



Pemerintah Provinsi DKI Jakarta
Dinas Lingkungan Hidup

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

2023



LAPORAN **PEMANