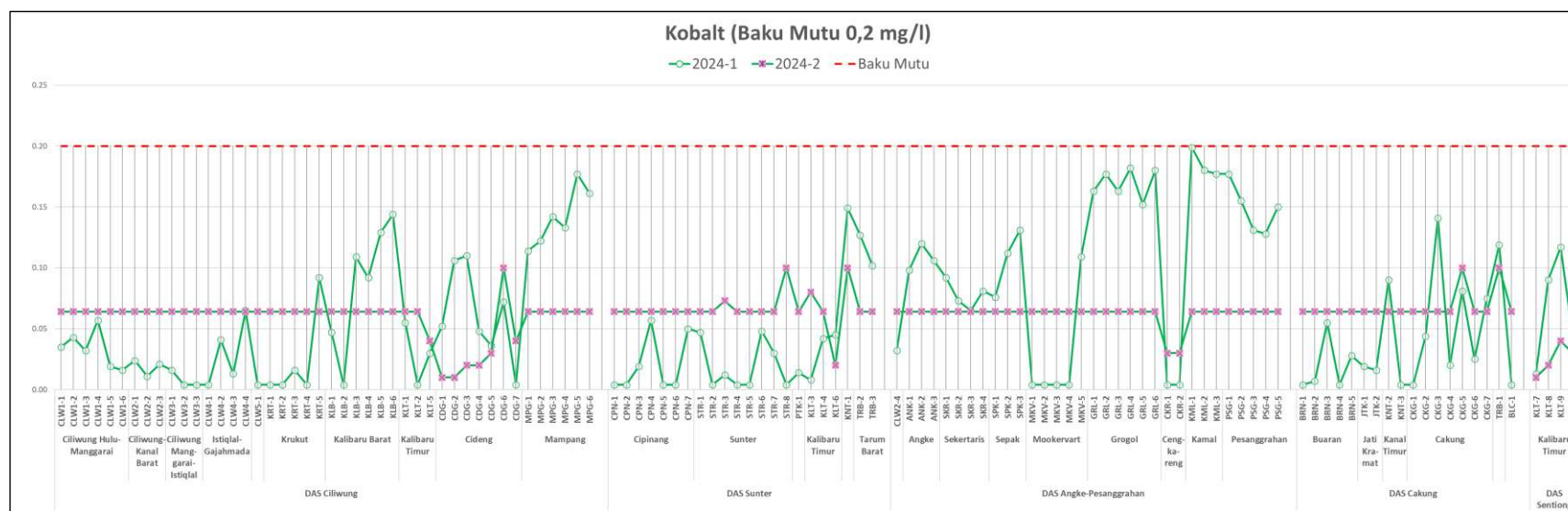
Gambar 3.123. Persentase pemenuhan baku mutu nikel (Ni) selama tahun 2021-2024.



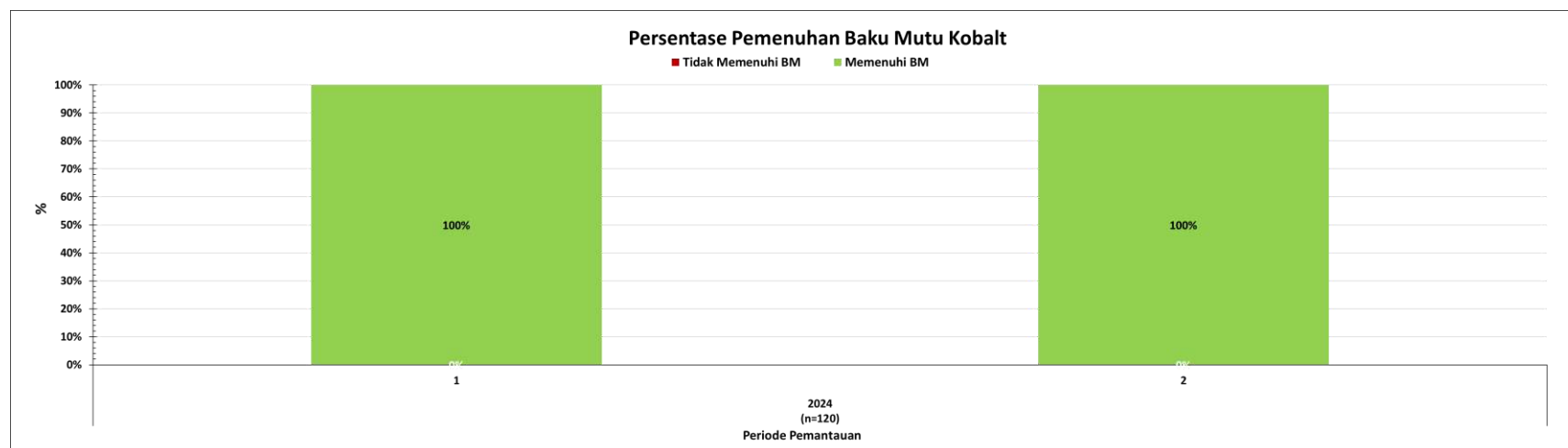
Gambar 3.124. Konsentrasi arsen (As) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.125. Persentase pemenuhan baku mutu arsen (As) selama tahun 2024.



Gambar 3.126. Konsentrasi kobalt (Co) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.127. Persentase pemenuhan baku mutu kobalt (Co) selama tahun 2024.

j. Barium (Ba)

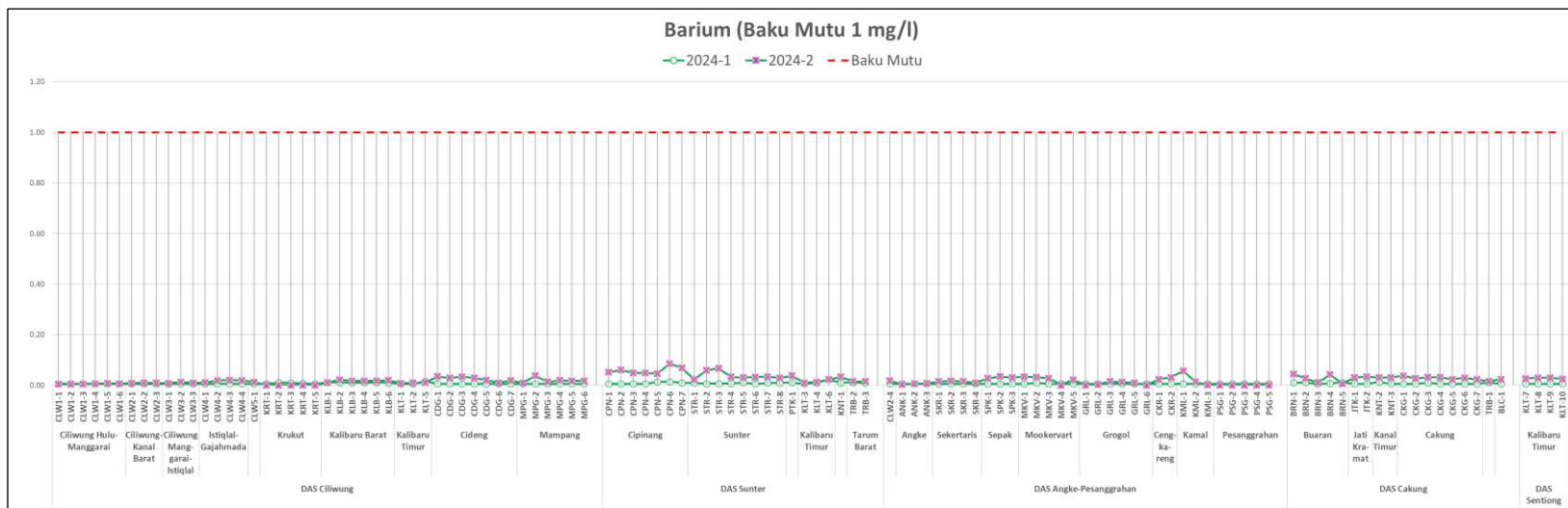
Hasil analisis Barium (Ba) pada tahun 2024 periode menunjukkan seluruh titik pantau memenuhi baku mutu dan beberapa titik berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium sebesar 0,007 mg/L (periode 1) dan 0,0009 (periode 2) (**Gambar 3.128**). Persentase pemenuhan baku mutu Barium pada tahun 2024 periode 1-2 tergolong sangat baik dan mencapai 100% lokasi memenuhi baku mutu kelas 1 sebesar 1 mg/L (**Gambar 3.129**). Perlu diketahui bahwa pengukuran parameter Barium (Ba) baru dilakukan pada periode 1 tahun 2024 dan hanya sampai periode 2 tahun 2024, sehingga data *time series* untuk parameter ini tidak terlalu memadai.

k. Boron (B)

Hasil analisis Boron (B) pada tahun 2024 menunjukkan seluruh titik pantau memenuhi baku mutu dan beberapa titik berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium sebesar 0,01 mg/L (periode 1) dan 0,001 mg/L (periode 2) (**Gambar 3.130**). Persentase pemenuhan baku mutu Boron pada tahun 2024 periode 1-2 tergolong sangat baik dan mencapai 100% lokasi memenuhi baku mutu kelas 1 sebesar 1 mg/L (**Gambar 3.131**). Perlu diketahui bahwa pengukuran parameter Boron (B) baru dilakukan pada periode 1 tahun 2024 dan hanya sampai periode 2 tahun 2024, sehingga data *time series* untuk parameter ini tidak terlalu memadai.

l. Selenium (Se)

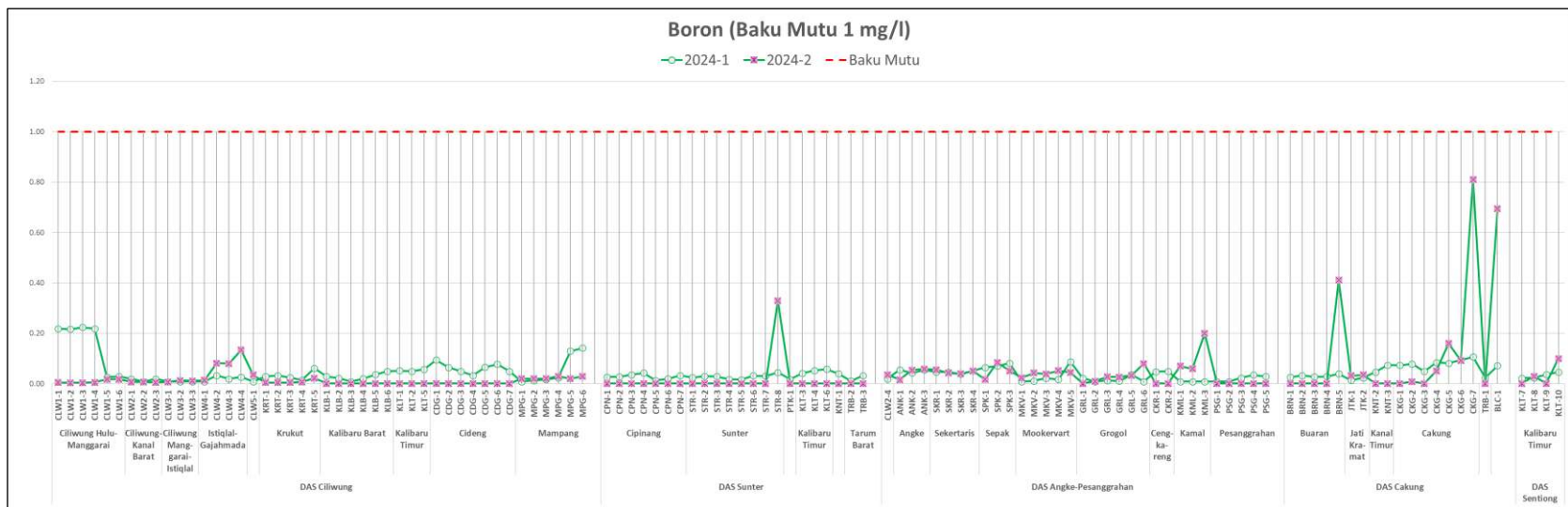
Hasil analisis Selenium (Se) pada tahun 2024 menunjukkan seluruh titik pantau memenuhi baku mutu dan hampir seluruhnya berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium sebesar 0,0001 mg/L (periode 1) dan 0,002 mg/L (periode 2) (**Gambar 3.132**). Persentase pemenuhan baku mutu Selenium pada tahun 2024 periode 1-2 tergolong sangat baik dan mencapai 100% lokasi memenuhi baku mutu kelas 1 sebesar 0,05 mg/L (**Gambar 3.133**). Perlu diketahui bahwa pengukuran parameter Selenium baru dilakukan pada periode 1 tahun 2024 dan hanya sampai periode 2 tahun 2024, sehingga data *time series* untuk parameter ini tidak terlalu memadai.



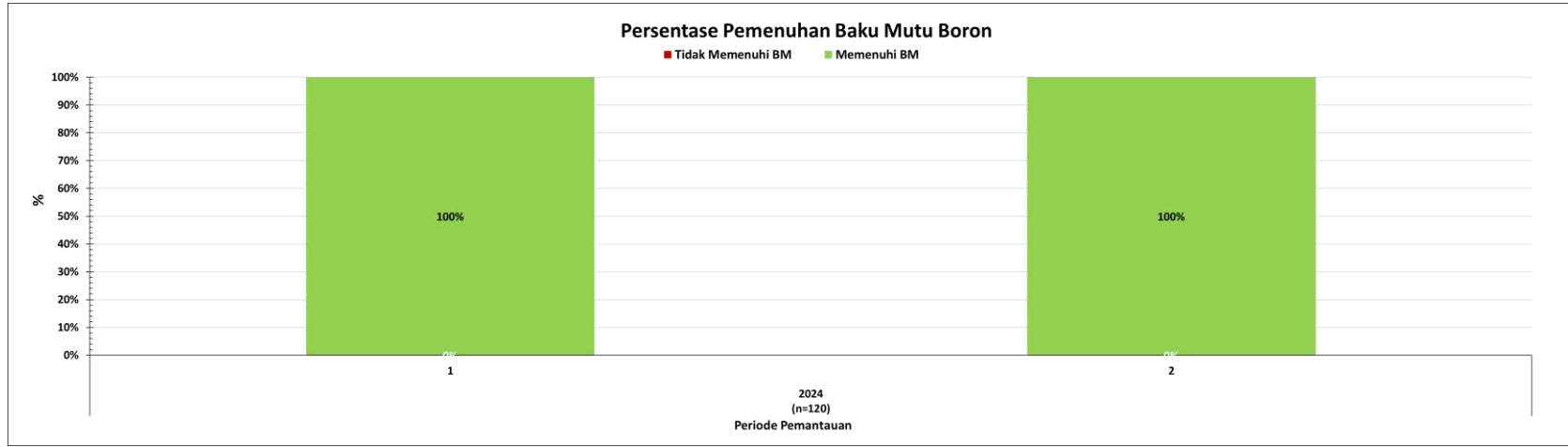
Gambar 3.128. Konsentrasi barium (Ba) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



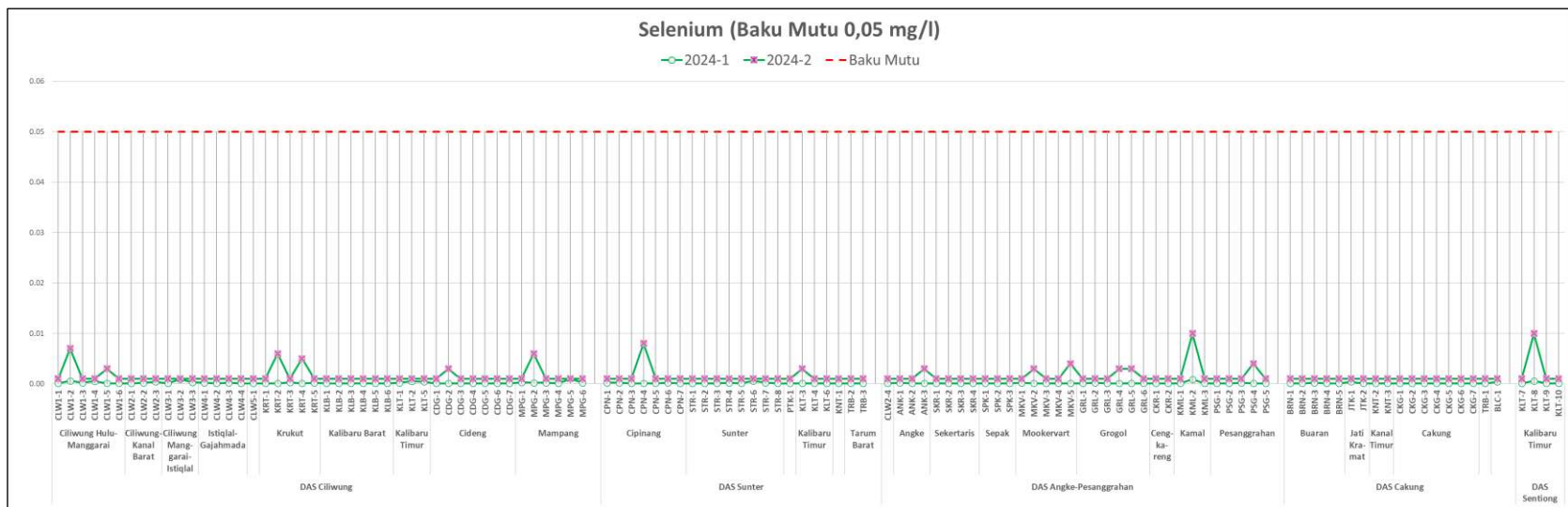
Gambar 3.129. Persentase pemenuhan baku mutu barium (Ba) selama tahun 2024.



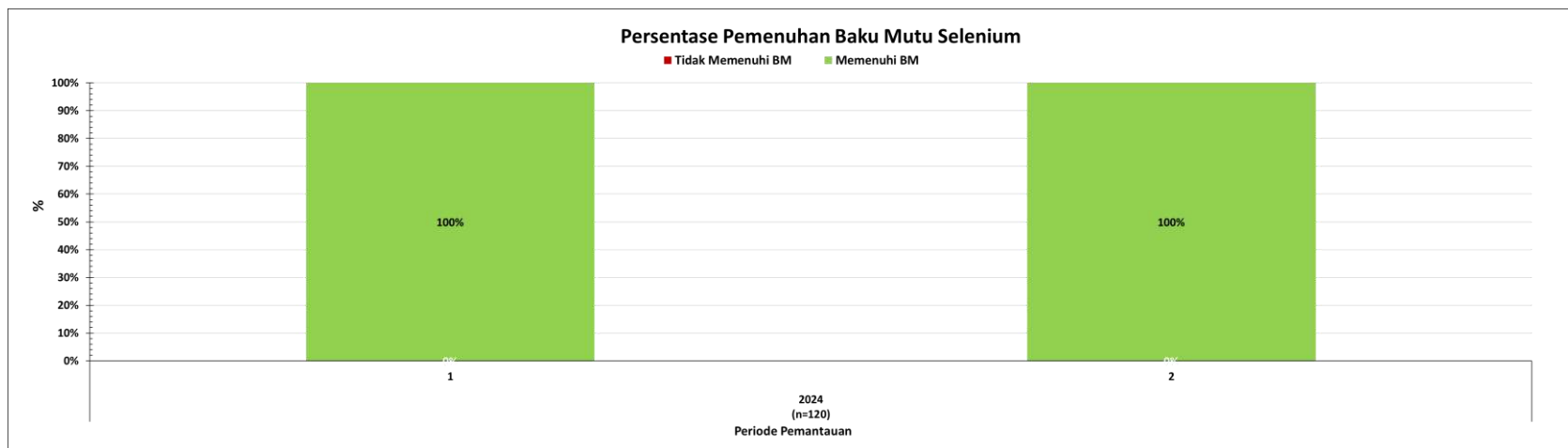
Gambar 3.130. Konsentrasi boron (B) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.131. Persentase pemenuhan baku mutu boron (B) selama tahun 2024.



Gambar 3.132. Konsentrasi selenium (Se) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.133. Persentase pemenuhan baku mutu selenium (Se) selama tahun 2024.

3.4.4.7. Pestisida

a. Aldrin/Dieldrin

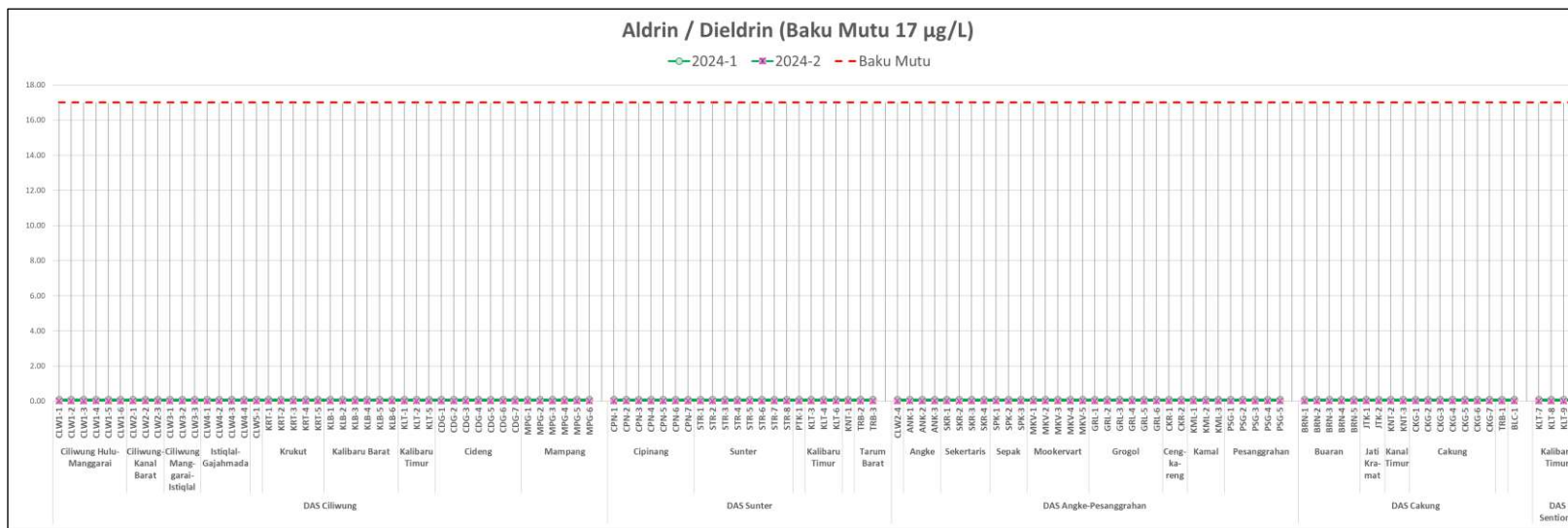
Aldrin dan *Dieldrin* termasuk senyawa yang bersifat lipofilik, sehingga memungkinkannya menumpuk di jaringan lemak organisme, menyebabkan bioakumulasi dan biomagnifikasi melalui rantai makanan, menimbulkan risiko bagi satwa liar dan manusia (Kumari dan Akhtar 2024, Velangini 2023). Hasil analisis *Aldrin/Dieldrin* pada tahun 2024 menunjukkan seluruh titik pantau memenuhi baku mutu dan seluruhnya berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium sebesar 0,2 µg/L (periode 1) dan 0,012 µg/L (periode 2) (**Gambar 3.134**). Persentase pemenuhan baku mutu *Aldrin/Dieldrin* pada tahun 2024 periode 1-2 tergolong sangat baik dan mencapai 100% lokasi memenuhi baku mutu kelas 1 sebesar 17,0 µg/L (**Gambar 3.135**). Perlu diketahui bahwa parameter *Aldrin/Dieldrin* baru dilakukan pada periode 1 tahun 2024 dan hanya sampai periode 2 tahun 2024, sehingga data *time series* untuk parameter ini tidak terlalu memadai.

b. BHC

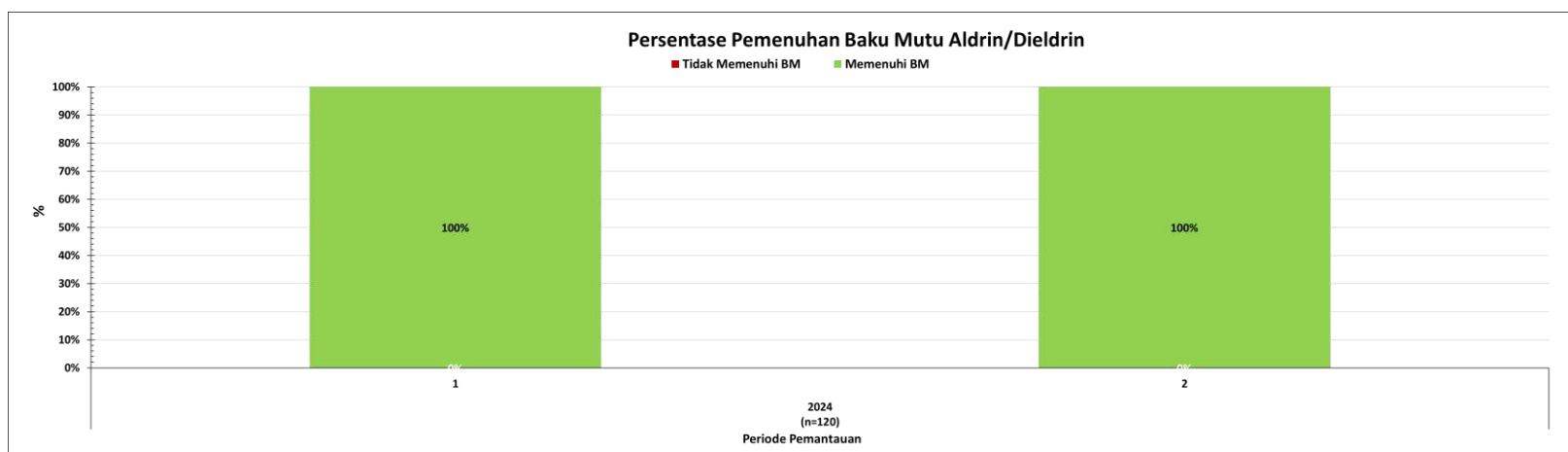
Kehadiran BHC dalam air dapat menyebabkan efek toksik pada organisme non-target, termasuk ikan, yang dapat mengganggu fungsi reproduksi (Hazarika dan Das 1998). Qiang *et al.* (2021) menyatakan bahwa risiko kesehatan yang terkait dengan BHC termasuk potensi efek karsinogenik, terutama melalui kontak kulit, seperti yang diamati di lokasi sungai tertentu. Hasil analisis BHC pada tahun 2024 menunjukkan seluruh titik pantau memenuhi baku mutu dan seluruhnya berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium sebesar 0,4 µg/L (periode 1) dan 1,9 µg/L (periode 2) (**Gambar 3.136**). Persentase pemenuhan baku mutu BHC pada tahun 2024 periode 1-2 tergolong sangat baik dan mencapai 100% lokasi memenuhi baku mutu kelas 2 sebesar 210 µg/L (**Gambar 3.137**). Perlu diketahui bahwa parameter BHC baru dilakukan pada periode 1 tahun 2024 dan hanya sampai periode 2 tahun 2024, sehingga data *time series* untuk parameter ini tidak terlalu memadai.

c. Chlordane

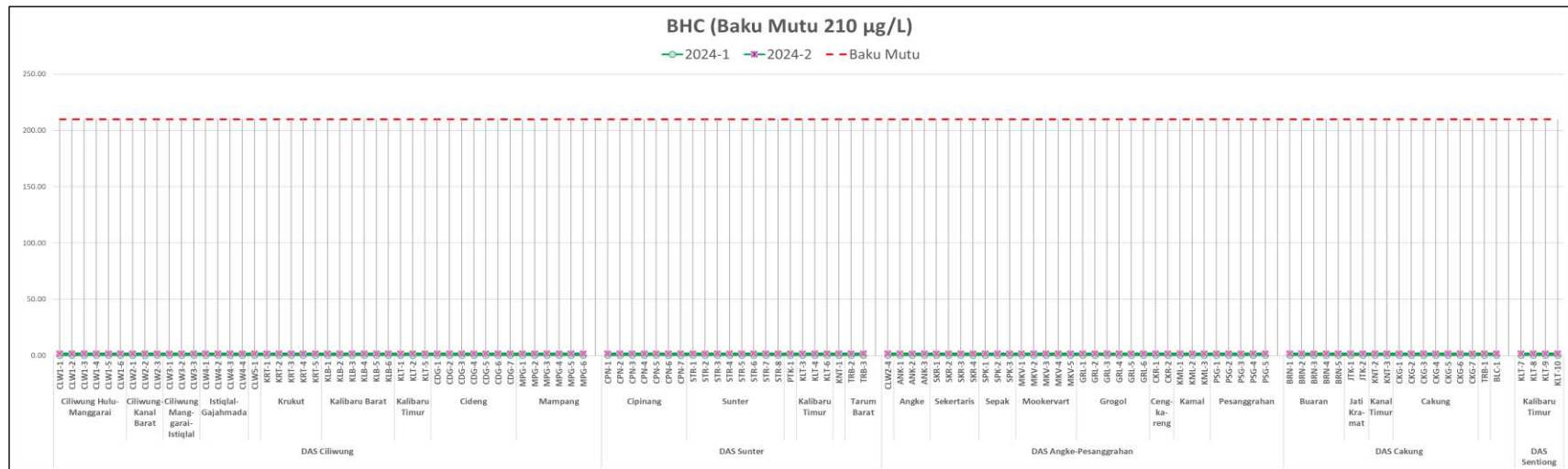
Chlordane dalam perairan memiliki potensi bioakumulasi yang tinggi pada organisme air sehingga signifikan dalam jaring makanan laut dan mempengaruhi berbagai tingkat trofik (Dromard *et al.* 2018). Hasil analisis *Chlordane* pada tahun 2024 menunjukkan seluruh titik pantau memenuhi baku mutu dan seluruhnya berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium sebesar 0,2 µg/L (periode 1) dan 0,014 µg/L (periode 2) (**Gambar 3.138**). Persentase pemenuhan baku mutu *Chlordane* pada tahun 2024 periode 1-2 tergolong sangat baik dan mencapai 100% lokasi memenuhi baku mutu kelas 1 sebesar 3,0 µg/L (**Gambar 3.139**). Perlu diketahui bahwa parameter *Chlordane* baru dilakukan pada periode 1 tahun 2024 dan hanya sampai periode 2 tahun 2024, sehingga data *time series* untuk parameter ini tidak terlalu memadai.



Gambar 3.134. Konsentrasi *aldrin/dieldrin* pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



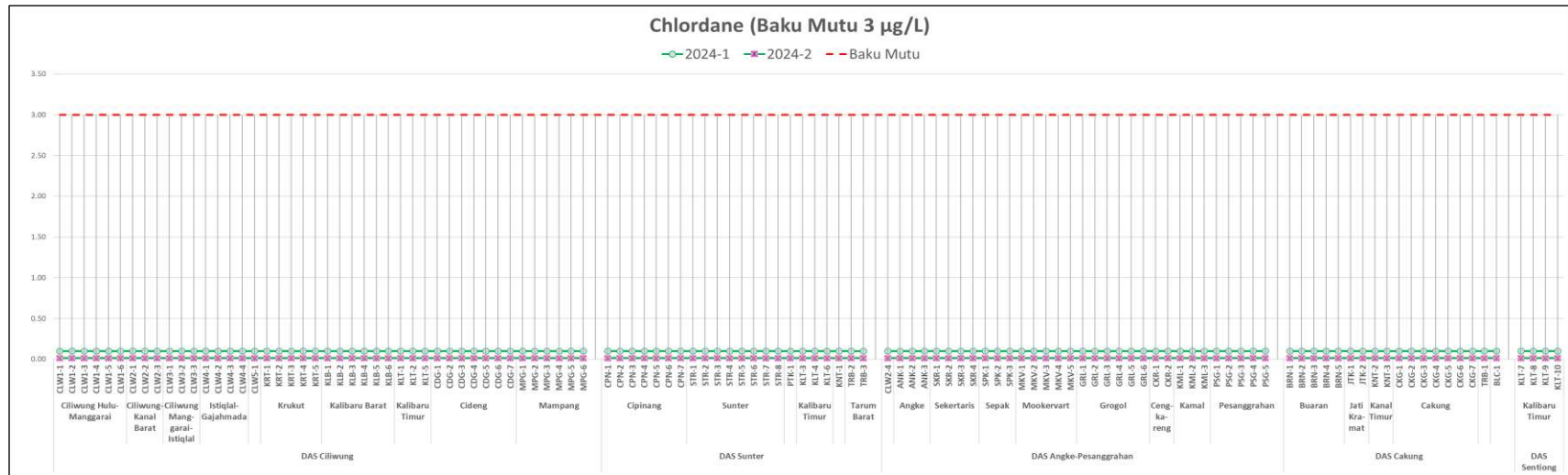
Gambar 3.135. Persentase pemenuhan baku mutu *aldrin/dieldrin* selama tahun 2024.



Gambar 3.136. Konsentrasi BHC pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.137. Persentase pemenuhan baku mutu BHC selama tahun 2024.



Gambar 3.138. Konsentrasi *chlordane* pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.139. Persentase pemenuhan baku mutu *chlordane* selama tahun 2024.

d. DDT

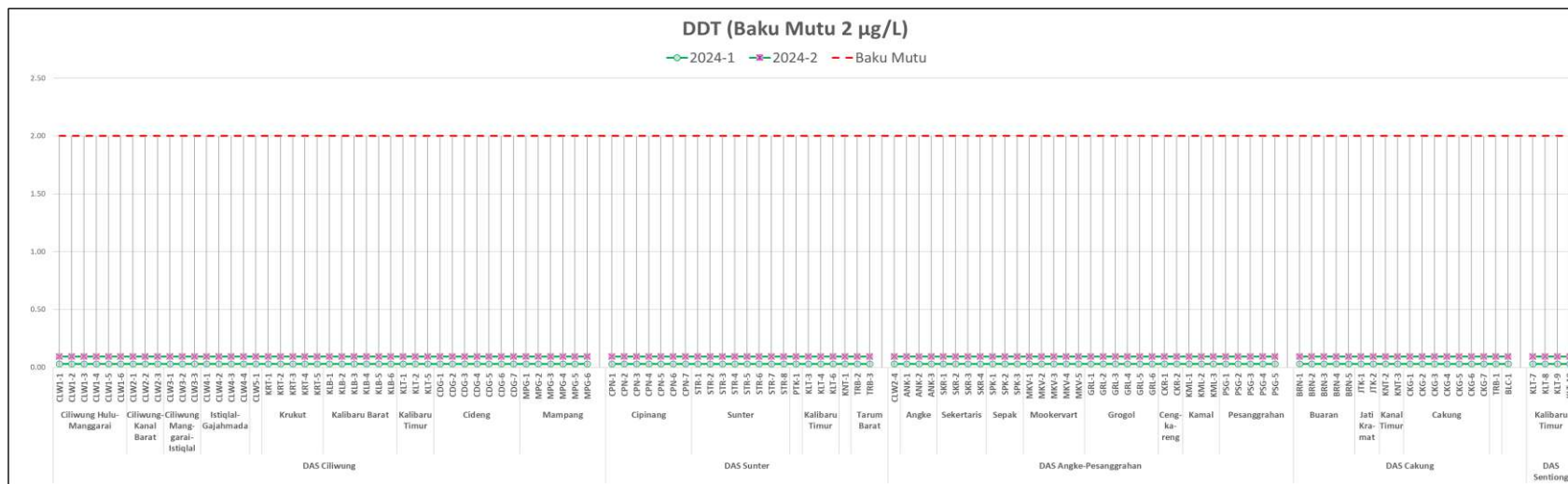
Ibrahim dan Maitera (2023) menyatakan bahwa keberadaan *DDT* dan turunannya, seperti p, P'-DDD dan p, P'-DDE di perairan sungai, sedimen, dan kehidupan akuatik dapat menimbulkan potensi risiko ekologis dan kesehatan. Hasil analisis *DDT* pada tahun 2024 menunjukkan seluruh titik pantau memenuhi baku mutu dan seluruhnya berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium sebesar 0,04 µg/L (periode 1) dan 0,14 µg/L (periode 2) (**Gambar 3.140**). Persentase pemenuhan baku mutu *DDT* pada tahun 2024 periode 1-2 tergolong sangat baik dan mencapai 100% lokasi memenuhi baku mutu kelas 2 sebesar 2,0 µg/L (**Gambar 3.141**). Perlu diketahui bahwa parameter *DDT* baru dilakukan pada periode 1 tahun 2024 dan hanya sampai periode 2 tahun 2024, sehingga data *time series* untuk parameter ini tidak terlalu memadai.

e. Endrin

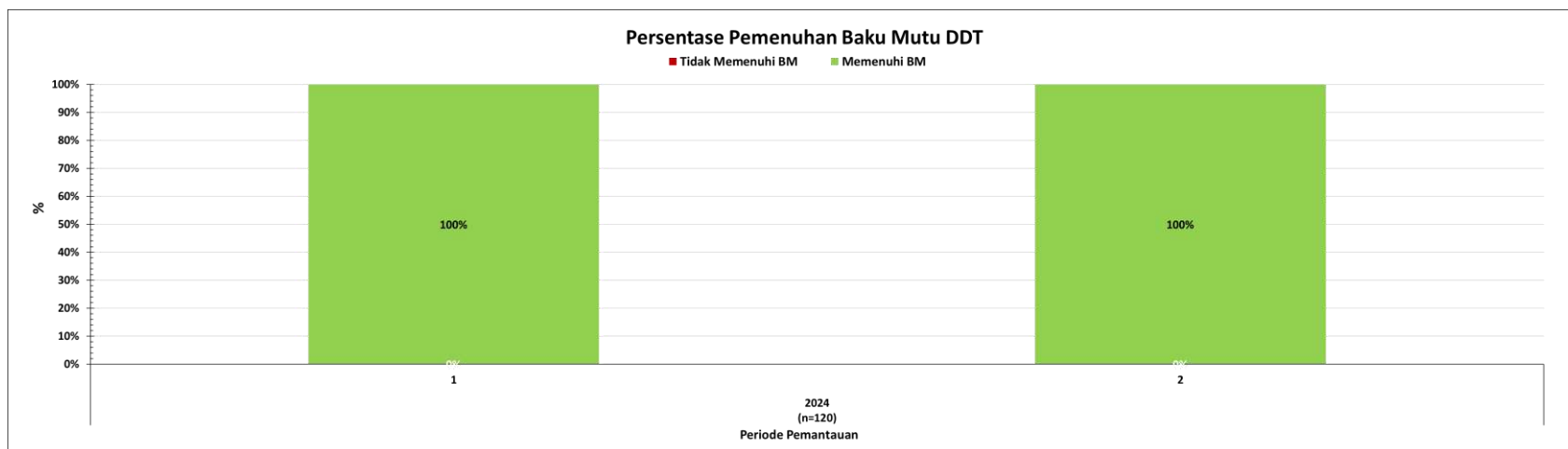
Endrin dikenal karena kegigihannya di lingkungan dan kemampuannya untuk bioakumulasi yang mengarah pada konsekuensi ekologis jangka panjang, sehingga berdampak buruk pada organisme non-target dan mengganggu ekosistem (Kumari dan Akhtar 2024). Hasil analisis Endrin pada tahun 2024 menunjukkan seluruh titik pantau memenuhi baku mutu dan seluruhnya berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium sebesar 0,08 µg/L (periode 1) dan 0,006 µg/L (periode 2) (**Gambar 3.142**). Persentase pemenuhan baku mutu endrin pada tahun 2024 periode 1-2 tergolong sangat baik dan mencapai 100% lokasi memenuhi baku mutu kelas 2 sebesar 4 µg/L (**Gambar 3.143**). Perlu diketahui bahwa parameter Endrin baru dilakukan pada periode 1 tahun 2024 dan hanya sampai periode 2 tahun 2024, sehingga data *time series* untuk parameter ini tidak terlalu memadai.

f. Heptachlor

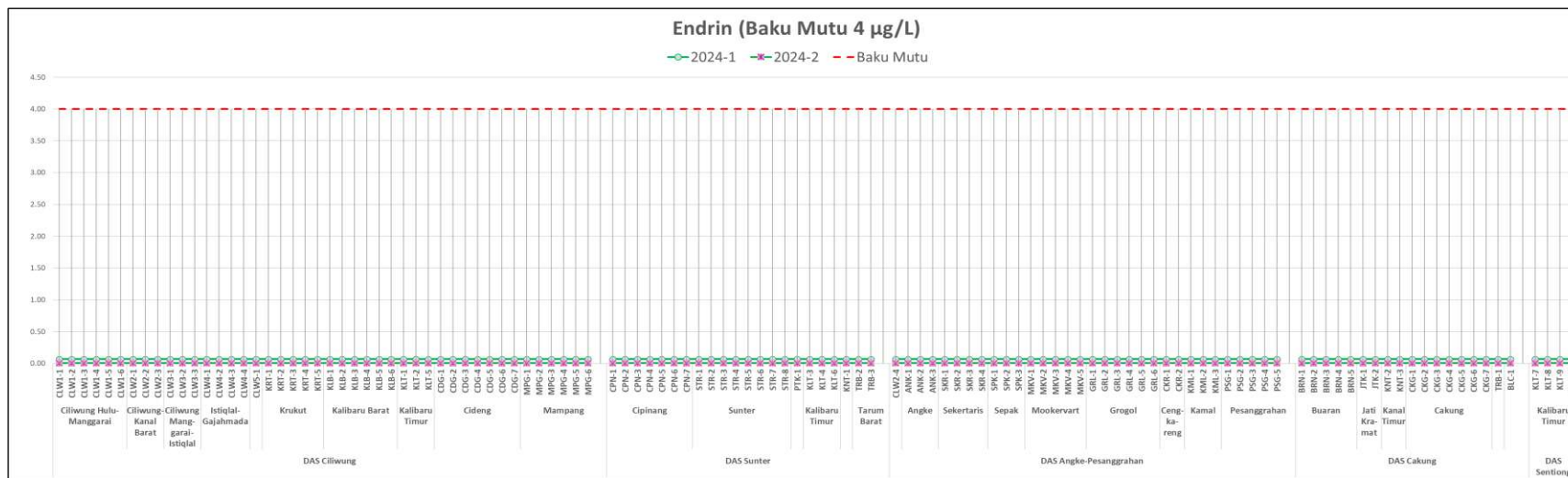
Jatmiko *et al.* (2010) menyatakan bahwa penggunaan *heptachlor* secara ilegal di Indonesia, dengan residu yang terdeteksi dalam air dan produk pertanian, seringkali melebihi batas regulasi. *Heptachlor* tersebut menimbulkan risiko ekologis yang tinggi bagi organisme akuatik, seperti yang ditunjukkan oleh korelasinya yang signifikan dengan pestisida beracun lainnya seperti endosulfan (Bai *et al.* 2018). Hasil analisis *heptachlor* pada tahun 2024 menunjukkan seluruh titik pantau memenuhi baku mutu dan seluruhnya berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium sebesar 0,004 µg/L (periode 1) dan 0,083 µg/L (periode 2) (**Gambar 3.144**). Persentase pemenuhan baku mutu *Heptachlor* pada tahun 2024 periode 1-2 tergolong sangat baik dan mencapai 100% lokasi memenuhi baku mutu kelas 1 sebesar 18 µg/L (**Gambar 3.145**). Perlu diketahui bahwa parameter *heptachlor* baru dilakukan pada periode 1 tahun 2024 dan hanya sampai periode 2 tahun 2024, sehingga data *time series* untuk parameter ini tidak terlalu memadai.



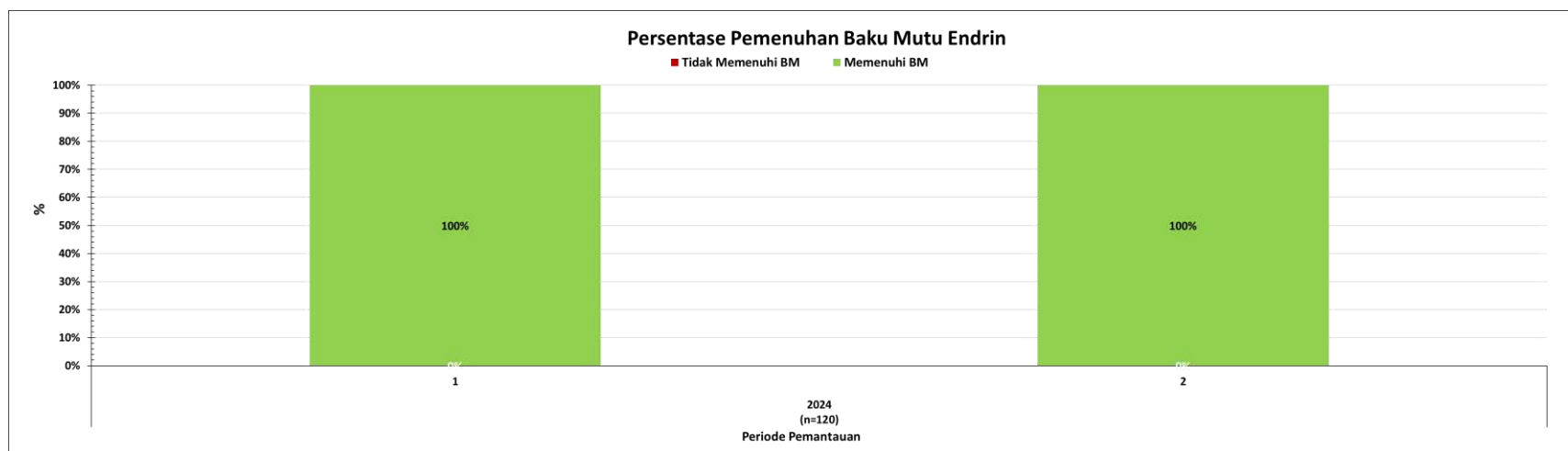
Gambar 3.140. Konsentrasi DDT pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



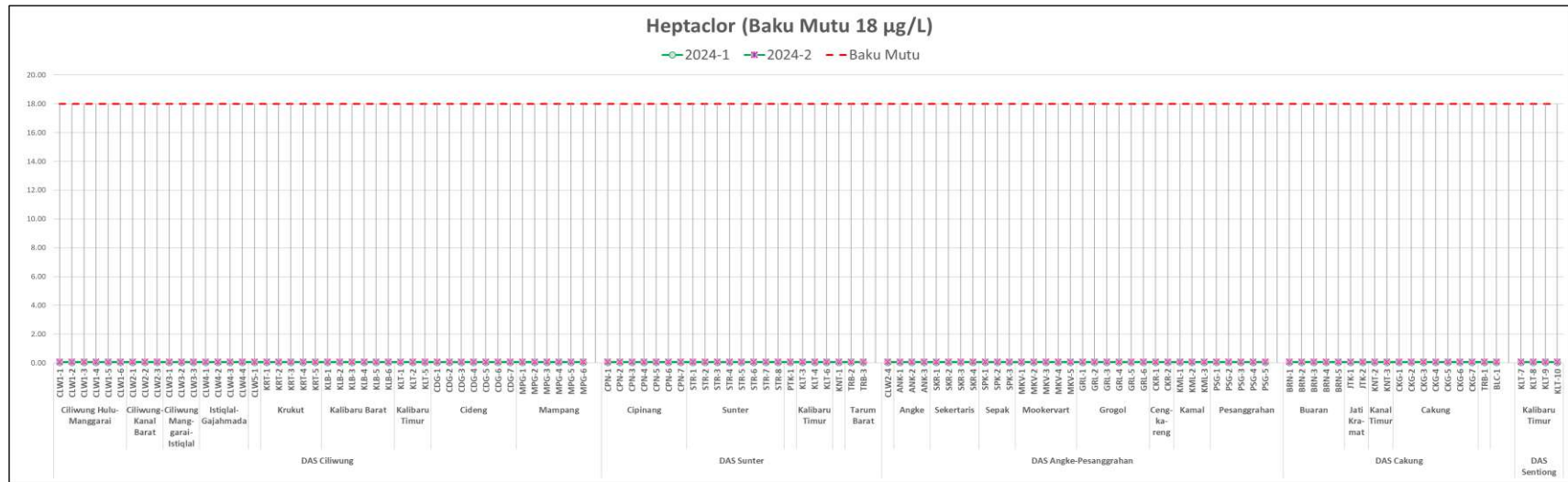
Gambar 3.141. Persentase pemenuhan baku mutu DDT selama tahun 2024.



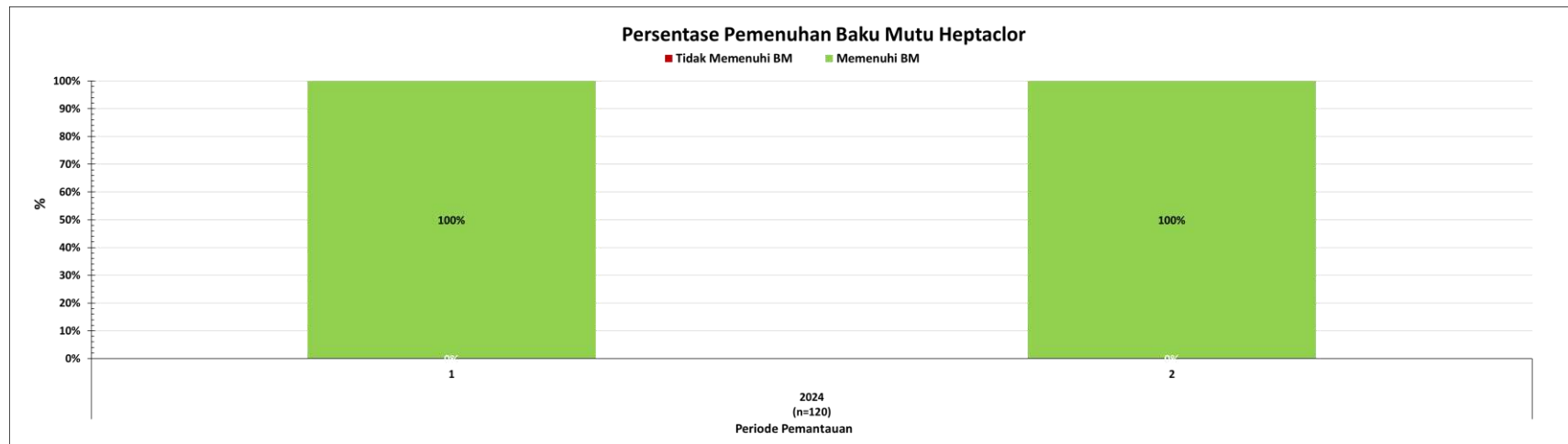
Gambar 3.142. Konsentrasi endrin pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.143. Persentase pemenuhan baku mutu endrin selama tahun 2024.



Gambar 3.144. Konsentrasi *heptachlor* pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.145. Persentase pemenuhan baku mutu *heptachlor* selama tahun 2024.

g. Lindane

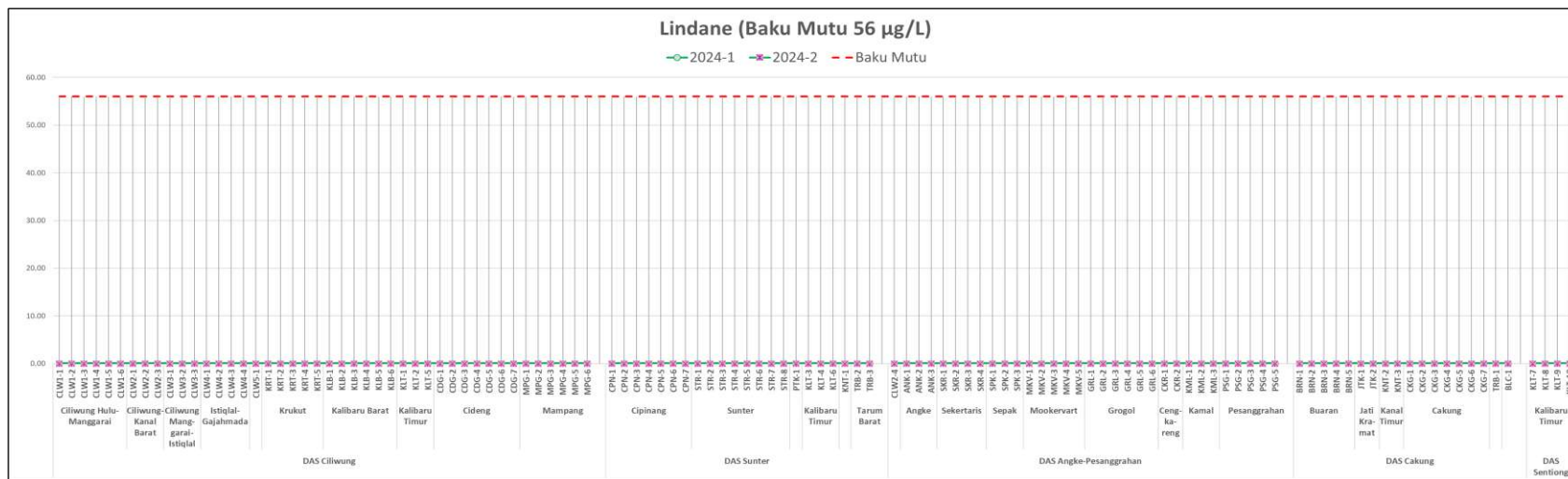
Kontaminasi *lindane* dalam air menjadi perhatian global, dengan kejadian signifikan dilaporkan di berbagai wilayah, termasuk Eropa dan Asia (Domínguez *et al.* 2024). Penelitian Khan *et al.* (2023) menemukan *lindane* dalam 17,3% sampel air permukaan, dengan konsentrasi mencapai hingga 2,60 µg/L. Hasil analisis *lindane* pada tahun 2024 menunjukkan seluruh titik pantau memenuhi baku mutu dan seluruhnya berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium sebesar 0,2 µg/L (periode 1) dan 0,004 µg/L (periode 2) (**Gambar 3.146**). Persentase pemenuhan baku mutu *lindane* pada tahun 2024 periode 1-2 tergolong sangat baik dan mencapai 100% lokasi memenuhi baku mutu kelas 1 sebesar 56 µg/L (**Gambar 3.147**). Perlu diketahui bahwa parameter *lindane* baru dilakukan pada periode 1 tahun 2024 dan hanya sampai periode 2 tahun 2024, sehingga data *time series* untuk parameter ini tidak terlalu memadai.

h. Methoxychlor

Dalam sistem akuatik, *methoxychlor* mengalami proses degradasi. Dalam sistem air sedimen, ia terdegradasi melalui deklorinasi dan penggantian CN, akhirnya menjadi mineral menjadi senyawa yang kurang berbahaya. Dinamika degradasi bervariasi antara lingkungan air tawar dan payau, mempengaruhi persistensi dan toksisitas metabolitnya (Masuda *et al.* 2012). Hasil analisis *methoxychlor* pada tahun 2024 menunjukkan seluruh titik pantau memenuhi baku mutu dan seluruhnya berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium sebesar 0,005 µg/L (periode 1) dan 0,96 µg/L (periode 2) (**Gambar 3.148**). Persentase pemenuhan baku mutu *methoxychlor* pada tahun 2024 periode 1-2 tergolong sangat baik dan mencapai 100% lokasi memenuhi baku mutu kelas 1 sebesar 35 µg/L (**Gambar 3.149**). Perlu diketahui bahwa parameter *methoxychlor* baru dilakukan pada periode 1 tahun 2024 dan hanya sampai periode 2 tahun 2024, sehingga data *time series* untuk parameter ini tidak terlalu memadai.

i. Toxaphene

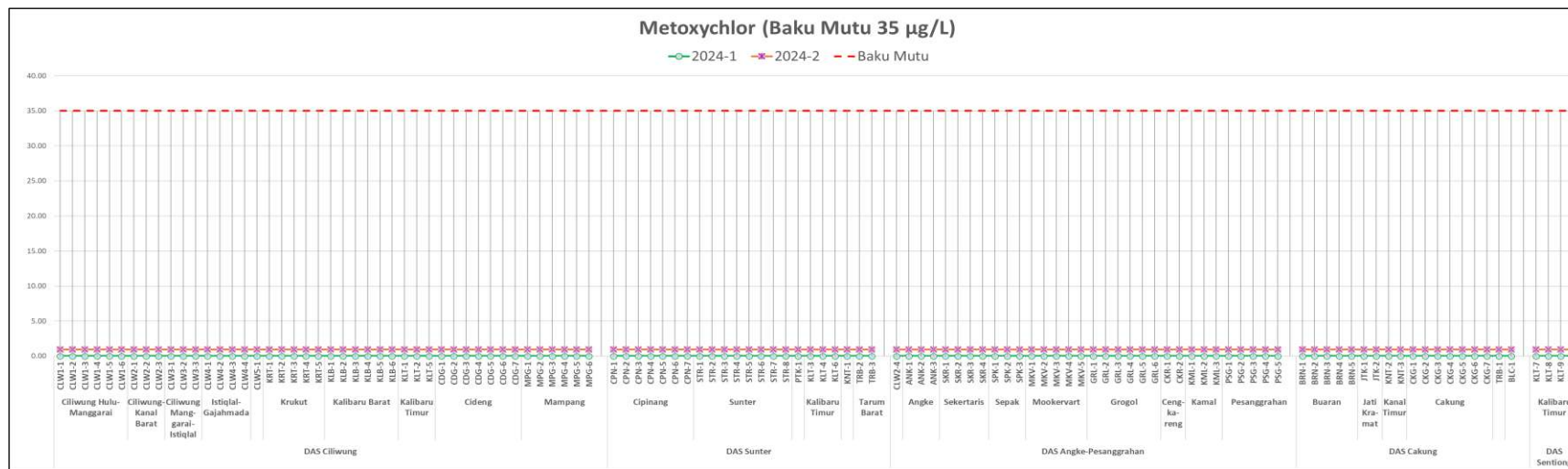
Toxaphene atau dikenal sebagai *kamphechlor* merupakan pestisida terklorinasi dalam pertanian dan insektisida hewan, tetapi kemudian ditetapkan sebagai polutan persisten karena bioakumulasinya pada makhluk air, pengganggu endokrin yang diakui, dan kemungkinan karsinogen (Kumari dan Akhtar 2024). Hasil analisis *toxaphene* pada tahun 2024 menunjukkan seluruh titik pantau memenuhi baku mutu dan seluruhnya berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium sebesar 0,1 µg/L (periode 1) dan 0,24 µg/L (periode 2) (**Gambar 3.150**). Persentase pemenuhan baku mutu *toxaphene* pada tahun 2024 periode 1-2 tergolong sangat baik dan mencapai 100% lokasi memenuhi baku mutu kelas 1 sebesar 5,0 µg/L (**Gambar 3.151**). Perlu diketahui bahwa parameter *toxaphene* baru dilakukan pada periode 1 tahun 2024 dan hanya sampai periode 2 tahun 2024, sehingga data *time series* untuk parameter ini tidak terlalu memadai.



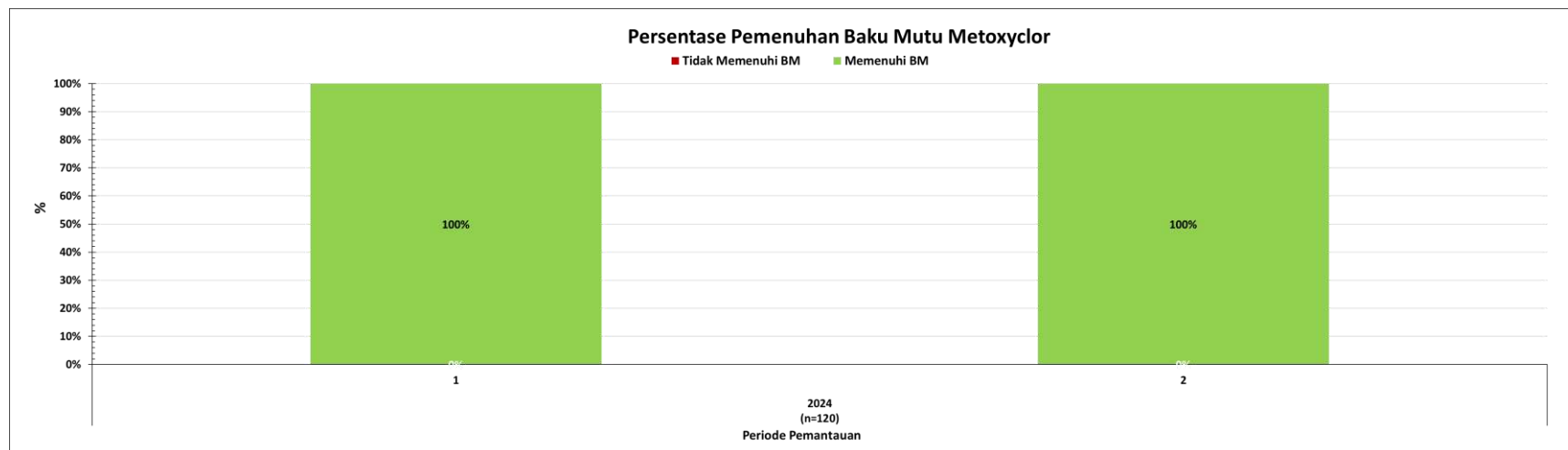
Gambar 3.146. Konsentrasi *lindane* pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



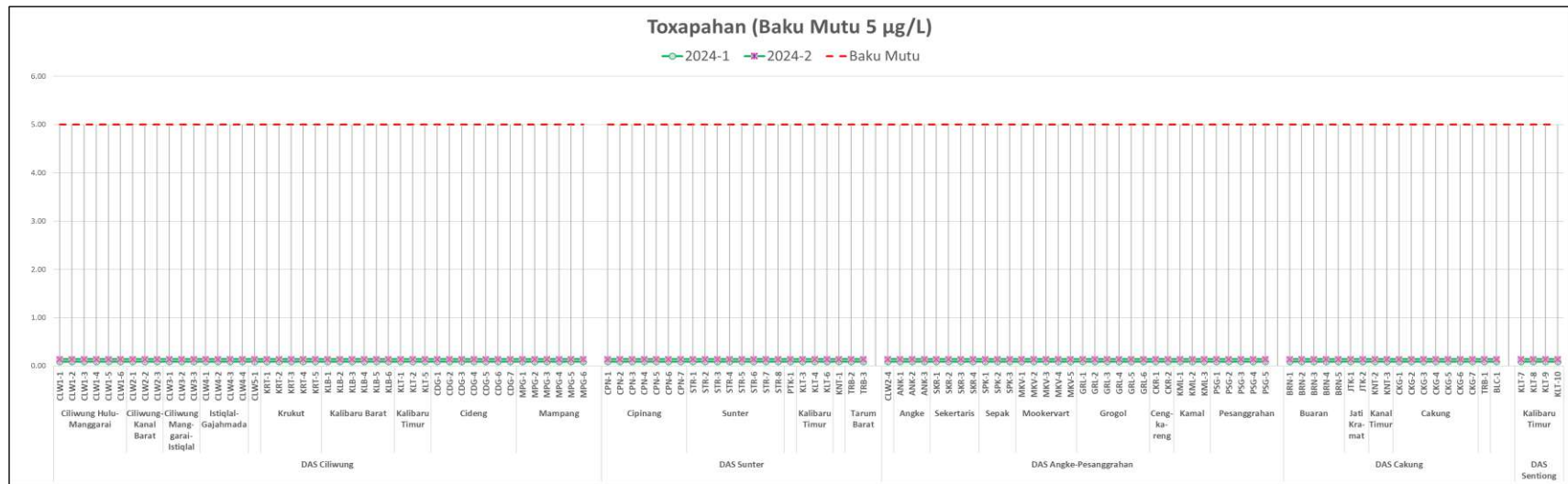
Gambar 3.147. Persentase pemenuhan baku mutu *lindane* selama tahun 2024.



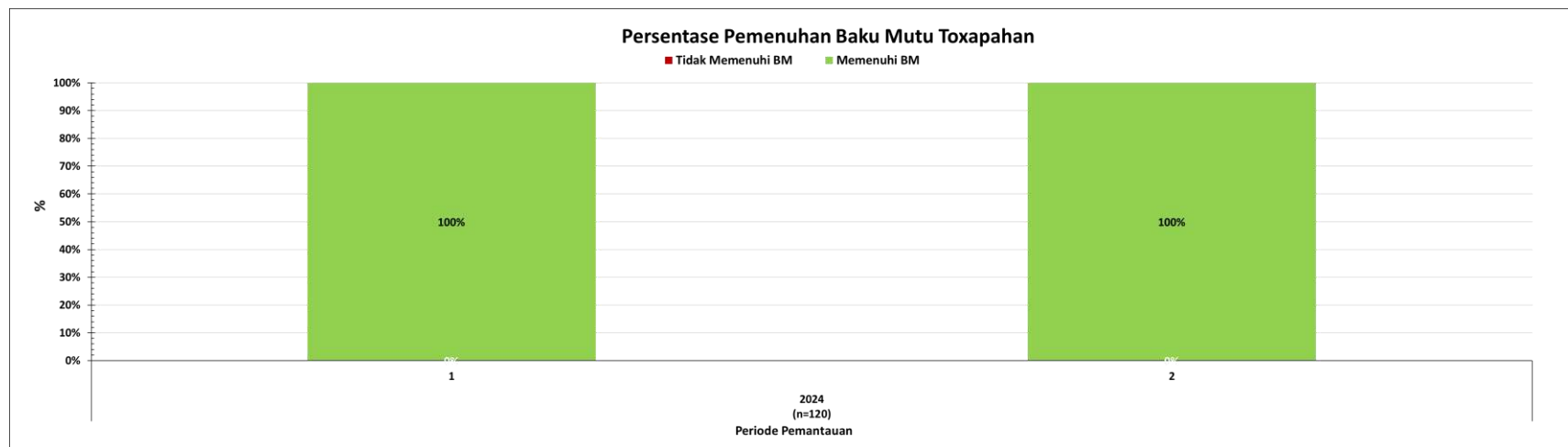
Gambar 3.148. Konsentrasi *metoxychlor* pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.149. Persentase pemenuhan baku mutu *metoxychlor* selama tahun 2024.



Gambar 3.150. Konsentrasi *toxaphene* pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.151. Persentase pemenuhan baku mutu *toxaphene* selama tahun 2024.

3.5. Analisis dan Evaluasi Parameter Logam Berat di Sedimen Sungai

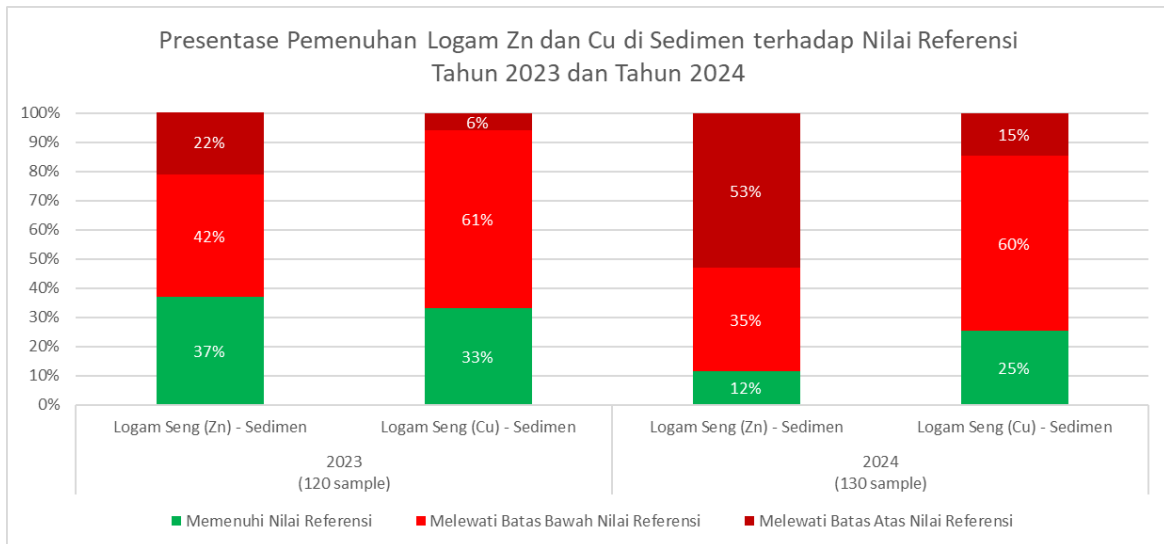
Pada kegiatan pemantauan kualitas air sungai DKI Jakarta tahun 2023 dan 2024, dilakukan analisis terhadap logam berat Zn dan Cu di sedimen. Pengambilan sampel sedimen sungai dilakukan di 120 titik pemantauan kualitas air sungai pada kegiatan pengambilan sampel periode 3 dan 4 tahun 2023-2024. Pada pelaksanaannya, sebanyak tujuh (7) titik pemantauan tidak memungkinkan untuk dilakukan pengambilan sampel sedimen karena memiliki jenis substrat berupa batuan/beton. Titik-titik pemantauan tersebut adalah titik CPN-1 (Sungai Cipinang), STR-7 (Sungai Sunter), KLB-5 (Sungai Kalibaru Barat), KLT-3 dan KLT-4 (Sungai Kalibaru Timur), serta MPG-4 dan MPG-6 (Sungai Mampang). Dengan demikian, hanya 113 dari 120 titik pemantauan yang dapat dilakukan pemantauan kualitas sedimen.

Alokasi pengambilan sampel sedimen pada tahun 2023 disediakan untuk mengukur 120 sampel, sedangkan pada tahun 2024 dialokasikan sebanyak 130 sampel. Pengalihan sisa alokasi pengambilan sampel dijadikan sebagai pengulangan pengukuran pada titik-titik pemantauan lainnya yang memiliki nilai logam Zn dan Cu tinggi di sedimen berdasarkan pengukuran pada periode 3 (2023/2024), serta tinggi di air secara historis berdasarkan pemantauan tahun 2018-2023. Berdasarkan analisis pembobotan, titik-titik pengganti pengambilan sampel sedimen pada pemantauan tahun 2023 dan 2024 disampaikan melalui **Tabel 2.12**. Pengambilan sampel sedimen pada titik-titik pemantauan pengganti tersebut dilakukan pada periode 4 tahun 2023 dan 2024. Pengulangan pengambilan sampel sedimen pada titik-titik tersebut ditujukan untuk memperoleh gambaran data yang lebih representatif. Pengambilan sampel sedimen sungai tidak dilakukan secara periodik seperti sampel air, namun hanya satu kali per tahun, hal ini karena sedimen bertindak sebagai tempat penampungan terakhir dari berbagai kontaminan dan bahan organik (Saeed and Shaker 2008), sehingga bersifat akumulatif dan tidak dinamis layaknya parameter kualitas air.

3.5.1. Logam Seng (Zn) di Sedimen Sungai

Berdasarkan hasil analisis logam di sedimen pada titik-titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2023-2024, terungkap bahwa konsentrasi logam seng (Zn) pada sebagian besar lokasi pemantauan telah melewati nilai referensi kualitas sedimen yang dikeluarkan oleh ANZECC/ARMCANZ (Simpson *et al.* 2013) yakni pada 64% dari total 120 sampel (tahun 2023) dan 88% dari total 130 sampel (tahun 2024). Selama periode tersebut, logam Zn di sedimen terukur telah melewati batas bawah nilai referensi pada 35-42% lokasi pemantauan dan bahkan 53% lokasi pemantauan terpantau melewati batas atas nilai referensi pada tahun 2024 (**Gambar 3.152**).

Nilai Zn di sedimen paling ekstrem yang pernah terukur selama periode 2023-2024 terdapat pada dua lokasi di Sungai Kamal yaitu di titik KML-2 sebesar 6.826 mg/kg dan KML-3 sebesar 5.369 mg/kg, serta Sungai Cakung (CKG-5) sebesar 4.447 mg/kg pada pemantauan tahun 2024, dan selanjutnya Blencong (BLC-1) sebesar 3.231 mg/kg pada pemantauan tahun 2023 (**Gambar 3.153** dan **Gambar 3.154**). Nilai paling ekstrem tersebut mencapai maksimum 17 kali lipat dari batas atas nilai referensi.



Gambar 3.152. Persentase pemenuhan baku mutu logam seng (Zn) dan tembaga(Cu) di sedimen pada tahun 2023 dan 2024.

Kondisi ekstrem pada empat lokasi pemantauan tersebut cukup intens dengan aktivitas industri dan pemukiman padat (**Lampiran 15**), sehingga diperkirakan memiliki andil terhadap kondisi ini. Pembuangan limbah industri secara terus menerus ke perairan tanpa diikuti dengan adanya pengolahan limbah sesuai standar yang berlaku akan menyebabkan terjadinya akumulasi logam berat baik mengendap dalam sedimen maupun di dalam tubuh biota akuatik (Harteman 2011). Logam Zn biasanya digunakan dalam sejumlah *alloy* seperti kuningan dan perunggu, serta dalam baterai, fungisida, dan pigmen (APHA-AWWA-WEF 2021). Tingginya logam seng di perairan juga dapat bersumber dari kerusakan besi galvanis dan de-zincifikasi kuningan, serta dapat dihasilkan pula dari polusi limbah industri. Seng digunakan pula dalam industri besi baja, cat, karet, tekstil, kertas, dan bubur kertas (Eckenfelder 1989). Sebagai tambahan, kondisi badan air sungai secara fisik atau visual pada lokasi-lokasi pemantauan bernilai Zn ekstrem tersebut juga identik yakni memiliki karakteristik warna tampak air hitam/putih dan sangat bau.

Nilai logam di sedimen yang melewati batas atas nilai referensi mengindikasikan bahwa kondisi tersebut dapat menimbulkan dampak negatif biologis yang besar (Simpson *et al.* 2013). ANZECC/ARMCANZ (2000) dalam panduannya menyatakan bahwa konsentrasi di atas nilai batas atas artinya perlu melakukan kajian secara tuntas terhadap faktor pengontrol *bioavailability* kontaminan. Cukup banyaknya titik-titik pemantauan yang memiliki konsentrasi melewati batas atas nilai referensi menjadi peringatan yang cukup kuat bagi para pengguna dan pengelola perairan sungai di DKI Jakarta untuk lebih peduli dan mengelolanya dengan lebih baik, khususnya terhadap masukan cemaran logam Zn (Prayoga *et al.* 2021).

Ruas-ruas sungai yang memiliki nilai tinggi dan perlu mendapat perhatian lebih tersebut diantaranya adalah segmen hilir Sungai Cideng, Cipinang, Petukangan, Grogol, Kamal, Buaran, segmen hilir Sungai Cakung, Blencong, dan segmen hilir Sungai Kalibaru Timur (**Gambar 3.153** dan **Gambar 3.154**). Fakta lain yang ditunjukkan oleh data pengukuran mengindikasikan bahwa nilai yang masih memenuhi nilai referensi (12-37% lokasi pemantauan) juga hampir mencapai batas bawah atau bernilai >100 mg/kg (nilai batas bawah = 200 mg/kg) (**Lampiran 12**, **Lampiran 13**,

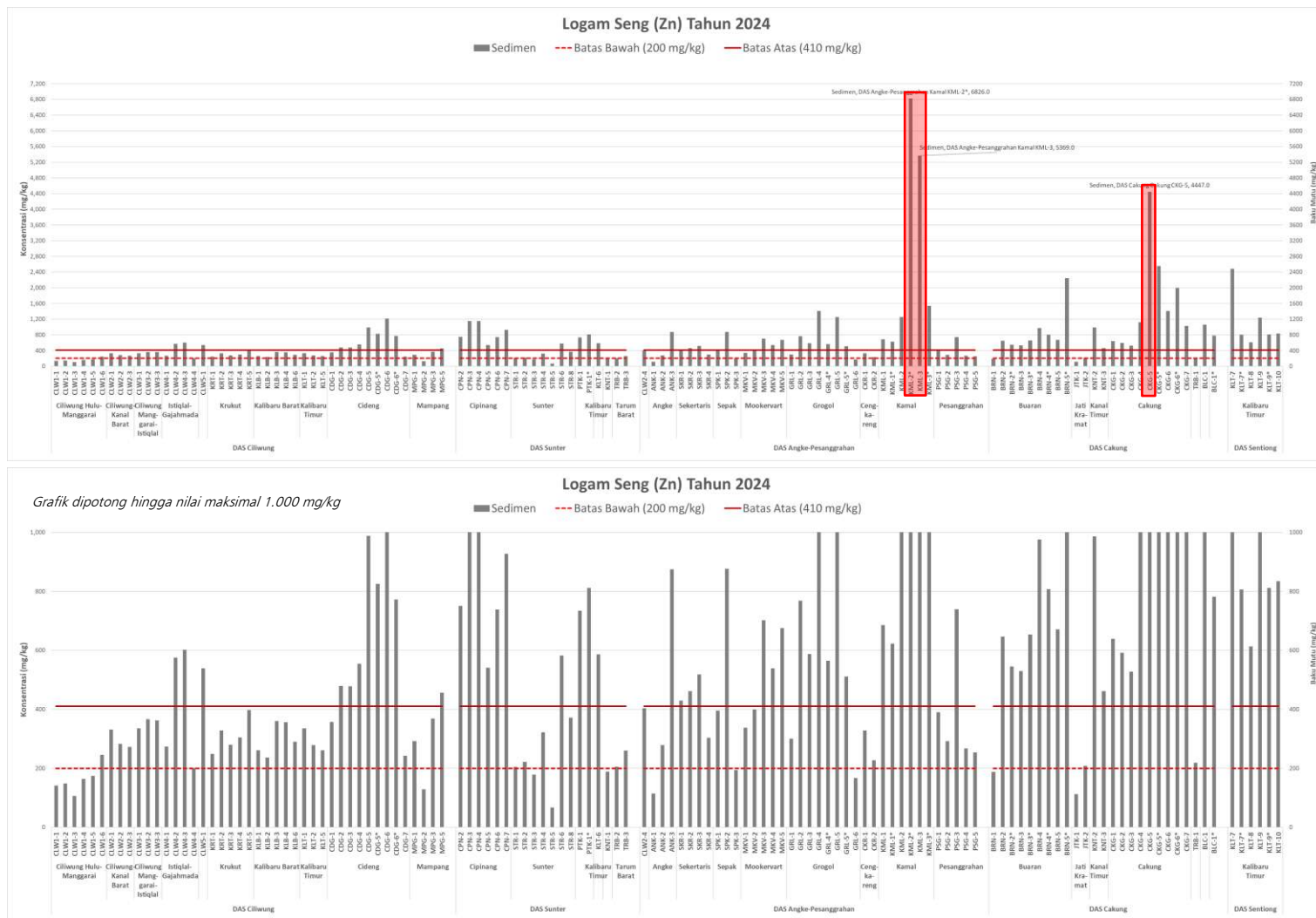
Gambar 3.153 dan **Gambar 3.154**). Hal ini mengartikan bahwa logam Zn yang terendapkan di dalam sedimen sungai-sungai di Provinsi DKI Jakarta telah mencapai kondisi yang cukup memprihatinkan, sehingga pengelolaan atau pengaturan terhadap masukkan cemaran logam Zn ke perairan sungai perlu diatur dengan lebih ketat lagi. Di sisi lain, terlihat bahwa DAS Ciliwung dan DAS Sunter memiliki kondisi yang lebih baik dibandingkan tiga DAS lainnya. Nilai-nilai yang relatif rendah atau baik juga masih ditemukan pada beberapa ruas sungai seperti Sungai Ciliwung (sub jaringan Hulu-Manggarai), Pesanggrahan, segmen hulu-tengah Sunter, Tarum Barat, Cengkareng, dan Jati Kramat (**Gambar 3.153** dan **Gambar 3.154**).

3.5.2. Logam Tembaga (Cu) di Sedimen Sungai

Hasil pengukuran nilai logam tembaga (Cu) di sedimen selama tahun 2023-2024 menunjukkan kondisi yang serupa dengan logam Zn di sedimen yakni lebih didominasi oleh nilai yang telah melewati batas bawah nilai referensi sebanyak 60-61% dari total 120/130 sampel (**Gambar 3.152**). Perbedaannya terletak pada persentase nilai yang melewati batas atas yakni ditemukan lebih sedikit yaitu pada 6-15% lokasi pemantauan, sedangkan pada logam Zn di sedimen mencapai 22-53% lokasi.

Nilai Cu paling ekstrem selama pemantauan dua tahun ditemukan seluruhnya pada tahun 2024 yaitu di Sungai Buaran (BRN-2) sebesar 2.945 mg/kg, Sungai Kamal (KML-1) sebesar 1.943 mg/kg, dan Sungai Petukangan (PTK-1) sebesar 1.782 mg/kg yang artinya maksimum mencapai 10 kali lipat dari batas atas nilai referensi (**Gambar 3.155**). Pada tahun 2023, hasil pengukuran cenderung lebih rendah secara keseluruhan dengan nilai tertinggi diperoleh pada Sungai Blencong (BLC-1) sebesar 582,8 mg/kg dan Sungai Kamal (KML-3) sebesar 515,6 mg/kg (**Gambar 3.156**).

Sungai Buaran dan Petukangan memiliki karakteristik yang identik dan lokasinya berdekatan dengan Sungai Cakung. Oleh karena itu, sama halnya dengan kasus pada Zn di sedimen yang dibahas pada subbab sebelumnya (**3.5.1. Logam Seng (Zn) di Sedimen Sungai**), penyebab tingginya Cu di sedimen pada lokasi-lokasi dengan nilai ekstrem yang disebutkan di atas juga diperkirakan dipengaruhi oleh cukup intensnya aktivitas industri dan pemukiman yang padat. Pembuangan limbah industri secara terus menerus ke perairan tanpa diikuti dengan adanya pengolahan limbah sesuai standar yang berlaku akan menyebabkan terjadinya akumulasi logam berat baik mengendap dalam sedimen maupun di dalam tubuh biota akuatik (Harteman 2011). Logam Cu biasanya terikat kuat pada bahan organik yang akan menurunkan mobilitasnya di perairan, sehingga menjadi lebih mudah mengendap di sedimen (Supriyantini dan Soenardjo 2015). Tembaga banyak digunakan pada industri elektroplating, tekstil, dan industri logam (*alloy*) seperti Ag, Cd, Sn, Zn (Fitriyah *et al.* 2013). Menurut Connell dan Miller (2006), limbah rumah tangga yang mengandung logam berat Cu biasanya berasal dari sampah-sampah metabolik dan korosi dari pipa-pipa yang ada di daerah pemukiman. Selain aktivitas lingkungan sekitar yang identik, kondisi badan air sungai secara fisik atau visual juga cukup serupa, hanya sedikit berbeda pada warna tampak saja yang lebih sering ditemukan berwarna putih, tetapi pada tingkat kebauan menunjukkan kondisi yang sama-sama sangat bau.



Gambar 3.153. Konsentrasi logam seng (Zn) di sedimen pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024 dan perbandingan terhadap nilai referensi kualitas sedimen.

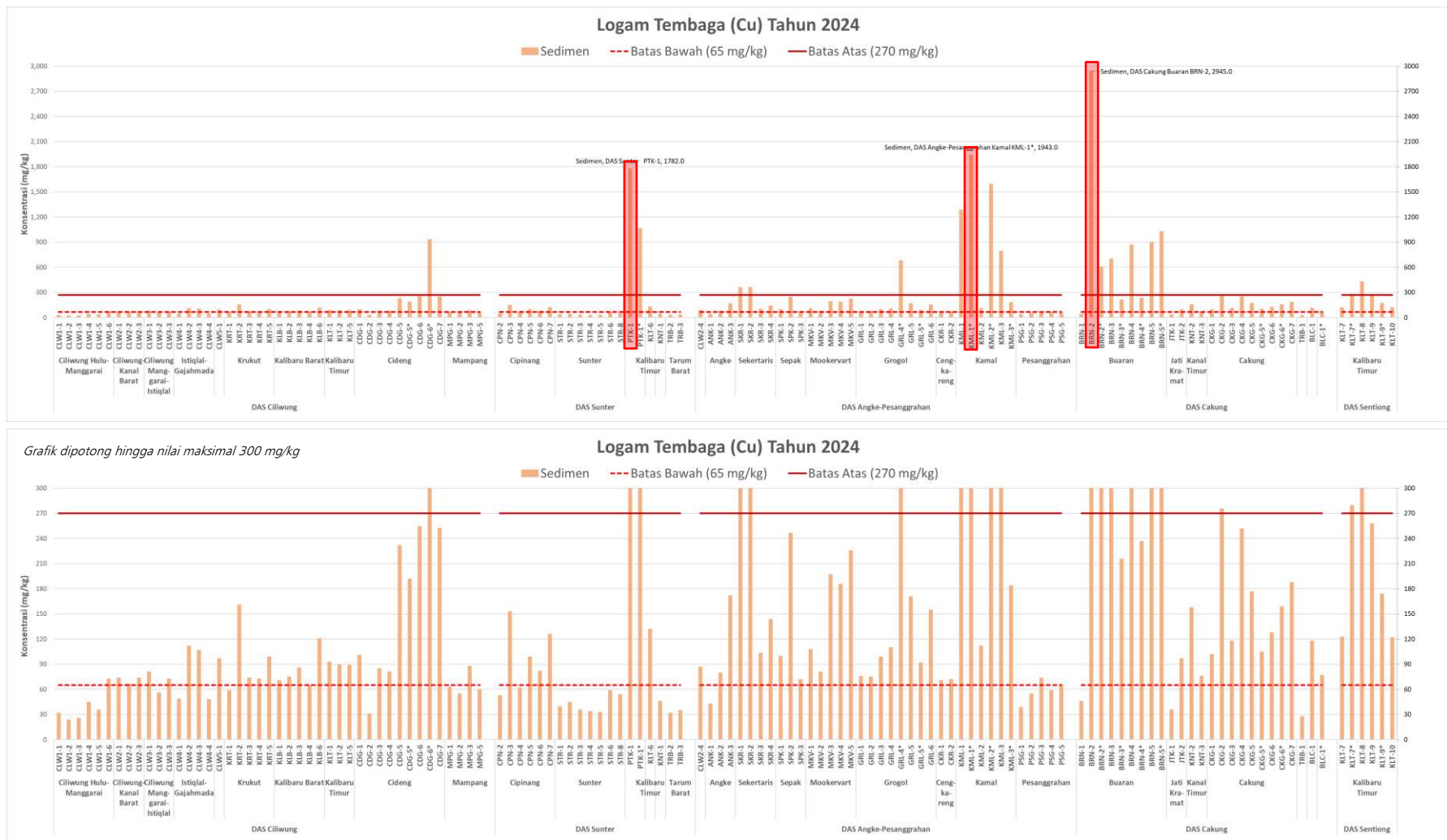


Gambar 3.154. Konsentrasi logam seng (Zn) di sedimen pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023 dan perbandingan terhadap nilai referensi kualitas sedimen.

Dominansi konsentrasi Cu dalam sedimen yang melewati batas bawah nilai referensi mengindikasikan telah terjadinya kontaminasi logam pada perairan tersebut dan kemungkinan dapat menimbulkan dampak negatif biologis (ANZECC/ARMCANZ 2000). Lebih lanjut, pada panduan kualitas sedimen ANZECC/ARMCANZ dijelaskan bahwa nilai yang melewati batas bawah disarankan untuk mengambil tindakan pengelolaan (termasuk perbaikan) atau studi tambahan spesifik lokasi mengenai faktor-faktor yang melatarbelakanginya. Nilai yang melewati batas atas dapat menimbulkan dampak negatif biologis dalam skala besar (Simpson *et al.* 2013). Ruas-ruas sungai yang memiliki nilai tinggi dan perlu mendapat perhatian lebih tersebut diantaranya adalah Sungai Cideng, Petukangan, Grogol, Kamal, Buaran, dan segmen hilir Kalibaru Timur (**Gambar 3.155** dan **Gambar 3.156**).

Serupa dengan logam Zn di sedimen, nilai-nilai pengukuran Cu di sedimen yang masih memenuhi nilai referensi (25-33% lokasi pemantauan) hampir mencapai batas bawah atau bernilai >30 mg/kg (nilai batas bawah = 65 mg/kg) (**Lampiran 12**, **Lampiran 13**, **Gambar 3.155** dan **Gambar 3.156**). Hal ini mengartikan bahwa logam Cu yang terendapkan di dalam sedimen sungai-sungai di Provinsi DKI Jakarta telah mencapai kondisi yang cukup memprihatinkan, sehingga pengelolaan atau pengaturan terhadap masukan cemaran logam Cu ke perairan sungai perlu diatur dengan lebih ketat lagi. Pada **Gambar 3.155** dan **Gambar 3.156**, diketahui bahwa DAS dan ruas-ruas sungai yang memiliki nilai relatif rendah (baik) cukup identik dengan kondisi pada logam Zn di sedimen yakni pada DAS Ciliwung dan DAS Sunter (berdasarkan DAS), serta Sungai Ciliwung (sub jaringan Ciliwung Hulu-Manggarai), Mampang, segmen hulu-tengah Sunter, Tarum Barat, dan Pesanggrahan (berdasarkan ruas sungai).

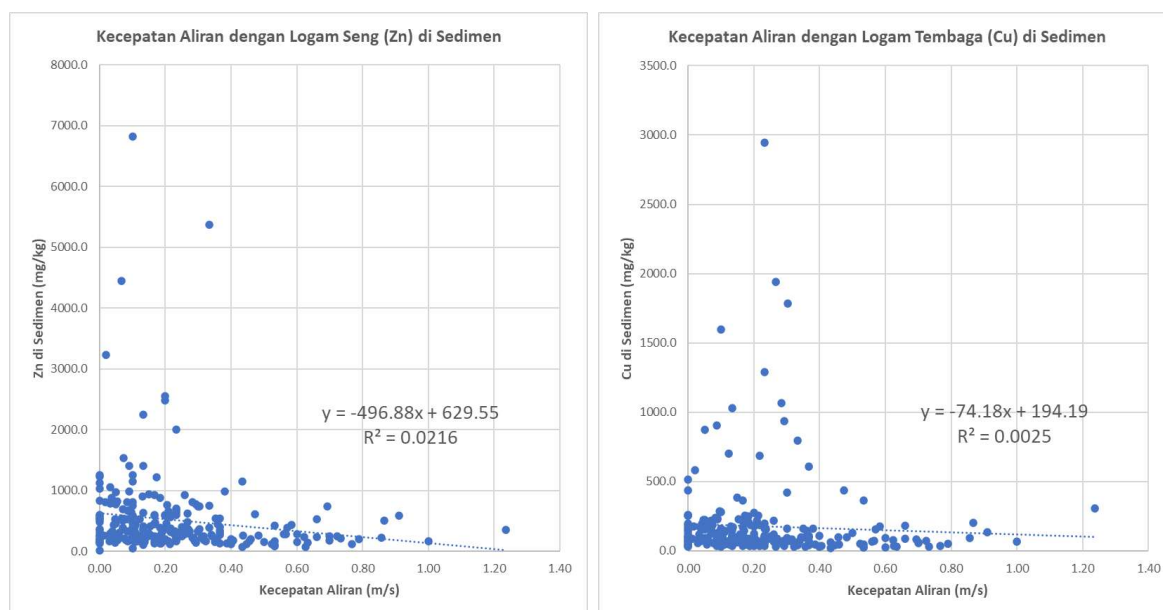
Berdasarkan pembahasan pada subbab **3.5.1. Logam Seng (Zn) di Sedimen Sungai** dan **3.5.2. Logam Tembaga (Cu) di Sedimen Sungai**, sejauh ini dapat ditarik kesimpulan bahwa Sungai Kamal (KML) cukup konsisten menunjukkan nilai logam di sedimen paling ekstrem (baik Zn maupun Cu) di antara sungai lainnya. Dengan demikian, Sungai Kamal perlu menjadi ruas sungai paling prioritas untuk mendapatkan perhatian yang sangat intens dari para pengguna dan pengelola perairan sungai agar lebih peduli, mengelolanya dengan lebih baik, dan bahkan melakukan perbaikan.



Gambar 3.155. Konsentrasi logam tembaga (Cu) di sedimen di sedimen pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024 dan perbandingan terhadap nilai referensi kualitas sedimen.

3.5.3. Keterkaitan Logam di Sedimen dengan Kecepatan Aliran Sungai

Merujuk pada sebaran nilai logam Cu dan Zn di sedimen sungai DKI Jakarta hasil pemantauan tahun 2023-2024 (**Gambar 3.153**, **Gambar 3.154**, **Gambar 3.155**, dan **Gambar 3.156**), terlihat bahwa konsentrasi logam di sedimen (baik Zn maupun Cu) memiliki keterkaitan yang berbanding terbalik dengan kecepatan aliran sungainya (**Gambar 3.12**). Tinjauan pada grafik data hasil pengukuran memperlihatkan bahwa nilai logam di sedimen yang rendah (baik) ditemukan pada ruas-ruas sungai yang memiliki kecepatan aliran relatif tinggi/deras (**Gambar 3.157**). Di sisi lain, nilai logam di sedimen yang terukur tinggi (buruk) dan melewati batas bawah maupun batas atas cenderung ditemukan pada titik-titik pemantauan yang terletak di segmen hilir (**Gambar 3.12**, **Gambar 3.153**, **Gambar 3.154**, **Gambar 3.155**, dan **Gambar 3.156**). Area sungai pada segmen hilir mengakumulasi kontaminan yang berasal dari segmen hulu dan tengah, sehingga sangat memungkinkan memiliki konsentrasi yang lebih tinggi. Ditambah lagi dengan karakteristik alirannya yang lebih tenang membuat proses sedimentasi menjadi lebih mungkin untuk terjadi. Hasil plot nilai antara logam Zn dan Cu di sedimen dengan kecepatan aliran pada masing-masing titik pemantauan tahun 2023-2024 menegaskan adanya korelasi negatif (keterkaitan yang berbanding terbalik) di antara kedua variabel tersebut, meskipun tren linier menunjukkan korelasi yang kurang erat dengan nilai determinasi (R^2) sebesar 0,0216 (logam Zn) dan 0,0025 (logam Cu) (**Gambar 3.157**).



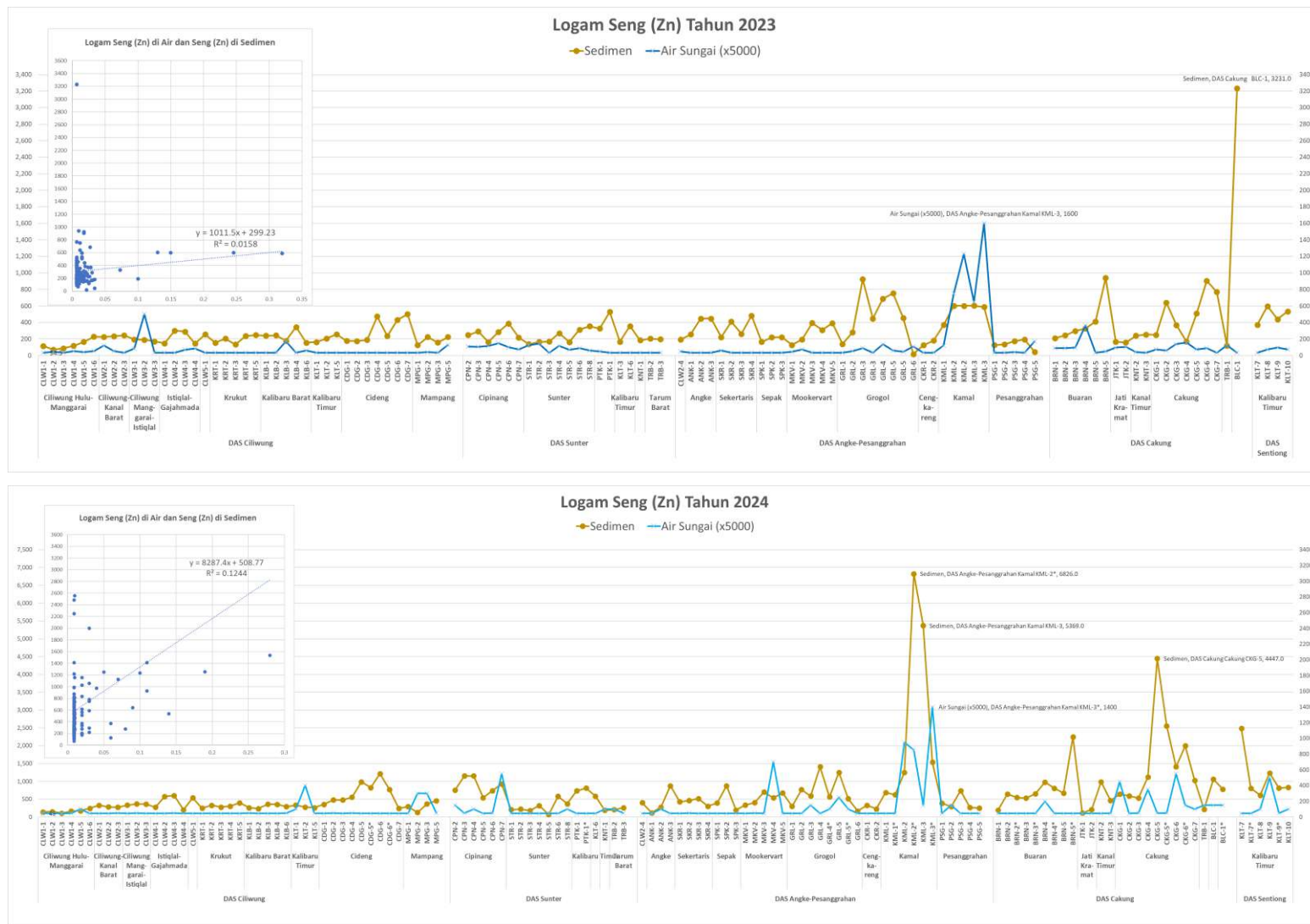
Gambar 3.157. Plot nilai hasil pengukuran seng (Zn) dan tembaga (Cu) di sedimen dengan kecepatan aliran pada masing-masing titik pemantauan.

3.5.4. Keterkaitan Logam di Sedimen dengan Logam di Air Sungai

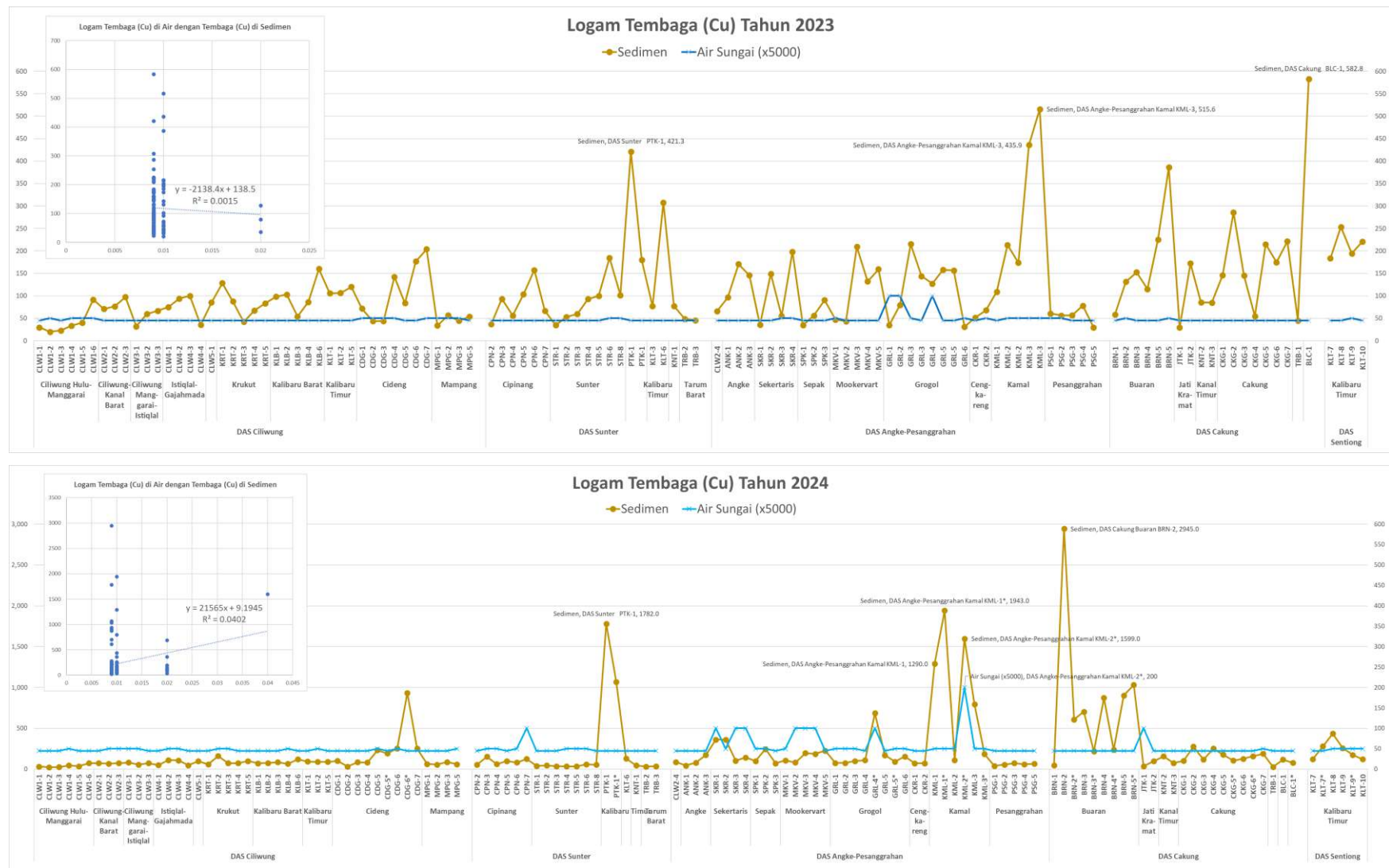
Analisis data juga dilakukan dengan membandingkan dan mengkaji keterkaitan antara besaran konsentrasi logam Zn dan Cu di sedimen dengan di air. Nilai referensi baku mutu yang digunakan untuk logam di dalam air adalah Lampiran VI dari PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (**Tabel 2.6**). Berdasarkan penyandingan antara data logam di sedimen dengan logam di air untuk masing-masing parameter menggunakan data hasil pemantauan tahun 2023-2024, serta melalui pembentukan *scatter plot* yang

disertai dengan penghitungan nilai regresi dan koefisien determinasinya, belum nampak korelasi yang erat antara logam Zn maupun Cu di sedimen dengan konsentrasi masing-masing di dalam air (**Gambar 3.158** dan **Gambar 3.159**). Pada grafik-grafik tersebut, konsentrasi logam di air dilipatgandakan menjadi 5.000 kali untuk tujuan visualisasi agar lebih mudah dalam melakukan perbandingan terhadap data logam di sedimen. Terlihat pada grafik-grafik tersebut bahwa garis logam di air yang tampil tidak memiliki pola yang sama dengan garis data logam di sedimen, hanya pada sebagian kecil data saja yang terlihat identik. Hal ini ditemui, baik pada logam Zn maupun Cu dan pada tahun 2023 maupun 2024.

Beberapa penelitian terdahulu juga sering kali menemui kondisi semacam ini. Hal ini dikarenakan konsentrasi logam di air memiliki sifat yang sangat dinamis (berubah-ubah sepanjang waktu), sedangkan konsentrasi logam di sedimen mencerminkan akumulasi nilai dalam jangka waktu yang panjang. Kandungan logam berat dalam air sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti salinitas, temperatur, pH, potensial redoks, bahan organik dan padatan terlarut, aktivitas biologi, serta sifat dasar logam (Ismarti 2016). Hidayati *et al.* (2014) menyatakan adanya variasi kandungan logam berat dalam perairan disebabkan oleh tingkat konsentrasi dari limbah, serta pengaruh pengikatan logam berat oleh partikel-partikel dalam air. Logam berat yang terlarut dalam air secara alamiah berbentuk ion bebas, pasangan ion-ion anorganik, kompleks anorganik maupun organik. Faktor lain yang turut serta menentukan nilai di sedimen adalah kecepatan aliran yang akan mempengaruhi proses sedimentasi kontaminan dari kolom air ke dasar sungai. Perairan dengan turbulensi tinggi memiliki kesempatan yang lebih rendah untuk mengalami sedimentasi dibandingkan dengan perairan tenang. Harteman (2011) menjelaskan bahwa kandungan logam berat dalam sedimen sangat tergantung dengan kondisi lingkungan darat dan laut di sekitarnya, misalnya seperti arus, angin dan gelombang. Dengan demikian, besarnya nilai logam di air belum tentu akan diikuti oleh besarnya logam di sedimen, bergantung pada faktor-faktor lainnya seperti kecepatan aliran, proses sedimentasi, proses reaksi fisik-kimia yang terjadi, dll.



Gambar 3.158. Konsentrasi seng (Zn) di sedimen dan air pada titik-titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023 dan 2024.



Gambar 3.159. Konsentrasi tembaga (Cu) di sedimen dan air pada titik-titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023 dan 2024.

3.6. Analisis Laju Sedimentasi

3.6.1. Pengukuran Langsung Laju Sedimentasi (Patok Ukur)

Pengukuran laju sedimentasi pada tahun 2024 dilakukan dengan menggunakan patok ukur besi yang masih bertahan dari kegiatan pemasangan patok ukur tahun 2023. Patok ukur dipasang permanen saat pemantauan tahun 2023 pada 120 titik pemantauan sungai, yang kemudian diamati dan diukur perubahan dasar tanah/sungainya pada pelaksanaan pemantauan periode-periode selanjutnya. Namun, dikarenakan oleh beberapa kendala yang dihadapi, seperti 1) hilangnya patok ukur akibat tercabut/hanyut/terseret oleh arus air/sampah dan 2) perubahan kedalaman patok ukur karena adanya orang yang secara sengaja atau tidak sengaja mencabut atau memasukkan lebih dalam lagi, maka jumlah patok ukur yang tersisa hingga pemantauan periode 4 tahun 2023 hanya sebanyak 32 titik (27%) dari total 120 titik pemantauan. Dengan demikian, mulai tahun 2024, kegiatan pengukuran melalui patok ukur tersebut dialihkan langsung kepada pihak UPS Badan Air dengan harapan mendapatkan pengawasan dan frekuensi pengukuran data yang lebih intens. Hasil pengukuran dicatat/didokumentasikan oleh petugas UPS Badan Air pada *google form* yang telah disiapkan (<https://ipb.link/laporpatok>), kemudian dikelola lebih lanjut dalam proses analisis data.

Catatan hasil pengukuran patok ukur pada tahun 2024 melaporkan adanya hasil pengukuran pada 9 dari 32 titik pantau/patok yang dimiliki di lapangan. Sebanyak 5 lokasi meliputi ruas Sungai Ciliwung (CLW1-2, CLW3-3, dan CLW5-1), Sungai Cipinang (CPN-6), dan Sungai Cengkareng (CKR-2) diukur pada bulan Februari 2024, sedangkan dan 4 lokasi lainnya terdapat pada ruas Sungai Sekertaris (SKR-4) dan ruas Sungai Pesanggrahan (PSG-3, PSG-4, dan PSG-5) diukur pada bulan Mei 2024 (**Tabel 3.9**). Hasil yang terukur berdasarkan laporan tersebut hanya terbatas pada dua bulan ini saja (Februari dan Mei 2024), sedangkan pada waktu-waktu lainnya tidak ditemukan lagi *update* data pengukuran patok ukur. Hal ini mengartikan bahwa pelaksanaan pengukuran patok ukur yang telah berjalan selama tahun 2024 juga masih memiliki kendala atau belum dapat terlaksana dengan baik/optimal, meski sudah dialihkan langsung kepada pihak UPS Badan Air yang bekerja lebih dekat dan intens di lapangan.

Perubahan nilai patok ukur yang dilaporkan dari 9 lokasi pemantauan berkisar antara 0 hingga 69,7 cm (**Tabel 3.9**). Hasil perubahan nilai yang diperoleh dari selisih pengukuran awal dengan pengukuran akhir patok ukur dapat bersifat positif atau negatif. Nilai positif menandakan terjadinya kenaikan sedimentasi selama kurun waktu tertentu, sedangkan nilai negatif menyatakan hal sebaliknya yakni terjadi erosi/penggerusan. Berdasarkan perubahan nilai yang diperoleh pada tahun ini tidak terjadi erosi/penggerusan pada 9 lokasi tersebut. Perubahan nilai tertinggi terjadi pada ruas Sungai Ciliwung (CLW3-3), Pesanggrahan (PSG-3), dan Cipinang (CPN-6). Apabila hasil pengukuran perubahan nilai patok ukur tersebut dikonversi secara rata-rata menjadi laju sedimentasi dalam satuan mm/tahun, maka pada tahun 2024 memiliki kisaran nilai laju sedimentasi sebesar 0-929 mm/tahun (**Tabel 3.9**).

Tabel 3.9. Tabulasi hasil pengukuran langsung laju sedimentasi tahun 2024.

No	Titik Lokasi	Sungai	Nilai Pengukuran Awal (cm)	Bulan Pengukuran Awal	Nilai Pengukuran Terbaru (cm)	Bulan Pengukuran Update	Selisih Nilai Pengukuran (cm)	Durasi Waktu Pengukuran (bulan)	Laju Sedimentasi (konversi) (mm/tahun)
1	CLW1-2	Ciliwung	30	Feb-23	3	Feb-24	27	12	270
2	CLW3-2	Ciliwung	50	Mei-23	-	-	-	-	-
3	CLW3-3	Ciliwung	100	Mei-23	30,3	Feb-24	69,7	9	929
4	CLW5-1	Ciliwung	50	Mei-23	50	Feb-24	0	9	0
5	CPN-6	Cipinang	42	Mei-23	5	Feb-24	37	9	493
6	SKR-4	Sekretaris	35	Mei-23	30	Mei-24	5	12	50
7	MKV-3	Mookervart	29	Feb-23	-	-	-	-	-
8	STR-4	Sunter	44	Mei-23	-	-	-	-	-
9	STR-5	Sunter	28	Feb-23	-	-	-	-	-
10	KRT-1	Krukut	104	Agt-23	-	-	-	-	-
11	KRT-4	Krukut	55	Mei-23	-	-	-	-	-
12	CKR-2	Cengkareng	60	Mei-23	60	Feb-24	0	9	0
13	BRN-1	Buaran	54	Mei-23	-	-	-	-	-
14	BRN-2	Buaran	46	Mei-23	-	-	-	-	-
15	BRN-3	Buaran	45	Feb-23	-	-	-	-	-
16	KLT-5	Kalibar Timur	36	Feb-23	-	-	-	-	-
17	KLT-6	Kalibar Timur	30	Mei-23	-	-	-	-	-
18	KLT-7	Kalibar Timur	102	Mei-23	-	-	-	-	-
19	KLT-8	Kalibar Timur	49	Sep-23	-	-	-	-	-
20	KNT-1	Kanal Timur	36	Mei-23	-	-	-	-	-
21	CKG-3	Cakung	41	Feb-23	-	-	-	-	-
22	CDG-1	Cideng	58	Mei-23	-	-	-	-	-
23	CDG-2	Cideng	56	Mei-23	-	-	-	-	-
24	CDG-4	Cideng	32	Mei-23	-	-	-	-	-
25	MPG-1	Mampang	48	Feb-23	-	-	-	-	-
26	MPG-2	Mampang	37	Mei-23	-	-	-	-	-
27	MPG-3	Mampang	52	Feb-23	-	-	-	-	-
28	KML-2	Kamal	61	Feb-23	-	-	-	-	-
29	KML-3	Kamal	54	Mei-23	-	-	-	-	-
30	PSG-3	Pesanggrahan	92	Mei-23	30	Mei-24	62	12	620
31	PSG-4	Pesanggrahan	47	Mei-23	45	Mei-24	2	12	20
32	PSG-5	Pesanggrahan	55	Mei-23	40	Mei-24	15	12	150

Keterangan:

Tanda “-” tidak dilakukan pengukuran/pemantauan

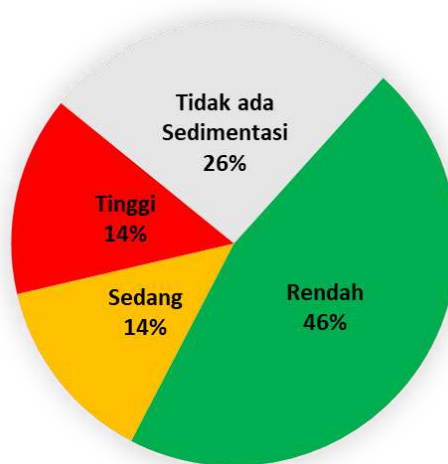
3.6.2. Pendugaan Nilai Laju Sedimentasi (Pendekatan Nilai TSS)

Pendugaan nilai laju sedimentasi sungai di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2024 menggunakan pendekatan yang sama dengan tahun-tahun sebelumnya. Pendugaan nilai laju sedimentasi dalam satu segmen ruas sungai menggunakan pendekatan neraca massa TSS dari hasil pemantauan dua titik antaranya. Pendugaan laju sedimentasi berdasarkan nilai TSS merupakan pendekatan banyaknya (volume) sedimen yang terangkat per satuan luas per satuan waktu. Kecepatan sedimen untuk mengendap dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya kecepatan dan jenis aliran sungai, serta faktor hidrologi lainnya.

Hasil pendugaan nilai laju sedimentasi pada tahun 2024 juga tetap memiliki keterbatasan yakni menggunakan nilai TSS dan debit air sungai yang sumber datanya masih bersifat sesaat (hanya pada saat pemantauan dilakukan), sehingga tidak memadai untuk menilai laju sedimentasi yang sesungguhnya. Namun demikian, hal ini dapat sedikit dieliminasi dengan merata-ratakan hasil pemantauan empat periode dalam setahun, sehingga mendapatkan data yang merepresentasikan kondisi dalam setahun. Pendugaan nilai laju sedimentasi dengan pendekatan nilai TSS dan debit sungai ini dapat digunakan untuk melihat proses sedimentasi dan erosi pada ruas sungai yang mungkin terjadi. Apabila nilai pendugaan neraca TSS di bagian hulu lebih besar dibanding dengan bagian hilirnya, maka kemungkinan telah terjadi proses sedimentasi pada ruas sungai tersebut. Namun apabila nilai dugaan neraca TSS di hulu lebih kecil dibandingkan dengan dugaan nilai di bagian hilirnya, maka kemungkinan telah terjadi proses erosi pada ruas sungai tersebut atau erosi pada daerah tangkapan air antara titik hulu dan hilir.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai dugaan laju sedimentasi sungai di wilayah Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2024 berdasarkan pendekatan nilai TSS berkisar antara 0,02-1.469,87 mm/tahun (**Tabel 3.10**). Merujuk pada hasil pendugaan (**Gambar 3.160**), terhitung ada 14% ruas sungai memiliki laju sedimentasi yang terklasifikasi tinggi (>50 mm/tahun). Laju sedimentasi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya pasang surut, kecepatan arus, kecepatan angin, debit arus, dan kandungan suspensi sedimen sungai, erosi dan deposisi yang terjadi di sekitar perairan tersebut (Salam *et al.* 2009). Pada pendekatan neraca massa ini, pendugaan laju sedimentasi sangat ditentukan dari tingkat ketelitian pengukuran debit sungai.

Hasil analisis laju sedimentasi dengan pendekatan nilai TSS ini seharusnya dapat direlasikan dengan hasil pengukuran langsung (patok ukur) sebagaimana yang pernah dilakukan pada laporan pemantauan tahun 2022 dan 2023 (DLH DKI Jakarta 2022; DLH DKI Jakarta 2023). Namun, pada pemantauan tahun 2024, hasil pendugaan laju sedimentasi menggunakan pendekatan TSS dan pengukuran langsung (patok ukur) tidak dapat direlasikan satu sama lain, karena tidak mencukupinya ketersediaan data pengukuran langsung yang dimiliki. Seperti yang disampaikan pada subbab **3.6.1. Pengukuran Langsung Laju Sedimentasi** sebelumnya, dari 32 patok yang dapat diukur di lapangan, hanya 9 lokasi saja yang melaporkan hasil pengukurannya dan data tersebut hanya berdasarkan satu kali pengukuran saja dalam setahun (tidak rutin). Hal ini menjadi poin evaluasi baru yang perlu dirumuskan perbaikan strateginya untuk pemantauan pada tahun-tahun mendatang.



Gambar 3.160. Persentase kelas laju sedimentasi sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

Tabel 3.10. Rekapitulasi nilai pendugaan laju sedimentasi sungai di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2024.

No	Titik A	Sungai	Titik B	Sungai	Jarak (m)	Nilai Pendugaan (mm/tahun)
1	CLW1-1	Ciliwung	CLW1-2	Ciliwung	5,257,39	0,00
2	CLW1-2	Ciliwung	CLW1-3	Ciliwung	8,971,22	145,33
3	CLW1-3	Ciliwung	CLW1-4	Ciliwung	7,941,17	5,37
4	CLW1-4	Ciliwung	CLW1-5	Ciliwung	3,940,94	156,55
5	CLW1-5	Ciliwung	CLW1-6	Ciliwung	3,941,01	0,00
6	CLW1-6	Ciliwung	CLW3-1	Ciliwung	3,039,54	0,02
7	CLW1-6	Ciliwung	CLW2-1	Ciliwung	2,884,27	2,34
8	CLW2-1	Ciliwung	CLW2-2	Ciliwung	2,138,47	781,81
9	CLW2-2	Ciliwung	CLW2-3	Ciliwung	552,11	1,469,87
10	CLW2-3	Ciliwung	CLW2-4	Ciliwung	10,474,72	69,28
11	CLW2-3	Ciliwung	CDG-6	Cideng	4,847,07	18,73
12	CLW3-1	Ciliwung	CLW3-2	Ciliwung	3,578,02	21,90
13	CLW3-2	Ciliwung	CLW3-3	Ciliwung	2,306,81	0,00
14	CLW3-2	Ciliwung	CLW5-1	Ciliwung	6,705,69	0,00
15	CLW3-3	Ciliwung	CLW4-1	Ciliwung	2,232,77	0,00
16	CLW4-1	Ciliwung	CLW4-2	Ciliwung	4,453,16	11,13
17	CLW4-2	Ciliwung	CLW4-3	Ciliwung	1,062,01	0,00
18	CLW4-3	Ciliwung	CLW4-4	Ciliwung	2,077,68	32,28
19	CLW5-1	Ciliwung	CLW4-2	Ciliwung	3,169,22	0,75
20	CPN-1	Cipinang	CPN-2	Cipinang	8,326,24	0,00
21	CPN-2	Cipinang	CPN-3	Cipinang	4,149,48	0,00
22	CPN-3	Cipinang	CPN-4	Cipinang	1,896,32	0,00
23	CPN-4	Cipinang	CPN-5	Cipinang	1,879,34	5,50
24	CPN-5	Cipinang	CPN-6	Cipinang	1,886,32	24,43
25	CPN-6	Cipinang	CPN-7	Cipinang	3,861,52	2,82
26	CPN-7	Cipinang	KNT-1	Kanal Timur	2,784,54	1,95
27	ANK-1	Angke	CKR-1	Cengkareng	4,390,05	21,51

No	Titik A	Sungai	Titik B	Sungai	Jarak (m)	Nilai Pendugaan (mm/tahun)
28	ANK-2	Angke	ANK-3	Angke	624,45	23,08
29	ANK-3	Angke	CLW2-4	Ciliwung	4,977,20	124,71
30	ANK-3	Angke	GRL-6	Grogol	5,316,53	0,00
31	SKR-1	Sekertaris	SKR-2	Sekertaris	3,959,35	0,00
32	SKR-2	Sekertaris	SKR-4	Sekertaris	3,705,76	0,00
33	SKR-2	Sekertaris	SKR-3	Sekertaris	2,825,32	4,73
34	SKR-3	Sekertaris	SKR-4	Sekertaris	2,267,64	0,20
35	SKR-4	Sekertaris	ANK-3	Angke	470,37	0,75
36	SPK-1	Sepak	SPK-3	Sepak	11,217,41	0,39
37	SPK-2	Sepak	SPK-3	Sepak	3,429,23	18,57
38	SPK-3	Sepak	CKR-1	Cengkareng	492,45	10,31
39	MKV-1	Mookervart	MKV-2	Mookervart	1,291,07	0,33
40	MKV-2	Mookervart	MKV-3	Mookervart	1,185,54	10,36
41	MKV-3	Mookervart	MKV-4	Mookervart	1,684,40	41,33
42	MKV-4	Mookervart	MKV-5	Mookervart	1,332,04	17,46
43	MKV-5	Mookervart	CKR-2	Cengkareng	6,761,24	0,75
44	GRL-1	Grogol	GRL-2	Grogol	6,684,10	4,00
45	GRL-2	Grogol	GRL-4	Grogol	7,539,54	0,00
46	GRL-2	Grogol	PSG-2	Pesanggrahan	2,920,67	39,37
47	GRL-3	Grogol	GRL-4	Grogol	161,41	48,82
48	GRL-4	Grogol	GRL-5	Grogol	5,862,19	0,00
49	GRL-4	Grogol	SKR-3	Sekertaris	5,343,81	0,00
50	GRL-5	Grogol	GRL-6	Grogol	4,318,50	1,95
51	STR-1	Sunter	STR-2	Sunter	9,978,40	0,61
52	STR-2	Sunter	STR-3	Sunter	7,036,31	2,43
53	STR-3	Sunter	KNT-1	Kanal Timur	1,622,22	7,24
54	STR-4	Sunter	STR-6	Sunter	2,495,85	0,00
55	STR-5	Sunter	STR-6	Sunter	2,413,27	0,00
56	STR-6	Sunter	STR-7	Sunter	5,110,49	56,23
57	STR-7	Sunter	STR-8	Sunter	4,246,17	11,72
58	KRT-1	Krukut	KRT-2	Krukut	1,927,96	12,38
59	KRT-2	Krukut	KRT-3	Krukut	2,626,13	0,00
60	KRT-3	Krukut	KRT-4	Krukut	5,845,46	11,88
61	KRT-4	Krukut	KRT-5	Krukut	4,691,31	1,02
62	KRT-5	Krukut	CLW2-3	Ciliwung	275,30	544,00
63	CKR-1	Cengkareng	CKR-2	Cengkareng	5,679,49	7,33
64	BRN-1	Buaran	KNT-2	Kanal Timur	4,349,62	1,30
65	BRN-2	Buaran	BRN-3	Buaran	1,771,51	7,54
66	BRN-3	Buaran	BRN-4	Buaran	2,483,28	5,47
67	BRN-4	Buaran	CKG-3	Cakung	439,01	10,16
68	BRN-5	Buaran	CKG-3	Cakung	1,127,06	39,38
69	PTK-1	Petukangan	BRN-5	Buaran	3,166,85	10,00
70	JTK-1	Jati Kramat	JTK-2	Jati Kramat	2,284,39	0,00
71	JTK-2	Jati Kramat	KNT-2	Kanal Timur	2,189,56	442,51
72	KLB-1	Kalibaru Barat	KLB-2	Kalibaru Barat	483,31	4,43

No	Titik A	Sungai	Titik B	Sungai	Jarak (m)	Nilai Pendugaan (mm/tahun)
73	KLB-1	Kalibaru Barat	MPG-3	Mampang	7,399,46	0,13
74	KLB-2	Kalibaru Barat	KLB-3	Kalibaru Barat	4,474,61	1,94
75	KLB-3	Kalibaru Barat	KLB-4	Kalibaru Barat	2,961,03	2,54
76	KLB-4	Kalibaru Barat	KLB-5	Kalibaru Barat	3,959,18	0,28
77	KLB-5	Kalibaru Barat	KLB-6	Kalibaru Barat	4,201,49	16,02
78	KLB-6	Kalibaru Barat	CLW2-1	Ciliwung	1,791,64	0,43
79	KLT-1	Kalibaru Timur	KLT-2	Kalibaru Timur	5,683,20	0,00
80	KLT-2	Kalibaru Timur	KLT-3	Kalibaru Timur	2,405,11	94,59
81	KLT-3	Kalibaru Timur	KLT-4	Kalibaru Timur	3,920,50	37,93
82	KLT-4	Kalibaru Timur	KLT-5	Kalibaru Timur	2,859,33	38,21
83	KLT-5	Kalibaru Timur	KLT-6	Kalibaru Timur	2,707,50	53,15
84	KLT-5	Kalibaru Timur	KLT-10	Kalibaru Timur	13,279,26	0,19
85	KLT-5	Kalibaru Timur	STR-7	Sunter	9,187,58	27,82
86	KLT-6	Kalibaru Timur	KLT-7	Kalibaru Timur	7,293,63	16,18
87	KLT-7	Kalibaru Timur	KLT-9	Kalibaru Timur	1,588,75	26,32
88	KLT-8	Kalibaru Timur	KLT-9	Kalibaru Timur	1,600,90	10,92
89	KLT-9	Kalibaru Timur	KLT-10	Kalibaru Timur	4,221,74	0,87
90	KNT-1	Kanal Timur	KNT-2	Kanal Timur	6,270,82	84,90
91	KNT-1	Kanal Timur	BRN-2	Buaran	4,550,84	0,00
92	KNT-2	Kanal Timur	KNT-3	Kanal Timur	20,470,70	3,15
93	CKG-1	Cakung	CKG-2	Cakung	3,278,93	1,05
94	CKG-2	Cakung	CKG-3	Cakung	942,88	0,00
95	CKG-2	Cakung	BRN-5	Buaran	1,479,61	0,00
96	CKG-3	Cakung	CKG-4	Cakung	3,066,69	0,72
97	CKG-3	Cakung	CKG-5	Cakung	5,579,36	21,77
98	CKG-4	Cakung	CKG-7	Cakung	6,515,90	0,00
99	CKG-5	Cakung	CKG-6	Cakung	4,868,55	0,66
100	CKG-6	Cakung	CKG-7	Cakung	1,407,52	3,65
101	CDG-1	Cideng	CDG-2	Cideng	488,47	209,37
102	CDG-2	Cideng	CDG-3	Cideng	3,181,13	1,73
103	CDG-3	Cideng	CLW2-2	Ciliwung	5,468,44	0,28
104	CDG-4	Cideng	CDG-5	Cideng	4,394,98	0,00
105	CDG-5	Cideng	CDG-6	Cideng	2,774,91	12,19
106	CDG-6	Cideng	CDG-7	Cideng	2,539,67	27,18
107	MPG-1	Mampang	MPG-2	Mampang	1,645,28	0,00
108	MPG-2	Mampang	MPG-4	Mampang	4,121,39	0,00
109	MPG-3	Mampang	MPG-4	Mampang	3,440,71	0,00
110	MPG-4	Mampang	MPG-5	Mampang	535,32	295,22
111	MPG-5	Mampang	MPG-6	Mampang	2,522,82	29,01
112	MPG-6	Mampang	KRT-5	Krukut	5,250,42	1,80
113	TRB-1	Tarum Barat	TRB-2	Tarum Barat	6,315,22	299,33
114	TRB-2	Tarum Barat	TRB-3	Tarum Barat	1,986,61	0,00
115	TRB-3	Tarum Barat	CLW1-5	Ciliwung	2,761,79	225,04
116	KML-1	Kamal	KML-2	Kamal	7,856,99	0,00
117	KML-1	Kamal	CKR-2	Cengkareng	9,952,58	5,26

No	Titik A	Sungai	Titik B	Sungai	Jarak (m)	Nilai Pendugaan (mm/tahun)
118	KML-2	Kamal	KML-3	Kamal	2,989,16	0,00
119	PSG-1	Pesanggrahan	PSG-2	Pesanggrahan	6,666,19	21,37
120	PSG-2	Pesanggrahan	PSG-3	Pesanggrahan	6,262,43	2,52
121	PSG-3	Pesanggrahan	PSG-4	Pesanggrahan	1,157,19	62,62
122	PSG-4	Pesanggrahan	PSG-5	Pesanggrahan	5,536,91	4,43
123	PSG-5	Pesanggrahan	CKR-1	Cengkareng	849,57	31,48
124	BLC-1	Blencong	KNT-3	Kanal Timur	2,675,13	3,36

3.7. Rekomendasi Spasial Sub-DAS/DTA/Segmen-Segmen Sungai Prioritas untuk Pengelolaan dan Perbaikan Kualitas Air Sungai

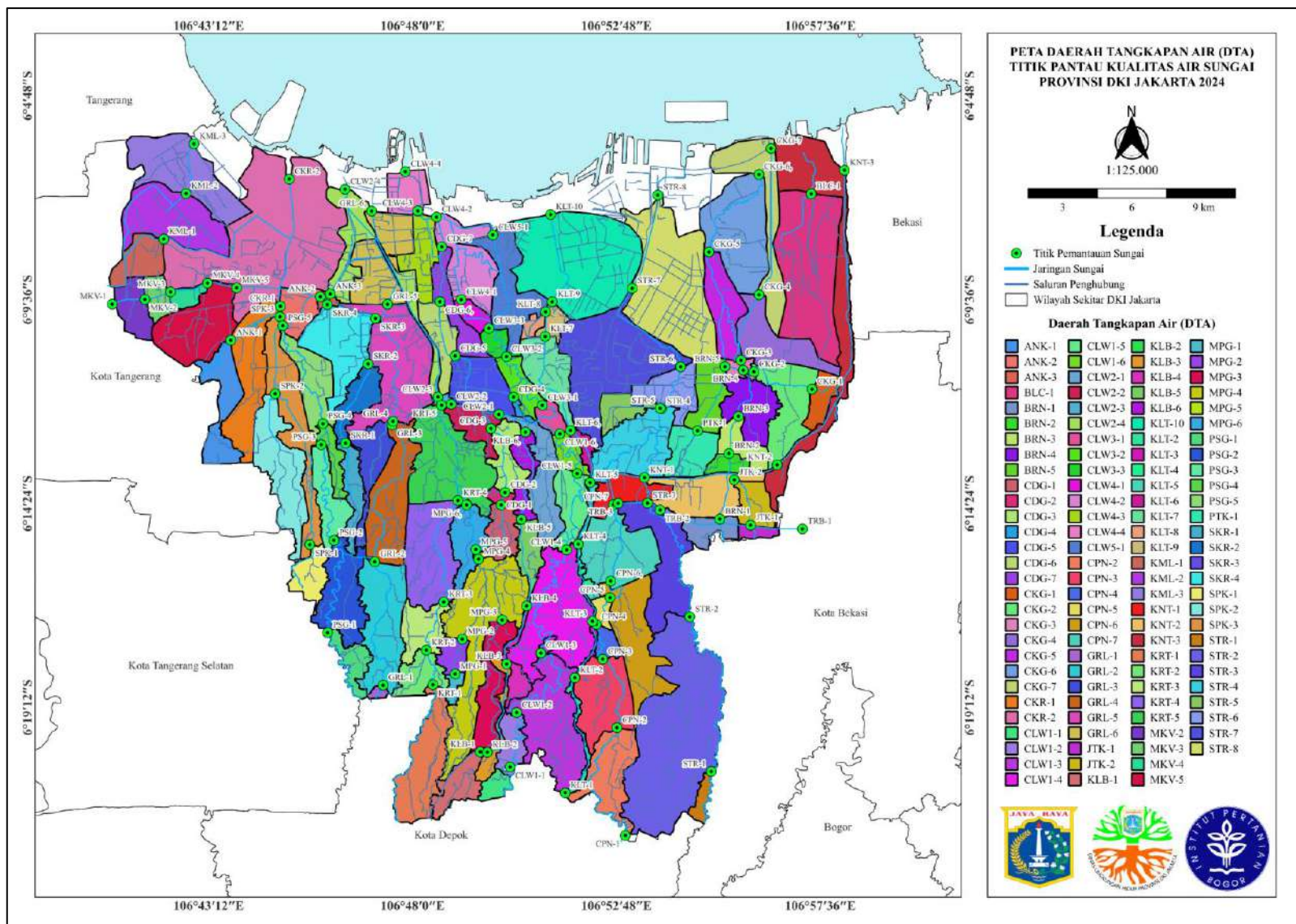
Kondisi sungai sangat berkaitan dengan kondisi lingkungan sekitarnya, karena penggunaan ruang di sekitar sungai berperan sebagai sumber pencemar ke dalam sungai. Sumber-sumber pencemar ini dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu sumber pencemaran *point source* dan sumber pencemar *non-point source*. Sumber pencemar *non-point source* dapat diketahui berdasarkan penggunaan lahan yang ada dalam daerah tangkapan air (DTA) titik pemantauan. Penggunaan lahan pemukiman dapat dikelompokkan sebagai sumber pencemaran *non-point source*, sedangkan pasar, perkantoran, industri, dan sebagainya dapat dikelompokkan sebagai sumber pencemar *point source*.

Tahap awal yang dilakukan sebelum analisis/evaluasi spasial kondisi lingkungan sekitar titik pemantauan adalah mengestimasi atau melakukan delineasi daerah tangkapan air (DTA). Proses delineasi DTA berbasis pada peta dasar topografi atau *digital elevation model* (DEM) dan peta jaringan sungai & saluran drainase yang tersedia. Proses pembuatan atau delineasi DTA telah selesai dilakukan pada tahun 2022 dan menghasilkan sebanyak 116 DTA dari 120 titik pemantauan yang ada di Provinsi DKI Jakarta (DLH DKI Jakarta 2022). Pada tahun 2023, dilakukan perbaikan-perbaikan pada bentuk DTA yang telah dihasilkan sebelumnya (DLH DKI Jakarta 2023). Pada tahun 2024, kembali dilakukan peninjauan dan delineasi ulang menggunakan informasi tambahan saluran drainase mikro dan hasil observasi lapangan. Berdasarkan proses delineasi ulang tersebut, dihasilkan sebanyak 114 DTA saja dari total 120 titik pemantauan karena 3 titik pemantauan lainnya terletak di luar wilayah DKI Jakarta (secara administratif) dan 3 titik pemantauan sisanya merupakan aliran sungai Tarum Barat yang tidak memiliki daerah tangkapan air (hanya meneruskan aliran dari Kalimantan). Informasi luasan dan gambaran visual 114 DTA pada masing-masing titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta dapat dilihat pada **Tabel 3.11** dan **Gambar 3.161**.

Secara paralel, dilakukan pula analisis skoring dan tabulasi untuk menyusun rekomendasi spasial sub-DAS/DTA/segmen-segmen sungai yang menjadi prioritas pengelolaan dan perbaikan kualitas air sungai. Hal ini dilakukan dengan menganalisis **perubahan kualitas air beberapa parameter kunci dari hulu ke hilir** berdasarkan hasil pemantauan dengan menggunakan aturan matematis baku dan **kondisi beban pencemaran** untuk mendapatkan **status prioritas dan tindakan pengelolaan** yang seharusnya dilakukan pada masing-masing daerah tangkapan air (DTA) sungai.

Tabel 3.11. Luas daerah tangkapan air (DTA) pada masing-masing titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta.

No	Titik Pemantauan	Luas DTA (ha)	No	Titik Pemantauan	Luas DTA (ha)	No	Titik Pemantauan	Luas DTA (ha)
1	CLW1-1	124,31	44	GRL-6	787,02	87	CKG-2	704,76
2	CLW1-2	255,16	45	STR-1	109,30	88	CKG-3	92,99
3	CLW1-3	1162,66	46	STR-2	2646,30	89	CKG-4	625,11
4	CLW1-4	1248,23	47	STR-3	833,88	90	CKG-5	526,63
5	CLW1-5	404,52	48	STR-4	819,27	91	CKG-6	1097,11
6	CLW1-6	180,70	49	STR-5	234,07	92	CKG-7	790,26
7	CLW2-1	563,50	50	STR-6	440,25	93	CDG-1	284,84
8	CLW2-2	292,38	51	STR-7	1612,24	94	CDG-2	62,17
9	CLW2-3	33,09	52	STR-8	1809,61	95	CDG-3	330,09
10	CLW2-4	721,35	53	KRT-1	800,09	96	CDG-4	34,21
11	CLW3-1	135,97	54	KRT-2	306,57	97	CDG-5	547,24
12	CLW3-2	262,53	55	KRT-3	389,78	98	CDG-6	345,62
13	CLW3-3	139,60	56	KRT-4	931,31	99	CDG-7	362,99
14	CLW4-1	138,37	57	KRT-5	1189,69	100	MPG-1	75,94
15	CLW4-2	698,10	58	CKR-1	831,84	101	MPG-2	177,55
16	CLW4-3	387,84	59	CKR-2	3051,21	102	MPG-3	536,46
17	CLW4-4	308,90	60	BRN-1	260,78	103	MPG-4	1451,06
18	CLW5-1	716,87	61	BRN-2	135,15	104	MPG-5	18,64
19	CPN-2	654,55	62	BRN-3	265,03	105	MPG-6	403,08
20	CPN-3	759,25	63	BRN-4	507,70	106	KML-1	356,15
21	CPN-4	126,51	64	BRN-5	423,22	107	KML-2	933,80
22	CPN-5	94,53	65	PTK-1	409,06	108	KML-3	974,51
23	CPN-6	856,94	66	JTK-1	88,08	109	PSG-1	237,01
24	CPN-7	868,77	67	JTK-2	280,62	110	PSG-2	706,98
25	ANK-1	535,66	68	KLB-1	326,35	111	PSG-3	412,50
26	ANK-2	288,77	69	KLB-2	9,35	112	PSG-4	195,35
27	ANK-3	44,84	70	KLB-3	194,60	113	PSG-5	498,30
28	SKR-1	303,78	71	KLB-4	181,25	114	BLC-1	1672,85
29	SKR-2	351,54	72	KLB-5	257,53			
30	SKR-3	6,56	73	KLB-6	256,61			
31	SKR-4	794,34	74	KLT-2	101,83			
32	SPK-1	285,24	75	KLT-3	32,99			
33	SPK-2	843,19	76	KLT-4	59,79			
34	SPK-3	854,32	77	KLT-5	68,28			
35	MKV-2	313,59	78	KLT-6	100,45			
36	MKV-3	187,04	79	KLT-7	534,92			
37	MKV-4	120,33	80	KLT-8	76,39			
38	MKV-5	831,83	81	KLT-9	129,64			
39	GRL-1	37,30	82	KLT-10	2017,61			
40	GRL-2	941,29	83	KNT-1	357,52			
41	GRL-3	402,18	84	KNT-2	647,00			
42	GRL-4	893,18	85	KNT-3	1401,60			
43	GRL-5	1248,83	86	CKG-1	218,46			



Gambar 3.161. Daerah tangkapan air (DTA) pada masing-masing titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta.

Analisis skoring dan tabulasi dilakukan pada setiap DTA dengan mengetahui alokasi beban pencemaran terhadap perubahan kualitas air berdasarkan konsentrasi yang terukur dari parameter pencemar perairan yaitu BOD, COD, dan TSS. Perubahan kualitas air dari hulu ke hilir seyogyanya akan selaras dengan besarnya beban pencemaran *point source* dan *non-point source* dari DTA tersebut. Pada analisis perubahan kualitas air hulu ke hilir (PHH), dilakukan pengkelasan untuk selisih nilai Ci/Li dari parameter pencemar (BOD, COD, dan TSS) antara hulu dengan hilir. Data-data pendukung yang diperlukan untuk menganalisis alokasi beban pencemaran berupa jumlah penduduk, jumlah unit kegiatan usaha mikro kecil dan menengah (UMKM), besaran debit pembuangan limbah cair yang berizin, dan nilai baku mutu air limbah untuk parameter BOD, COD, dan TSS berdasarkan PermenLHK No 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Data-data pendukung tersebut kemudian dilakukan *pivot table* agar menghasilkan jumlah atau besaran spesifik pada DTA masing-masing. Nilai beban pencemaran (BP) *point source* dan *non-point source* dari setiap DTA kemudian dikelaskan menjadi 5 (lima) kelas dengan batas nilai untuk setiap kelas adalah baku mutu kualitas air menurut PP Nomor 22 Tahun 2021 (Lampiran VI).

Berdasarkan kondisi perubahan kualitas air hulu ke hilir (PHH, **Tabel 2.15**) dan beban pencemaran (BP, **Tabel 2.16**) *point source* dan *non-point source* dari setiap DTA, terdapat **tujuh (7) status prioritas** pengelolaan DTA sungai, yaitu:

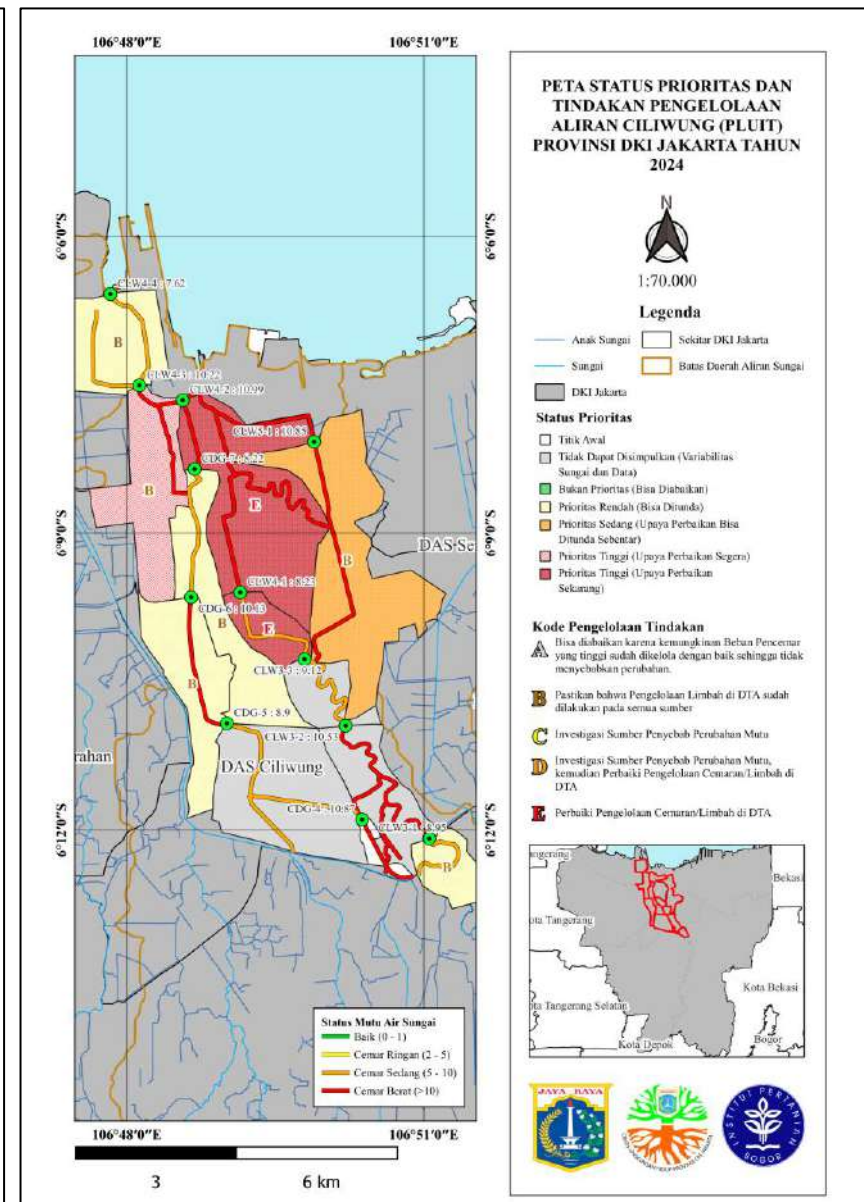
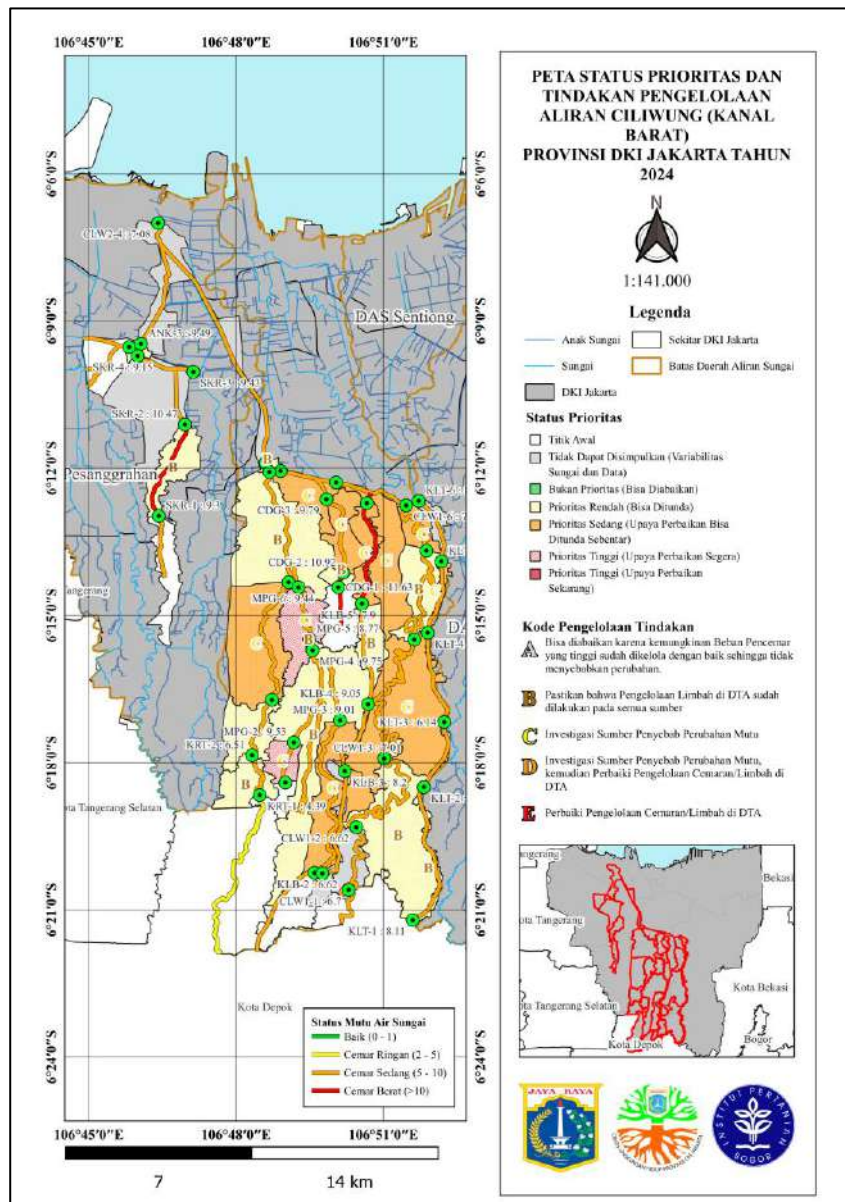
1. **Titik awal**, yaitu titik pemantauan yang tidak memiliki DTA karena merupakan titik perbatasan dengan kabupaten/kota lain
2. **Tidak dapat disimpulkan (variabilitas sungai dan data)**, yaitu DTA yang memiliki perubahan kualitas air hulu ke hilir yang positif (nilai PHH positif (+) atau kelas 0 PHH, sehingga kualitas air di hilir lebih baik daripada kualitas air di hulu) pada semua kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut
3. **Bukan prioritas (bisa diabaikan)**, yaitu DTA tidak mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir (nilai PHH bernilai nol (0) atau kelas 1 PHH) pada semua kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut
4. **Prioritas rendah (upaya perbaikan bisa ditunda)**, yaitu DTA mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang rendah (kelas 2 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) sebesar 1-3
5. **Prioritas sedang (upaya perbaikan bisa ditunda sebentar)**, yaitu DTA mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang rendah (kelas 2 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) sebesar 4 atau perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang sedang (kelas 3 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) 1-3
6. **Prioritas tinggi (upaya perbaikan segera)**, yaitu DTA mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang rendah (kelas 2 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) sebesar 5 atau perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang sedang (kelas 3 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) sebesar 4 atau perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang tinggi (kelas 4 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) sebesar 1-3
7. **Prioritas tinggi (upaya perbaikan sekarang)**, yaitu DTA mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang sangat tinggi (kelas 5 PHH) pada semua kelas beban pencemaran (BP) atau perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang tinggi (kelas 4 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) sebesar 4-5 atau perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang sedang (kelas 3 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) sebesar 5.

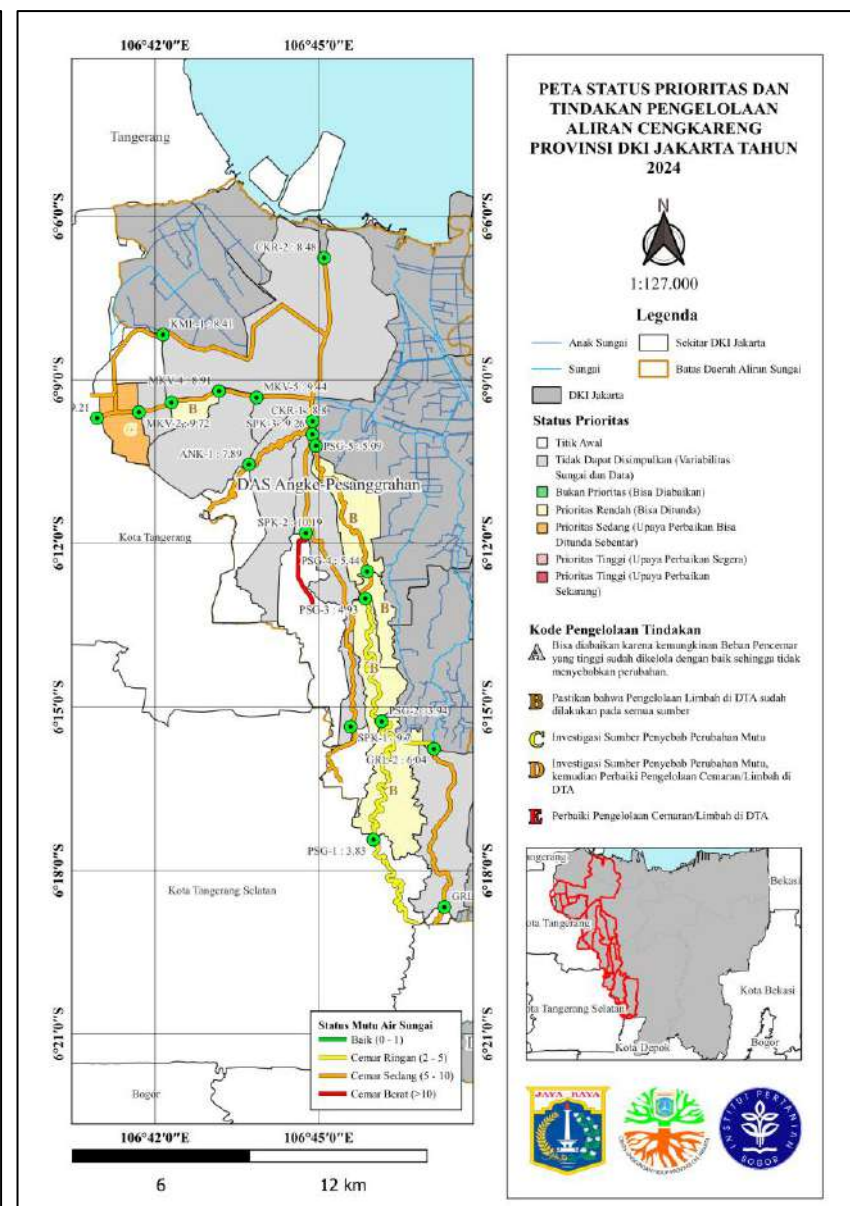
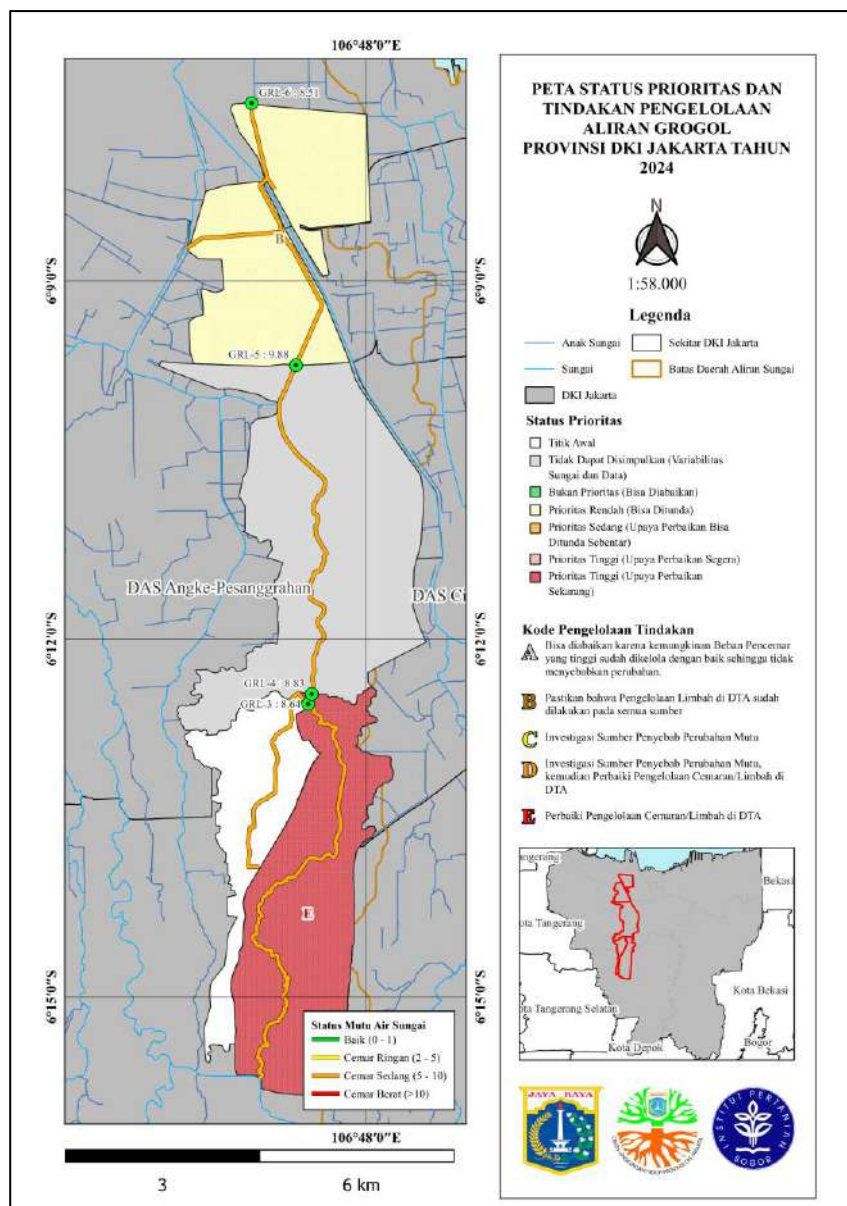
Selain itu, dari sisi tindakan pengelolaan yang perlu dilakukan dalam rangka menjaga atau memperbaiki kualitas air sungai, terdapat **5 (lima) jenis tindakan pengelolaan DTA** sungai yang dapat dilakukan, yaitu:

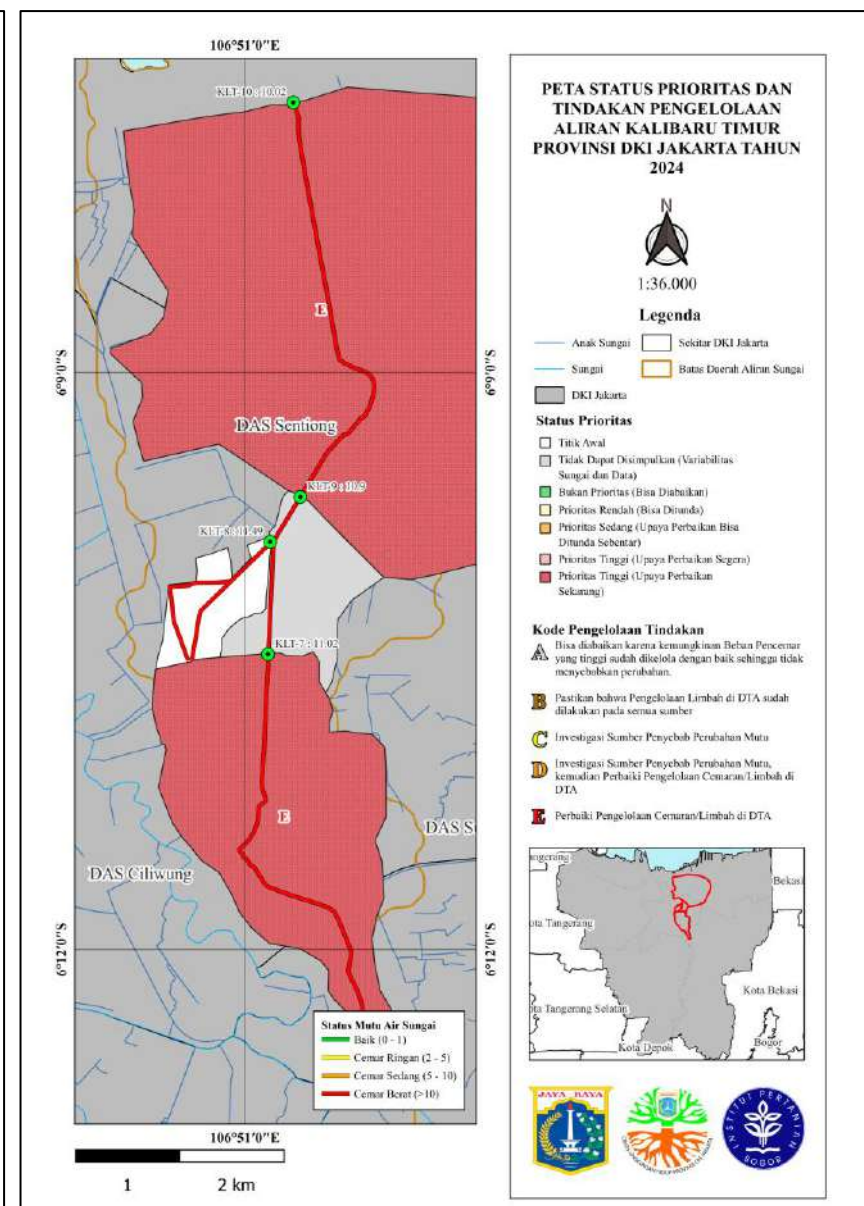
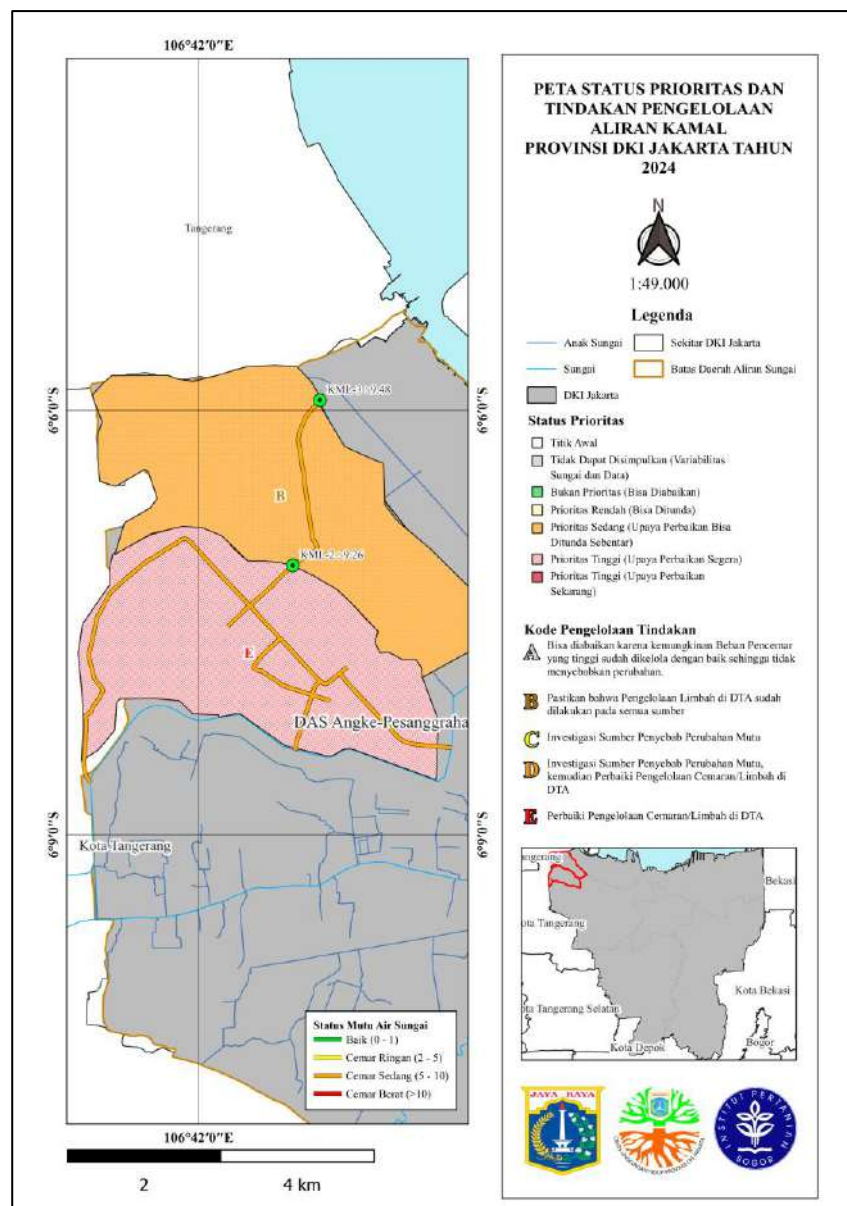
- A. **Bisa diabaikan, karena kemungkinan beban pencemar yang tinggi sudah dikelola dengan baik sehingga tidak menyebabkan perubahan**, DTA tidak mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir (nilai PHH bernilai nol (0) atau kelas 1 PHH) pada semua kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut
- B. **Pastikan bahwa pengelolaan limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber**, yaitu DTA mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang rendah (kelas 2 PHH) pada semua kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut
- C. **Investigasi sumber penyebab perubahan mutu**, yaitu DTA mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang sedang hingga sangat tinggi (kelas 3-5 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut sebesar 1-2
- D. **Investigasi sumber penyebab perubahan mutu, kemudian perbaiki pengelolaan cemaran/limbah di DTA**, DTA mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang tinggi hingga sangat tinggi (kelas 4-5 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut sebesar 3
- E. **Perbaiki pengelolaan cemaran/limbah di DTA**, yaitu DTA mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir negatif yang sedang hingga sangat tinggi (kelas 3-5 PHH) dengan kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut sebesar 4-5.

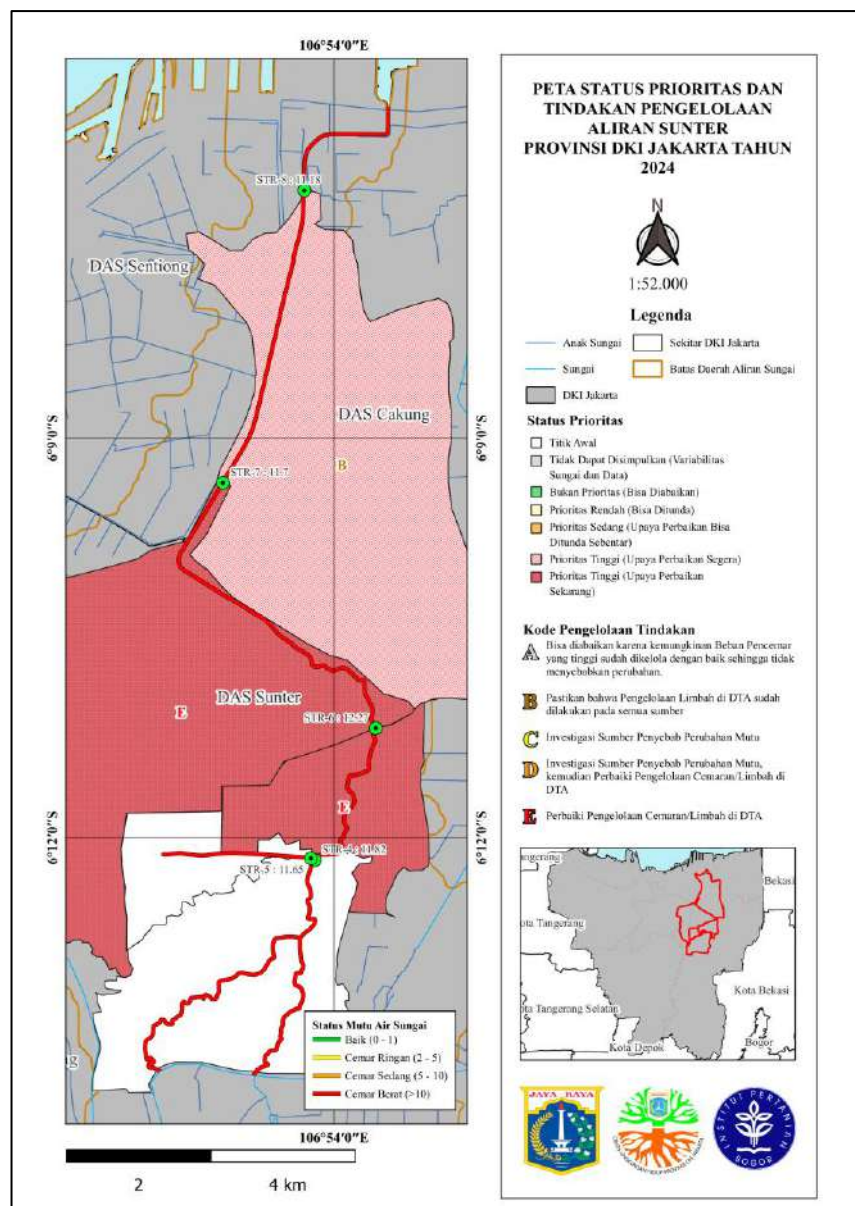
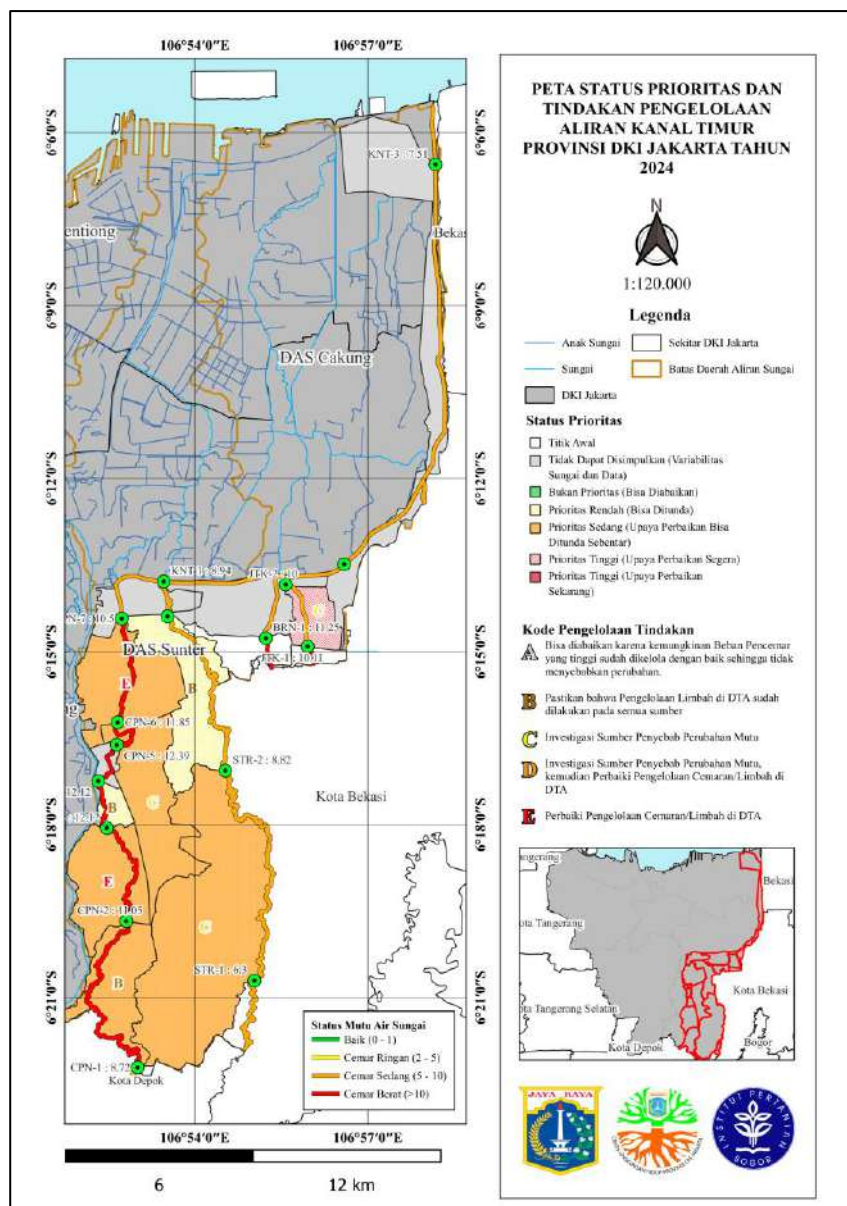
Status prioritas dan tindakan pengelolaan pada setiap DTA sungai divisualisasikan di dalam peta dalam tampilan warna yang berbeda-beda sesuai dengan warna yang ditampilkan pada tabel aturan baku (**Tabel 2.17**). Dengan demikian, peta sebaran status prioritas dan tindakan pengelolaan DTA dapat menjadi lebih informatif dan memudahkan sebagai basis rekomendasi spasial sub-DAS/DTA/segmen-segmen sungai yang menjadi prioritas pengelolaan dan perbaikan kualitas air sungai tahun 2024. Penyajian peta pada subbab ini juga divisualisasikan ke dalam kerangka 11 peta spasial mengikuti pembuatan peta sebaran spasial kondisi status mutu air sungai pada subbab **3.2.2. Penyajian Spasial Status Mutu Air Sungai dan Gambar 3.6**, meliputi; (1) Ciliwung (Kanal Barat); (2) Ciliwung (Pluit); (3) Grogol; (4) Cengkareng; (5) Kamal; (6) Kalibaru Timur; (7) Kanal Timur; (8) Sunter; (9) Cakung; (10) Blencong; dan (11) Tarum Barat.

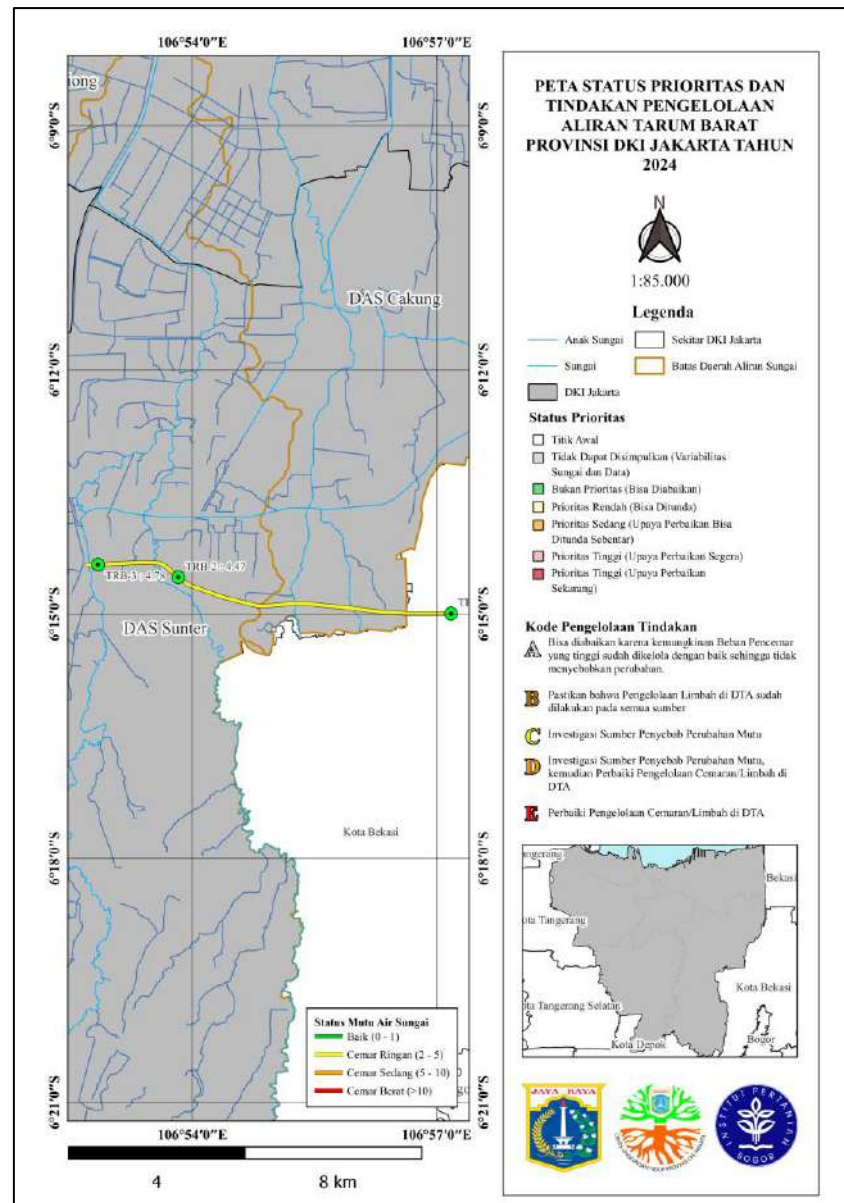
Rekomendasi spasial sub-DAS/DTA/segmen-segmen sungai prioritas pengelolaan dan perbaikan kualitas air sungai tahun 2024 yang berasal dari hasil analisis status prioritas dan tindakan pengelolaan DTA sungai pada 114 DTA sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024 (**Tabel 3.12**) tersaji pada **Gambar 3.162**. Pada deretan peta tersebut (**Gambar 3.162**), dapat diketahui lokasi-lokasi sub-DAS/DTA/segmen-segmen sungai paling prioritas sebagai rekomendasi pengelolaan dan perbaikan kualitas air sungai diantaranya DTA titik pemantauan di aliran Sungai Ciliwung (Pluit) (CLW4-1 dan CLW4-2), Grogol (GRL-4), Kalibaru Timur (KLT-7 dan KLT-10), Sunter (STR-6 dan STR-7), dan Cakung (BRN-5 dan CKG-7). Apabila ditinjau pada peta keseluruhan DKI Jakarta, lokasi-lokasi prioritas pengelolaan dan perbaikan kualitas air sungai tahun 2024 ini banyak tersebar di wilayah Jakarta Utara dan Timur. Hal ini sangat beralasan mengingat area tersebut merupakan area “Hilir” sungai dan dipadati oleh aktivitas antropogenik di sekitarnya seperti pemukiman, industri, atau pergudangan yang bahkan sampai mengakuisisi sisi kiri dan kanan sempadan sungainya (**Lampiran 15**). Teramati pula bahwa kondisi air pada lokasi-lokasi tersebut cenderung memiliki kecepatan aliran yang rendah, berwarna hitam, dan berbau (subbab **3.4.1. Hidrologi dan Fisik Air Sungai**).

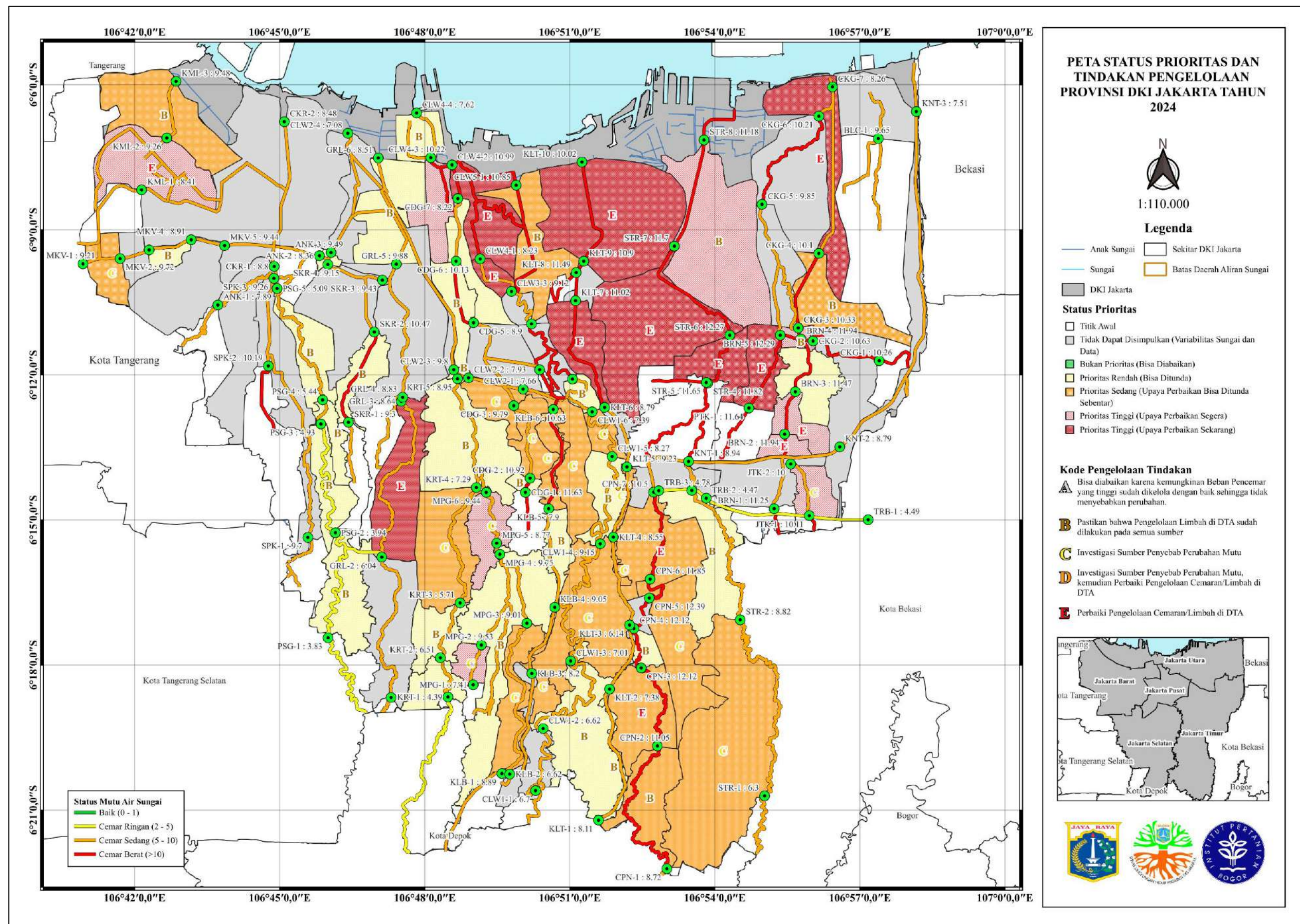












Gambar 3.162. Status prioritas dan tindakan pengelolaan pada masing-masing daerah tangkapan air (DTA) sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

Tabel 3.12. Tabulasi hasil analisis status prioritas dan tindakan pengelolaan pada masing-masing daerah tangkapan air (DTA) sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

DAS	Sungai	Kode Titik Sampling	Nama Sungai	Kategori	Saran Pengelolaan	Tindakan	Kode Tindakan	Parameter Pencemar yang Harus Dikelola	
DAS Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	CLW1-1	Ciliwung	-	Titik Awal	-	-	-	-
		CLW1-2	Ciliwung	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		CLW1-3	Ciliwung	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	BOD	-
		CLW1-4	Ciliwung	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Investigasi Sumber Penyebab Perubahan Mutu	C	BOD	COD
		CLW1-5	Ciliwung	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	TSS	-
		CLW1-6	Ciliwung	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Investigasi Sumber Penyebab Perubahan Mutu	C	BOD	COD
	Ciliwung-Kanal Barat	CLW2-1	Ciliwung	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Investigasi Sumber Penyebab Perubahan Mutu	C	TSS	-
		CLW2-2	Ciliwung	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Investigasi Sumber Penyebab Perubahan Mutu	C	TSS	-
		CLW2-3	Ciliwung	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	BOD	-
	Ciliwung Manggarai-Istiqlal	CLW3-1	Ciliwung	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	COD	-
		CLW3-2	Ciliwung	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		CLW3-3	Ciliwung	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
	Istiqlal-Gajahmada	CLW4-1	Ciliwung	5	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Sekarang)	Perbaiki Pengelolaan Cemar/Limbah di DTA	E	BOD	-
		CLW4-2	Ciliwung	5	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Sekarang)	Perbaiki Pengelolaan Cemar/Limbah di DTA	E	BOD	-
		CLW4-3	Ciliwung	4	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Segera)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	BOD	-
		CLW4-4	Ciliwung	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	TSS	-
	Istiqlal-Gunung Sahari	CLW5-1	Ciliwung	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	BOD	COD
	Krukut	KRT-1	Krukut	-	Titik Awal	-	-	-	-
		KRT-2	Krukut	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	BOD	-
		KRT-3	Krukut	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	BOD	-
		KRT-4	Krukut	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Investigasi Sumber Penyebab Perubahan Mutu	C	BOD	COD
		KRT-5	Krukut	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	TSS	-
	Kalibaru Barat	KLB-1	Kalibaru Barat	-	Titik Awal	-	-	-	-
		KLB-2	Kalibaru Barat	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		KLB-3	Kalibaru Barat	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		KLB-4	Kalibaru Barat	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Investigasi Sumber Penyebab Perubahan Mutu	C	BOD	TSS
		KLB-5	Kalibaru Barat	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	TSS	-
		KLB-6	Kalibaru Barat	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Investigasi Sumber Penyebab Perubahan Mutu	C	BOD	-
	Kalibaru Timur	KLT-1	Kalibaru Timur	-	Titik Awal	-	-	-	-
		KLT-2	Kalibaru Timur	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	BOD	-
		KLT-5	Kalibaru Timur	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Investigasi Sumber Penyebab Perubahan Mutu	C	TSS	-
	Cideng	CDG-1	Cideng	-	Titik Awal	-	-	-	-
		CDG-2	Cideng	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	BOD	-
		CDG-3	Cideng	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Investigasi Sumber Penyebab Perubahan Mutu	C	BOD	-
		CDG-4	Cideng	-	Titik Awal	-	-	-	-
		CDG-5	Cideng	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		CDG-6	Cideng	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	COD	-
		CDG-7	Cideng	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	TSS	-
	Mampang	MPG-1	Mampang	-	Titik Awal	-	-	-	-
		MPG-2	Mampang	4	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Segera)	Investigasi Sumber Penyebab Perubahan Mutu	C	BOD	COD
		MPG-3	Mampang	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Investigasi Sumber Penyebab Perubahan Mutu	C	BOD	COD
		MPG-4	Mampang	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	TSS	-
		MPG-5	Mampang	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	COD	-
		MPG-6	Mampang	4	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Segera)	Investigasi Sumber Penyebab Perubahan Mutu	C	BOD	COD

DAS	Sungai	Kode Titik Sampling	Nama Sungai	Kategori	Saran Pengelolaan	Tindakan	Kode Tindakan	Parameter Pencemar yang Harus Dikelola	
DAS Sunter	Cipinang	CPN-1	Cipinang	-	Titik Awal	-	-	-	-
		CPN-2	Cipinang	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	BOD	TSS
		CPN-3	Cipinang	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Perbaiki Pengelolaan Cemar/Limbah di DTA	E	BOD	TSS
		CPN-4	Cipinang	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	TSS	-
		CPN-5	Cipinang	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		CPN-6	Cipinang	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Investigasi Sumber Penyebab Perubahan Mutu	C	BOD	-
		CPN-7	Cipinang	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Perbaiki Pengelolaan Cemar/Limbah di DTA	E	BOD	COD
	Sunter	STR-1	Sunter	-	Titik Awal	-	-	-	-
		STR-2	Sunter	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Investigasi Sumber Penyebab Perubahan Mutu	C	BOD	-
		STR-3	Sunter	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	TSS	-
		STR-4	Sunter	-	Titik Awal	-	-	-	-
		STR-5	Sunter	-	Titik Awal	-	-	-	-
		STR-6	Sunter	5	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Sekarang)	Perbaiki Pengelolaan Cemar/Limbah di DTA	E	BOD	TSS
		STR-7	Sunter	5	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Sekarang)	Perbaiki Pengelolaan Cemar/Limbah di DTA	E	BOD	-
		STR-8	Sunter	4	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Segera)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	BOD	-
	Kalibaru Timur	PTK-1	Petukanan	-	Titik Awal	-	-	-	-
		KLT-3	Kalibaru Timur	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		KLT-4	Kalibaru Timur	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Investigasi Sumber Penyebab Perubahan Mutu	C	BOD	TSS
	Tarum Barat	KLT-6	Kalibaru Timur	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		KNT-1	Kanal Timur	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		TRB-2	Tarum Barat	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	TSS	-
		TRB-3	Tarum Barat	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
DAS Angke-Pesanggrahan	Angke	CLW2-4	Ciliwung	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		ANK-1	Angke	-	Titik Awal	-	-	-	-
		ANK-2	Angke	-	Titik Awal	-	-	-	-
		ANK-3	Angke	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	BOD	-
	Sekertaris	SKR-1	Sekertaris	-	Titik Awal	-	-	-	-
		SKR-2	Sekertaris	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	BOD	-
		SKR-3	Sekertaris	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		SKR-4	Sekertaris	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
	Sepak	SPK-1	Sepak	-	Titik Awal	-	-	-	-
		SPK-2	Sepak	-	Titik Awal	-	-	-	-
		SPK-3	Sepak	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
	Mookervart	MKV-1	Mookervart	-	Titik Awal	-	-	-	-
		MKV-2	Mookervart	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Investigasi Sumber Penyebab Perubahan Mutu	C	BOD	-
		MKV-3	Mookervart	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		MKV-4	Mookervart	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	TSS	-
		MKV-5	Mookervart	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
	Grogol	GRL-1	Grogol	-	Titik Awal	-	-	-	-
		GRL-2	Grogol	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		GRL-3	Grogol	-	Titik Awal	-	-	-	-
		GRL-4	Grogol	5	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Sekarang)	Perbaiki Pengelolaan Cemar/Limbah di DTA	E	BOD	-
		GRL-5	Grogol	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		GRL-6	Grogol	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	TSS	-
	Cengkareng	CKR-1	Cengkareng	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		CKR-2	Cengkareng	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
	Kamal	KML-1	Kamal	-	Titik Awal	-	-	-	-
		KML-2	Kamal	4	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Segera)	Perbaiki Pengelolaan Cemar/Limbah di DTA	E	BOD	-

DAS	Sungai	Kode Titik Sampling	Nama Sungai	Kategori	Saran Pengelolaan	Tindakan	Kode Tindakan	Parameter Pencemar yang Harus Dikelola	
	Pesanggrahan	KML-3	Kamal	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	BOD	COD
		PSG-1	Pesanggrahan	-	Titik Awal	-	-	-	-
		PSG-2	Pesanggrahan	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	BOD	-
		PSG-3	Pesanggrahan	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	BOD	-
		PSG-4	Pesanggrahan	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	TSS	-
		PSG-5	Pesanggrahan	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	COD	-
DAS Cakung	Buaran	BRN-1	Buaran	-	Titik Awal	-	-	-	-
		BRN-2	Buaran	4	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Segera)	Perbaiki Pengelolaan Cemar/Limbah di DTA	E	BOD	COD
		BRN-3	Buaran	4	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Segera)	Perbaiki Pengelolaan Cemar/Limbah di DTA	E	BOD	COD
		BRN-4	Buaran	2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	TSS	-
		BRN-5	Buaran	5	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Sekarang)	Perbaiki Pengelolaan Cemar/Limbah di DTA	E	BOD	-
		JTK-1	Jati Kramat	-	Titik Awal	-	-	-	-
	Jati Kramat	JTK-2	Jati Kramat	4	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Segera)	Investigasi Sumber Penyebab Perubahan Mutu	C	TSS	-
		KNT-2	Kanal Timur	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
	Kanal Timur	KNT-3	Kanal Timur	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		CKG-1	Cakung	-	Titik Awal	-	-	-	-
	Cakung	CKG-2	Cakung	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		CKG-3	Cakung	4	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Segera)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	BOD	-
		CKG-4	Cakung	3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)	Pastikan bahwa Pengelolaan Limbah di DTA sudah dilakukan pada semua sumber	B	COD	TSS
		CKG-5	Cakung	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		CKG-6	Cakung	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		CKG-7	Cakung	5	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Sekarang)	Perbaiki Pengelolaan Cemar/Limbah di DTA	E	BOD	-
		TRB-1	Tarum Barat	-	Titik Awal	-	-	-	-
		BLC-1	Blencong	-	Titik Awal	-	-	-	-
DAS Sentiong	Kalibaru Timur	KLT-7	Kalibaru Timur	5	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Sekarang)	Perbaiki Pengelolaan Cemar/Limbah di DTA	E	BOD	-
		KLT-8	Kalibaru Timur	-	Titik Awal	-	-	-	-
		KLT-9	Kalibaru Timur	0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)	-	-	BOD	-
		KLT-10	Kalibaru Timur	5	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Sekarang)	Perbaiki Pengelolaan Cemar/Limbah di DTA	E	BOD	COD

Keterangan:

-	Titik Awal
0	Tidak Dapat Disimpulkan (Variabilitas Sungai & Data)
1	Bukan Prioritas (Bisa Diabaikan)
2	Prioritas Rendah (Bisa Ditunda)
3	Prioritas Sedang (Upaya Perbaikan Bisa Ditunda Sebentar)
4	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Segera)
5	Prioritas Tinggi (Upaya Perbaikan Sekarang)

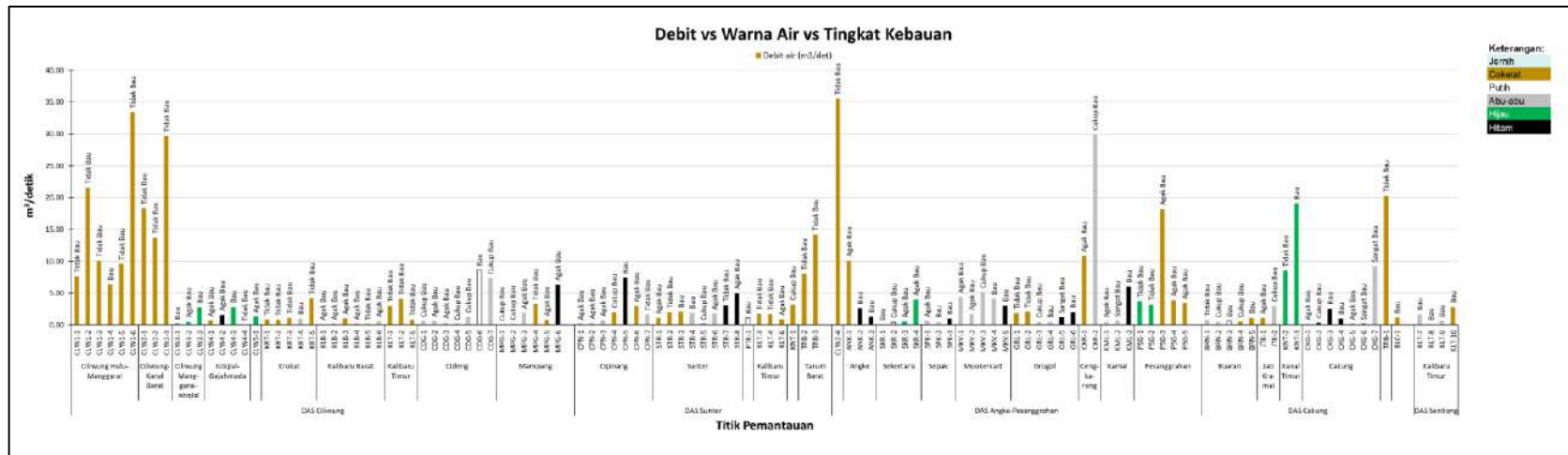
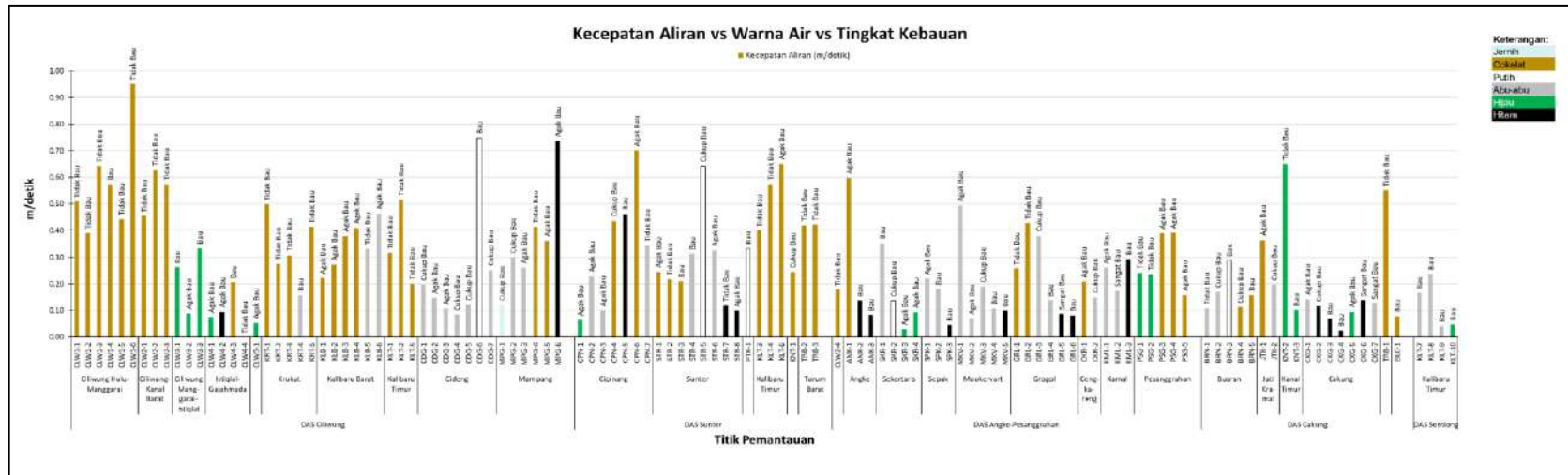
3.8. Evaluasi Keterkaitan Status Mutu Air Sungai dengan Komponen Tingkat Kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA dan Penyusunan Profil Lokasi Pemantauan Sungai

3.8.1. Evaluasi Keterkaitan Status Mutu Air Sungai dengan Parameter Hidrologi & Fisik Sungai

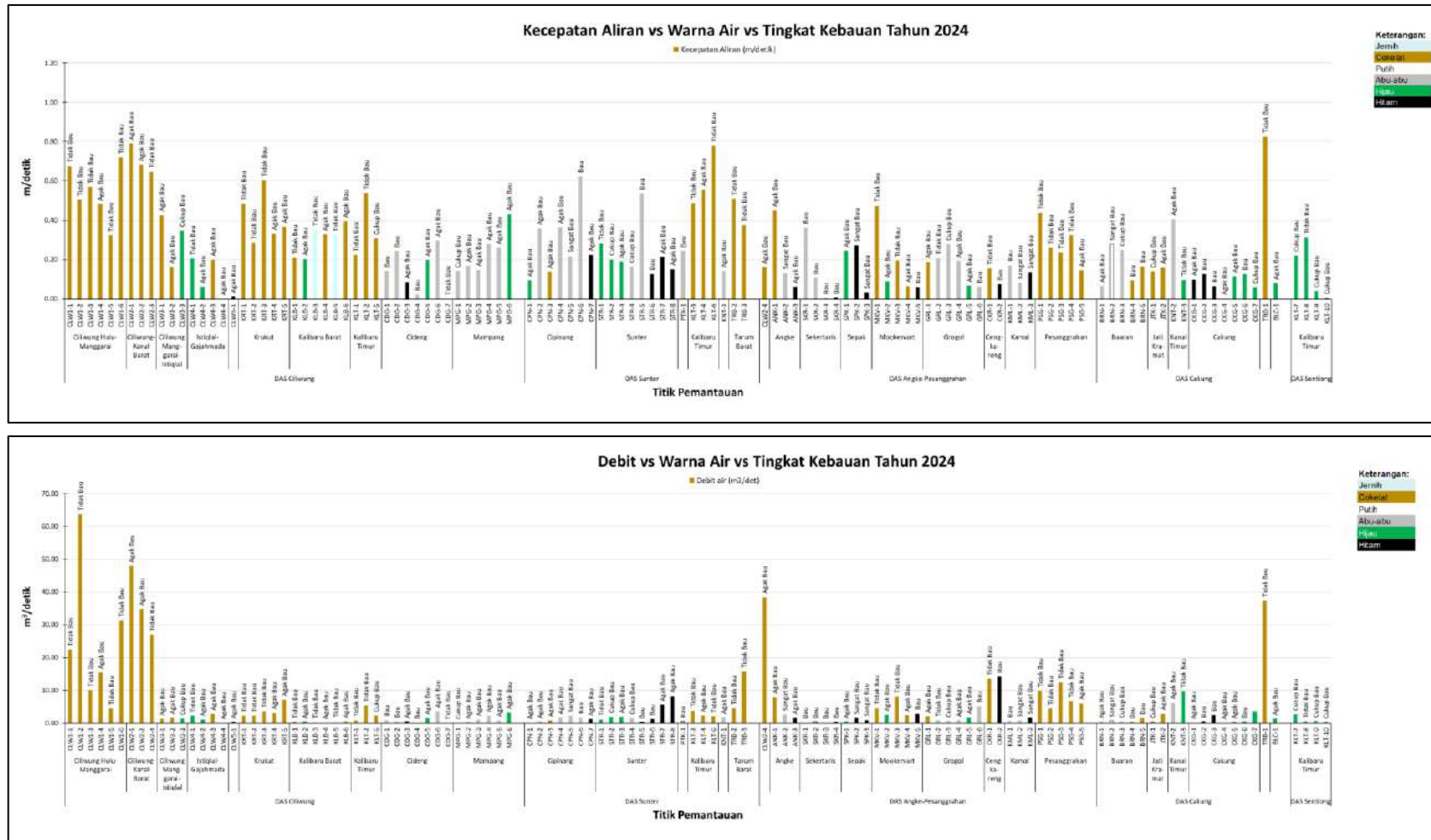
Berdasarkan pengukuran dan pengamatan lapangan (*insitu*) pada saat pemantauan sungai tahun 2022, diduga adanya hubungan antara nilai indeks pencemaran (IP) yang mencerminkan kondisi status mutu air sungai dengan parameter hidrologi dan fisik sungai. Sebelum melangkah pada analisis keterkaitan antara status mutu air dengan parameter hidrologi dan fisik sungai, ditelaah terlebih dahulu hubungan secara internal antar parameter pada kelompok hidrologi dan fisik sungai meliputi parameter kecepatan aliran, debit air, warna tampak air, dan tingkat kebauan sungai. Berdasarkan data pemantauan tahun 2023-2024, dapat dilihat bahwa **kecepatan aliran yang tinggi dan debit air yang besar** cenderung memiliki **warna air cokelat dan tidak bau**, seperti yang ditunjukkan pada ruas sungai Ciliwung Hulu-Manggarai, Krukut, Tarum Barat, dll. (**Gambar 3.163**). Di sisi lain, **kecepatan aliran dan debit air yang rendah** memiliki **warna bervariasi** mulai dari jernih, hijau, cokelat, abu-abu, hitam, hingga putih, serta secara umum **berbau** (**Gambar 3.163**).

Selanjutnya, dibuat grafik keterkaitan berupa *scatter plot* antara nilai indeks pencemaran (IP) dengan masing-masing parameter hidrologi fisik dan sungai (kecepatan aliran, debit air, warna tampak air, dan tingkat kebauan sungai) pada seluruh titik pemantauan sungai baik tahun 2023 maupun 2024. Hasil *scatter plot* disajikan melalui **Gambar 3.164**. Berdasarkan hasil analisis tersebut, diketahui sebuah kecenderungan bahwa IP bernilai tinggi (**status mutu terkategori buruk**) terjadi pada kondisi **kecepatan aliran rendah, debit air rendah, warna tampak air berwarna hijau, abu-abu, hitam, dan putih, serta berbau**. Kecenderungan ini divisualisasikan melalui kotak-kotak berwarna merah pada **Gambar 3.164**.

Setelah itu, disajikan pula analisis keterkaitan antara status mutu air dengan lebar basah, tinggi muka air (TMA), dan tingkat kebauan sungai dalam sebuah grafik yang disajikan pada **Gambar 3.165**. Grafik keterkaitan ini menggunakan data tahun 2024 pada seluruh titik pemantauan sungai. Berdasarkan hasil analisis keterkaitan, terlihat kecenderungan yang lebih kuat antara status mutu air sungai vs tingkat kebauan dibandingkan dengan status mutu air sungai vs lebar basah dan TMA (**Gambar 3.165**). Sebagai contoh dapat dilihat pada titik STR-6 (ruas Sungai Sunter) yang memiliki lebar basah sungai sebesar 15,44 meter, tinggi muka air 1,08 meter, dan tingkat kebauan airnya bau, tergolong sebagai cemaran berat. Di sisi lain, titik PSG-1 (ruas Sungai Pesanggrahan) memiliki lebar basah sungai 15,45 meter, tinggi muka air 1,26 meter, dan tingkat kebauan air tidak bau, tergolong sebagai cemaran ringan. Kedua titik memiliki lebar basah sungai dan tinggi muka air yang relatif sama, namun tingkat kebauan yang berbeda menyebabkan status mutu yang berbeda (**Gambar 3.165**). Hal ini disebabkan lebar basah dan tinggi muka air sungai hanya merupakan bagian dari debit air sungai. Debit air memiliki keterkaitan cukup erat berdasarkan *scatter plot* yang ditunjukkan pada **Gambar 3.164**, karena didukung oleh variabel kecepatan aliran sungai dalam penghitungannya.

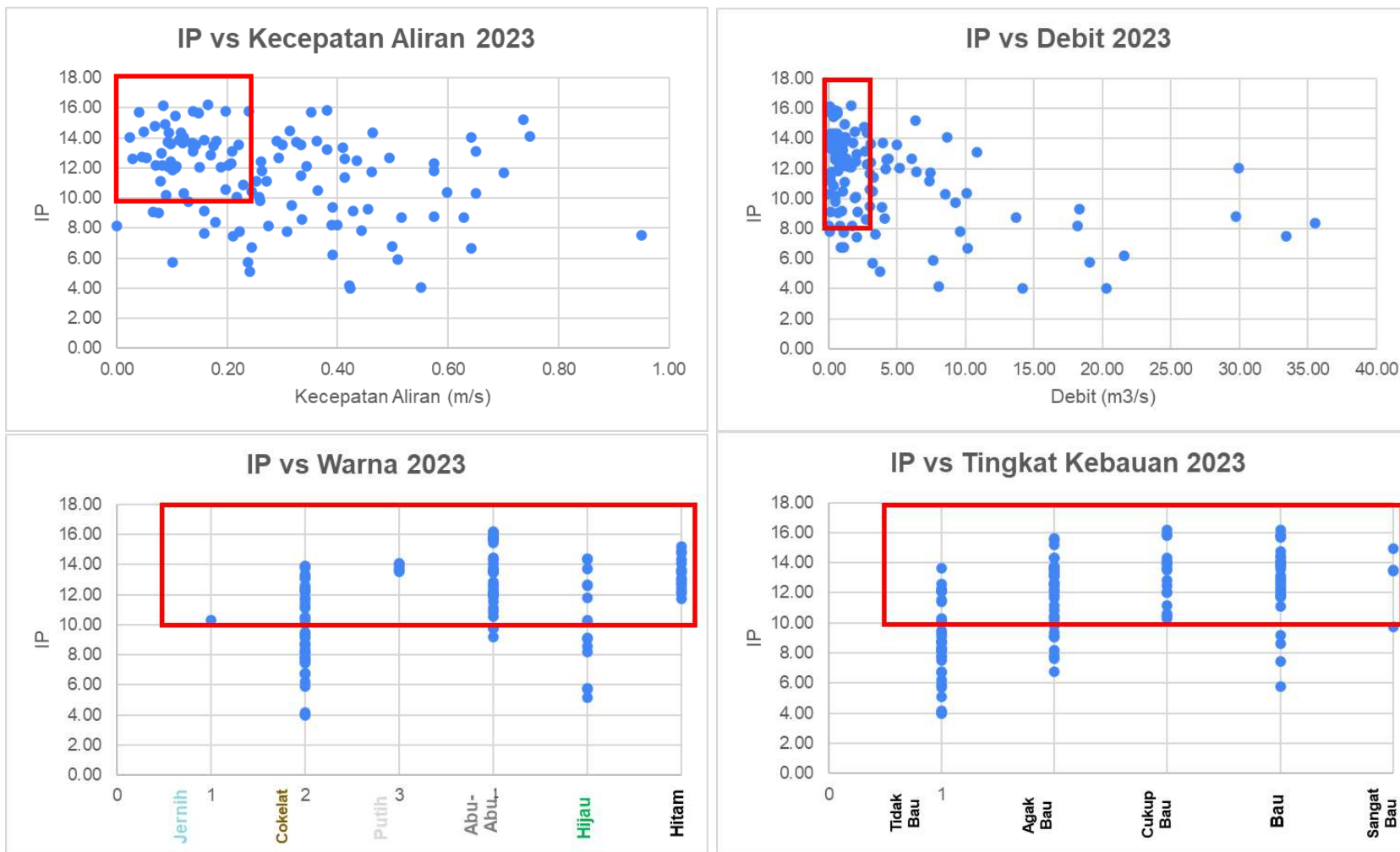


(a)

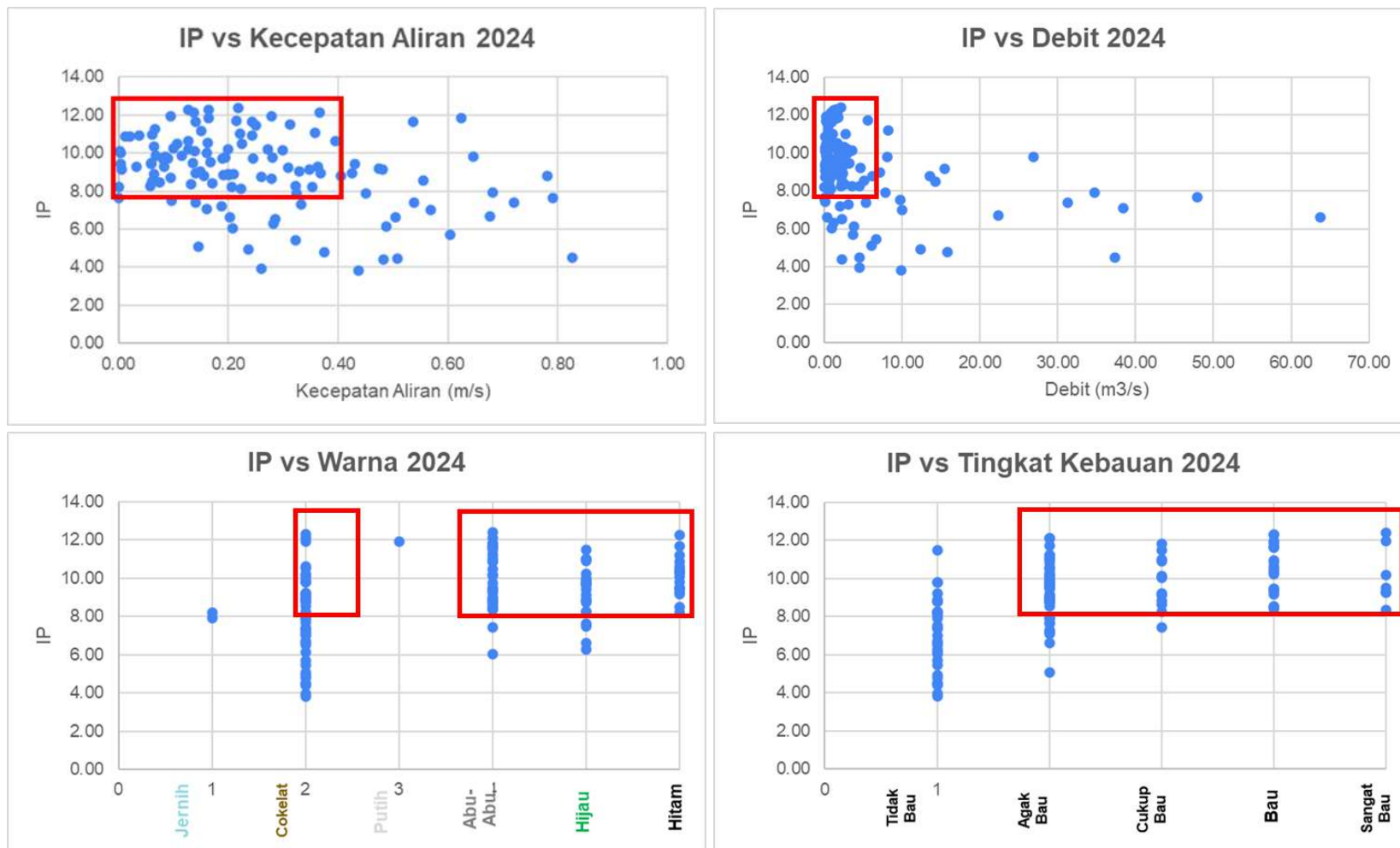


(b)

Gambar 3.163. Keterkaitan kecepatan aliran dan debit air dengan warna tampak air dan tingkat kebauan sungai di Provinsi DKI Jakarta (a) tahun 2023 dan (b) 2024.

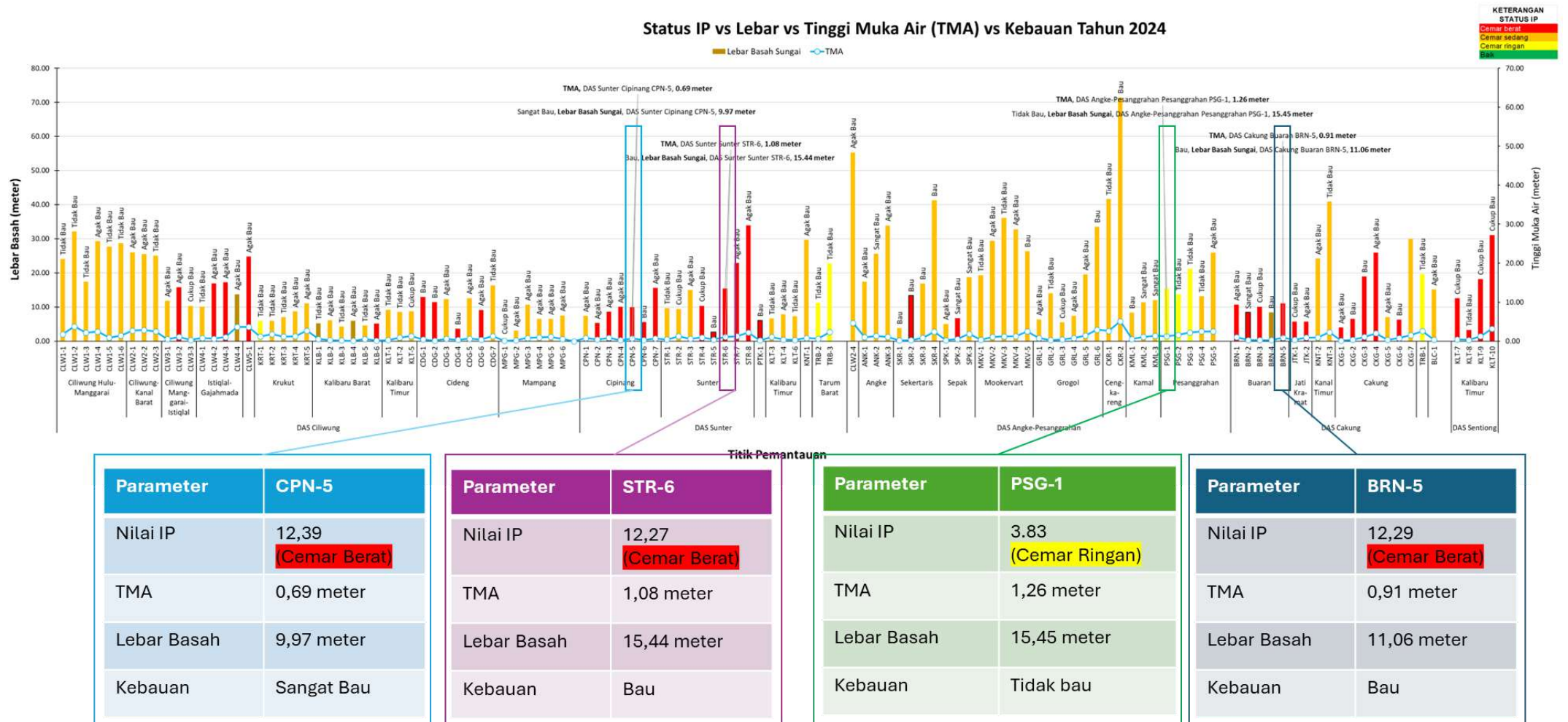


(a)

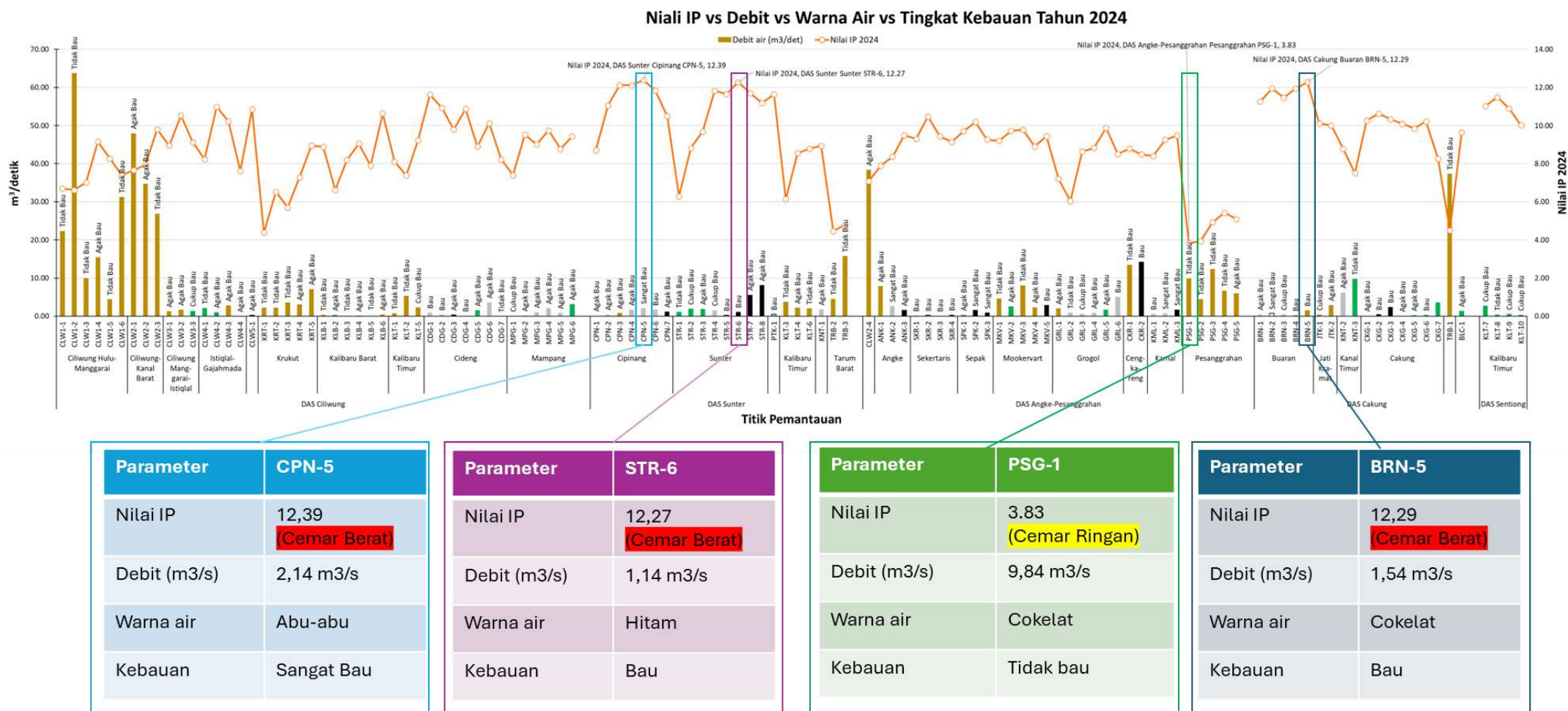


(b)

Gambar 3.164. Keterkaitan nilai indeks pencemaran (IP) dengan parameter kecepatan aliran, debit air, warna tampak air, dan tingkat kebauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun (a) 2023 dan (b) 2024.



Gambar 3.165. Keterkaitan status mutu air berdasarkan indeks pencemaran (IP), lebar basah, tinggi muka air (TMA), dan kebauan sungai di wilayah Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.



Gambar 3.166. Keterkaitan nilai indeks pencemaran (IP), debit, warna tampak air, dan tingkat kebauan sungai di wilayah Provinsi DKI Jakarta tahun 2024.

Nilai indeks pencemaran (IP) yang mencerminkan status mutu air sungai dibuat pula grafik keterkaitannya terhadap debit air, warna tampak air, dan tingkat kebauan sungai untuk seluruh titik pemantauan sungai menggunakan data tahun 2024. Hasil analisis keterkaitan ini ditampilkan pada **Gambar 3.166**. Berdasarkan hasil analisis keterkaitan, terlihat kecenderungan bahwa nilai IP atau status mutu air memiliki keterkaitan cukup kuat dengan debit air, warna tampak air, dan tingkat kebauan (**Gambar 3.166**). Dapat dilihat sebagai contoh, pada titik CPN-5, STR-6, dan BRN-5 memiliki nilai IP tinggi atau status mutu cemar berat, debit rendah, warna tampak air bukan cokelat/jernih, dan tingkat kebauan parah (relatif sama). Hanya titik PSG-1 saja yang memiliki kondisi karakteristik berbeda yaitu nilai IP rendah atau status mutu cemar ringan, debit cukup tinggi, warna tampak air cokelat, dan tingkat kebauan parah (relatif sama). Hal ini sejalan dengan hasil analisis *scatter plot* yang dijelaskan sebelumnya pada **Gambar 3.164**.

3.8.2. Penyajian Spasial Evaluasi Keterkaitan Status Mutu Air Sungai dengan Komponen Tingkat Kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA dan Profil Lokasi Pemantauan Sungai

Analisis dan evaluasi spasial pada laporan ini juga mencakup pada evaluasi keterkaitan status mutu air sungai dengan komponen tingkat kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA seperti hidrometeorologi, kondisi aliran sungai minimum-maksimum, tata ruang, tutupan lahan, sumber pencemaran, sistem jaringan drainase/*sewage*, infrastruktur pengolahan limbah, dan data pendukung lainnya pada tingkatan setiap sub-DAS/DTA menggunakan metode skoring dan tabulasi. Titik-titik pemantauan kualitas air sungai diasumsikan sebagai sebuah DTA. Evaluasi dilakukan dengan membentuk profil pada masing-masing lokasi pemantauan atau DTA sungai yang berisi informasi lengkap dan penting mengenai kondisi status mutu air sungai dan komponen tingkat kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA, meliputi; 1) ilustrasi penampang melintang sungai; 2) ringkasan data hasil pemantauan selama tahun berjalan (2024) meliputi dokumentasi pemantauan, kisaran curah hujan total bulanan, besaran debit air sungai, kisaran nilai parameter-parameter *insitu*, kisaran nilai indeks pencemaran (IP), informasi 5 (lima) parameter pencemar utama sungai di lokasi tersebut, dan status mutu logam di sedimen, serta 3) peta titik pemantauan yang dilengkapi dengan informasi tata guna lahan, informasi visual warna aliran sungai berdasarkan status mutu air sungai, luas DTA, kepadatan penduduk, jenis tutupan lahan dominan dan besaran persentasenya, lokasi dan jumlah unit UMKM, lokasi IPAL atau SPALD terbangun, lokasi dan besaran debit izin pembuangan limbah cair, estimasi beban pencemar paling dominan (besaran dan jenisnya), dan info status prioritas dan tindakan pengelolaan DTA sungai. Sumber data untuk berbagai variabel tersebut telah disampaikan pada **Tabel 2.14**.

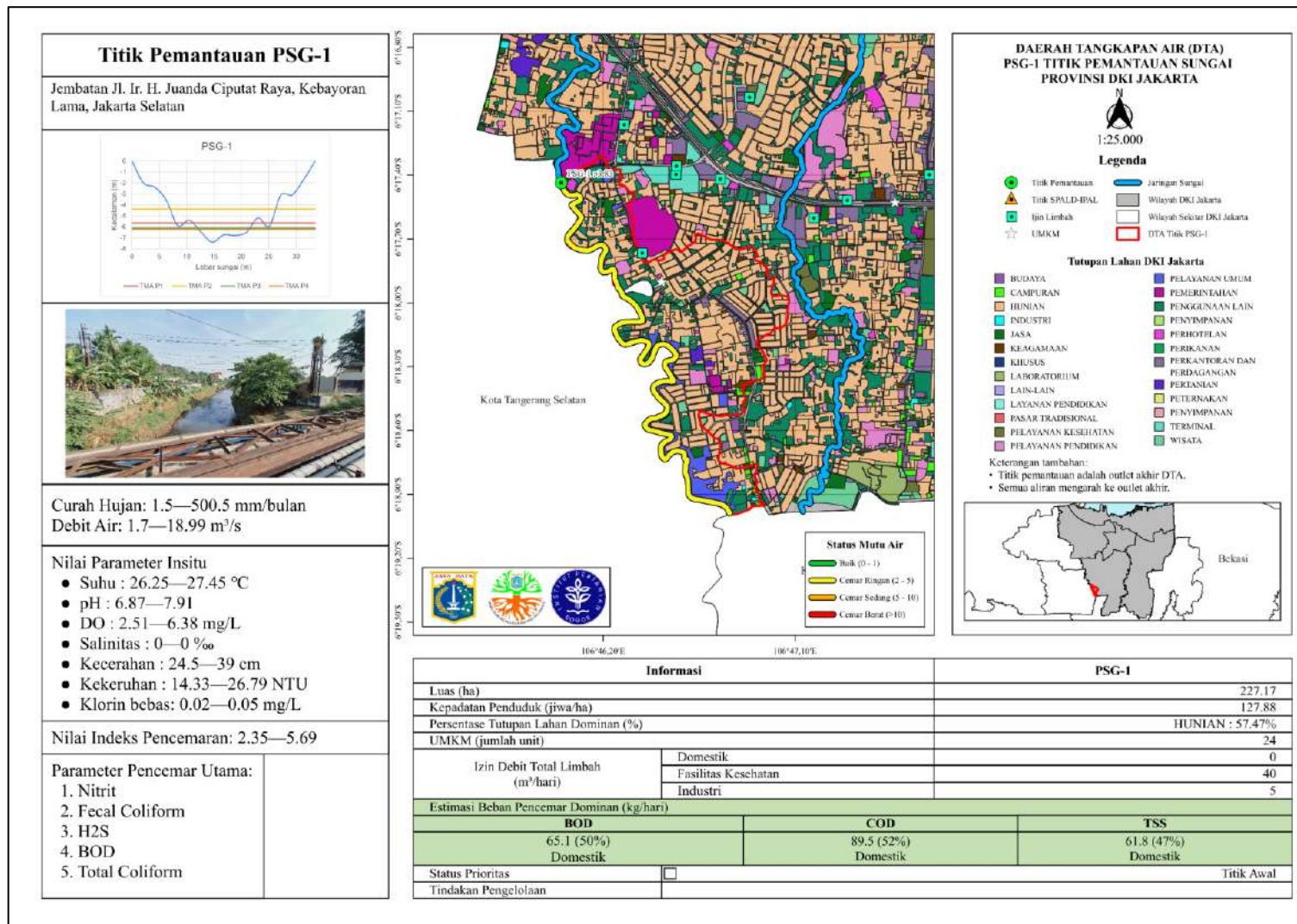
Ilustrasi penampang melintang sungai yang ditampilkan pada profil lokasi pemantauan menggambarkan kedalaman/tinggi muka air dan lebar sungai. Penampang melintang sungai adalah suatu penampang tegak lurus terhadap arah aliran yang menggambarkan geometri sungai. Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur jarak horizontal dan elevasi dasar sungai. Dimensi penampang melintang sungai telah selesai diukur dan diilustrasikan pada seluruh titik pemantauan sungai pada tahun 2022 (DLH DKI 2022). Namun, terdapat beberapa titik pemantauan yang mengalami pergeseran lokasi pada tahun 2023 dan 2024, sehingga dilakukan

pengukuran ulang untuk memperbaharui data. Data hasil pengukuran penampang melintang pada seluruh titik pemantauan disampaikan melalui **Lampiran 14**.

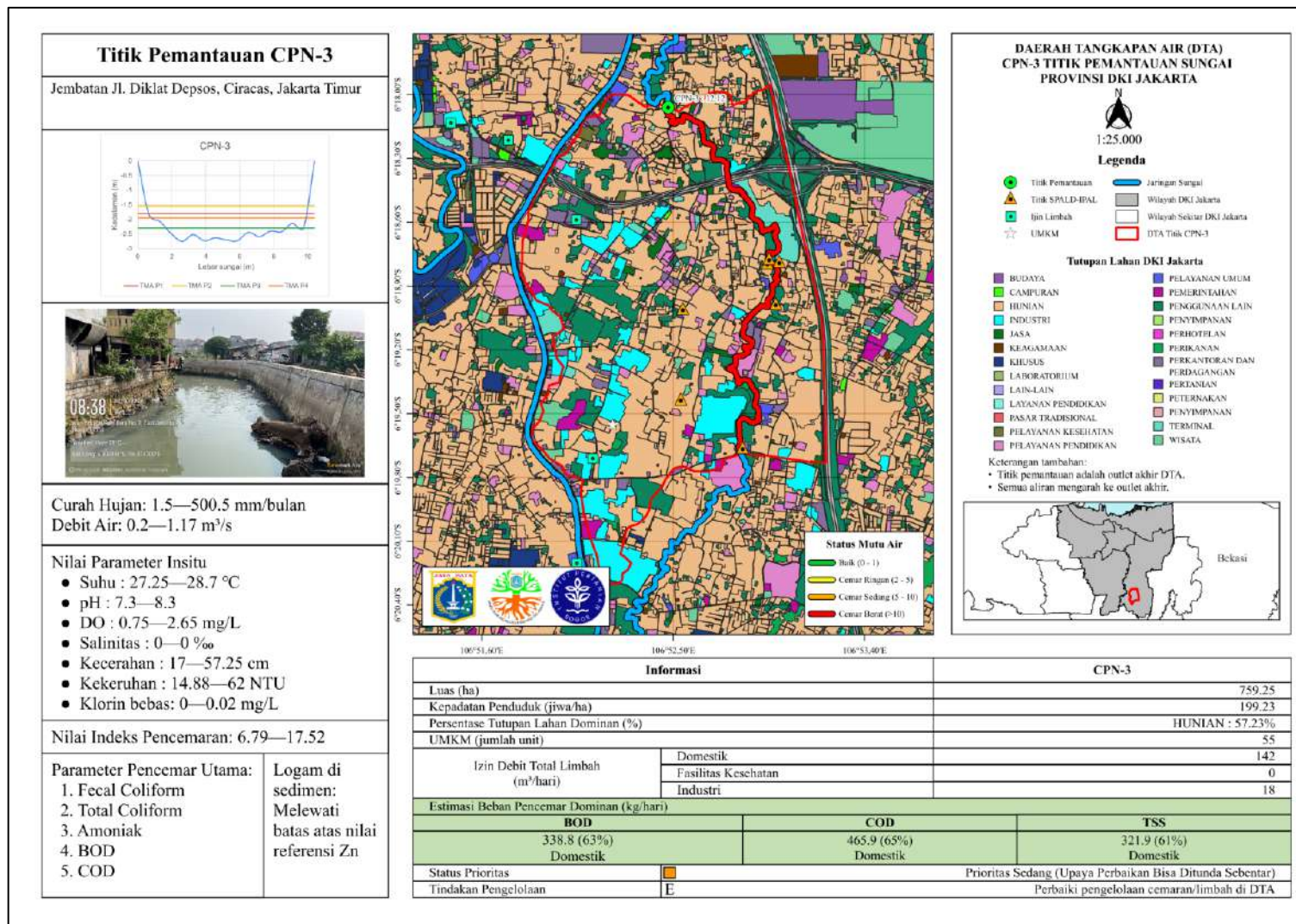
Pembagian DTA dari masing-masing titik pemantauan telah diketahui melalui proses analisis pada tahapan sebelumnya (subbab 3.7. **Rekomendasi Spasial Sub-DAS/DTA/Segmen-Segmen Sungai Prioritas untuk Pengelolaan dan Perbaikan Kualitas Air Sungai**) yang secara lengkap hasilnya disampaikan pada **Tabel 3.11** dan **Gambar 3.161**. Setelah mengetahui DTA masing-masing titik pemantauan, selanjutnya adalah melakukan *overlay* berbagai variabel kondisi status mutu air sungai dan komponen tingkat kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA sebagaimana yang dijelaskan pada paragraf awal ke dalam peta sesuai dengan DTA masing-masing titik pemantauan. Langkah terakhir adalah menyusun secara lengkap profil lokasi pemantauan yang berisi berbagai informasi lengkap dan penting yang dijelaskan sebelumnya. Dengan demikian, dapat dilakukan evaluasi yang komprehensif yang mengarah pada analisis keterkaitan kondisi status mutu air sungai atau pencemaran sungai pada DTA tersebut dengan berbagai variabel/komponen tingkat kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA. Hal ini dikarenakan keterkaitan dari berbagai elemen tersebut menjadi faktor yang mempengaruhi kondisi kualitas air pada masing-masing DTA atau lokasi pemantauan.

Hasil evaluasi keterkaitan status mutu air sungai dengan komponen tingkat kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA, serta profil lokasi pemantauan pada masing-masing titik pemantauan (120 titik pemantauan) disampaikan secara lengkap melalui **Lampiran 15**. Pada badan tulisan ini ditampilkan pula hasil evaluasi dan profil lokasi dari beberapa titik pemantauan sungai diantaranya yang memiliki status mutu air sungai terbaik tahun 2024 (PSG-1) melalui **Gambar 3.167**, terburuk tahun 2024 (CPN-5) melalui **Gambar 3.168**, terbaik tahun 2021-2024 (TRB-1) melalui **Gambar 3.169**, serta terburuk tahun 2021-2024 (CDG-4) melalui **Gambar 3.170**. Terlihat pada lokasi-lokasi yang memiliki status mutu air sungai terbaik (PSG-1 dan TRB-1) ditunjukkan status mutu air dengan kategori cemar ringan (warna aliran kuning), sedangkan pada contoh lokasi yang memiliki status mutu air sungai terburuk (CPN-5 dan CDG-4) ditunjukkan status mutu air dengan kategori cemar berat (warna aliran merah) dan status prioritas tinggi dengan rekomendasi upaya perbaikan segera. Pada lokasi dengan status mutu air sungai terburuk (**Gambar 3.168** dan **Gambar 3.170**,) diketahui pula bahwa kandungan logam Zn di sedimen telah melewati batas atas nilai referensi menurut ANZECC/ARMCANZ (2013) yang mengindikasikan pada lokasi tersebut memiliki kondisi logam di sedimen yang dapat menimbulkan dampak negatif biologis dalam skala besar (Simpson *et al.* 2013). ANZECC/ARMCANZ (2000) dalam panduannya menyatakan bahwa konsentrasi di atas nilai batas atas artinya perlu melakukan kajian secara tuntas terhadap faktor pengontrol *bioavailability* kontaminan. Pada empat lokasi contoh tersebut, belum dapat diketahui status prioritas dan tindakan pengelolaan karena kebanyakan merupakan titik awal yang tidak memiliki DTA. Namun, jika membandingkan profil lokasi satu sama lain, baik lokasi yang memiliki status mutu buruk maupun baik memiliki daftar parameter pencemar utama yang cukup identik berasal dari pencemar domestik seperti *fecal coliform*, *total coliform*, amoniak, BOD, COD, H₂S, dll. Parameter-parameter pencemar tersebut juga merupakan PPU sungai yang sebelumnya telah dibahas pada subbab 3.3. **Analisis dan Evaluasi Parameter Pencemar Utama (PPU) Sungai**.

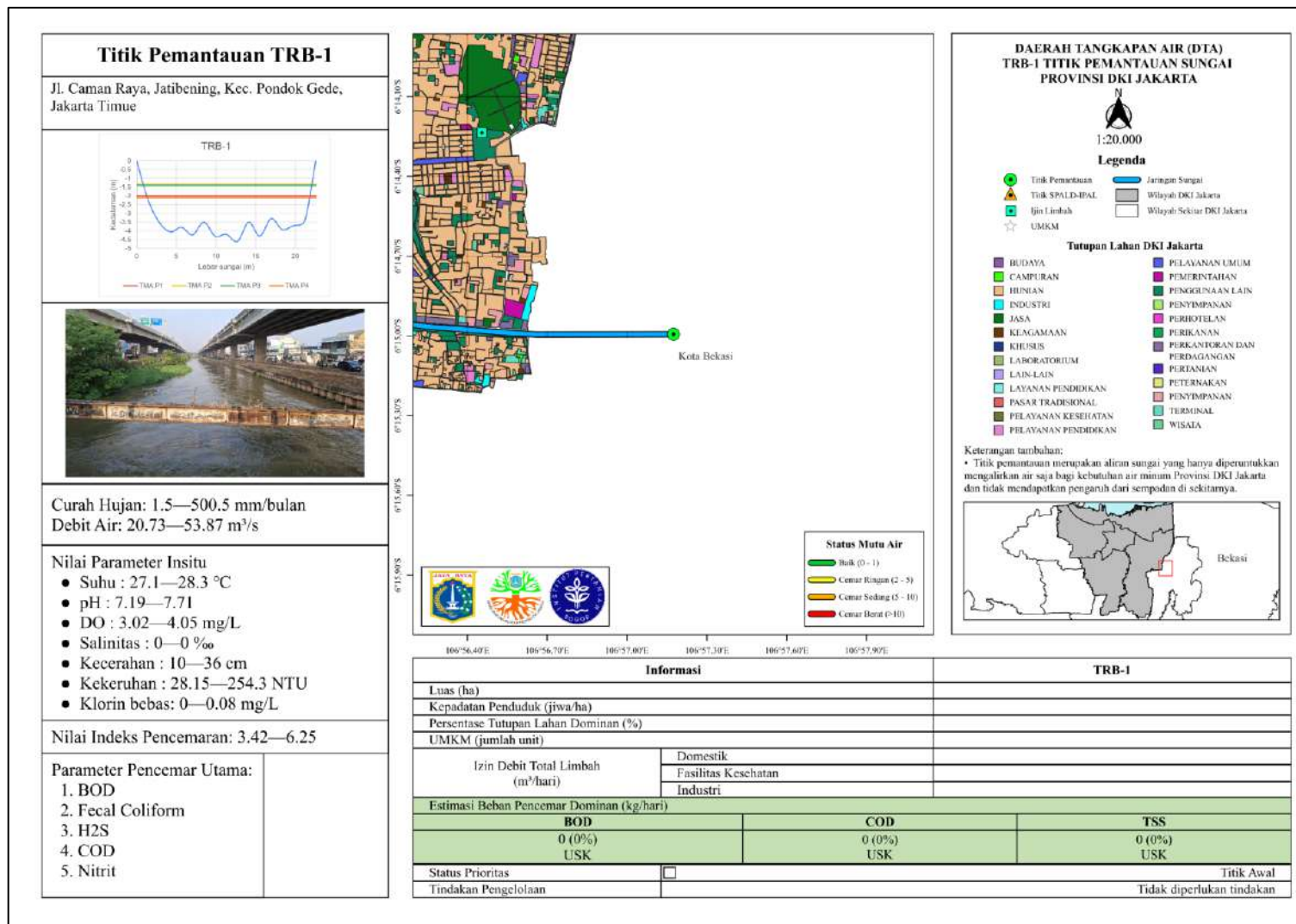
Selain itu, ditampilkan pula contoh lokasi-lokasi pemantauan lainnya yang memiliki hasil evaluasi dan profil lebih lengkap diantaranya titik pemantauan GRL-3 (**Gambar 3.171**), GRL-4 (**Gambar 3.172**), CKG-7 (**Gambar 3.173**), dan KRT-5 (**Gambar 3.174**). Sebagai contoh, hasil evaluasi dan profil lokasi pemantauan Sungai Grogol (GRL-4) yang merupakan salah satu dari sekian titik pemantauan terkategori buruk dalam beberapa tahun terakhir dibahas pada paragraf ini. DTA titik pemantauan GRL-4 memiliki status mutu air sungai terkategori cemar berat, status prioritas tinggi dengan rekomendasi upaya perbaikan sekarang, dan rekomendasi tindakan dengan kode E (perbaiki pengelolaan cemaran/limbah di DTA) (**Gambar 3.172**). Hal ini berkaitan dengan tutupan lahan dominan yang merupakan hunian dan 5 PPU sungai pada DTA GRL-4 tersebut berkaitan dengan limbah domestik seperti *fecal coliform*, amoniak, *total coliform*, BOD, dan total-P (**Gambar 3.172**). Selain itu, akumulasi cemaran logam juga teridentifikasi dalam tingkat yang parah, dengan diketahuinya kandungan logam Zn dan Cu di sedimen telah melewati batas atas nilai referensi menurut ANZECC/ARMCANZ (2013). Dengan demikian, lokasi-lokasi semacam ini perlu segera ditindaklanjuti sesuai dengan arahan rekomendasi yang tercantum pada hasil evaluasi (**Gambar 3.162** atau **Lampiran 15**).



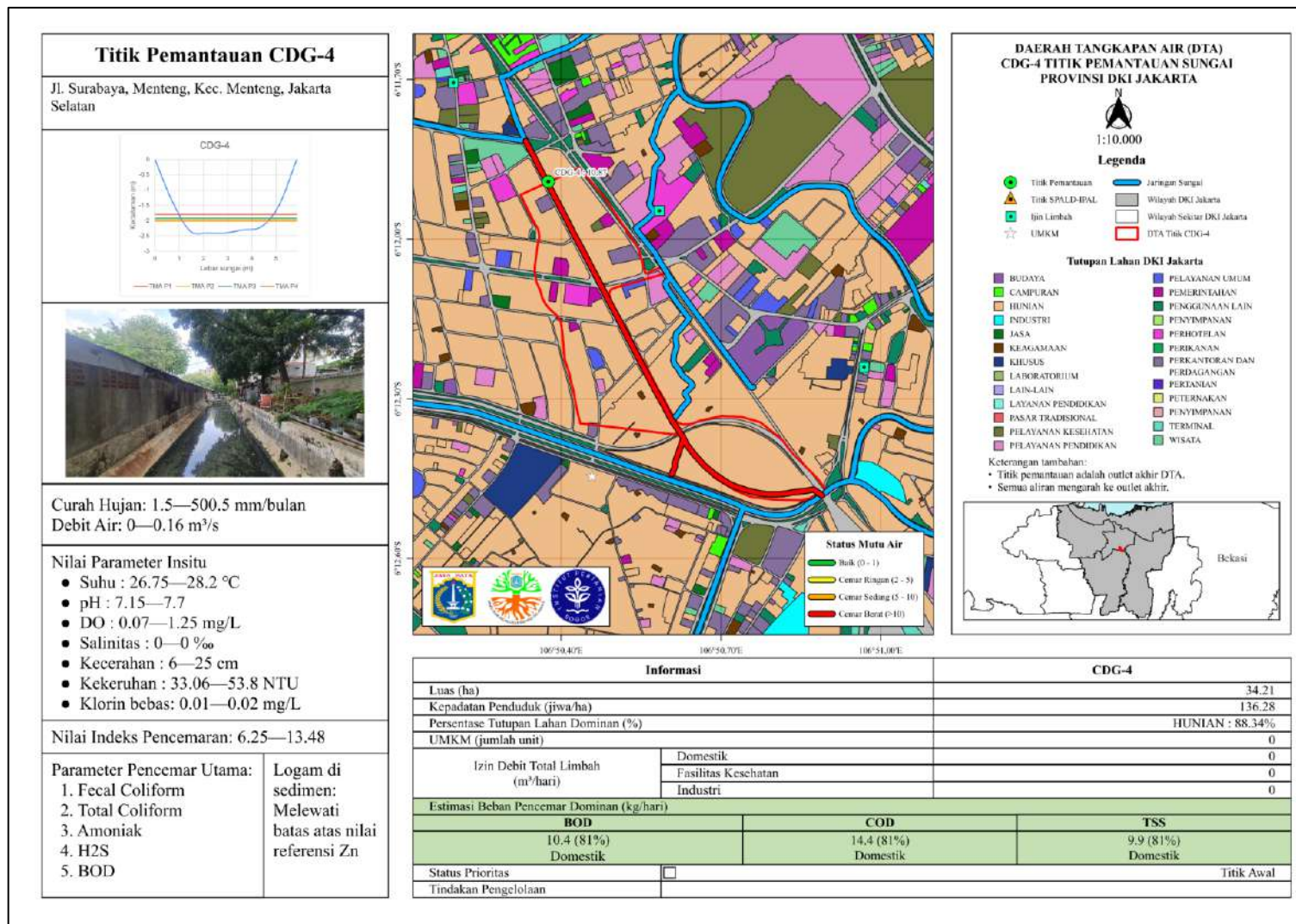
Gambar 3.167. Profil lokasi pemantauan PSG-1 (Sungai Pesanggrahan).



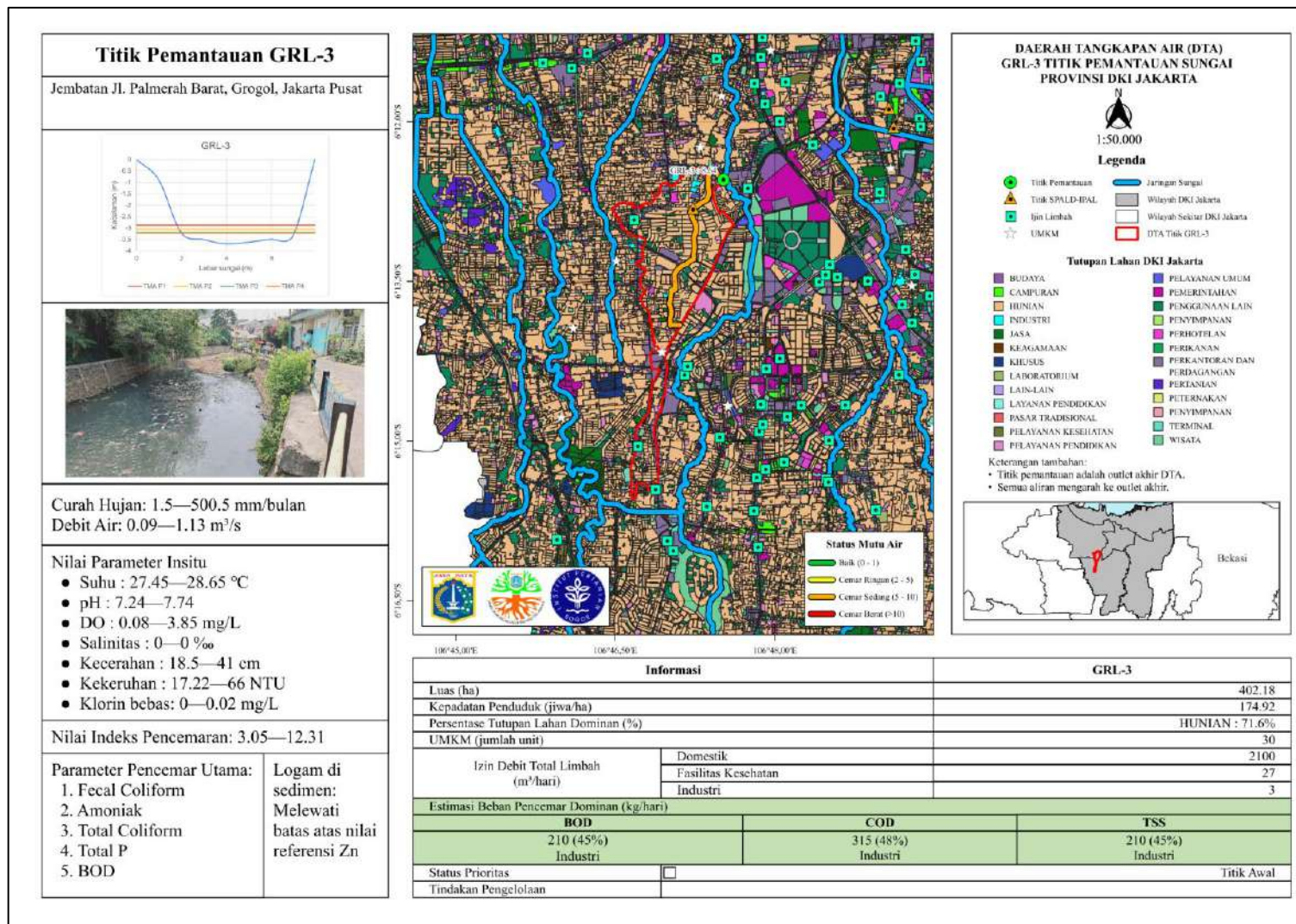
Gambar 3.168. Profil lokasi pemantauan CPN-3 (Sungai Cipinang).



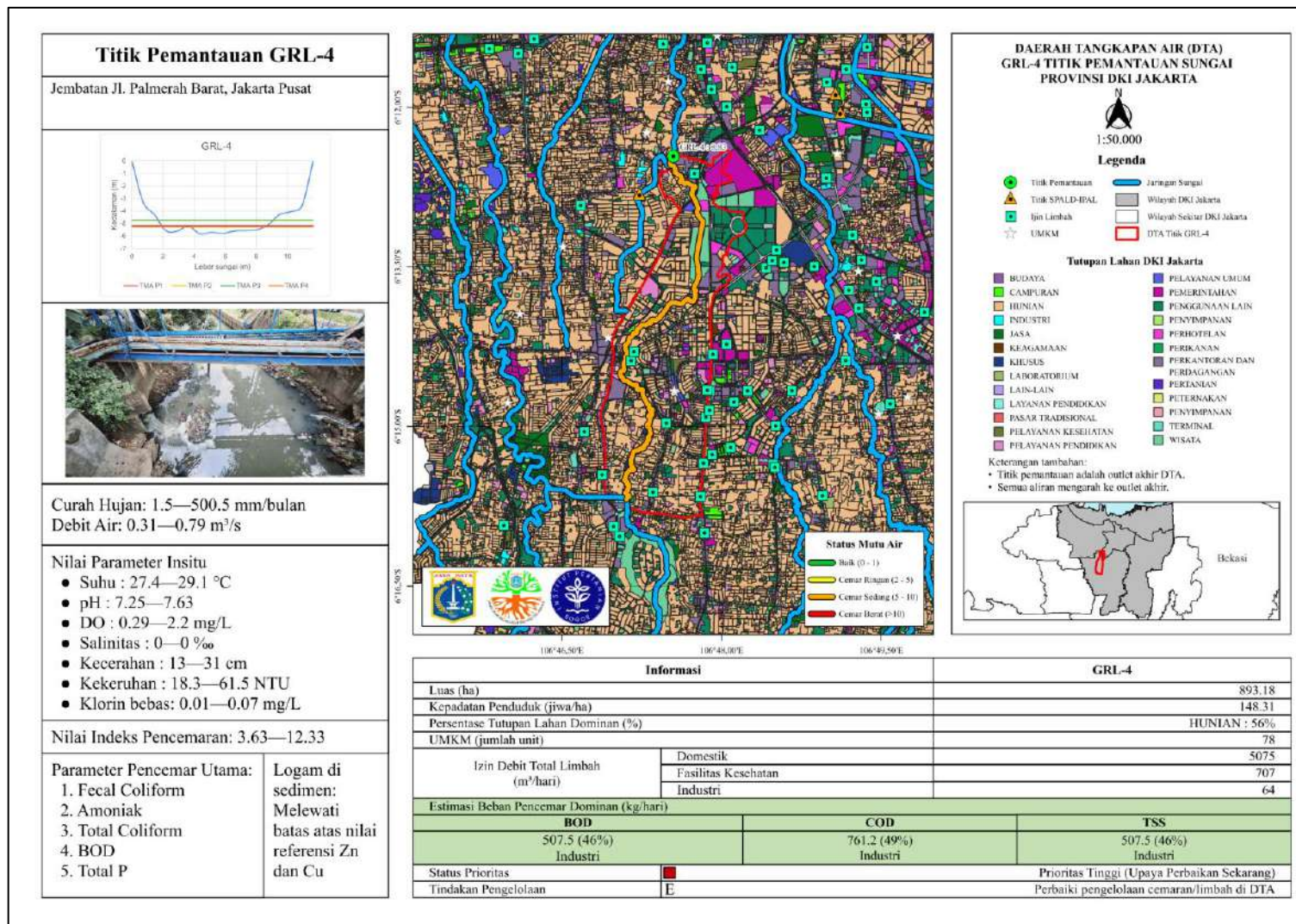
Gambar 3.169. Profil lokasi pemantauan TRB-1 (Sungai Tarum Barat).



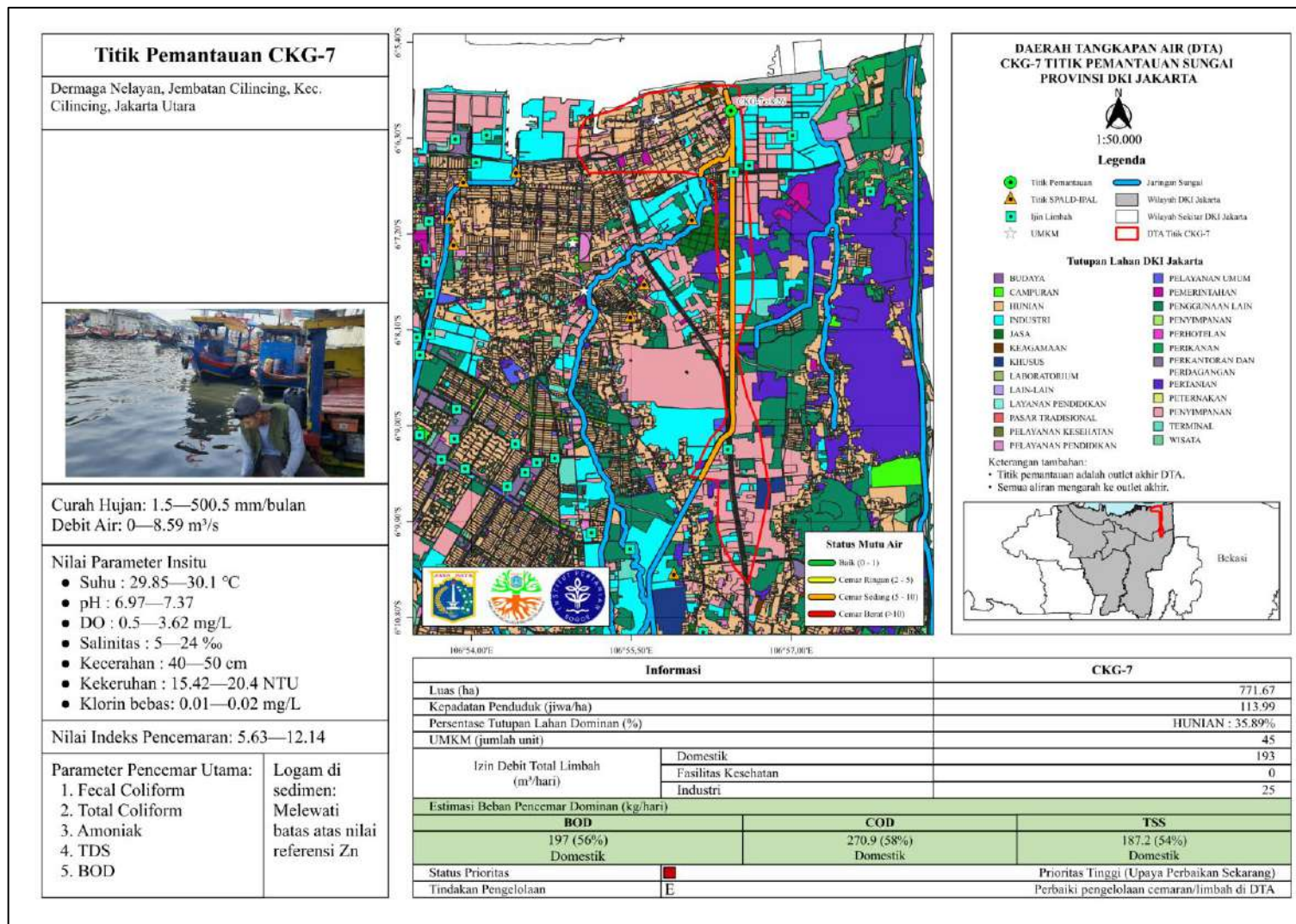
Gambar 3.170. Profil lokasi pemantauan CDG-4 (Sungai Cideng).



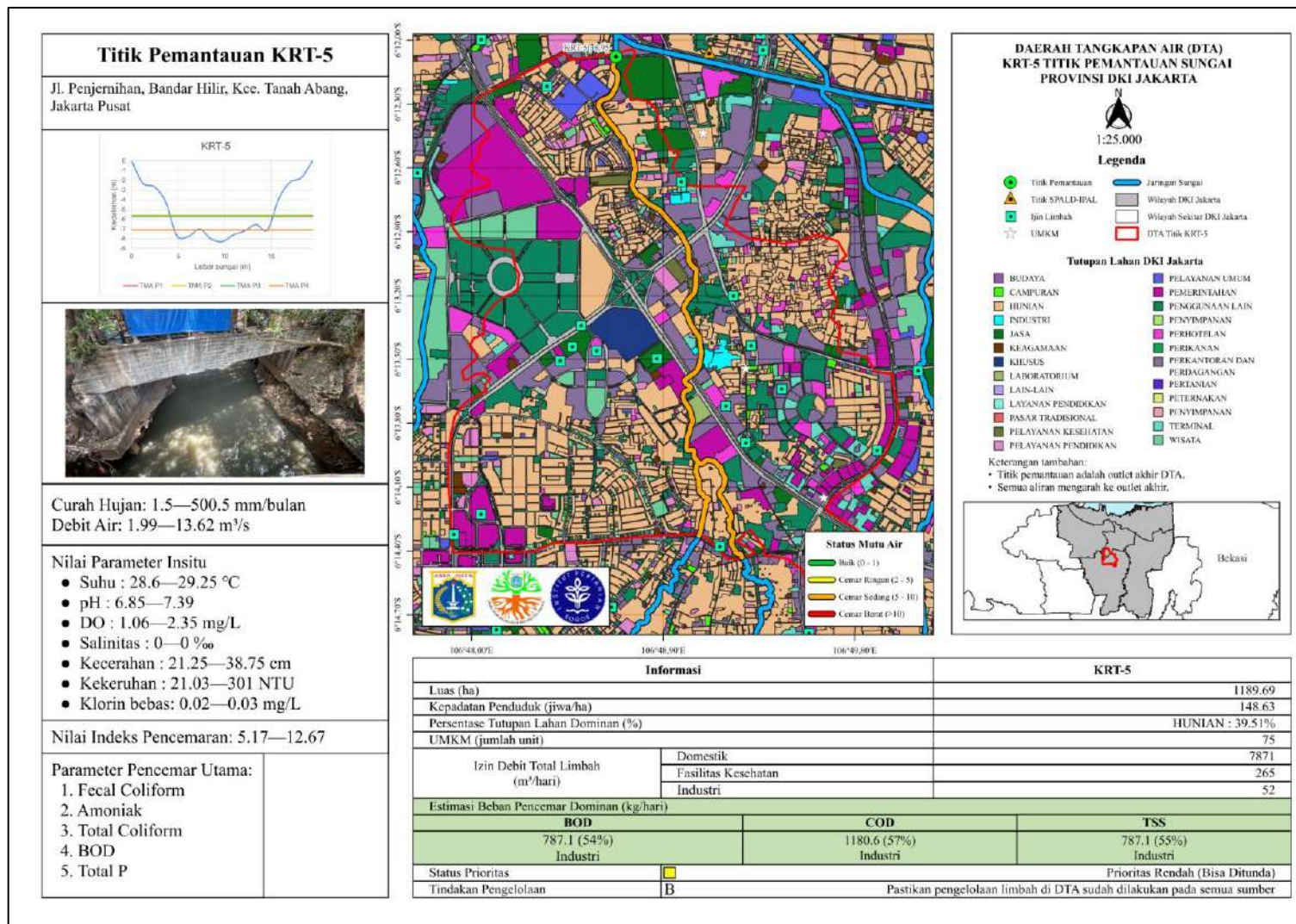
Gambar 3.171. Profil lokasi pemantauan GRL-3 (Sungai Grogol).



Gambar 3.172. Profil lokasi pemantauan GRL-4 (Sungai Grogol).



Gambar 3.173. Profil lokasi pemantauan CKG-7 (Sungai Cakung).



3.9. Evaluasi DPSIR Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta

Analisis DPSIR adalah sebuah siklus kerangka kerja yang digunakan untuk memahami dan/atau mengelola interaksi antara manusia dan lingkungan. DPSIR adalah singkatan dari *Drivers* (Penggerak), *Pressures* (Tekanan), *State* (Keadaan), *Impact* (Dampak), dan *Response* (Respon) yang diperkenalkan oleh *European Environmental Agency*. *Drivers* (Penggerak) merupakan faktor-faktor yang mendorong perubahan lingkungan, seperti pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi, dan perubahan teknologi. *Pressures* (Tekanan) merupakan tekanan yang dihasilkan oleh penggerak, seperti polusi, deforestasi, dan penggunaan sumber daya alam yang berlebihan. Sementara *State* (Keadaan) adalah kondisi lingkungan saat ini, yang dipengaruhi oleh tekanan yang ada, seperti kualitas air, kualitas udara, dan keanekaragaman hayati. *Impact* (Dampak) adalah dampak dari perubahan keadaan lingkungan terhadap ekosistem dan kesehatan manusia, seperti penurunan kualitas hidup, kerusakan habitat, dan peningkatan penyakit. *Response* (Respon) merupakan tindakan yang diambil untuk mengatasi dampak negatif, seperti kebijakan lingkungan, program konservasi atau rehabilitasi, dan kampanye kesadaran publik.

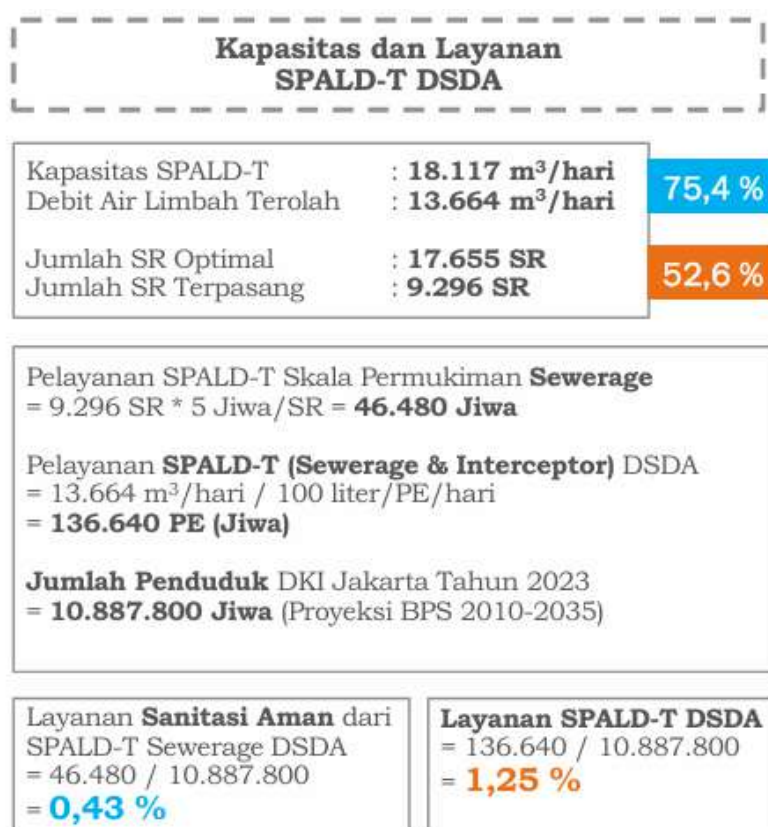
Evaluasi DPSIR dilakukan untuk mengetahui dampak lingkungan yang ditimbulkan dari kondisi perairan sungai yang terjadi secara aktual melalui pengukuran status mutu air dan indikasi lain terkait kondisi lingkungan perairan. Evaluasi ini dilakukan setelah melakukan kegiatan pemantauan selama empat periode pada tahun 2024. Adapun analisis dilakukan berdasarkan komponen DPSIR sebagai berikut.

3.9.1. *Drivers*

Drivers merupakan faktor-faktor yang mendorong perubahan lingkungan, seperti pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi, dan perubahan teknologi. Pada konteks DKI Jakarta, pertumbuhan penduduk dan ekonomi telah menyebabkan peningkatan limbah cair yang sangat besar. Hal ini sebenarnya dapat diimbangi atau dikelola melalui pendekatan teknologi pengelolaan air limbah yang baik seperti yang telah dilakukan oleh kota-kota besar lain di berbagai belahan dunia. Hampir semua kota besar di negara maju memisahkan pengelolaan air hujan dengan air limbah domestik (baik *grey water* maupun *black water*). Namun, di Indonesia (termasuk DKI Jakarta), air hujan dan limbah cair domestik umumnya disatukan dalam satu saluran drainase terbuka.

Meskipun proses penyadar-tahuan kepada masyarakat dalam mengelola limbah *black water* domestik sudah sangat masif dan cukup berhasil, namun masih banyak dijumpai pembuatan instalasi pengolahan *black water* domestik yang belum sempurna atau bahkan terkadang tidak terinstal *septic tank* dalam instalasi tersebut. Hal ini sesuai dengan data nasional tahun 2023 yang menunjukkan sekitar 82% rumah tangga di Indonesia memiliki akses terhadap sanitasi layak (KLHK 2024). Namun demikian, apabila mengacu pada sanitasi yang memenuhi standar internasional dengan pembuangan limbah yang tidak mencemari lingkungan, hanya sekitar 5% dari seluruh rumah tangga di perdesaan dan 13% rumah tangga di perkotaan Indonesia yang memiliki akses terhadap sanitasi yang dikelola secara aman. Hal ini menyebabkan tingkat pencemaran air oleh limbah cair domestik masih sangat tinggi, serta akan nyata terlihat dan terasa pada daerah atau kawasan pemukiman yang padat penduduk.

Berdasarkan neraca tingkat layanan pengolahan limbah cair domestik di wilayah Provinsi DKI Jakarta (**Gambar 3.175**), diketahui bahwa pada tahun 2023 tercatat jumlah penduduk DKI Jakarta sebanyak 10,89 juta jiwa, sedangkan kapasitas pelayanan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) yang diberikan pemerintah daerah melalui DSDA Provinsi DKI Jakarta hanya mampu menampung 136 ribu jiwa saja (DSDA DKI Jakarta 2024). Dengan kata lain, sejauh ini baru 1,25% warga saja yang terlayani oleh layanan pengolahan limbah cair domestik pemerintah. Nilai tersebut adalah jumlah yang sangat minim dan tidak mengherankan apabila pencemaran air masih terjadi yang terutama berasal dari parameter-parameter terkait limbah cair domestik, seperti yang disampaikan pada subbab 3.3. **Analisis dan Evaluasi Parameter Pencemar Utama (PPU) Sungai.**



Gambar 3.175. Neraca tingkat layanan pengolahan limbah cair domestik di wilayah Provinsi DKI Jakarta.

Sumber: Materi FGD Kualitas Air (DSDA Provinsi DKI Jakarta 2024)

Sebagai contoh dapat dilihat pada **Gambar 3.171**, terdapat informasi tentang luasan daerah tangkapan air (DTA) sebesar 402,18 ha dan kepadatan penduduk sebesar 174,92 jiwa/ha pada titik GRL-3. Dari kedua informasi tersebut dapat diketahui bahwa jumlah penduduk di DTA titik GRL-3 sebesar ±70 ribu jiwa. Sebanyak 70 ribu jiwa ini memiliki izin debit total limbah domestik sekitar 2100 m³/hari (**Gambar 3.171**), sedangkan kapasitas SPALD-T efisien hanya sebesar 13,664 m³/hari (**Gambar 3.175**). Dengan demikian, jumlah limbah domestik di DTA titik GRL-3 ini sudah mengokupasi sekitar 15% kapasitas SPALD-T seluruh DKI Jakarta. Hal ini menjadi pertimbangan penting bahwa kapasitas SPALD-T DSDA DKI Jakarta saat ini masih belum memadai untuk menampung seluruh limbah cair domestik yang dihasilkan dari seluruh wilayah Provinsi DKI Jakarta.

Di samping limbah cair domestik, kepadatan penduduk juga mendorong peningkatan jumlah limbah padat domestik yang ada di badan perairan. Sebagaimana yang telah dijelaskan pada subbab 3.4.1.2.h. **Sampah Sungai**, selama pemantauan tahun 2024 diketahui bahwa keberadaan sampah di aliran sungai ditemukan secara konsisten pada >98% (>118 titik) titik pemantauan, sedangkan di sempadan sungai >92% (>110 titik) titik pemantauan (**Gambar 3.25**). Padahal merujuk PP 22 tahun 2021, parameter sampah diharuskan nihil atau tidak ada di perairan sungai yang mana aturan ini berlaku pada semua kelas baku mutu. Hal ini menjadi masalah lain yang perlu dipertimbangkan solusi penyelesaiannya.

Faktor pendorong pertumbuhan ekonomi disebabkan oleh adanya peningkatan pembangunan industri, infrastruktur, pertanian, maupun pemukiman. Pembangunan-pembangunan tersebut berimplikasi terhadap peningkatan kebutuhan akan lahan, sumber daya alam, dan energi. Pertumbuhan pembangunan yang dilakukan oleh badan usaha umumnya telah diatur dengan baik yang ditandai dengan aktivitas pembangunan industri (misalnya industri barang dan jasa) yang saat ini sebagian besar telah dikelola dengan instrumen lingkungan yang cukup memadai seperti persetujuan lingkungan, persetujuan teknis, dan rincian teknis pengelolaan limbah B3.

Pertumbuhan ekonomi juga menyebabkan adanya peningkatan kesejahteraan. Kesejahteraan akan menyebabkan perubahan pada pola konsumsi pangan, air dan energi. Hal ini berdampak lanjut pada jumlah dan jenis limbah padat maupun limbah cair yang dihasilkan. Di sisi lain, adanya peningkatan kesejahteraan ini seharusnya selaras dengan implementasi teknologi pengolahan limbah (terutama limbah cair) yang lebih baik. Namun demikian, peningkatan kualitas pada implementasi teknologi pengelolaan limbah cair masih belum banyak terjadi, tidak selaras dengan peningkatan pada jumlah limbah cair yang dihasilkan.

Dari uraian kondisi *drivers* di atas, hal yang belum terkelola dengan baik adalah instalasi pengolahan air limbah domestik yang ditandai dengan **belum adanya sistem terintegrasi penyaluran air limbah domestik menuju fasilitas pengolahan air limbah**, sehingga menyebabkan **hampir semua limbah cair domestik masuk ke dalam jaringan sistem drainase air hujan (atau sungai) atau dengan kata lain bercampur secara langsung dengan air sungai**. Oleh karena jumlah air limbah domestik yang masuk ke perairan sungai ini sangatlah besar, maka hampir dapat dikatakan bahwa sebagian besar air yang mengalir di sungai DKI Jakarta merupakan air limbah domestik.

3.9.2. Pressures

Pressures (tekanan) didefinisikan sebagai tekanan yang dihasilkan oleh faktor pendorong (*drivers*), misalnya seperti polusi, deforestasi, dan penggunaan sumber daya alam yang berlebihan. Umumnya *pressure* merupakan suatu hal yang terjadi akibat adanya suatu isu atau permasalahan yang terjadi pada suatu wilayah, atau dapat dikatakan pula sebagai efek langsung yang muncul dari adanya *drivers*. Berdasarkan uraian kondisi *drivers* di atas (subbab 3.9.1. *Drivers*), diketahui bahwa instalasi pengolahan air limbah domestik di DKI Jakarta saat ini masih belum memadai dan belum terintegrasi yang mana menyebabkan hampir semua limbah cair domestik masuk ke dalam jaringan sistem drainase air hujan (sungai). Hal ini menyebabkan hampir semua air limbah domestik bercampur dengan air sungai secara langsung dan hampir dapat dikatakan bahwa sebagian besar air yang mengalir dalam sungai di DKI Jakarta adalah air limbah domestik. Hal ini diperkuat pula dengan data pemantauan

kualitas air sungai selama beberapa tahun terakhir. Parameter terkait dengan limbah domestik (*black water* dan *grey water*) seperti bakteri *coliform*, amoniak, fosfat, dan BOD menunjukkan dominansi yang paling besar sebagaimana yang disampaikan pada subbab 3.3. Analisis dan Evaluasi Parameter Pencemar Utama (PPU) Sungai.

Pressure pada sumber daya air permukaan sungai dapat juga diasosiasikan dengan beban pencemaran yang masuk ke dalam sungai. Estimasi beban pencemaran telah dihitung pada setiap DTA atau titik pemantauan untuk parameter pencemar perairan seperti BOD, COD, dan TSS dengan menggunakan data yang tersedia. Estimasi didasarkan pada beban pencemaran *point source* dan *non-point source* dari DTA tersebut yaitu fasilitas kesehatan, *mall*/apartemen/hotel, industri, domestik, sampah, dan usaha skala kecil (USK, atau biasa juga dikenal sebagai UMKM). Data-data pendukung yang diperlukan untuk menganalisis alokasi beban pencemaran berupa jumlah penduduk, jumlah unit kegiatan UMKM, besaran debit pembuangan limbah cair yang berizin, dan nilai baku mutu air limbah untuk parameter BOD, COD, dan TSS berdasarkan PermenLHK No 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Data-data pendukung tersebut kemudian dilakukan *pivot table* agar menghasilkan jumlah atau besaran spesifik pada DTA masing-masing. Data-data pendukung tersebut perlu dimutakhirkan setiap saat karena hal ini sangat penting untuk mengevaluasi sumber-sumber pencemar utama secara lebih detail dan kekinian, sehingga dapat direkomendasikan dan dilakukan langkah-langkah (tindakan) pengelolaan yang lebih jelas, tepat sasaran, dan benar-benar dapat menurunkan beban pencemaran. Estimasi beban pencemaran dominan dari setiap DTA berdasarkan hasil analisis terkini tahun 2024 yang meliputi besaran, persentase, dan jenis aktivitasnya tersaji secara lengkap pada Tabel 3.13 dan Lampiran 15.

Tabel 3.13. Estimasi beban pencemaran dominan setiap daerah tangkapan air (DTA) pada masing-masing titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta 2024.

Daerah Tangkapan Air (DTA)	Rekapitulasi Beban Pencemaran Dominan								
	BOD			COD			TSS		
	Besaran (Kg/hari)	Persentase terhadap Beban Pencemaran Total	Jenis Aktivitas	Besaran (Kg/hari)	Persentase terhadap Beban Pencemaran Total	Jenis Aktivitas	Besaran (Kg/hari)	Persentase terhadap Beban Pencemaran Total	Jenis Aktivitas
CLW1-1	14,8	81%	Domestik	20,4	81%	Domestik	14,1	81%	Domestik
CLW1-2	91,6	81%	Domestik	126,0	81%	Domestik	87,1	81%	Domestik
CLW1-3	473,6	68%	Domestik	651,2	67%	Domestik	449,9	68%	Domestik
CLW1-4	594,0	53%	Domestik	816,8	55%	Domestik	564,3	51%	Domestik
CLW1-5	316,4	43%	Industri	474,6	45%	Industri	316,4	43%	Industri
CLW1-6	118,5	50%	Domestik	162,9	52%	Domestik	112,5	47%	Domestik
CLW2-1	424,7	42%	Industri	637,1	46%	Industri	424,7	42%	Industri
CLW2-2	167,0	44%	USK	195,8	40%	USK	187,9	48%	USK
CLW2-3	12,8	81%	Domestik	17,6	81%	Domestik	12,2	81%	Domestik
CLW2-4	518,4	46%	USK	607,5	41%	USK	583,2	49%	USK
CLW3-1	93,6	49%	Domestik	128,6	47%	Domestik	88,9	48%	Domestik
CLW3-2	158,5	42%	Fasilitas Kesehatan	237,8	44%	Fasilitas Kesehatan	158,5	43%	Fasilitas Kesehatan
CLW3-3	57,6	32%	Industri	86,4	33%	Industri	57,6	33%	Industri
CLW4-1	156,0	54%	Industri	234,0	58%	Industri	156,0	53%	Industri
CLW4-2	375,9	46%	Domestik	516,8	44%	Domestik	357,1	45%	Domestik
CLW4-3	370,9	73%	Domestik	510,0	73%	Domestik	352,3	73%	Domestik
CLW4-4	261,1	76%	USK	306,0	73%	USK	293,8	79%	USK

Daerah Tangkapan Air (DTA)	Rekapitulasi Beban Pencemaran Dominan								
	BOD			COD			TSS		
	Besaran (Kg/hari)	Persentase terhadap Beban Pencemaran Total	Jenis Aktivitas	Besaran (Kg/hari)	Persentase terhadap Beban Pencemaran Total	Jenis Aktivitas	Besaran (Kg/hari)	Persentase terhadap Beban Pencemaran Total	Jenis Aktivitas
CLW5-1	471,4	36%	Industri	707,1	40%	Industri	471,4	35%	Industri
CPN-1	-	-	Hulu sungai (titik awal)	-	-	Hulu sungai (titik awal)	-	-	Hulu sungai (titik awal)
CPN-2	271,2	46%	Domestik	373,0	44%	Domestik	257,7	45%	Domestik
CPN-3	338,8	63%	Domestik	465,9	65%	Domestik	321,9	61%	Domestik
CPN-4	67,1	81%	Domestik	92,3	81%	Domestik	63,7	81%	Domestik
CPN-5	43,0	81%	Domestik	59,2	81%	Domestik	40,9	81%	Domestik
CPN-6	211,1	64%	Domestik	290,2	63%	Domestik	200,5	63%	Domestik
CPN-7	280,6	64%	Domestik	385,9	63%	Domestik	266,6	63%	Domestik
ANK-1	154,0	64%	Domestik	211,8	63%	Domestik	146,3	64%	Domestik
ANK-2	118,7	47%	Domestik	163,2	45%	Domestik	112,8	46%	Domestik
ANK-3	22,0	66%	Domestik	30,3	65%	Domestik	20,9	65%	Domestik
SKR-1	933,1	85%	USK	1093,5	82%	USK	1049,8	87%	USK
SKR-2	190,7	76%	Domestik	262,2	75%	Domestik	181,2	75%	Domestik
SKR-3	3,2	81%	Domestik	4,4	81%	Domestik	3,1	81%	Domestik
SKR-4	384,7	75%	Domestik	529,0	74%	Domestik	365,5	75%	Domestik
SPK-1	124,0	69%	Domestik	170,5	68%	Domestik	117,8	68%	Domestik
SPK-2	309,2	72%	Domestik	425,2	72%	Domestik	293,8	72%	Domestik
SPK-3	278,5	76%	Domestik	382,9	75%	Domestik	264,6	76%	Domestik
MKV-1	-	-	Hulu sungai (titik awal)	-	-	Hulu sungai (titik awal)	-	-	Hulu sungai (titik awal)
MKV-2	75,6	81%	Domestik	103,9	81%	Domestik	71,8	81%	Domestik
MKV-3	69,1	69%	Domestik	95,1	68%	Domestik	65,7	68%	Domestik
MKV-4	73,4	50%	Mall / Apartemen / Hotel	110,1	52%	Mall / Apartemen / Hotel	73,4	52%	Mall / Apartemen / Hotel
MKV-5	2163,8	80%	USK	2535,8	77%	USK	2434,3	82%	USK
GRL-1	9,9	81%	Domestik	13,6	81%	Domestik	9,4	81%	Domestik
GRL-2	297,9	44%	Domestik	409,6	43%	Domestik	283,0	43%	Domestik
GRL-3	210,0	45%	Industri	315,0	48%	Industri	210,0	45%	Industri
GRL-4	507,5	46%	Industri	761,3	49%	Industri	507,5	46%	Industri
GRL-5	1048,2	36%	Industri	1572,3	39%	Industri	1048,2	35%	Industri
GRL-6	283,1	52%	Domestik	389,2	51%	Domestik	268,9	51%	Domestik
STR-1	24,5	81%	Domestik	33,7	81%	Domestik	23,3	81%	Domestik
STR-2	710,6	74%	Domestik	977,0	75%	Domestik	675,0	73%	Domestik
STR-3	201,4	78%	Domestik	276,9	78%	Domestik	191,3	78%	Domestik
STR-4	484,1	61%	Domestik	665,7	63%	Domestik	459,9	59%	Domestik
STR-5	157,9	47%	Industri	236,9	49%	Industri	157,9	48%	Industri
STR-6	178,3	41%	Domestik	245,1	42%	Domestik	169,3	39%	Domestik
STR-7	898,5	42%	Domestik	1235,4	44%	Domestik	853,5	40%	Domestik
STR-8	750,7	50%	Industri	1126,1	52%	Industri	750,7	51%	Industri
KRT-1	272,1	77%	Domestik	374,1	77%	Domestik	258,5	77%	Domestik
KRT-2	90,6	65%	Domestik	124,6	63%	Domestik	86,1	64%	Domestik
KRT-3	116,8	60%	Domestik	160,6	58%	Domestik	111,0	59%	Domestik
KRT-4	294,6	46%	Domestik	405,1	44%	Domestik	279,9	45%	Domestik
KRT-5	787,1	54%	Industri	1180,7	57%	Industri	787,1	55%	Industri
CKR-1	263,8	51%	Domestik	362,8	50%	Domestik	250,6	50%	Domestik
CKR-2	1102,6	63%	Domestik	1516,0	61%	Domestik	1047,4	62%	Domestik
BRN-1	86,0	79%	Domestik	118,3	79%	Domestik	81,7	79%	Domestik
BRN-2	63,4	81%	Domestik	87,2	81%	Domestik	60,3	81%	Domestik
BRN-3	110,1	72%	Domestik	151,3	72%	Domestik	104,6	72%	Domestik

Daerah Tangkapan Air (DTA)	Rekapitulasi Beban Pencemaran Dominan								
	BOD			COD			TSS		
	Besaran (Kg/hari)	Persentase terhadap Beban Pencemaran Total	Jenis Aktivitas	Besaran (Kg/hari)	Persentase terhadap Beban Pencemaran Total	Jenis Aktivitas	Besaran (Kg/hari)	Persentase terhadap Beban Pencemaran Total	Jenis Aktivitas
BRN-4	357,1	60%	USK	418,5	56%	USK	401,8	64%	USK
BRN-5	139,6	46%	Domestik	192,0	44%	Domestik	132,6	45%	Domestik
PTK-1	180,8	46%	Domestik	248,5	49%	Domestik	172,8	43%	USK
JTK-1	40,9	78%	Domestik	56,3	78%	Domestik	38,9	78%	Domestik
JTK-2	131,7	66%	Domestik	181,1	65%	Domestik	125,1	65%	Domestik
KLB-1	114,8	81%	Domestik	157,9	81%	Domestik	109,1	81%	Domestik
KLB-2	3,3	81%	Domestik	4,5	81%	Domestik	3,1	81%	Domestik
KLB-3	84,6	50%	Industri	126,9	53%	Industri	84,6	52%	Industri
KLB-4	63,0	53%	Domestik	86,7	56%	Domestik	59,9	50%	Domestik
KLB-5	107,2	49%	Domestik	147,4	48%	Domestik	101,8	48%	Domestik
KLB-6	124,1	46%	Domestik	170,6	48%	Domestik	117,9	44%	Domestik
KLT-1	-	-	Hulu sungai (titik awal)	-	-	Hulu sungai (titik awal)	-	-	Hulu sungai (titik awal)
KLT-2	224,0	76%	Mall / Apartement / Hotel	336,0	78%	Mall / Apartement / Hotel	224,0	77%	Mall / Apartement / Hotel
KLT-3	15,8	62%	Domestik	21,7	61%	Domestik	15,0	61%	Domestik
KLT-4	33,1	81%	Domestik	45,5	81%	Domestik	31,4	81%	Domestik
KLT-5	44,9	81%	Domestik	61,7	81%	Domestik	42,6	81%	Domestik
KLT-6	424,3	78%	USK	497,3	75%	USK	477,4	81%	USK
KLT-7	507,0	52%	Domestik	697,1	52%	Domestik	481,6	50%	Domestik
KLT-8	1056,0	94%	USK	1237,5	93%	USK	1188,0	95%	USK
KLT-9	103,8	48%	Domestik	142,7	52%	Domestik	98,6	45%	Domestik
KLT-10	910,2	33%	Domestik	1251,5	33%	Domestik	877,0	31%	USK
KNT-1	237,7	71%	Domestik	326,8	71%	Domestik	225,8	71%	Domestik
KNT-2	303,6	70%	Domestik	417,5	70%	Domestik	288,5	69%	Domestik
KNT-3	368,6	55%	Domestik	506,9	54%	Domestik	350,2	55%	Domestik
CKG-1	72,0	81%	Domestik	98,9	81%	Domestik	68,4	81%	Domestik
CKG-2	240,8	54%	Domestik	331,1	52%	Domestik	228,7	53%	Domestik
CKG-3	60,7	42%	Mall / Apartement / Hotel	91,1	43%	Mall / Apartement / Hotel	60,7	43%	Mall / Apartement / Hotel
CKG-4	205,4	46%	Domestik	282,5	44%	Domestik	195,2	45%	Domestik
CKG-5	303,7	60%	Industri	455,6	61%	Industri	303,7	61%	Industri
CKG-6	308,6	50%	Domestik	424,3	50%	Domestik	293,1	49%	Domestik
CKG-7	197,0	56%	Domestik	270,9	58%	Domestik	187,2	54%	Domestik
CDG-1	128,7	48%	Domestik	177,0	51%	Domestik	122,3	45%	Domestik
CDG-2	35,5	54%	Industri	53,3	57%	Industri	35,5	56%	Industri
CDG-3	123,8	71%	Domestik	170,3	70%	Domestik	117,6	71%	Domestik
CDG-4	10,4	81%	Domestik	14,4	81%	Domestik	9,9	81%	Domestik
CDG-5	746,1	69%	Industri	1119,2	72%	Industri	746,1	69%	Industri
CDG-6	117,2	44%	Domestik	161,1	43%	Domestik	111,3	43%	Domestik
CDG-7	200,7	69%	Domestik	276,0	68%	Domestik	190,7	69%	Domestik
MPG-1	25,8	81%	Domestik	35,5	81%	Domestik	24,5	81%	Domestik
MPG-2	90,2	50%	Industri	135,3	52%	Industri	90,2	51%	Industri
MPG-3	183,4	65%	Domestik	252,2	64%	Domestik	174,3	65%	Domestik
MPG-4	1008,0	56%	USK	1181,3	51%	USK	1134,0	59%	USK
MPG-5	8,4	81%	Domestik	11,6	81%	Domestik	8,0	81%	Domestik
MPG-6	230,4	48%	USK	270,0	43%	USK	259,2	52%	USK
TRB-1	-	-	Hulu sungai (titik awal)	-	-	Hulu sungai (titik awal)	-	-	Hulu sungai (titik awal)

Daerah Tangkapan Air (DTA)	Rekapitulasi Beban Pencemaran Dominan								
	BOD			COD			TSS		
	Besaran (Kg/hari)	Persentase terhadap Beban Pencemaran Total	Jenis Aktivitas	Besaran (Kg/hari)	Persentase terhadap Beban Pencemaran Total	Jenis Aktivitas	Besaran (Kg/hari)	Persentase terhadap Beban Pencemaran Total	Jenis Aktivitas
TRB-2	-	-	Hulu sungai (titik awal)	-	-	Hulu sungai (titik awal)	-	-	Hulu sungai (titik awal)
TRB-3	-	-	Hulu sungai (titik awal)	-	-	Hulu sungai (titik awal)	-	-	Hulu sungai (titik awal)
KML-1	104,1	67%	Domestik	143,2	66%	Domestik	98,9	67%	Domestik
KML-2	340,8	62%	Domestik	468,6	61%	Domestik	323,7	61%	Domestik
KML-3	354,5	80%	Domestik	487,4	80%	Domestik	336,8	80%	Domestik
PSG-1	65,1	50%	Domestik	89,5	52%	Domestik	61,8	47%	Domestik
PSG-2	263,3	41%	Domestik	362,0	40%	Domestik	250,1	39%	Domestik
PSG-3	168,0	62%	Domestik	230,9	64%	Domestik	159,6	60%	Domestik
PSG-4	384,0	79%	USK	450,0	76%	USK	432,0	82%	USK
PSG-5	206,0	45%	Domestik	283,3	44%	Domestik	195,7	44%	Domestik
BLC-1	446,0	71%	Domestik	613,3	70%	Domestik	423,7	71%	Domestik

Limbah cair seyogianya dibuang setelah dilakukan pengolahan terlebih dahulu hingga mencapai nilai yang memenuhi baku mutu air yang ditetapkan. Apabila mengacu pada baku mutu pembuangan limbah cair yang telah ditetapkan pada PermenLHK No 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, meskipun limbah cair yang dibuang sudah diolah dan telah memenuhi baku mutu, kualitas air sungai dapat dipastikan akan tetap mengalami penurunan kualitas seiring dengan bertambahnya jumlah limbah cair yang dibuang. Hal ini terjadi karena baku mutu limbah cair memiliki kualitas yang lebih rendah daripada baku mutu badan perairan sungai (PP No. 22 Tahun 2021, Lampiran VI). Mengacu pada kondisi saat ini, banyak limbah domestik yang dibuang langsung ke sungai tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Dengan demikian, kombinasi aktivitas pencemaran ini semakin memperparah kondisi badan perairan sungai, sehingga kualitas airnya tidak mampu memenuhi baku mutu kelas 2 yang diatur dalam PP No. 22 Tahun 2021 (Lampiran VI). Hal ini dapat dinyatakan pula bahwa limbah cair yang saat ini masuk ke perairan sungai DKI Jakarta telah melebihi daya tampung badan perairan sungai kelas 2.

Perubahan atau penerapan teknologi sebagai *driver* yang bersifat positif dalam pengendalian pencemaran air dapat bertindak sebagai anti *pressure* atau *response* terhadap besarnya tekanan dari limbah cair domestik. Pengolahan limbah cair domestik akan membutuhkan biaya lebih rendah atau murah, apabila dilakukan dalam skala yang besar. Namun demikian, diperlukan suatu sistem pengumpulan limbah terintegrasi agar limbah domestik dari setiap rumah dapat terkumpul. Sistem pengumpulan limbah cair domestik umumnya dilakukan melalui jaringan sistem sanitasi perpipaan yang direncanakan dan didesain pada saat suatu pemukiman/perkotaan belum berkembang. Saat ini, jaringan sistem sanitasi perkotaan DKI Jakarta belum terbangun dan DKI Jakarta sudah pada kondisi yang sangat padat pemukimannya. Kondisi sistem pemukiman yang padat dan rumit saat ini akan menimbulkan kebutuhan biaya pembangunan jaringan sistem sanitasi yang mahal dan juga proses yang rumit. Hal ini menjadikan tekanan atau *pressure* tersendiri dalam rangka pengendalian pencemaran air di badan perairan.

Sementara itu, beban pencemaran lainnya yang perlu diperhitungkan adalah masuknya sampah (limbah padat domestik) ke dalam sungai. Data pemantauan tahun 2024 menunjukkan hampir semua titik pemantauan kualitas air sungai dijumpai adanya sampah, baik di badan perairan maupun sempadan sungai (**Gambar 3.25**). Saat ini bisa dikatakan bahwa sebagian masyarakat memperlakukan sungai sebagai tempat pembuangan semua limbah (baik padat maupun cair) dari aktivitasnya. Padahal merujuk PP 22 tahun 2021, parameter sampah diharuskan nihil atau tidak seharusnya dibuang ke badan perairan. Hal ini semakin memperburuk kondisi kualitas air sungai yang ada di Provinsi DKI Jakarta.

3.9.3. *States*

State (keadaan) adalah kondisi lingkungan saat ini yang dipengaruhi oleh tekanan/*pressure* yang ada seperti kualitas air, kualitas udara, dan keanekaragaman hayati. *State* merupakan penjelasan dari kondisi yang terjadi saat ini yang kemudian akan berdampak pada kondisi lingkungan (dalam fungsinya sebagai ekosistem) dan kondisi sosial ekonomi masyarakat. Hal ini ada kaitannya dengan kualitas air sungai, karena besarnya beban pencemaran limbah cair domestik (*black water* dan *grey water*) yang masuk ke dalam badan perairan menyebabkan peningkatan nilai parameter biologi (*coliform*) yang sangat tinggi di sungai. Parameter lainnya yang cukup dominan adalah BOD, NH₃ dan H₂S. Hal ini menyebabkan nilai IP hampir di semua badan perairan sungai masuk dalam kategori tercemar berat dan sedang. Beberapa sungai yang merupakan saluran irigasi dengan karakteristik saluran yang berfungsi sebagai suplesi air (muka air saluran lebih tinggi dari muka tanah), misalnya Tarum Barat, memiliki nilai IP yang cenderung lebih baik atau tercemar ringan. Nilai IP berkisar pada selang 1,93-17,47 dengan rata-rata pemantauan sepanjang tahun 2024 dan pada 120 titik pemantauan adalah 9,00. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi pencemaran pada badan perairan sungai di DKI Jakarta secara umum telah melebihi (lebih tepatnya sangat jauh melebihi) daya tampungnya.

Nilai IP yang mencerminkan status mutu air sungai ini merupakan hasil perhitungan menggunakan **Rumus 6** yang mana sangat bergantung pada perbandingan nilai parameter kualitas air hasil pengukuran dengan nilai baku mutu parameter tersebut. Apabila nilai parameter terukur melebihi nilai baku mutu, maka nilai IP menjadi tinggi dan sebaliknya. Klasifikasi status mutu berdasarkan nilai IP sendiri terbagi menjadi empat yang dijelaskan pada **Tabel 2.10**. Berdasarkan klasifikasi tersebut, nilai IP rata-rata pada tahun 2024 sebesar 9,00 termasuk dalam status mutu cemar sedang (mendekati cemar berat).

3.9.4. *Impacts*

Impact (dampak) adalah dampak dari perubahan keadaan lingkungan terhadap ekosistem dan kesehatan manusia, seperti penurunan kualitas hidup, kerusakan habitat, dan peningkatan penyakit. *Impact* merupakan dampak yang diterima dari adanya suatu isu atau permasalahan. *Impact* ini digunakan untuk menjelaskan perubahan-perubahan yang terjadi di dalam kondisi yang ada dan pada akhirnya akan menimbulkan tanggapan (*response*). Kualitas air sungai sangat bergantung pada kandungan senyawa di dalamnya, sehingga dapat dilihat dari sudut pandang parameter fisik, kimiawi, maupun biologis yang memiliki dampaknya masing-masing. Seluruh parameter ini memiliki ambang batas yang sudah diatur oleh pemerintah dalam istilah baku mutu. Apabila keberadaan atau konsentrasi dari suatu parameter

melebihi ambang batas atau bau mutu yang telah ditentukan, maka akan berdampak buruk pada kualitas air sungai tersebut yang membuat status mutunya menjadi tercemar (cemar ringan, sedang, hingga berat). Hal ini akan berpengaruh buruk, baik pada biota perairan maupun manusia yang memberdayakan perairan tersebut. Sebaliknya, jika perairan memiliki status mutu yang baik, maka keberadaan biota di perairan akan melimpah (biodiversitas tinggi) dan manusia dapat dengan maksimal memberdayakan perairan tersebut. Merujuk pada pembahasan *state* sebelumnya (subbab 3.9.3. *State*), status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta terkini pada tahun 2024 secara umum tergolong cemar sedang yang mendekati cemar berat, yang artinya banyak dampak negatif yang timbul dari kondisi ini.

Beberapa dampak negatif yang timbul dari buruknya kualitas air sungai di DKI Jakarta meliputi berkurangnya kelimpahan dan keragaman biota perairan, menurunnya tingkat kenyamanan dan estetika sungai akibat bau yang kurang sedap dan warna air yang tidak jernih. Hal ini berasal dari tingginya pencemaran limbah cair domestik yang menyebabkan kualitas air dan daya dukung ekosistem perairan sungai mengalami degradasi. Tekanan pembuangan limbah domestik yang sangat besar dan ditambah dengan limbah industri rumah tangga kecil dan menengah telah menyebabkan tingginya nilai BOD, NH_3 dan H_2S di sungai. Besarnya nilai parameter NH_3 dan H_2S menunjukkan besarnya dampak bau pada lingkungan sekitar. Demikian juga dengan warna air sungai hitam, abu-abu, putih, maupun hijau berkaitan dengan tingginya parameter-parameter tersebut yang mengakibatkan estetika sungai menurun karena keindahan air sungai umumnya berasosiasi dengan tingkat kejernihan airnya.

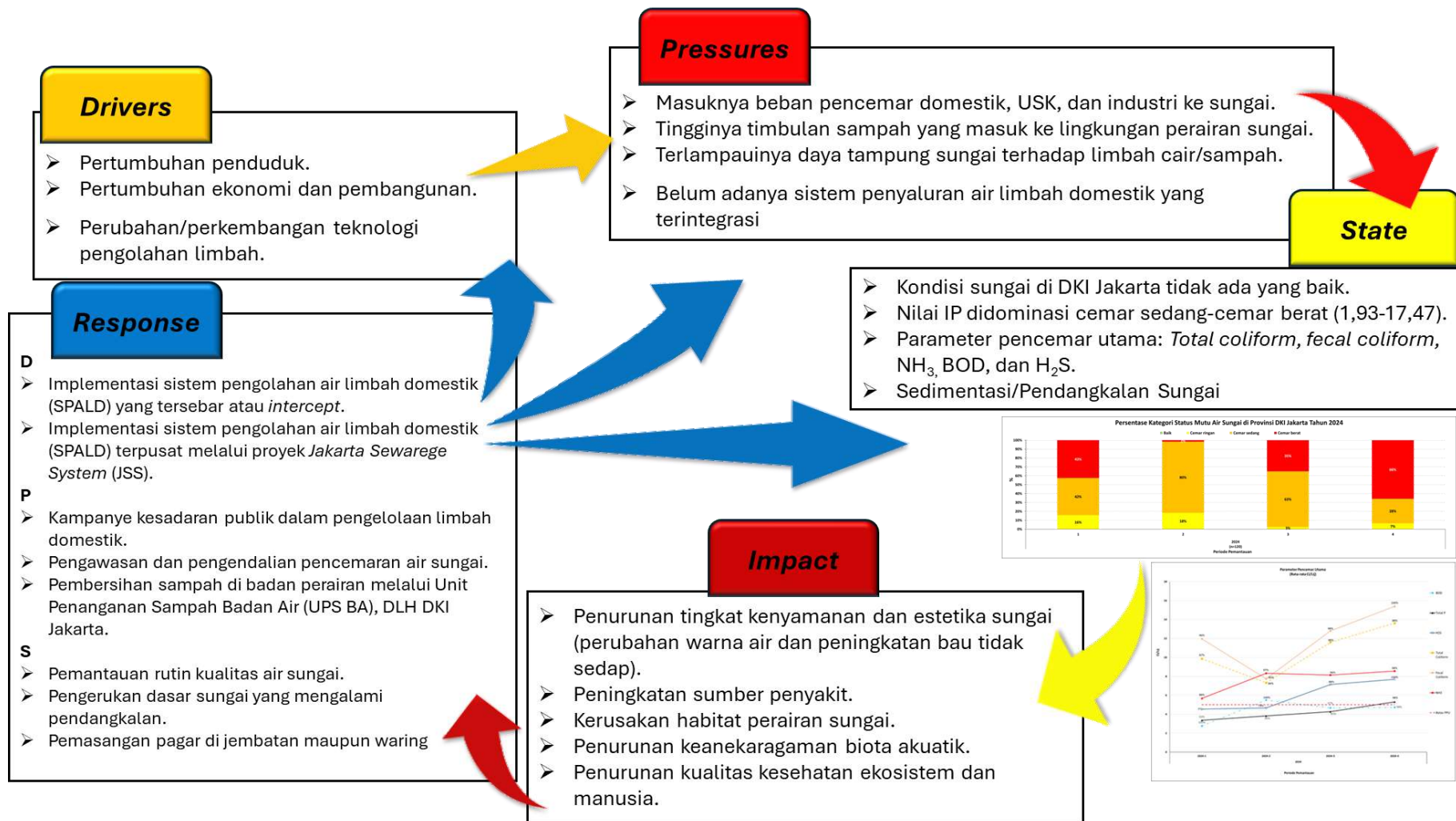
Tingginya nilai parameter BOD dan COD telah menyebabkan oksigen dalam sungai menjadi terbatas. Hal ini ditunjukkan dengan nilai DO yang rendah di titik-titik pemantauan sungai. Terbatasnya oksigen dalam sungai telah menyebabkan rendahnya keragaman biota perairan, terutama jenis ikan. Hal ini mengakibatkan penurunan pada fungsi jasa ekosistem sungai bagi peruntukkan rekreasi masyarakat. Dampak lainnya adalah kandungan mikroorganisme berupa bakteri *coliform* yang sangat tinggi. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan fungsi jasa ekosistem sungai dalam peruntukkan pemenuhan kebutuhan air domestik yang berimplikasi pada peningkatan biaya pengolahan air baku sungai untuk kebutuhan domestik. Dampak lebih lanjut adalah meningkatnya peluang penyakit yang disebabkan oleh bakteri patogen yang terkandung dalam air sungai.

3.9.5. Responses

Response merupakan tindakan yang diperlukan dalam memperbaiki suatu masalah, mulai dari menyesuaikan *drivers*, mengurangi *pressures* pada sistem, mengembalikan *state* ke kondisi yang lebih baik, hingga mengurangi *impact* yang ada. Tindakan yang dimaksud yaitu seperti kebijakan lingkungan, program konservasi atau rehabilitasi, dan kampanye kesadaran publik. *Response* juga merupakan tanggapan yang muncul dari dampak yang tidak diinginkan, mengacu kepada respon masyarakat, baik individu maupun kelompok. Dalam hal ini, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta telah banyak melakukan respon untuk mengatasi dampak negatif dari kondisi *state* kualitas air sungai saat ini, meliputi:

- Implementasi sistem pengolahan air limbah domestik (SPALD) yang tersebar atau *intercept*.
- Implementasi sistem pengolahan air limbah domestik (SPALD) terpusat melalui proyek *Jakarta Sewerage System (JSS)*.
- Kampanye kesadaran publik dalam pengelolaan limbah domestik.
- Pengawasan dan pengendalian pencemaran air sungai.
- Pembersihan sampah di badan perairan melalui Unit Penanganan Sampah Badan Air (UPS BA), DLH DKI Jakarta.
- Pemantauan rutin kualitas air sungai.
- Pengerukan dasar sungai yang mengalami pendangkalan.
- Pemasangan pagar di jembatan maupun waring.

Responses yang dilakukan terhadap faktor *Drivers*, *Pressures*, maupun *State* dan *Impact* sudah dilakukan oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta dalam waktu yang cukup panjang. Namun demikian, kondisi siklus DPSIR hingga saat ini (**Gambar 3.176**) belum mengalami perubahan, padahal *responses* yang dilakukan diharapkan mampu untuk mengubah siklus DPSIR menjadi lebih baik secara terus menerus. Hal ini menimbulkan tanda tanya besar mengapa respon yang telah dilakukan begitu banyak belum mampu memberikan perubahan pada siklus DPSIR. Siklus DPSIR akan berubah apabila D-P (*drivers* dan *pressures*) mengalami perubahan, sedangkan D-P akan berubah apabila besaran R (*responses*) setara dengan besaran D-P yang terjadi. Di sisi lain, S-I (*state* dan *impact*) merupakan hasil yang diakibatkan oleh D-P. Oleh karenanya, perlu perhitungan yang baik dan benar dalam merespon faktor D-P ini agar perubahan siklus DPSIR menjadi lebih baik dapat tercapai.



Gambar 3.176. Diagram evaluasi DPSIR sungai di wilayah Provinsi DKI Jakarta.

BAB IV

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Laporan
Kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2024
Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta

BAB IV

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

4.1. Kesimpulan

Pelaksanaan pemantauan kualitas lingkungan air sungai di seluruh wilayah DKI Jakarta pada tahun 2024 yang dilaksanakan oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta melalui Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta telah berlangsung dengan baik. Data hasil pemantauan berupa data hidrologi sungai, kualitas air sungai *insitu* dan hasil analisis laboratorium yang meliputi komponen fisika, kimia, dan biologi, serta kondisi lingkungan sekitar pada 120 titik pemantauan telah berhasil diperoleh melalui kegiatan ini. Data-data tersebut menjadi sumber informasi dan data yang bersifat *time series* bersama dengan data kualitas air hasil pemantauan sebelumnya meliputi tahun 2018, 2019, 2021, 2022, 2023, dan 2024. Data-data tersebut digunakan dalam proses analisis dan telaahan secara komprehensif untuk tujuan evaluasi kualitas lingkungan air sungai, serta penyusunan rekomendasi teknis pemantauan dan pengelolaan sungai di Provinsi DKI Jakarta.

Parameter-parameter kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta ditelaah secara rinci pada laporan ini, baik untuk parameter yang diukur secara *insitu* maupun parameter yang dianalisis di laboratorium. Parameter-parameter tersebut mewakili komponen hidrologi fisika, kimia, dan biologi perairan sungai. Kondisi kualitas air sungai merupakan kombinasi pengaruh berbagai parameter kualitas air dan buruknya kondisi kualitas air sungai disebabkan oleh satu atau beberapa parameter yang nilainya tinggi melebihi baku mutu yang disyaratkan. Berdasarkan analisis parameter pencemar utama (PPU) secara periodik, terdapat 8 (delapan) parameter yang pernah terklasifikasi sebagai PPU sungai selama tahun 2018-2024, yaitu parameter *fecal coliform*, *total coliform*, klorin bebas (Cl_2), hidrogen sulfida (H_2S), BOD, total P, fenol, dan amoniak (NH_3). Parameter *fecal coliform*, *total coliform*, dan amoniak (NH_3) secara konsisten terpantau menjadi PPU sungai di wilayah DKI Jakarta selama pemantauan periode 2018-2024. Ketiga parameter tersebut perlu menjadi perhatian utama dikarenakan tingkat cemarannya yang bernilai sangat tinggi dan bersifat konsisten.

Cemaran dari parameter-parameter pencemar utama tersebut menyebabkan status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta tidak ada yang terkategori baik, namun sebaliknya didominasi oleh kategori cemar sedang (28-80% titik pemantauan) dan cemar berat (2-66% titik pemantauan). Selama tahun 2024, nilai IP sungai di seluruh DKI Jakarta berkisar 1,93-17,47. Status mutu air yang buruk ini lebih disebabkan oleh tingginya cemaran dari kegiatan domestik. Berdasarkan ruas sungai, status mutu terburuk tersebar pada banyak ruas sungai seperti Sungai Cideng (CDG), Cipinang (CPN), Sunter (STR), Buaran (BRN), Cakung (CKG) dan segmen hilir Kalibaru Timur (KLT). Ruas-ruas sungai tersebut paling sering menunjukkan nilai IP yang tinggi selama 4 tahun terakhir yakni $>12,00$ (tergolong cemar berat), serta terpantau di lapangan memiliki aktivitas domestik dan/atau industri yang cukup padat dan bahkan sampai mengakuisisi area sempadan sungainya. Hal ini membuat beban cemarannya relatif lebih besar, didukung dengan kondisi volume air dan lebar sungai yang relatif kecil membuat daya tampung cemaran sungai ini menjadi lebih rendah. Pada area yang memiliki status mutu air sungai buruk dinilai belum memiliki pengelolaan limbah domestik yang memadai yang terindikasi dari kondisi sanitasinya yang buruk, warna air

hitam dan tingkat kebauan yang sangat bau. Berdasarkan evaluasi keterkaitan status mutu dengan parameter hidrologi & fisik air sungai, terdapat kecenderungan bahwa titik pemantauan yang bernilai IP tinggi memiliki indikator hidrologi dan fisik sebagai berikut; kecepatan aliran rendah, debit air rendah, warna tampak air putih/abu-abu/hijau/hitam, dan berbau. Di sisi lain, sungai-sungai yang memiliki kualitas air relatif baik diketahui terdapat pada Sungai Pesanggrahan (PSG), Tarum Barat (TRB), Krukut (KRT), Mampang (MPG), dan Grogol (GRL) yang didominasi oleh kondisi cemar ringan atau nilai IP relatif rendah. Hal ini berkaitan dengan aktivitas antropogenik di sekitarnya yang cenderung tidak terlalu padat. Pencemaran terjadi secara cukup merata pada seluruh titik pemantauan atau lima DAS di Provinsi DKI Jakarta, meskipun terlihat bahwa DAS Ciliwung dan DAS Angke-Pesanggrahan memiliki kondisi yang sedikit lebih baik.

Pengambilan sampel sedimen sungai untuk menganalisis kandungan logam berat seng (Zn) dan tembaga (Cu) di sedimen mulai dilakukan sejak tahun 2023 yang disediakan untuk mengukur 120 sampel, lalu dilanjutkan pada tahun 2024 yang dialokasikan sebanyak 130 sampel. Berdasarkan hasil analisis selama tahun 2023-2024, terungkap bahwa konsentrasi Zn pada sebagian besar lokasi pemantauan telah melewati nilai referensi kualitas sedimen yang dikeluarkan oleh ANZECC/ARMCANZ, yakni pada 64% dari total 120 sampel (tahun 2023) dan 88% dari total 130 sampel (tahun 2024). Selama periode tersebut, logam Zn di sedimen terukur telah melewati batas bawah nilai referensi pada 35-42% lokasi pemantauan dan bahkan 53% lokasi pemantauan terpantau melewati batas atas nilai referensi pada tahun 2024. Logam Cu di sedimen menunjukkan kondisi serupa dengan Zn di sedimen yakni didominasi oleh nilai yang telah melewati batas bawah nilai referensi sebanyak 60-61% dari total 120/130 sampel. Perbedaannya terletak pada persentase nilai yang melewati batas atas yang ditemukan lebih sedikit yaitu pada 6-15% lokasi pemantauan, sedangkan pada logam Zn di sedimen mencapai 22-53% lokasi. Nilai yang melewati batas atas nilai referensi mengarah pada dampak negatif biologis dalam skala besar, yang artinya perlu mengambil tindakan pengelolaan (termasuk perbaikan), studi tambahan spesifik lokasi mengenai faktor-faktor yang melatarbelakanginya, serta melakukan kajian secara tuntas terhadap faktor pengontrol *bioavailability* kontaminan. Sungai Kamal (KML) cukup konsisten menunjukkan nilai logam di sedimen paling ekstrem (baik Zn maupun Cu) di antara sungai lainnya. Dengan demikian, Sungai Kamal perlu menjadi ruas sungai paling prioritas untuk mendapatkan perhatian yang sangat intens dari para pengguna dan pengelola perairan sungai untuk mengelolanya dengan lebih baik dan melakukan perbaikan. Hasil analisis lainnya menunjukkan bahwa besarnya nilai logam di air belum tentu akan diikuti oleh besarnya nilai logam di sedimen, yang artinya tidak tampak korelasi erat antara logam Zn/Cu di sedimen dengan konsentrasi masing-masing di dalam air. Hal ini bergantung pada banyak faktor seperti kecepatan aliran, proses sedimentasi, proses reaksi fisik-kimia yang terjadi, dll.

Penyajian evaluasi keterkaitan status mutu air sungai dengan komponen tingkat kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA seperti hidrometeorologi, kondisi aliran sungai minimum-maksimum, tata ruang, tutupan lahan, sumber pencemaran, sistem jaringan drainase/*sewage*, infrastruktur pengolahan limbah, dan data pendukung lainnya pada tingkatan setiap sub-DAS/DTA menggunakan metode skoring dan tabulasi. Titik-titik pemantauan kualitas air sungai diasumsikan sebagai sebuah daerah tangkapan air (DTA) dalam rangka evaluasi tersebut. Evaluasi ini secara umum dilakukan dengan membentuk sebuah profil pada masing-masing lokasi pemantauan atau DTA sungai yang berisi informasi lengkap dan penting mengenai kondisi status mutu air sungai

dan komponen tingkat kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA. Hasil evaluasi dan profil lokasi dari beberapa titik pemantauan sungai yang memiliki status mutu air terbaik tahun 2024 (PSG-1), terburuk tahun 2024 (CPN-5), terbaik tahun 2021-2024 (TRB-1), serta terburuk tahun 2021-2024 (CDG-4) memperlihatkan kecenderungan bahwa pada lokasi-lokasi yang memiliki status mutu air terburuk menunjukkan status mutu air cemar berat dengan nilai IP tinggi, kandungan logam Zn di sedimen yang telah melewati batas atas nilai referensi, memiliki status prioritas pengelolaan tingkat tinggi dan direkomendasikan untuk mendapatkan upaya perbaikan segera. Namun, baik lokasi yang memiliki status mutu buruk maupun baik, memiliki daftar parameter pencemar utama yang cukup identik diantaranya *fecal coliform*, *total coliform*, amoniak, BOD, COD, H₂S, dll. Parameter-parameter pencemar tersebut juga merupakan PPU sungai secara umum berdasarkan analisis dan evaluasi PPU sungai.

Status prioritas dan tindakan pengelolaan pada setiap DTA sungai divisualisasikan di dalam peta dalam tampilan warna yang berbeda-beda. Lokasi-lokasi sub-DAS/DTA/segmen-segmen sungai paling prioritas sebagai rekomendasi pengelolaan dan perbaikan kualitas air sungai diantaranya adalah DTA titik pemantauan di aliran Sungai Ciliwung (Pluit) (CLW4-1 dan CLW4-2), Grogol (GRL-4), Kalibaru Timur (KLT-7 dan KLT-10), Sunter (STR-6 dan STR-7), dan Cakung (BRN-5 dan CKG-7). Apabila ditinjau pada peta keseluruhan DKI Jakarta, lokasi-lokasi prioritas pengelolaan dan perbaikan kualitas air sungai tahun 2024 ini banyak tersebar di wilayah Jakarta Utara dan Timur. Hal ini sangat beralasan mengingat area tersebut merupakan area “Hilir” sungai dan dipadati oleh aktivitas antropogenik di sekitarnya pemukiman, industri, atau pergudangan yang bahkan sampai mengakuisisi sisi kiri dan kanan sempadan sungainya. Teramati pula bahwa kondisi air pada lokasi-lokasi tersebut cenderung memiliki kecepatan aliran yang rendah, berwarna hitam, dan berbau.

Evaluasi DPSIR dilakukan untuk mengetahui dampak lingkungan yang ditimbulkan dari kondisi perairan sungai yang terjadi secara aktual melalui pengukuran status mutu air dan indikasi lain terkait kondisi lingkungan perairan. Evaluasi ini dilakukan setelah melakukan kegiatan pemantauan selama empat periode pada tahun 2024 dengan komponen DPSIR sebagai berikut:

- **Drivers**

1. Pertumbuhan penduduk dan ekonomi telah menyebabkan peningkatan limbah cair yang sangat besar, diperparah dengan peningkatan jumlah limbah padat domestik di badan perairan.
2. Belum adanya sistem terintegrasi penyaluran air limbah domestik menuju fasilitas pengolahan air limbah, sehingga menyebabkan hampir semua limbah cair domestik masuk ke dalam jaringan sistem drainase air hujan (atau sungai atau dapat dikatakan bahwa sebagian besar air yang mengalir di sungai DKI Jakarta merupakan air limbah domestik).

- **Pressures**

1. Beban pencemaran yang masuk ke dalam sungai diantaranya berasal dari limbah dari fasilitas kesehatan, *mall/apartemen/hotel*, industri, domestik, sampah, dan usaha skala kecil (USK, atau biasa juga dikenal sebagai UMKM).
2. Baku mutu limbah cair memiliki kualitas lebih rendah daripada baku mutu badan perairan sungai, serta banyak limbah domestik yang dibuang langsung ke sungai tanpa pengolahan terlebih dahulu. Limbah cair yang saat ini masuk ke sungai DKI Jakarta telah melebihi daya tampung badan perairan sungai kelas 2.

3. Jaringan sistem sanitasi perkotaan DKI Jakarta belum terbangun dan DKI Jakarta sudah pada kondisi yang sangat padat pemukiman, sehingga membutuhkan biaya pembangunan jaringan sistem sanitasi yang mahal dan proses yang rumit.

- **States**

1. Status mutu air sungai DKI Jakarta 2024 termasuk dalam cemar sedang hingga cemar berat (berkisar 1,93-17,47 dengan rata-rata sebesar 9,00). Pencemaran sungai di DKI Jakarta secara umum telah sangat jauh melebihi daya tampungnya.
2. Parameter biologi (*total coliform* dan *fecal coliform*) menjadi parameter pencemar utama, disusul oleh BOD, Amoniak (NH₃), dan Hidrogen Sulfida (H₂S).

- **Impacts**

1. Berkurangnya kelimpahan dan keragaman biota perairan.
2. Penurunan tingkat kenyamanan dan nilai estetika lingkungan sungai.
3. Penurunan fungsi jasa ekosistem sungai bagi peruntukkan rekreasi masyarakat.
4. Penurunan fungsi jasa ekosistem sungai dalam peruntukkan pemenuhan kebutuhan air domestik, yang berimplikasi pada peningkatan biaya pengolahan air baku sungai untuk kebutuhan domestik.
5. Peningkatan peluang penyakit oleh bakteri patogen dalam air sungai.

- **Responses**

1. Implementasi sistem pengolahan air limbah domestik (SPALD) yang tersebar atau *intercept*.
2. Implementasi sistem pengolahan air limbah domestik (SPALD) terpusat melalui proyek Jakarta *Sewerage System* (JSS).
3. Kampanye kesadaran publik dalam pengelolaan limbah domestik.
4. Pengawasan dan pengendalian pencemaran air sungai.
5. Pembersihan sampah di badan perairan melalui Unit Penanganan Sampah Badan Air (UPS BA), DLH DKI Jakarta.
6. Pemantauan rutin kualitas air sungai.
7. Pengerukan dasar sungai yang mengalami pendangkalan.
8. Pemasangan pagar di jembatan maupun waring.

Responses yang dilakukan oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta telah dilaksanakan dalam jangka waktu cukup panjang, namun belum mampu memberikan perubahan pada siklus DPSIR. Siklus DPSIR akan berubah apabila D-P (*drivers* dan *pressures*) mengalami perubahan, sedangkan D-P akan berubah apabila besaran R (*responses*) setara dengan besaran D-P yang terjadi. Oleh karenanya, perlu perhitungan yang baik dan benar dalam merespons faktor D-P agar perubahan siklus DPSIR menjadi lebih baik dapat tercapai.

4.2. Rekomendasi

Pelaksanaan pemantauan kualitas air sungai yang dilaksanakan oleh Pemprov DKI Jakarta melalui DLH Provinsi DKI Jakarta telah berlangsung dengan baik dan dilaksanakan secara konsisten. Berdasarkan hasil telaahan data kualitas air tahun 2024 serta evaluasi secara *time series* tahun 2018, 2019, 2021, 2022, 2023, dan 2024 teridentifikasi beberapa hal yang perlu mendapat rekomendasi untuk perbaikan teknis pemantauan maupun teknis pengelolaan kualitas lingkungan air sungai agar dapat meningkatkan kondisi kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta.

4.2.1. Rekomendasi Teknis Pemantauan

4.2.1.1. Perubahan Frekuensi Pemantauan Kualitas Air Sungai

Periode pemantauan kualitas air sungai yang telah dilaksanakan sejak tahun 2018 hingga 2024 didasarkan pada kondisi musim yang terjadi yaitu musim hujan, musim perailhan-1, musim kemarau, dan musim peralihan-2 atau dengan kata lain frekuensinya sebanyak 4 (empat) periode pemantauan. Berdasarkan hasil pemantauan yang selama ini dilakukan, hasil pengukuran menunjukkan kecenderungan yang sama pada musim peralihan-1 atau musim peralihan-2. Di sisi lain, pemantauan kualitas air sungai yang selama ini dilakukan masih memerlukan proses analisis, evaluasi, atau kajian-kajian yang perlu dikembangkan lebih lanjut. Oleh karena itu, direkomendasikan untuk melakukan perubahan frekuensi atau jumlah periode pemantauan dari 4 (empat) periode menjadi 3 (tiga) periode yakni musim hujan, musim peralihan, dan musim kemarau. Sementara anggaran satu periode peralihan lainnya dapat dialokasikan untuk lebih fokus dalam melakukan analisis/evaluasi/kajian seperti lokasi-lokasi atau parameter paling krusial atau yang menjadi prioritas pengelolaan atau kajian lainnya secara lebih mendalam. Hal ini diharapkan dapat mengoptimalkan hasil pemantauan sungai yang selama ini dilakukan, sehingga luaran yang dihasilkan dapat lebih maksimal. Pemilihan periode pemantauan musim peralihan yang tidak akan dilaksanakan didasarkan pada kecenderungan hasil antara musim peralihan-1 atau peralihan-2 dengan musim hujan atau kemarau pemantauan selama beberapa tahun terakhir. Apabila kecenderungan hasil musim peralihan-1 mirip dengan hasil pada musim hujan atau kemarau, maka periode pemantauan yang akan dilakukan yaitu musim peralihan-2, begitu pun sebaliknya.

4.2.1.2. Rekomendasi Parameter Pemantauan Kualitas Air Sungai

Merujuk pada **Lampiran 2**, selama pelaksanaan pemantauan kualitas air sungai beberapa tahun terakhir yakni sejak tahun 2018 hingga 2024, terdapat pergantian-pergantian pada parameter pemantauan, baik penambahan maupun pengurangan. Berdasarkan evaluasi pada pelaksanaan pengambilan sampel, terdapat parameter *insitu* yang dipertimbangkan perlu ditiadakan pada pemantauan tahun-tahun selanjutnya yakni parameter **kecerahan perairan**. Kecerahan perairan merupakan gambaran penetrasi cahaya yang dapat menembus kolom atau lapisan perairan pada kedalaman tertentu yang diukur dengan bantuan *secchi disk* (Sari *et al.* 2012). Nilai kecerahan dinyatakan dalam satuan m atau cm. Nilai ini sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, dan padatan tersuspensi, serta ketelitian dari petugas pengukur (Effendi 2003). Parameter kecerahan perairan dinilai tidak diperlukan dalam pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta untuk pemantauan tahun-tahun selanjutnya, dengan pertimbangan-pertimbangan, sebagai berikut:

- Pengukuran kecerahan perairan tidak lazim dilakukan di perairan sungai, terutama sungai yang berarus deras dan keruh, karena sulit dalam melakukan pembacaan atau pengukuran. Jika dilakukan, maka data yang dihasilkan sangat berpotensi memiliki galat yang besar.
- Parameter kecerahan perairan cenderung digunakan pada perairan danau/situ/waduk atau laut lepas, karena parameter ini sangat berkaitan dengan analisis kesuburan atau produktivitas perairan.

- Parameter kecerahan perairan tidak memiliki baku mutu pada seluruh kelas dalam PP No 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lampiran VI. Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya).
- Parameter kecerahan perairan dalam proses analisis di perairan sungai dapat diwakili oleh parameter lain yaitu TSS dan kekeruhan.
- Pada proses analisis dan evaluasi data, parameter kecerahan perairan tidak signifikan digunakan dalam keperluan pengolahan / interpretasi data selama pemantauan kualitas air sungai sejak tahun 2020 hingga 2024 (DLH DKI Jakarta 2020; DLH DKI Jakarta 2021; DLH DKI Jakarta 2022; DLH DKI Jakarta 2023).

4.2.1.3. Penggantian Metode Analisis Parameter Bakteri *Coliform* menggunakan Metode *Enzym Substrate Test*

Metode analisis yang digunakan untuk mengukur kandungan bakteri *coliform* (*total coliform* dan *fecal coliform*) selama ini adalah metode tabung berganda (*multiple tube*) dengan pengenceran yang dibatasi maupun tidak. Metode tersebut cenderung lebih banyak mendeteksi bakteri non-target yang menyebabkan akurasi menjadi rendah dan nilai konsentrasi terukur tinggi. Hal tersebut dikarenakan terdeteksinya bakteri *non-coliform* lainnya dalam metode tersebut. Nilai bakteri *coliform* yang tinggi tersebut memberikan kontribusi yang besar dalam meningkatkan status mutu pencemaran yang menyebabkan sangat buruknya hasil penilaian status mutu air sungai di DKI Jakarta, baik melalui indeks pencemaran (IP) maupun metode STORET.

Jenis bakteri target dalam pengelolaan kualitas lingkungan perairan sungai adalah jenis bakteri *coliform*. Oleh karena itu, direkomendasikan untuk menggunakan metode yang memiliki tingkat akurasi lebih optimal dalam mengukur kandungan bakteri *coliform* yakni metode *enzym substrate test* dengan konsep *multiple well*. Metode ini memiliki keunggulan lebih sensitif dalam mendeteksi bakteri target, dalam hal ini bakteri *coliform*, sehingga akurasi hasil pengukuran dapat meningkat dan nilai konsentrasi bakteri *coliform* yang terukur dapat lebih representatif. Metode ini telah dilakukan pada pemantauan periode 2 tahun 2024 dan menghasilkan nilai yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan hasil pemantauan pada periode-periode sebelumnya atau yang menggunakan metode lama (*multiple tube*).

4.2.1.4. Penjaminan Mutu Analisis Laboratorium

Merujuk pada laporan hasil uji (LHU) Laboratorium Lingkungan Hidup Daerah (LLHD) Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018, 2019, 2021, 2022, 2023, dan 2024, terdapat inkonsistensi dan anomali data yang dilaporkan. Selama tahun 2023-2024, inkonsistensi yang biasanya terjadi pada nilai *detection limit* (DL) parameter sudah tidak lagi ditemukan, sedangkan anomali data masih ditemukan pada beberapa parameter yaitu *Total Coliform*, *Fecal Coliform*, Fenol, dan H₂S. Anomali pada parameter-parameter tersebut telah dibahas sebelumnya pada subbab 3.3. Analisis dan Evaluasi Parameter Pencemar Utama (PPU) Sungai dan subbab 4.2.1.3. Penggantian Metode Analisis Parameter Bakteri *Coliform* menggunakan Metode *Enzym Substrate Test*. Oleh sebab itu, perlu dipastikan penjaminan mutu analisis yang dilakukan dengan baik oleh laboratorium yang melakukan analisis, karena basis data sangat mempengaruhi proses analisis dan evaluasi, serta rekomendasi yang dihasilkan. Selain itu, sebagai masukan tambahan, sampel air yang memiliki nilai salinitas >4 ‰ sebaiknya dianalisis dengan menggunakan metode yang berbeda yakni metode analisis sampel air laut.

4.2.1.5. Verifikasi dan/atau Validasi terhadap Data Pemantauan oleh Pemilik Izin atau terhadap Persetujuan Pembuangan Air Limbah/Sertifikat Kelayakan Operasi (SLO)

Data-data kualitas air sungai hasil pemantauan mandiri yang dilakukan oleh para pelaku usaha yang telah memiliki Izin atau Persetujuan Pembuangan Air Limbah ke badan air dapat diverifikasi dan diintegrasikan dengan hasil pemantauan yang dilakukan oleh DLH DKI Jakarta pada lokasi yang berdekatan. Langkah pertama yang perlu dilakukan adalah menginventarisasi titik pemantauan yang dilakukan oleh pelaku usaha yang letaknya berdekatan dengan titik pemantauan kualitas air sungai DLH DKI Jakarta. Setelah diinventarisasi dan ditemukan lokasi-lokasi yang dimaksud, selanjutnya dilakukan upaya penyamaan waktu pengambilan sampel kualitas air sungai oleh pelaku usaha dan DLH DKI di lokasi-lokasi yang berdekatan tersebut. Kemudian, dilakukan kajian akademis terhadap hasil pemantauan kualitas air sungai dari kedua belah pihak. Apabila terdapat *gap* data antara hasil pemantauan oleh pelaku usaha terhadap hasil pemantauan oleh DLH DKI Jakarta, maka dilakukan terlebih dahulu verifikasi dan/atau validasi. Tindakan berupa teguran atau penegakan hukum mungkin diperlukan apabila hasil verifikasi dan/atau validasi data menyatakan bahwa pelaku usaha melakukan tindakan pelanggaran/pencemaran air sungai.

4.2.1.6. Pelibatan Suku Dinas Lingkungan Hidup (Sudin LH) di Wilayah Provinsi DKI Jakarta dalam Kegiatan Pemantauan

Mengingat banyaknya jumlah titik pemantauan kualitas air sungai di wilayah Provinsi DKI Jakarta dan mempertimbangkan salah satu poin rekomendasi yang disampaikan (4.2.1.5. Verifikasi dan/atau Validasi terhadap Data Pemantauan oleh Pemilik Izin atau terhadap Persetujuan Pembuangan Air Limbah/Sertifikat Kelayakan Operasi (SLO)), diperlukan keterlibatan Sudin LH DKI Jakarta agar kegiatan pemantauan dapat berlangsung dengan lebih efektif dan efisien. Guna mendukung hal ini, perlu dilakukan beberapa langkah yaitu:

- Pembentukan tim Kelompok Kerja (POKJA) pemantauan kualitas air di setiap wilayah administrasi dan program pelatihan pengambilan contoh bagi tim POKJA.
- Penyediaan peralatan pengukuran parameter *insitu* kualitas air (DO meter, pH meter, refraktometer, *secchi disk*, turbidimeter, klorin meter, dsb.) dan program kalibrasi peralatan pengukuran tersebut.
- Peningkatan kapasitas/kemampuan Laboratorium Lingkungan Hidup Daerah (LLHD) Provinsi DKI Jakarta dalam menerima dan menganalisis sampel kualitas air hasil pemantauan yang dilakukan secara terintegrasi tersebut.

4.2.1.7. Penggunaan Stasiun Pemantauan Kualitas Air yang Bersifat Kontinu, Otomatis, Online, dan Real-time

Pada beberapa ruas sungai di Provinsi DKI Jakarta terdapat instrumen stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, *online*, dan *real-time* yang telah dipasang dan dikelola oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) atau yang biasa dikenal sebagai stasiun *online monitoring system (onlimo)*. Berdasarkan data yang diperoleh pada *website onlimo* KLHK (<https://ppkl.menlhk.go.id/onlimo-2022/>), terdapat 5 (lima) stasiun *onlimo* yang terletak di wilayah Provinsi DKI Jakarta dan cukup selaras dengan titik pemantauan

sungai Provinsi DKI Jakarta yaitu 1) Stasiun KLHK1 - Sungai Ciliwung (Masjid Istiqlal), 2) Stasiun KLHK2 - Sungai Ciliwung (Pintu Air Manggarai), 3) Stasiun KLHK122 - Sungai Ciliwung (Kantor GCB), 4) KLHK4 - Sungai Ciliwung (Srengseng Sawah Kelapa Dua), dan 5) KLHK41 - Kali Cipinang (Kantor KLHK). Pemerintah Provinsi DKI Jakarta perlu mempertimbangkan instrumen serupa dalam upaya pengembangan pemantauan kualitas air sungai yang lebih baik. Instrumen pemantauan semacam ini dapat menghasilkan data yang bersifat *realtime* dan intens, sehingga analisis terhadap kualitas air sungai dapat dilakukan dengan lebih baik, cepat, dan representatif.

Berdasarkan hasil observasi lapangan oleh tim pemantauan sungai Provinsi DKI Jakarta, sungai-sungai di Provinsi DKI Jakarta dapat dikelompokkan menjadi beberapa tipologi sungai berdasarkan sumber air penyuplainya, diantaranya:

1) Tipologi Sungai Alami dengan Debit Besar

Tipologi sungai yang memiliki sumber air paling besar/dominan berasal dari hulu sungainya yang biasanya berasal di area pegunungan atau di luar wilayah Provinsi DKI Jakarta. Secara fisik, memiliki tutupan lahan yang dominan bersifat alami (seperti; vegetasi, tanah kosong, dll.). Contoh ruas sungainya adalah Sungai Ciliwung dan Pesanggrahan.

2) Tipologi Sungai Alami dengan Debit Kecil

Tipologi sungai yang memiliki sumber air paling besar/dominan berasal dari hulu sungainya yang biasanya berasal di area pegunungan atau di luar wilayah Provinsi DKI Jakarta. Secara fisik, tipologi sungai ini juga memiliki tutupan lahan yang dominan bersifat alami (seperti; vegetasi, tanah kosong, dll.). Perbedaan tipologi sungai 1 dengan 2 adalah pada besaran debitnya yang secara mudah dapat dicirikan dari lebar sungai yang dimiliki. Contoh ruas sungainya adalah Sungai Krukut, Kalibaru Timur, Kalibaru Barat, dll.

3) Tipologi Drainase

Tipologi sungai yang memiliki sumber air paling besar/dominan berasal dari buangan/limbah dari aktivitas antropogenik atau semacam drainase perkotaan. Sumber air atau mata air pada tipologi drainase biasanya bernilai kecil, sehingga lebih volume air yang ada lebih dominan berasal dari aktivitas antropogenik atau drainase perkotaan. Ruas sungainya bertipologi drainase adalah yang paling banyak di DKI Jakarta, misalnya Sungai Cideng, Cakung, Mampang, dll.

4) Tipologi Suplesi

Tipologi sungai yang memiliki sumber air paling besar/dominan berasal dari hulu sungainya seperti tipologi sungai alami, namun sungai bertipologi suplesi bersifat sebagai penyuplai saja, sehingga sumber airnya murni dari hulu sungai tersebut dan tidak terpengaruh oleh aktivitas di sekitarnya. Contoh ruas sungai bertipologi suplesi adalah Sungai Tarum Barat.

Analisis mengenai tipologi sungai di Provinsi DKI Jakarta belum dilakukan secara mendalam pada laporan pemantauan kualitas air sungai tahun 2024 karena memerlukan proses analisis yang mendetail dan bila diperlukan observasi lapangan tambahan, sehingga belum muncul pada **BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN**. Kajian lebih mendalam terhadap hal tersebut baru dapat dilakukan pada pemantauan tahun-tahun selanjutnya. Namun demikian, dalam rangka penentuan lokasi rekomendasi untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, *online*, dan *real-time*, mulai diterapkan pendekatan

tipologi sungai ini, meskipun dengan analisis yang belum mendalam. Pertimbangan-pertimbangan yang digunakan dalam penentuan lokasi rekomendasi untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, *online*, dan *real-time* adalah:

- Mewakili berbagai tipologi sungai
- Mempertimbangkan posisi hulu dan hilir dari setiap tipologi sungai
- Mewakili kategori status mutu air sungai cemar ringan, sedang, dan berat berdasarkan pemantauan 4 tahun terakhir (2021-2024), serta mewakili perubahan status mutu antara hulu ke hilir (memburuk, setara, dan membaik)
- Mempertimbangkan kondisi-kondisi lainnya yang dinilai perlu untuk terwakili.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan yang dijelaskan pada paragraf sebelumnya, diperoleh 25 titik pemantauan yang direkomendasikan untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, *online*, dan *real-time* seperti yang disampaikan pada **Tabel 4.1**, **Gambar 4.1**, **Gambar 4.2**. Lebih mengerucut lagi, sebanyak 14 dari 25 titik-titik pemantauan tersebut merupakan lokasi yang paling direkomendasikan untuk penerapan dalam waktu dekat (bertanda * pada **Tabel 4.1**, serta memiliki *outline* lingkaran kuning pada **Gambar 4.1** dan **Gambar 4.2**). Hal ini dimaksudkan untuk memberikan pilihan-pilihan lain bagi Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, khususnya berkaitan dengan alokasi anggaran pemerintah. Sungai Ciliwung tidak masuk ke dalam daftar rekomendasi titik-titik pemantauan untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, *online*, dan *real-time*, karena dinilai sudah memiliki jumlah stasiun pemantauan yang memadai yaitu yang dimiliki oleh KLHK.

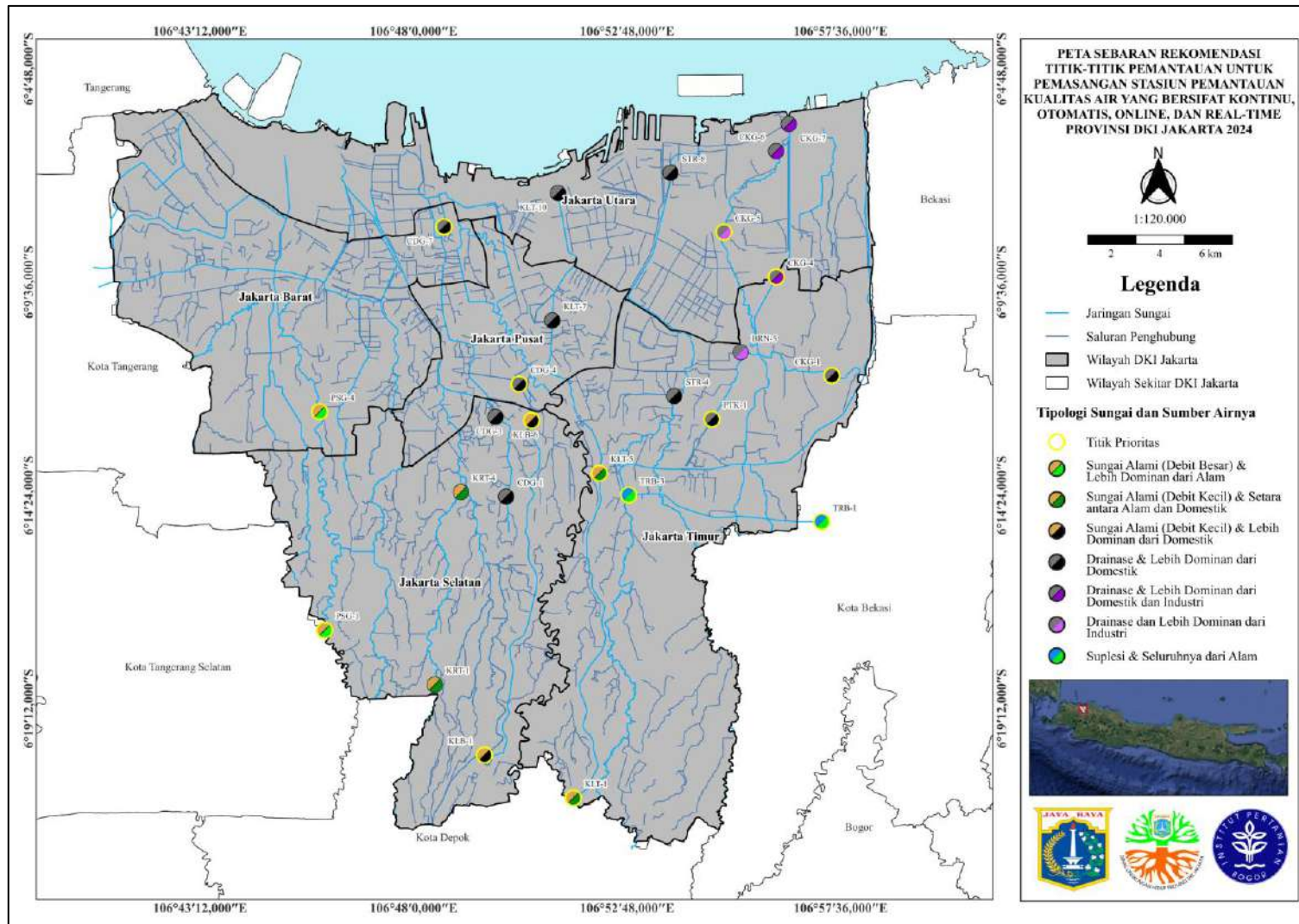
Pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, *online*, dan *real-time* juga selaras dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 tentang Penggunaan Dana Alokasi Khusus (DAK) Fisik Penugasan Bidang Lingkungan Hidup dan Bidang Kehutanan Tahun Anggaran 2022. Pada pasal 8 huruf a peraturan tersebut dinyatakan bahwa ruang lingkup kegiatan Dana Alokasi Khusus (DAK) penugasan bidang LHK yang dilaksanakan oleh pemerintah daerah provinsi/kabupaten/kota adalah penyediaan sistem pemantauan kualitas air secara kontinu, otomatis dan daring/*online*, serta penyediaan peralatan laboratorium.

Pada Lampiran 1 peraturan tersebut dinyatakan bahwa penyediaan alat atau sistem pemantauan kualitas air secara kontinu, otomatis dan *online* merupakan penguatan *early warning system* untuk bencana lingkungan hidup. Pada Lampiran tersebut juga dicantumkan uraian mengenai tahapan-tahapan penyediaan sistem pemantauan kualitas air secara kontinu, otomatis, dan *online* mulai dari penentuan lokasi, penentuan parameter pemantauan, pengadaan peralatan, pembangunan sistem transfer data, pengelolaan data dan publikasi, hingga monitoring dan evaluasi. Rincian rekomendasi tahapan-tahapan tersebut disampaikan melalui **Tabel 4.2**.

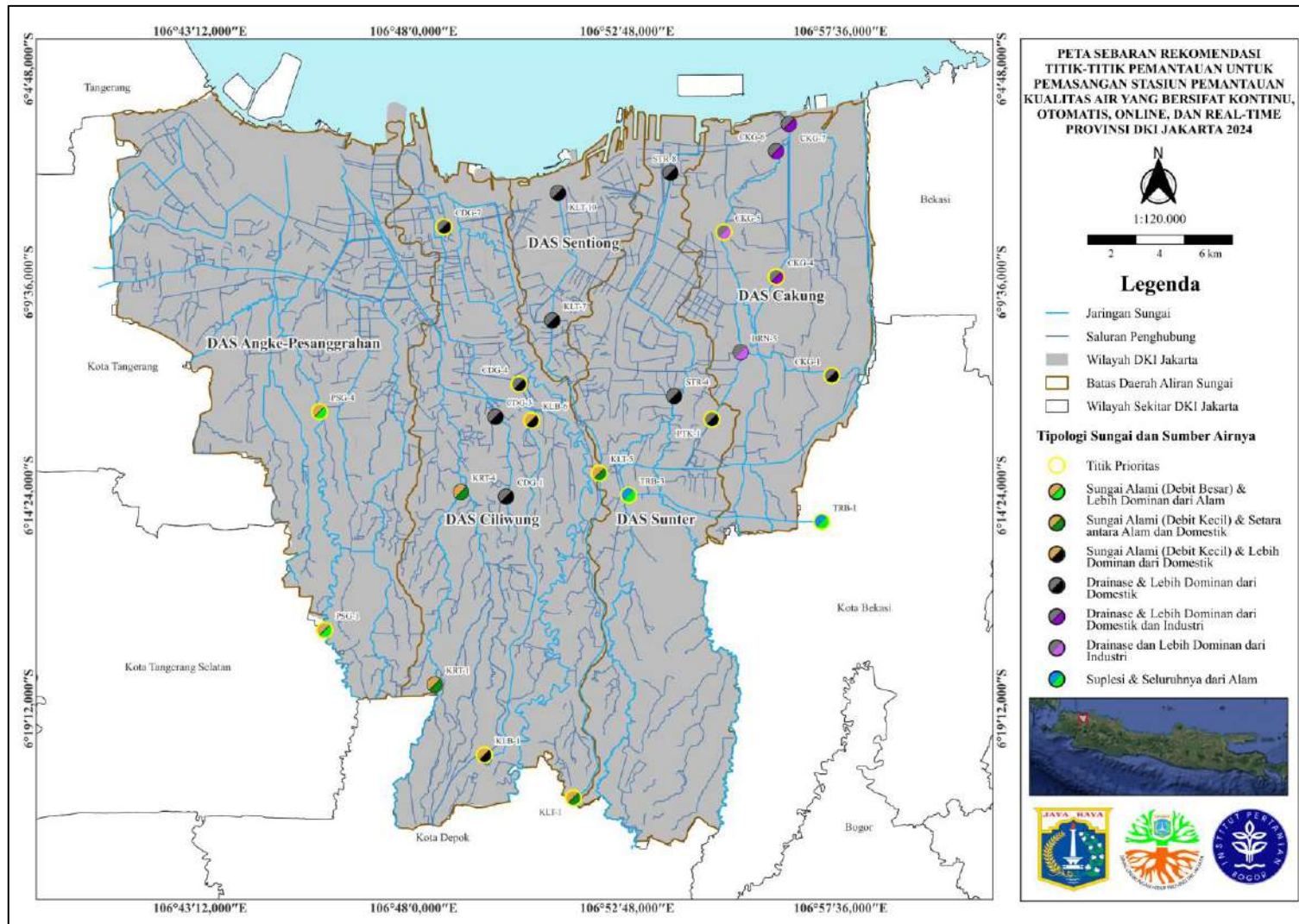
Tabel 4.1. Rekomendasi titik-titik pemantauan untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, *online*, dan *real-time*.

Tipologi Aliran Sungai	Sumber Air	Titik Pemantauan	Nilai IP Rata-Rata	Status Mutu	Frekuensi Cemar Berat (kali)	Kondisi	Keterangan	Perubahan Status Mutu
Sungai Alami (Debit Besar)	Lebih Dominan dari Alam	PSG-1*	5,22	Cemar Sedang	0	SEDANG	<i>hulu PSG</i>	<i>Memburuk</i>
		PSG-4*	8,82	Cemar Sedang	1	SEDANG	<i>hilir PSG</i>	
Sungai Alami (Debit Kecil)	Setara antara Alam dan Domestik	KRT-1	6,61	Cemar Sedang	0	SEDANG	<i>hulu KRT</i>	<i>Memburuk</i>
		KRT-4	9,92	Cemar Sedang	2	SEDANG	<i>hilir KRT</i>	
		KLT-1*	9,00	Cemar Sedang	0	SEDANG	<i>hulu KLT</i>	<i>Memburuk</i>
		KLT-5*	11,02	Cemar Berat	3	BERAT	<i>hilir KLT</i>	
	Lebih Dominan dari Domestik	KLB-1*	7,44	Cemar Sedang	0	SEDANG	<i>hulu KLB</i>	<i>Memburuk</i>
		KLB-6*	12,78	Cemar Berat	4	BERAT	<i>hilir KLB</i>	
Drainase	Lebih Dominan dari Domestik	CKG-1*	12,88	Cemar Berat	4	BERAT	<i>hulu CKG</i>	<i>Membaik</i>
		PTK-1*	13,94	Cemar Berat	4	BERAT	<i>hulu PTK</i>	
		CDG-1	14,18	Cemar Berat	4	BERAT	<i>hulu CDG</i>	
		CDG-3	13,53	Cemar Berat	3	BERAT	<i>hilir CDG</i>	
		CDG-4*	14,50	Cemar Berat	4	BERAT	<i>hulu baru CDG</i>	<i>Membaik (terdapat sistem filtrasi di hilir/CDG-7)</i>
		CDG-7*	10,07	Cemar Berat	2	SEDANG	<i>hilir baru CDG</i>	
		STR-4	14,35	Cemar Berat	4	BERAT	<i>hulu baru STR</i>	<i>Membaik</i>
		STR-8	13,24	Cemar Berat	4	BERAT	<i>hilir baru STR</i>	
		KLT-7	14,13	Cemar Berat	4	BERAT	<i>hulu baru KLT</i>	<i>Membaik</i>
		KLT-10	12,20	Cemar Berat	4	BERAT	<i>hilir baru KLT</i>	
	Lebih Dominan dari Domestik dan Industri	CKG-4*	12,85	Cemar Berat	4	BERAT	<i>hilir CKG dan PTK</i>	<i>Setara (dari CKG-1) Membaik (dari PTK-1)</i>
		CKG-6	12,45	Cemar Berat	4	BERAT	<i>hilir baru CKG</i>	
		CKG-7	10,51	Cemar Berat	2	SEDANG	<i>hilir semua CKG</i>	
	Lebih Dominan dari Industri	CKG-5*	12,98	Cemar Berat	3	BERAT	<i>hulu baru CKG</i>	
		BRN-5	13,92	Cemar Berat	4	BERAT	<i>hilir PTK</i>	
Suplesi	Seluruhnya dari Alam	TRB-1*	3,85	Cemar Ringan	0	RINGAN	<i>hulu TRB</i>	<i>Setara</i>
		TRB-3*	3,87	Cemar Ringan	0	RINGAN	<i>hilir TRB</i>	

Keterangan: * titik-titik pemantauan paling direkomendasikan untuk penerapan dalam waktu dekat



Gambar 4.1. Peta sebaran rekomendasi titik-titik pemantauan untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, *online*, dan *real-time* (visualisasi menggunakan batas wilayah administrasi).



Gambar 4.2. Peta sebaran rekomendasi titik-titik pemantauan untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, *online*, dan *real-time* (visualisasi menggunakan batas DAS).

Tabel 4.2. Rekomendasi tahapan-tahapan persiapan dan pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, *online*, dan *real-time*.

No	Tahapan	Uraian Kegiatan	Periode
1	Penentuan titik/lokasi pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i> , dan <i>real-time</i>	Rekomendasi titik/lokasi untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i>, dan <i>real-time</i> dianalisis ulang pada tahun 2024 untuk memperbaharui keterkaitan dengan kondisi terkini. Kriteria penentuan titik lokasi pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i>, dan <i>real-time</i> berdasarkan Lampiran 1 PermenLHK 2/2022, antara lain: 1. Representasi karakteristik badan air dan lokasi sumber pencemar serta kemungkinan pencemaran yang akan ditimbulkan 2. Bagian dari badan air yang dapat menggambarkan karakteristik keseluruhan badan air (perlu mengetahui kuantitas atau debit air) 3. Tidak dipengaruhi oleh pasang surut air laut 4. Jenis sumber pencemar yang masuk ke badan air adalah sumber pencemar setempat (<i>point source</i>), antara lain: a. Sumber alamiah, yaitu lokasi yang belum pernah atau sedikit mengalami pencemaran (daerah hulu, inlet, waduk/danau, zona perlindungan) b. Sumber tercemar, yaitu lokasi yang telah mengalami perubahan atau bagian hilir dari sumber pencemar (daerah hilir, <i>outlet</i> danau/ waduk, zona pemanfaatan) c. Sumber air yang dimanfaatkan, yaitu lokasi penyadapan/pemanfaatan sumber air 5. Lokasi tidak tergenang air (bebas banjir) 6. Keamanan lokasi terjamin dari gangguan binatang dan pencurian 7. Lokasi berada dalam jangkauan sinyal salah satu operator GSM dengan sinyal kuat atau termasuk jangkauan sinyal internet 8. Lokasi memiliki kemudahan akses untuk mendapatkan sumber listrik 9. Lokasi mudah dijangkau dan mudah dalam pemasangan dan perawatan 10. Kedekatan dengan pengambilan/<i>intake</i> air baku air minum 11. Kedekatan dengan lokasi pembuangan air limbah usaha dan/atau kegiatan 12. Tujuan strategis nasional (PLTA, irigasi, pariwisata, dsb.)	2024-2025

No	Tahapan	Uraian Kegiatan	Periode
		Selain itu, pertimbangan-pertimbangan non-teknis juga digunakan dalam penentuan lokasi rekomendasi untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i>, dan <i>real-time</i> meliputi: • Mewakili berbagai tipologi sungai • Mempertimbangkan posisi hulu dan hilir dari setiap tipologi sungai • Mewakili kategori status mutu air sungai cemar ringan, sedang, dan berat berdasarkan pemantauan 4 tahun terakhir (2021-2024), serta mewakili perubahan status mutu antara hulu ke hilir (memburuk, setara, dan membaik) • Mempertimbangkan kondisi-kondisi lainnya yang dinilai perlu untuk terwakili.	
2	Penetapan parameter yang akan dipantau dan pengadaan peralatan pemantauan kualitas air	Jenis parameter kualitas air yang akan dipantau menggunakan sistem stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i>, dan <i>real-time</i> perlu disesuaikan dengan peralatan yang tersedia di pasaran. Spesifikasi teknis minimum sensor peralatan berdasarkan Lampiran 1 PermenLHK 2/2022, antara lain: 1. BOD : kisaran pengukuran 0,1-60 mg/L 2. COD : kisaran pengukuran 0,1-500 mg/L 3. Suhu : kisaran pengukuran 0-50°C 4. DO : kisaran pengukuran 0-15 mg/L 5. pH : kisaran pengukuran 0-14 6. Nitrat : kisaran pengukuran 0-50 mg/L 7. TSS : kisaran pengukuran 0-500 mg/L 8. TDS/konduktivitas/salinitas : kisaran pengukuran 0-100 ms/cm 9. Kekeruhan : 0-1.000 NTU 10. Amonium : kisaran pengukuran 0-100 mg/L 11. Kedalaman (tinggi muka air) : kisaran pengukuran 0-10 meter atau lebih 12. Sensor memiliki sistem pembersihan otomatis, menggunakan <i>brush</i>, <i>wiper</i> atau <i>kompresi udara</i> 13. Sensor harus memiliki nilai batas terbawah kurang dari nilai baku mutu PPRI Nomor 22 Tahun 2021, Lampiran VI. Nilai batas bawah diperoleh dari hasil validasi alat sensor.	2024-2025

No	Tahapan	Uraian Kegiatan	Periode
		Selain sensor pemantauan kualitas air, juga perlu ditetapkan jenis dan spesifikasi <i>data logger</i> untuk mencatat, menyimpan dan mengirimkan data ke pusat data atau server. Pada tahap awal, perlu dilakukan validasi antara konsentrasi atau nilai parameter hasil pembacaan instrumen dengan data hasil pengukuran parameter tersebut yang diuji pada laboratorium terakreditasi (parameter akreditasi laboratorium disesuaikan dengan jenis parameter pemantauan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i>, dan <i>real-time</i>). Beberapa pertimbangan lain untuk menentukan jenis peralatan yang akan digunakan adalah: - Keandalan/daya tahan peralatan - Kemudahan suku cadang dan layanan purna jual (pemeliharaan, perbaikan dan pergantian komponen peralatan) - Kalibrasi internal peralatan dan eksternal peralatan (pada laboratorium kalibrasi terakreditasi) - Keunggulan dengan produk sejenis - Harga yang kompetitif - Terjamin validitasnya yaitu memenuhi akurasi dan presisi - Harus dapat terkoneksi ke sistem server KLHK	
3	Pengadaan bangunan pelindung dan sumber energi	Bangunan pelindung diperlukan untuk melindungi peralatan dari gangguan manusia, hewan, maupun sengatan matahari. Pada bangunan pelindung, wajib dipasang papan penanda informasi permanen di dinding depan bangunan pelindung yang memuat informasi nama Instansi Pemilik, DAS (Daerah Aliran Sungai), Nama Sungai, Nama Lokasi, Desa/Kelurahan, Kecamatan, Kabupaten/Kota dan Titik Koordinat. Bangunan pelindung untuk instrumen stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i>, dan <i>real-time</i> dapat berupa bangunan permanen atau tidak permanen, disesuaikan dengan kondisi lapangan. Bangunan pelindung tidak permanen dipilih jika menggunakan sistem celup langsung dan dipastikan kondisi lingkungan sekitar benar-benar aman dan bebas banjir. Oleh karenanya pemilihan bangunan pelindung disesuaikan dengan sistem pengambilan sampel air (celup langsung atau tidak langsung) dan sistem perpipaannya (khusus untuk mekanisme tidak langsung)	2025-2026

No	Tahapan	Uraian Kegiatan	Periode
		   (a) (b) (c) Contoh (a) papan penanda informasi pada bangunan pelindung, (b) bangunan pelindung permanen dan (c) bangunan pelindung tidak permanen Sumber energi untuk peralatan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i>, dan <i>real-time</i> dapat bersumber dari PLN maupun menggunakan <i>solar cell</i> / panel surya. Sumber energi yang terdiri dari panel surya, aki kering, <i>solar cell controller</i> dan pembatas arus setidaknya memiliki spesifikasi baterai/aki kering minimal 12 DC, 12 Ah dan <i>solar cell minimal</i> 50 WP.	
4	Pembangunan sistem transfer data, serta pengelolaan data dan publikasi	Sistem transfer data setidaknya dapat dibedakan menjadi 2 (dua) bagian, yakni transfer data di titik pemantauan dan transfer data di gedung pusat data (<i>Database Centre</i>). Jenis perangkat lunak untuk melakukan transfer, menyimpan dan mengolah data perlu disesuaikan dengan jenis peralatan yang digunakan dan parameter pemantauan yang akan digunakan. Pembangunan sistem transfer data antara lain melalui: 1. Pengadaan dan pembangunan <i>workstation</i> - o Pengadaan perangkat komputer dan pendukungnya yang mampu dioperasikan terus menerus selama 24 jam setiap hari - o Pengadaan perangkat lunak SMS <i>gateway</i> dan <i>database online</i> pemantauan kualitas air - o Pengadaan perangkat lunak berbasis web sebagai sistem informasi pemantauan kualitas air <i>online</i> - o Pengadaan perangkat komunikasi data menggunakan modem GSM atau internet sebagai media komunikasi antara komputer pusat data dan RTU - o Pengadaan <i>display/running text</i> atau monitor LED.	2025-2026

No	Tahapan	Uraian Kegiatan	Periode
		2. Penyiapan tim teknis - o Tenaga ahli teknik informatika dan komputer untuk pengendalian, pemeliharaan dan perawatan peralatan melalui komputer pusat data dan aplikasi yang ada di dalamnya - o Tenaga analis laboratorium untuk melakukan perawatan dan kalibrasi, serta validasi hasil pembacaan instrumen dengan uji laboratorium - o Penyusunan SOP tanggap pencemaran sesuai dengan kebutuhan di Provinsi DKI Jakarta maupun di titik pemantauan.	
5	Pengoperasian dan pemeliharaan	Pengoperasian stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i> , dan <i>real-time</i> dilakukan melalui tahap uji coba (<i>commisioning</i>), tahap perbaikan dan evaluasi dari hasil tahap uji coba, serta tahap pengoperasian penuh. Pemeliharaan dilakukan secara berkala sesuai dengan spesifikasi peralatan maupun kebutuhan lainnya seperti kondisi titik lokasi pemasangan.	2025-2026
6	Monitoring dan evaluasi	Hasil dari pengoperasian stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i> , dan <i>real-time</i> perlu dipantau dan dilaporkan secara berkala kepada instansi terkait seperti Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Gubernur, Wakil Gubernur, Sekretariat Daerah dan SKPD terkait di Provinsi DKI Jakarta.	2026-seterusnya

4.2.1.8. Pemutakhiran Data Sumber Pencemar *Point Source* dan *Non-point Source*

Pada tahun 2024, dilakukan analisis skoring dan tabulasi untuk mendapatkan status prioritas dan tindakan pengelolaan yang seharusnya dilakukan pada masing-masing DTA sungai. Analisis dilakukan pada setiap DTA dengan mengetahui alokasi beban pencemaran terhadap perubahan kualitas air berdasarkan konsentrasi yang terukur dari parameter pencemar perairan yaitu BOD, COD, dan TSS. Perubahan kualitas air dari hulu ke hilir seyogianya akan selaras dengan besarnya beban pencemaran *point source* dan *non-point source* dari DTA tersebut. Data-data pendukung yang diperlukan untuk menganalisis alokasi beban pencemaran berupa jumlah penduduk, jumlah unit kegiatan usaha mikro kecil dan menengah (UMKM), besaran debit pembuangan limbah cair yang berizin, dan nilai baku mutu air limbah untuk parameter BOD, COD, dan TSS berdasarkan PermenLHK No 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yang diperoleh dari berbagai sumber seperti yang disampaikan pada **Tabel 2.14**. Data-data pendukung tersebut kemudian dilakukan *pivot table* agar menghasilkan jumlah atau besaran spesifik pada DTA masing-masing.

Data-data pendukung tersebut merupakan komponen penting yang menjadi variabel dalam analisis data, namun pemutakhiran data-data tersebut belum dapat terlaksana secara optimal selama beberapa tahun pemantauan. Pemutakhiran data-data sumber pencemar sungai (*point source* dan *non-point source*) ini perlu dilakukan setiap saat karena sangat penting untuk mengevaluasi sumber-sumber pencemar utama secara lebih detail dan kekinian, sehingga dapat dilakukan langkah-langkah (tindakan) pengelolaan yang lebih jelas dan benar-benar dapat menurunkan beban pencemaran. Hal tersebut memerlukan dukungan yang baik dari berbagai instansi atau SKPD terkait yang berwenang terhadap data yang dimaksudkan, karena data-data tersebut tidak hanya terbatas pada DLH saja sebagai wali data.

4.2.1.9. Sistem Pemantauan Terintegrasi

Hasil pemantauan kualitas air sungai selama beberapa tahun terakhir menghasilkan mekanisme pengambilan sampel, analisis laboratorium, input data pemantauan, analisis data pemantauan, evaluasi, penetapan status prioritas dan tindakan pengelolaan daerah tangkapan air (DTA). Mekanisme ini dapat diintegrasikan ke dalam sebuah sistem pemantauan terintegrasi, sehingga prosesnya bisa langsung dilakukan oleh semua *stakeholder* secara *real-time* (diintegrasikan dalam sistem informasi) dan hasilnya (rekomendasi spasial DTA sungai prioritas perbaikan & pengelolaan sungai, berdasarkan status prioritas dan tindakan pengelolaan DTA) dapat langsung dipantau/dijalankan secara *real-time* oleh unit kerja atau dinas yang berwenang/terkait. Hal ini dapat pula diintegrasikan dengan hasil pemantauan mandiri dari pemilik izin atau persetujuan pembuangan air limbah/SLO, sehingga dapat memberikan informasi dan saran pengelolaan yang efektif dan efisien, serta menghasilkan tindakan pengelolaan yang tepat, terarah, dan benar-benar dapat memperbaiki kondisi lingkungan perairan di Provinsi DKI Jakarta.

4.2.1.10. Optimalisasi Pemasangan Patok Ukur Sedimen dan Kajian Laju Sedimentasi Sungai Dilakukan Secara Terpisah dari Pemantauan Kualitas Air Sungai

Pada tahun 2020-2024, kajian laju sedimentasi tergabung pada analisis dan evaluasi hasil pemantauan kualitas lingkungan air sungai di bawah koordinasi DLH. Terdapat keterbatasan pada metode pengukuran, data pendukung yang digunakan, dan waktu apabila kajian ini dilakukan secara tergabung. Metode pengukuran langsung laju sedimentasi sungai yang telah dilakukan selama tiga tahun terakhir (2022-2024) dengan menggunakan patok ukur bambu (2022), besi (2023), langsung oleh UPS Badan Air (2024) menunjukkan tingkat keberhasilan kurang baik. Sebagian besar ($\pm 75\%$) patok ukur yang telah dipasang hilang karena berbagai sebab seperti patah, tercabut/hanyut akibat besarnya debit sungai, atau bahkan mendapat gangguan dari manusia. Pada tahun 2024, dilakukan pengukuran patok ukur secara terpisah oleh UPS Badan Air, dengan harapan mendapatkan pengawasan dan frekuensi pengukuran data yang lebih intens. Namun, hanya 9 patok ukur saja yang dipantau dari total 32 patok ukur yang tersedia. Selain itu, pengukuran yang dilakukan juga hanya terbatas pada dua waktu pengukuran, bukan setiap bulan seperti yang diharapkan. Permasalahan-permasalahan lainnya yang muncul adalah cara pengukuran yang kurang sesuai dengan petunjuk yang telah diberikan, perubahan lokasi titik pemantauan, dan pengukuran yang tidak konsisten berdasarkan periode.

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang dihadapi selama beberapa tahun terakhir, perlu dilakukan perubahan pada metode pengukuran langsung laju sedimentasi dengan menggunakan alat ukur yang lebih permanen, sehingga hasil pengukuran dapat dibandingkan secara utuh dari waktu ke waktu. Gambaran perbandingan alat ukur eksisting (saat ini) dan alat ukur yang direkomendasikan tersaji pada **Gambar 4.3**. Kajian laju sedimentasi juga perlu dilakukan secara terpisah dan mendalam dengan dukungan data yang cukup. Pemasangan patok ukur dan kajian sedimentasi akan lebih baik apabila dilakukan di bawah koordinasi DSDA yang memiliki tupoksi terkait pengelolaan sungai. Secara teknis, pengukuran patok ukur ini nantinya perlu dioptimalisasi berdasarkan pada petunjuk, lokasi, dan waktu pengukuran yang ditentukan.



Gambar 4.3. Rekomendasi patok ukur permanen untuk pengukuran langsung laju sedimentasi sungai di Provinsi DKI Jakarta.

4.2.2. Rekomendasi Kebijakan dan Teknis Pengelolaan/Perbaikan Kualitas Lingkungan Air Sungai

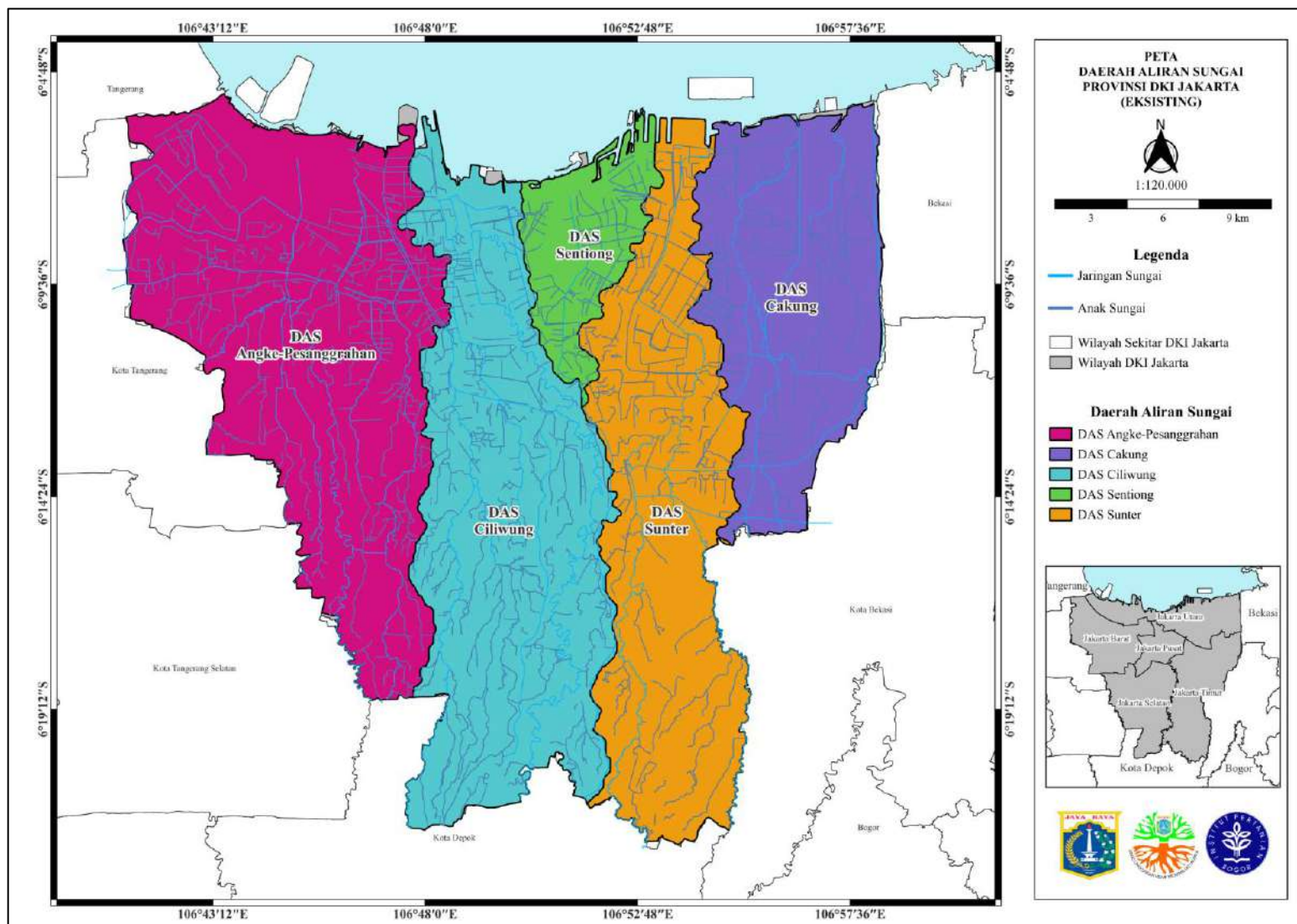
4.2.2.1. Pembaharuan Bentuk Daerah Aliran Sungai (DAS)

Informasi bentuk daerah aliran sungai di wilayah DKI Jakarta yang saat ini beredar cenderung kurang representatif. Kekurangan tersebut telah dibuktikan melalui hasil observasi lapangan secara langsung oleh Tim Pemantauan Kualitas Air Sungai tahun 2024 pada beberapa titik pemantauan atau aliran sungai yang dianggap *confused*. Berdasarkan hasil observasi lapangan tersebut, diketahui perbedaan yang nyata antara kondisi di lapangan dengan gambaran melalui *desk study* (**Gambar 2.2**). Daerah aliran sungai alami di wilayah DKI Jakarta cenderung telah mengalami perubahan seiring dibangunnya kanal-kanal dalam rangka mengendalikan aliran air dan mengantisipasi terjadinya banjir. Hal tersebut menyebabkan aliran alami sungai mengalami perubahan dan lebih banyak dialirkan pada kanal-kanal tersebut. Misalnya, aliran alami Sungai Mookervart, Pesanggrahan, dan Angke terpotong oleh Sungai Cengkareng atau *Cengkareng Drain*. Contoh lain adalah aliran alami Sungai Jati Kramat, Sunter, dan Buaran yang mengalami perpotongan dan berakhir di Sungai Kanal Timur, serta Sungai Cideng yang juga mengalami perpotongan di Sungai Ciliwung.

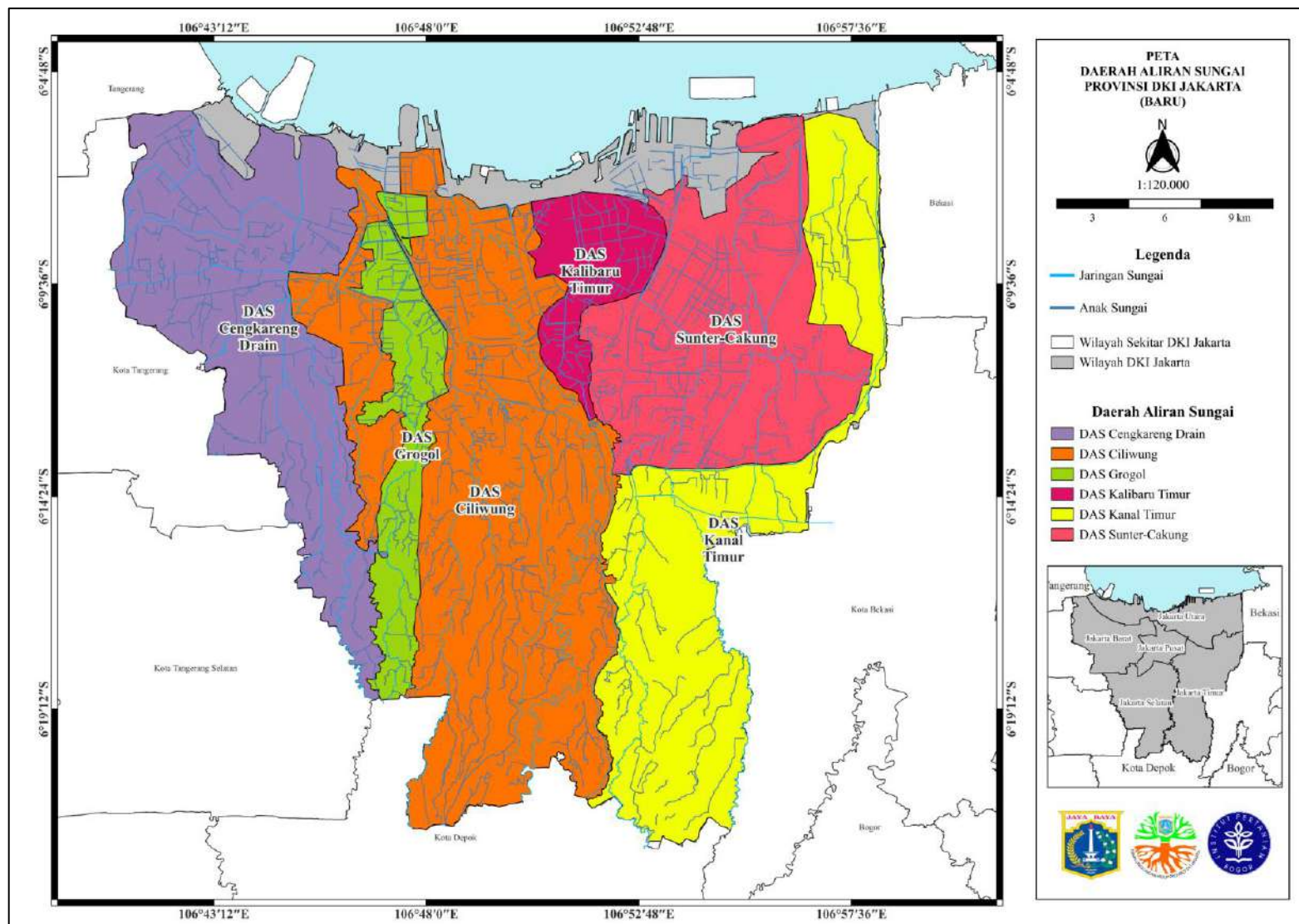
Merujuk pada hasil observasi lapangan, dirumuskan rekomendasi bentuk DAS *ter-update* yang dirasa lebih sesuai dengan karakteristik aliran sungai di wilayah Provinsi DKI Jakarta pada masa kini. Pada konsep DAS eksisting saat ini, terdapat 5 (lima) DAS yang terdiri dari 1) DAS Angke-Pesanggrahan, 2) DAS Ciliwung, 3) DAS Sentiong, 4) DAS Sunter, dan 5) DAS Cakung, sedangkan pada rekomendasi terbaru terdiri dari 6 (enam) DAS meliputi dari 1) DAS Cengkareng *Drain*, 2) DAS Grogol, 3) DAS Ciliwung, 4) DAS Kalibaru Timur, 5) DAS Sunter-Cakung, dan 5) DAS Kanal Timur. Penamaan DAS pada konsep bentuk DAS terbaru didasarkan pada nama sungai yang menjadi lokasi daerah tangkapan air bagi sungai-sungai lainnya. Perbandingan bentuk dari kedua konsep DAS ini yaitu DAS eksisting dan rekomendasi DAS terbaru disajikan melalui **Gambar 4.4** dan **Gambar 4.5**.

4.2.2.2. Kampanye Penggunaan Bahan-Bahan Ramah Lingkungan

Beberapa kegiatan usaha dan rumah tangga di wilayah Provinsi DKI Jakarta menggunakan bahan-bahan yang mencemari lingkungan dalam aktivitas kesehariannya seperti kaporit, desinfektan, polimer, dll. Hal ini menjadi perhatian yang sangat penting, mengingat sungai-sungai di DKI Jakarta dominan dalam kondisi status mutu cemar sedang hingga cemar berat. DLH DKI Jakarta beserta dinas terkait lainnya perlu menginisiasi penggunaan, memberikan informasi, dan kampanye kepada pelaku usaha dan masyarakat tentang penggunaan bahan-bahan ramah lingkungan dibandingkan bahan lainnya dalam kehidupan sehari-hari.



Gambar 4.4. Peta daerah aliran sungai (DAS) eksisting di wilayah Provinsi DKI Jakarta (merujuk data Kementerian PUPR).



Gambar 4.5. Peta rekomendasi daerah aliran sungai (DAS) terbaru di wilayah Provinsi DKI Jakarta (berdasarkan hasil observasi lapangan).

4.2.2.3. Penysadartahuan Masyarakat terhadap Pengelolaan Sungai

Persepsi kekinian sebagian besar masyarakat DKI Jakarta terhadap sungai masih keliru dan menjadi salah satu penyebab tingginya pencemaran limbah domestik. Begitu pula dengan kepedulian dan partisipasi masyarakat dalam menjaga/mengelola lingkungan sungai yang masih rendah. Sungai masih dianggap sebagai tempat pembuangan, bukan dipandang sebagai bagian dari sebuah sistem ekologis yang memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia. Oleh karenanya, perlu intervensi sosial atau penyadartahuan masyarakat mengenai pentingnya menjaga/mengelola lingkungan sungai, karena hal ini akan menjadi fondasi penting untuk keberhasilan pengelolaan/perbaikan lingkungan sungai. Langkah ini dapat diawali dengan survei persepsi masyarakat terhadap sungai untuk memetakan tingkat intervensi yang diperlukan.

Langkah nyata intervensi sosial ini dapat dilaksanakan melalui agen-agen sosial seperti "pasukan oranye" dan "pasukan biru" yang sehari-hari bertugas mengelola sungai secara teknis dan berada di lapangan (dekat dengan masyarakat). Selain itu, diperlukan pula adanya pembentukan kelompok peduli sungai pada sungai-sungai di DKI Jakarta yang belum memiliki kelompok semacam ini, sedangkan untuk sungai-sungai yang sudah memilikinya seperti Sungai Ciliwung dengan kelompok Gerakan Ciliwung Bersih (GCB) lebih diarahkan pada pembinaan dan pemberian dukungan dalam berbagai kegiatannya. Kelompok peduli sungai ini juga merupakan agen-agen sosial dalam rangka penyadartahuan masyarakat.

4.2.2.4. Peningkatan Fasilitas Pengelolaan Limbah Domestik

Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa parameter pencemar utama yang mencemari sungai-sungai di DKI Jakarta merupakan cemaran-cemaran domestik seperti *fecal coliform*, *total coliform*, dan amoniak (NH_3). Selain itu, berdasarkan pemantauan di lapangan, banyak sekali terpantau pipa-pipa buangan air limbah domestik yang langsung mengarah ke sungai tanpa pengelolaan terlebih dahulu. Merujuk pada evaluasi DPSIR, hal yang belum terkelola dengan baik juga adalah instalasi pengolahan air limbah domestik yang ditandai dengan belum adanya sistem terintegrasi penyaluran air limbah domestik menuju fasilitas pengolahan air limbah, sehingga menyebabkan hampir semua limbah cair domestik masuk ke dalam jaringan sistem drainase air hujan (atau sungai) atau dengan kata lain sebagian besar air yang mengalir di sungai DKI Jakarta merupakan air limbah domestik.

Oleh karena itu, perlu adanya peningkatan fasilitas pengolahan limbah domestik melalui peningkatan pelaksanaan pembangunan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik (SPALD), baik melalui sistem IPAL komunal dengan perpipaian maupun dengan *interceptor* yang berlokasi di dekat Waduk sebelum mengalir ke sungai. Secara kuantitatif, saat ini baru 1,25% saja jumlah warga yang terlayani oleh layanan pengolahan limbah cair domestik pemerintah. Melalui peningkatan akan hal ini, diharapkan kualitas air limbah domestik yang akan masuk ke sungai dapat menjadi lebih baik, sehingga tidak semakin membebani kondisi kualitas air sungai di DKI Jakarta yang saat ini kondisinya sudah sangat buruk.

4.2.2.5. Peningkatan Pengawasan terhadap Pelaku Usaha/Industri dan Perkantoran

Kondisi di lapangan yang menunjukkan banyak sekali terpantau pipa-pipa buangan air limbah domestik yang langsung mengarah ke sungai mengindikasikan kemungkinan banyaknya pula pipa-pipa buangan air limbah industri atau gedung-gedung perkantoran. Oleh karena itu, perlu peningkatan pengawasan penataan air limbah yang merupakan efluen dari sejumlah industri dan perkantoran terhadap baku mutu atau izin yang dimiliki melalui inspeksi langsung pengambilan sampel dan analisis laboratorium oleh DLH DKI Jakarta. Sama halnya dengan rekomendasi pada **subbab 4.2.1.5**, tindakan berupa teguran atau penegakan hukum dapat dilakukan apabila hasil analisis yang diperoleh menunjukkan bahwa industri dan perkantoran ini melakukan tindakan pelanggaran/pencemaran air sungai.

4.2.2.6. Penggantian Skema Persetujuan Teknis Pembuangan Air Limbah

Merujuk pada PerMenLHK Nomor 5 Tahun 2021 tentang Tata Cara Penerbitan Persetujuan Teknis dan Surat Kelayakan Operasional Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan, serta kondisi status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta saat ini, skema persetujuan teknis pembuangan air limbah harus diubah menjadi pemanfaatan air limbah atau pembuangan air limbah dengan mekanisme kompensasi. Hal ini dimaksudkan agar air limbah yang dihasilkan oleh pelaku usaha tidak semakin membebani kondisi kualitas air sungai di DKI Jakarta yang saat ini sudah buruk.

4.2.2.7. Pengelolaan *Effluent* Pabrik Berbahan Baku Kedelai

Pabrik berbahan baku kedelai seperti pabrik tahu dan tempe berpotensi meningkatkan emisi limbah cair yang masuk ke badan perairan sungai. Aktivitas ini terutama berkontribusi dalam peningkatan konsentrasi parameter BOD, COD, dan TSS di perairan. Pabrik berbahan dasar kedelai tersebut dapat berupa industri dengan skala kecil maupun besar.

Permintaan produk tahu, tempe, ataupun hasil produk lainnya yang cenderung stabil menyebabkan pabrik tersebut beroperasi sepanjang waktu. Oleh karena itu, limbah cair sisa produksi dalam jumlah banyak dan cenderung tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu ini diproduksi secara terus menerus dan menjadi *effluent* ke badan perairan sungai. Hal ini menjadi salah satu sumber pencemar yang berkontribusi menjadi beban pencemaran pada DTA sungai. Bahkan, jenis kegiatan USK yang kebanyakan berasal dari aktivitas pabrik tahu tempe teridentifikasi sebagai beban pencemaran paling dominan pada beberapa DTA titik pemantauan (**Tabel 3.13**). Dengan demikian, selain limbah domestik yang menjadi fokus utama penyelesaian masalah pencemaran di DKI Jakarta, upaya pengelolaan terhadap limbah sisa produksi pabrik berbahan dasar kedelai ini juga perlu menjadi perhatian lainnya.

4.2.2.8. Upaya Tindak Lanjut Berdasarkan Peta Status Mutu dan Status Prioritas

Pemantauan kualitas air sungai di wilayah DKI Jakarta pada tahun 2023-2024 mengalami perkembangan dengan dilakukannya penyusunan peta status mutu air sungai. Selain itu, sebagai upaya tindak lanjut disajikan pula peta status prioritas dan tindakan pengelolaan yang menjadi rekomendasi spasial DTA sungai prioritas pengelolaan & perbaikan sungai. Penyajian spasial status mutu air sungai disampaikan pada **3.2.2. Penyajian Spasial Status Mutu Air Sungai**, sementara rekomendasi spasial DTA sungai prioritas pengelolaan & perbaikan sungai selengkapnya disampaikan pada subbab **3.7. Rekomendasi Spasial Sub-DAS/DTA/Segmen-Segmen Sungai Prioritas untuk Pengelolaan dan Perbaikan Kualitas Air Sungai**. Apabila dirangkum, rekomendasi tersebut dapat dilihat melalui sebuah peta secara keseluruhan yang disampaikan pada **Gambar 3.162**. Lebih lengkap dan rinci mengenai kondisi pada masing-masing DTA atau titik pemantauan disampaikan pada subbab **3.8.2. Penyajian Spasial Evaluasi Keterkaitan Status Mutu Air Sungai dengan Komponen Tingkat Kesehatan DAS/Sub-DAS/DTA dan Profil Lokasi Pemantauan Sungai**. Hasil analisis dan evaluasi spasial tersebut menunjukkan kondisi aktual, rinci, dan bersifat informatif bagi pengelola, sehingga memudahkan untuk dijadikan sebagai basis dalam pengelolaan. Oleh karena itu, sangat direkomendasikan untuk diterapkan atau ditindaklanjuti dalam rangka pengendalian pencemaran lingkungan perairan sungai.

4.2.2.9. Pengelolaan/Perbaikan Kualitas Air Sungai Secara Terpadu

Berdasarkan pada hasil analisis dan evaluasi rasio BOD/COD selama tahun 2018-2024, terlihat bahwa limbah yang terdapat di sungai DKI Jakarta cukup kompleks (termasuk limbah mudah urai dan sulit urai). Dengan demikian, perlu dilakukan pengelolaan/perbaikan kualitas air sungai secara terpadu melalui proses fisika, kimia, dan biologis. Proses fisika dapat dilakukan pada ruas sungai yang memiliki aliran tenang dengan kecepatan aliran yang lambat dengan menggunakan bantuan aerator. Demikian juga dengan proses kimia dapat dilakukan pada ruas sungai dengan kecepatan aliran yang lambat melalui penambahan bahan-bahan kimia tertentu ke dalam air untuk mengondisikan air agar selanjutnya dapat diolah dengan proses biologis seperti menggunakan bantuan mikro alga atau tumbuhan air.

4.2.2.10. Koordinasi dengan Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) dan Kementerian Terkait

Pengelolaan lingkungan sungai di Provinsi DKI Jakarta tidak dapat dilakukan sendiri oleh Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi DKI Jakarta. Banyak program pengelolaan lingkungan sungai yang berkaitan dengan Tugas Pokok dan Fungsi dari Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) yang ada di lingkup Provinsi DKI Jakarta. Selain dengan SKPD di lingkup Provinsi DKI Jakarta, juga diperlukan koordinasi dengan kementerian terkait seperti Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), serta Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Kementerian PUPR). Bentuk koordinasi yang diperlukan antara lain:

1. Pengelolaan sedimentasi sungai dan bantaran sungai yang memerlukan koordinasi dengan Dinas Penataan Ruang, Dinas Pekerjaan Umum, Dinas Sumber Daya Air (DSDA), Dinas Pertamanan, dan Dinas Kehutanan, serta Kementerian PUPR (c.q. Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane (BBWSCC)),

2. Pembangunan dan pengoperasian stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, *online*, dan *real-time* yang perlu bekerja sama dengan Dinas Komunikasi, Informatika dan Statistik, DSDA, KLHK, serta Kementerian PUPR (c.q. BBWSCC),
3. Pengawasan kinerja pengelolaan lingkungan dari pelaku usaha yang memerlukan koordinasi dengan SKPD di tingkat kota administratif, PD PAL Jaya, Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu (DPMPTSP) DKI Jakarta,
4. Pemantauan kualitas air sungai yang dilakukan secara bersamaan oleh DLH DKI Jakarta dengan pelaku usaha maupun dengan KLHK.

Beberapa data dari SKPD dan kementerian terkait diperlukan guna melengkapi data hasil pemantauan kualitas air sungai yang dapat difungsikan sebagai landasan pengambilan kebijakan pengelolaan sungai. Jenis-jenis data tersebut antara lain disampaikan pada **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3. Jenis data untuk pengambilan keputusan kebijakan pengelolaan sungai.

No.	Kebutuhan Data	Sumber Data
1	Program Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan (Pembuatan IPAL Komunal, Penghijauan, Sosialisasi, Pembentukan Kelompok, Aplikasi JAKI, dll.) yang telah Dilakukan di seluruh Sungai di Wilayah Provinsi DKI Jakarta	DSDA, DLH, Dinas Pertamanan, Dinas Kehutanan, Kementerian PUPR, KLHK
2	Hasil Kajian/Pengukuran Hidrologi Sungai di seluruh Sungai di Wilayah Provinsi DKI Jakarta	
	• Data Kecepatan Aliran/Arus	DSDA, Kementerian PUPR
	• Data Debit Air	DSDA, Kementerian PUPR
	• Data Lebar Penampang Basah & Penampang Kering Sungai	DSDA, Kementerian PUPR
3	Hasil Kajian/Pengukuran Sedimentasi Sungai di seluruh Sungai di Wilayah Provinsi DKI Jakarta	
	• Hasil Kajian Sedimentasi	DSDA, Kementerian PUPR
	• Data Laju Sedimentasi	DSDA, Kementerian PUPR
4	Pengerukan Sedimen di seluruh Sungai di Provinsi DKI Jakarta	
	• Program Pengerukan Sedimen yang Sudah Dilakukan (beserta pertimbangan/dasar penentuan lokasi, waktu dan/atau durasi kegiatan pengerukan)	DSDA
	• Data Sebaran Lokasi Pengerukan dan Volume Pengerukan (beserta informasi lokasi dumping hasil keruk)	DSDA
5	- Program pembangunan dan pengembangan Stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i>, dan <i>real-time</i> - Hasil pemantauan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i>, dan <i>real-time</i>	BBWSCC, KLHK, DSDA

DAFTAR PUSTAKA

Laporan
Kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2024
Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- AbuQamar SF, El-Saadony MT, Alkafaas SS, Elsalahaty MI, Elkafas SS, Mathew BT, Aljasmi AN, Alhammadi HS, Salem HM, El-Mageed TAA, *et al.* Ecological impacts and management strategies of pesticide pollution on aquatic life and human beings. *Marine Pollution Bulletin*. 206(226623).
- Adrianto R. 2018. Pemantauan Jumlah Bakteri Coliform Di Perairan Sungai Provinsi Lampung. *Majalah Teknologi Agro Industri (Tegi)* Volume 10 No. 1.
- Andreozzi R, Caprio V, Insola A, Maritta R, dan Sanchirico R. 2000. Advanced oxidation processes for the treatment of mineral oil-contaminated wastewater. *Water Resource*. 34(2):620-628.
- Anggraini F, Falahudin I. 2021. Uji kadar sianida pada sampel air permukaan air secara spektrofotometer. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. 4(1): 83-89.
- Anisafitri J, Khairuddin dan Dewa Rasmi AC. 2020. Analisis Total Bakteri Coliform Sebagai Indikator Pencemaran Air Pada Sungai Unus Lombok. *J. Pijar MIPA*, Vol. 15 No.3
- Anke M, Groppe B, Kronemann H, Grun M. 1984. Nickel—an essential element. *IARC Sci Publ*. 53:339–365.
- [ANZECC & ARMCANZ]. 2000. Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality: The Guidelines. Volume 1. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand (ANZECC & ARMCANZ).
- [APHA] American Public Health Association. 1976. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 4th Edition. Washington DC (US): APHA.
- [APHA-AWWA-WEF] American Public Health Association-American Water Works Association -Water Environment Federation. 2021. Standard methods for the examination of water and wastewater [internet]. Tersedia pada: <https://www.standard methods.org/>.
- Arisanty D, Adyatma S, dan Huda N. 2017. Analisis Kandungan Bakteri Fecal Coliform pada Sungai Kuin Kota Banjarmasin. *Majalah Geografi Indonesia* Vol. 31, No. 2.
- Aryani D, Wahyuningsih S. 2021. Pollution of pesticide residues in rivers: Review. *Aquasains Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*. 10(1): 979-994.
- [ASTM] American Standard Testing and Material D887-07. 2013. *Standard practices for sampling water formed deposit*.
- Atkins JP, Burdon D, Elliott M, Gregory AJ. 2011. Management of the marine environment: Integrating ecosystem services and societal benefits with the DPSIR framework in a system approach. *Marine Pollution Bulletin*. 62(2): 215-226.
- Atlas RM dan Bartha R. 1992. Hydrocarbon biodegradation and oil spill bioremediation. *Advances in Microbial Ecology*. 12:287-338.
- Bai Y, Ruan X, van der Hoek JP. 2018. Residues of organochlorine pesticides (OCPs) in aquatic environment and risk assessment along Shaying River, China. *Enviromental Geochemistry and Health*. 40(6): 2525-2538.

- Balaji AK, Amarnath H, Balasubramaniyan AL. 2018. Removal of oil and grease from wastewater by using natural adsorbent. *International Journal of Applied Engineering Research*. 13(10).
- Barbary AAE, Yehia MM, Bouraie MME. 2008. Evaluation of organochlorine pesticides (OCPs) in surface water and bed sediment samples from the river Nile at Rosetta Branch, Egypt. *Journal of Applied Sciences Research*. 4(12): 1985-1993.
- Boney AD. 1989. *Phytoplankton, Second Edition*. London (UK): Edward Arnold.
- Boyd CE. 1988. *Water Quality in Warmwater Fish Ponds, Fourth Printing*. Alabama (US): Auburn University Agricultural Experiment Station.
- Boyd CE. 1991. *Water Quality Management in Ponds for Aquaculture*. Alabama (US): Brimingham Publishing.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta. 2024. *Provinsi DKI Jakarta dalam Angka 2024*. Jakarta: BPS Provinsi DKI Jakarta.
- Brown AL. 1987. *Freshwater Ecology*. London (UK): Heinemann Educational Books.
- Bryan GW dan Langston WJ. 1992. Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: a review. *Environmental Pollution* 76(2):89–131.
- Burton KE. 2015. A study of methods used to analyse total oil and polycyclic aromatic hydrocarbons in produced water : steps towards the validation of molecularly imprinted polymers for use in marine enviroments (Thesis). Department of Chemistry, Memorial University of Newfoundland and Labrador.
- Caltest Analytical Laboratory. 2018. Oil and grease analysis [internet]. Tersedia pada: <https://caltestlabs.com/analytical-services/oilgreaseanalyses/>.
- [CCREM] Canadian Council of Resource and Environment Ministers. 1987. Canadian Water Quality. Ontario (CA): CCREM.
- Chen Y C, Yeh H C, dan Wei C. 2012. Estimation of river pollution index in a tidal stream using Kriging Analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 9:3085–3100.
- Chouba L, Kraïem MM, Njimi W, Tissaoui CH, Thompson JR and Flower RJ. 2007. Seasonal variation of heavy metals (Cd, Pb and Hg) in sediments and in mullet, *Mugil cephalus* (Mugilidae), from the Ghar El Melh Lagoon (Tunisia). *Transitional Waters Bulletin* 4:45-52.
- Connell DW, Miller GJ. 2006. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Koestoer Y, penerjemah. Jakarta (ID): UI Pr. Terjemahan dari: Chemistry and Ecotoxicology of Pollution.
- Cullimore DR. 2008. *Practical Manual of Groundwater Microbiology: Second Edition*. New York (US) and London (UK): CRC Press.
- Dallas H. 2008. Water temperature and riverine ecosystems: An overview of knowledge and approaches for assessing biotic responses, with special reference to South Africa. *WSA*. 34(3):393.doi:10.4314/wsa.v34i3.180634. Tersedia pada: <https://www.ajol.info/index.php/wsa/article/view/180634>.
- Davis ML dan Cornwell DA. 1991. *Introduction to Environmental Engineering, Second Edition*. New York (US): McGraw-Hill, Inc.

- [DepHut] Departmen Kehutanan. 2009. *Pedoman Monitoring dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai*. Jakarta (ID): Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan, Departemen Kehutanan.
- [DLH] Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta. 2020. Laporan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Tahun 2020. Jakarta (ID): DLH Provinsi DKI Jakarta.
- [DLH] Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta. 2021. Laporan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Tahun 2021. Jakarta (ID): DLH Provinsi DKI Jakarta.
- [DLH] Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta. 2022. Laporan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Tahun 2022. Jakarta (ID): DLH Provinsi DKI Jakarta.
- Dominguez C, Checa-Fernandez A, Garcia-Cervilla R, Lorenzo D, Cotillas S, Rodriguez S, Fernandez JG, Santos A. 2024. *Clean Water: Next Generation Technologies. Advances in Science, Technology & Innovation*. Cham: Springer International Publishing.
- Dominig A, Muskananfol MR, dan A'in C. 2019. Laju sedimentasi perairan Sungai Silandak, Semarang Barat. *Journal of Maquares* 8(3):126-123.
- Dromard CR, Devault DA, Bouchon-Navaro Y, Allenou J, Budzinski H, Cordonnier S, Tapie N, Reynal L, Lemoine S, Thome J, Thouard E, Monti D, Bouchon C. 2022. Environmental fate of chlordecone in coastal habitats: recent studies conducted in Guadeloupe and Martinique. *Environmental Science and Pollution Research*. 29(2022):51-60.
- Eckenfelder WW. 1989. *Industrial Water Pollution Control*, Second Edition. New York (US): McGraw-Hill, Inc.
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Entjang I. 2000. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Bandung (ID): Citra Aditya Bakti.
- Fabiano CC, Tezotto T, Favarin JL, Polacco JC, Mazzafera P. 2015. Essentiality of nickel in plants: a role in plant stresses. *Front Plant Sci*. 6:754.
- Fitriyah AW, Utomo Y, Kusumaningrum IK. 2013. Analisis kandungan tembaga (Cu) dalam air dan sedimen di sungai Surabaya. *Jurnal Online Universitas Negeri Malang*. 2(1):1–8.
- Garcia-Rico L, Rodríguez MV, Jara-Marini ME. 2006. Geochemistry of mercury in sediment of oyster areas in Sonora, Mexico. *Marine Pollution Bulletin*. 52(4):453-458.
- Goyer MM, Perwak JH, Sivak A, Thayer PS. 1977. *Human Safety and Environmental Aspects of Major Surfactants*. Springfield (VA): National Technical Information Service.
- Gregory AJ, Atkins JP, Burdon D, Elliot M. 2013. A problem structuring method for ecosystem-based management: The DPSIR modelling process. *European Journal of Operational Research*. 227(3): 558-569.
- Gupta VK, Ali I. 2008. Removal of endosulfan and methoxychlor from water on carbon slurry. *Environmental Science & Technology*. 42(3): 766-770.

- Hach CC, Vanous RD, Heer JM. 1985. Understanding Turbidity Measurement. Hach Co., Technical Information Ser., Booklet 11, Loveland, Colo.
- Haeruddin, Sanusi HS, Soedharma D, Supriyono E and Boer M. 2005. Sebaran logam berat dalam sedimen estuari Wakak-Plumbon, Semarang, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia* 12(2):113–119.
- Harteman E. 2011. Dampak kandungan logam berat terhadap kemunculan polimorfisme ikan badukang (*Arius maculatus*, Fis & Bian) dan Sembilang (*Plotosus canius*, Web & Bia) di Muara Sungai Kahayan serta Katingan, Kalimantan Tengah [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Hasan. 2006. Dampak Penggunaan Klorin. *Jurnal Teknik Lingkungan* 7(1): 90-96.
- Haslam SM. 1995. *River Pollution and Ecological Perspective*. Chichester (UK): John Wiley and Sons.
- Hayat F. 2020. Analisis kadar klor bebas (Cl_2) dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat di sepanjang Sungai Cidanau Kota Cilegon. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Mulawarman*. 2(2):64-69.
- Hazarika R, Das M. 1998. Toxicological impact of BHC on the ovary of the air-breathing catfish *Heteropneustes fossilis* (Bloch). *Bulletin of Enviromental Contamination and Toxicology*. 60(1998):16-21.
- Hidayat N. 2016. *Bio Proses Limbah Cair*. Yogyakarta: Andi.
- Hidayati NV, Siregar AS, Sari LK, Putra GL, Hartono, Nugraha IP, Syakti AD. 2014. Pendugaan tingkat kontaminasi logam berat Pb, Cd dan Cr pada air dan sedimen di perairan Segara Anakan, Cilacap. *Omni-Akuatika*. 13(18):30–39.
- Ibrahim H dan Maitera ON. 2023. Determination of organochlorine pesticides residues in water, fish, and sediment samples from River Tella, Gassol, Taraba State, Nigeria. *International Journal of Scholarly Research in Science and Technology*. 2(1):19-27.
- INTERFLON. 2019. What is the difference between oil and grease? [internet]. Tersedia pada: <https://interflon.com/us/news/what-is-the-difference-between-oil-and-grease>.
- Ismarti S. 2016. Pencemaran logam berat di perairan dan efeknya pada kesehatan manusia. *Opini Cendekia* 1(1):1–11.
- Jatmiko SY, Martono E, Prajitno D, Worosuprojo S. 2010. Distribusi ruang insektisida heptaklor di lahan pertanian Kabupaten Bantul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 16(1): 47-54.
- Jeffries M dan Mills D. 1996. *Freshwater Ecology, Principles, and Applications*. Chichester (UK): John Wiley and Sons.
- Katz EL. 1986. The stability of turbidity in raw water and its relationship to chlorine demand. *Journal American Water Works Association* 78:72.
- KepKaDinKes (Keputusan Kepala Dinas Kesehatan) Provinsi DKI Jakarta Nomor 374 Tahun 2017 tentang Persyaratan Teknis Izin Usaha Pengelolaan Sampah.
- KepMenLH (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup) Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.

- Khan S, Khan JA, Shah NS, Sayed M, Ateeq M, Savah A, Boczkaj G, Farooq U. 2023. Determination of lindane in surface water samples and its degradation by hydrogen peroxide and persulfate assisted TiO₂-based photocatalysis. *RSC Adv.* 13(30): 20430-20442.
- Kospa HSD dan Rahmadi. 2019. Pengaruh perilaku masyarakat terhadap kualitas air di Sungai Sekanak Kota Palembang. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 17(2): 212-221. doi:10.14710/jil.17.2.212-221.
- Kumar BK, Vineela D, Reddy SJ. 2019. Impact of heptachlor on haematological and histopathological indices of fish *Catla catla*. *Asian Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 5(6): 1152-1161.
- Kumari K, Akhtar S. 2024. *Pollutants of Global Concern. Emerging Contaminants and Associated Treatment Technologies*. Cham: Springer International Publishing.
- Kyle J. 1988. The extraction and recovery of gold. WASM Metallurgy Department.
- Larasati NN, Wulandari SY, Maslukah L, Zainuri M, dan Kunarso. 2021. Kandungan pencemar deterjen dan kualitas air di Perairan Muara Sungai Tapak, Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*. 3(1): 1-13.
- Liyanage C dan Yamada K. 2017. Impact of Population Growth on the Water Quality of Natural Water Bodies. *Sustainability* 9:1405.
- Mackereth FJH, Heron J, dan Talling JF. 1989. *Water Analysis*. Cumbria (UK): Freshwater Biological Association.
- Malakhayati E. 2007. Penurunan Kadar E Coli Total pada Effluentseptic Tank dengan Reakto Subsurface Wastewater Infiltration System [Skripsi]. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Maryono A. 2008. *Eko-Hidrolik Pengelolaan Sungai Ramah Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Pr.
- Mason CF. 1993. *Biology of Freshwater Pollution, Second Edition*. New York (US): Longman Scientific and Technical.
- Masuda M, Satsuma K, Sato K. 2012. An environmental fate study of methoxychlor using water-sediment model system. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 76(1): 73-77.
- McCoy WF and Olson BH. 1986. Relationship among turbidity, particle counts and bacteriological quality within water distribution lines. *Water Res.* 20:1023.
- McNeely RN, Nelmanis VP, dan Dwyer L. 1979. *Water Quality Source Book, A Guide to Water Quality Parameter*. Ottawa (CA): Inland Waters Directorate, Water Quality Branch.
- Moore JW. 1991. *Inorganic Contaminants of Surface Water*. New York (US): Springer-Verlag.
- Morper MR. 1999. Combination Therapy Tackles Wastewater Toxins *Chemical Engineering*. 106(8):66-70.
- Nailis. 2021. Analisis kadar sulfat (SO₄), fenol dan fosfat (PO₄) pada air sungai di Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. 4(1).

- Namoi Catchment Management Authority. 2013. Water quality parameters and indicator [internet]. Tersedia pada: <http://www.waterwatch.nsw.gov.au>.
- Narasiang AA, Lasut MT, Kawung NJ. 2015. Akumulasi merkuri (Hg) pada ikan di Teluk Manado. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 1(1).
- Nemerow NL. 1991. *Stream, Lake, Estuary, and Ocean Pollution*. New York (NY): Van Nostrand Reinhold.
- Novotny V dan Olem H. 1994. *Water Quality, Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution*. New York (UD): Van Nostrand Reinhold.
- Nugraha WA. 2009. Kandungan logam berat pada air dan sedimen di perairan Socah dan Kwanyar Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Kelautan* 2(2):158–64.
- Pakpahan RS, Picauly I, Mahayasa INW. 2015. Cemaran mikroba *Escherichia coli* dan total bakteri koliform pada air minum isi ulang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional* 9(4).
- Palar H. 2012. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Cet. ke-4*. Jakarta (ID): Rineka Cipta.
- Pambudi P dan Armi I. 2022. Identifikasi Sedimen Perairan Pantai Sambungo Kabupaten Pesisir Selatan Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Geomatika dan Ilmu Alam* 1(1):16-21.
- Peavy HS, Rowe DR, Tchobanoglous. 1985. *Environmental Engineering*. Singapore (SG): McGraw-Hill International Editions.
- PerDa (Peraturan Daerah) Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 1 tahun 2018 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Tahun 2017-2022.
- PerGub (Peraturan Gubernur) Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 57 Tahun 2022 tentang Organisasi Dan Tata Kerja Perangkat Daerah.
- PerMenLH (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup) Nomor 28 Tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau Waduk
- PerMenLHK (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan) Nomor 2 Tahun 2022 tentang Penggunaan Dana Alokasi Khusus (DAK) Fisik Penugasan Bidang Lingkungan Hidup dan Bidang Kehutanan Tahun Anggaran 2022.
- PerMenLHK (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan) Nomor 5 Tahun 2021 tentang Tata Cara Penerbitan Persetujuan Teknis dan Surat Kelayakan Operasional Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan
- PP (Peraturan Pemerintah) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Pradana I, Prasaningtyas A, Ariyaningsih. 2023. Analisis DPSIR untuk mengetahui dampak lingkungan yang ditimbulkan dari pengembangan kawasan industri Kariangau. *Ruang*. 9(1): 24-33.
- Pratama AG, Pribadi R, Maslukah L. 2012. Kandungan logam berat Pb dan Fe pada air, sedimen, dan kerang hijau (*Perna viridis*) di sungai tapak kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Kota Semarang. *Journal of Marine Research*. 1(1): 118-122.
- Pratiwi AD, Widyorini N dan Rahman A. 2019. Analisis Kualitas Perairan Berdasarkan Total Bakteri Coliform Di Sungai Plumbon, Semarang. *Journal Of Maquares* Volume 8, Nomor 3, Tahun 2019, Halaman 211-220.

- Prayitno A. 2009. Uji Bakteriologi Air Baku dan Siap Konsumsi dari PDAM Surakarta Ditinjau dari Jumlah Bakteri Coliform [Skripsi]. Program Studi Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Prayoga G, Hariyadi S, Sulistiono, Effendi H. (2021). Heavy metal (Pb, Hg, Cu) contamination level in sediment and water in Segara Anakan Lagoon, Cilacap, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 744(1):012055.
- Puijenbroek PJTM, Beusen AHW dan Bouwman AF. 2018. Datasets of the phosphorus content in laundry and dishwasher detergents. *Data in Brief*. 21(2018): 2284-2289.
- Qiang L, Jinping Z, Zhongling G, Chunnan F. 2021. Sources and health risk of organochlorine pesticides in surface water from Buerhatong River and Hunchun River in Northeast China. *Water, Air, and Soil Pollution*. 232(407): 1-14.
- Rao CS. 1992. *Environmental Pollution Control Engineering*. New Delhi (IN): Wiley Eastern Limited.
- Rokhmalia F, Hermiyanti P dan Darjati. 2018. Modifikasi Tripikon untuk sarana resapan limbah rumah tangga lahan perkotaan [Laporan Akhir]. Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya.
- Rompas TM, Rotinsulu WC, dan Polii JVB. 2019. Analisis kandungan e-coli dan total coliform kualitas air baku dan air bersih PAM Manado dalam menunjang Kota Manado yang berwawasan lingkungan. *COCOS* 10(7). doi: 10.35791/cocos.v1i5.25742.
- Saeed SM and Shaker IM. 2008. Assessment of heavy metals pollution in water and sediment and their effect on *Oreochromis niloticus* in the Northern Delta lakes, Egypt. *Proceeding of the 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. 2008 Okt 12-14. Cairo (EG): Central Laboratory for Aquaculture Research.
- Saeni MS. 1997. Penentuan tingkat pencemaran logam berat dengan analisis rambut. [Orasi Ilmiah]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Safitri FL, Widyorini N dan Jati EO. 2018. Analisis Kelimpahan Total Bakteri Coliform Di Perairan Muara Sungai Sayung, Morosari, Demak. *Saintek Perikanan* Vol.14 No.1: 30-35.
- [SAKA] Sumber Aneka Karya Abadi. 2021. Penentuan kadar fenol dalam air limbah [internet]. Tersedia pada: <http://www.saka.co.id/news-detail/penentuan-kadar-fenol-dalam-air-limbah>.
- Salah AM. 2014. Water with a grain of salt [Artikel]. Tersedia pada: https://www.researchgate.net/publication/237113587_Water_with_a_Grain_of_Salt.
- Salam R, Pandu WW, Sudarman, Trismadi, 2009. *Analisa Laju Sedimentasi dan Transpor Sedimen pada Pembangunan Breakwater Dermaga Lantamal III Pondokdayung di Tanjungpriok Jakarta*. Jakarta (ID): BPPT.
- Sanusi HS. 1985. Akumulasi logam berat Hg dan Cd pada tubuh ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

- Sari T, Ersti Y, Usman. 2012. Studi parameter fisika dan kimia daerah penangkapan ikan Perairan Selat Asam Kabupaten Kepulauan Meranti Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 17(1):88-100.
- Sarker S, Akbor MA, Nahar A, Hasan M, Islam ARMT, Siddique MAB. 2021. Level of pesticides contamination in the major river systems: A review on South Asian countries prespective. *Heliyon*. 7(6):1-12.
- Sawyer CN dan McCarty PL. 1978. Chemistry for Environmental Engineerin, Third Edition. Tokyo (JP): McGraw-Hill Book Company.
- Simpson SL, Batley GB and Chariton AA. 2013. Revision of the ANZECC/ARMCANZ Sediment Quality Guidelines. CSIRO Land and Water Science Report 08/07. Bangor (NSW): CSIRO.
- Simpson SL, Batley GE, Chariton AA, Stauber JL, King CK, Chapman JC, Hyne RV, Gale SA, Roach AC and Maher WA. 2005. Handbook for Sediment Quality Assessment. Bangor (NSW): CSIRO.
- Smith A and Mudder T. 1991. The Chemistry and Treatment of Cyanidation Waste. Mining Journal Books Ltd. London.
- SNI 4819:2013 Tahun 2013 tentang Tata Cara Pembuatan Ekstrak Sedimen untuk Pengujian Kimia Sedimen.
- SNI 6989-84-2019 Tahun 2019 tentang Cara Uji Kadar Logam Terlarut dan Logam Total Secara SSA – Nyala.
- Stancheva M, Makedonski L, Petrova E. 2013. Determination of heavy metals (Pb, Cd, As, and Hg) in Black Sea Grey Mullet. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2013:30-34.
- Sunardi SH dan Mukimin A. 2014. Pengembangan metode analisis parameter minyak dan lemak pada contoh uji air. *JRTPPi*. 5(1):1-6.
- Supriyantini E dan Soenardjo N. 2015. Kandungan logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada akar dan buah mangrove *Avicennia marina* di perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*. 18(2):98–106.
- Tebbut THY. 1992. *Principles of Water Quality Control, Fourth Edition*. Oxford (UK): Pergamon Press.
- Todd DK. 1970. *The Water Encyclopedia*. New York (US): Water Information Center.
- [UNESCO/WHO/UNEP] The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization/ World Health Organization/The United Nations Environment Programme. 1992. *Water Quality Assessment*. Ed. Chapman D. London (UK): Chapman and Hall, Ltd.
- UU (Undang-Undang) Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja.
- UU (Undang-Undang) Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- [US EPA] United States Environmental Protection Agency. 1976. Quality Criteria for Water. Washington DC (US): Government Printing Office.
- [US EPA] United States Environmental Protection Agency. 1999. *Integrated Risk Information System (IRIS) on Chlorine*. Washington DC (US): National Center for Environmental Assessment, Offic-e of Research and Development.

- Vasanthi J, Binukumari S. 2015. Impact of pesticide methoxychlor on protein content in the fresh water fish, *Cyprinus carpio*. *Kong. Res. J.* 2(1): 115-117.
- Velangini SP. 2023. Dieldrin. Di dalam *Encyclopedia of Toxicology* [Edisi Keempat]. Ed Wexler P. Elsevier. 685-689.doi.10.1016/b978-0-12-824315-2.01023-x
- Vugteveen P, Leuven RSEW, Huijbregts MAJ, dan Lenders HJR. 2006. Redefinition and elaboration of river ecosystem health: perspective for river management. Dalam *Living Rivers: Trends and Challenges in Science and Management*. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Wetzel RG. 2001. *Limnology: Lake and River Ecosystems, Third Edition*. San Diego: Academic Press.
- [WHO] World Health Organization. 2003. *Chlorine in Drinking-water*. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO/SDE/WSH/03.04/45.
- Wiwoho. 2005. Model Identifikasi Daya Tampung Beban Cemar Sungai Dengan QUAL2E [Tesis]. Program Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Zulmaida D. 2021. Analisis dan Identifikasi Bakteri Coliform dan Escherichia coli dalam Air Sumur Gali Rumah Tangga Berdasarkan Jarak Septic Tank di Kelurahan Merjosari Kota Malang [Skripsi]. Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang. Malang.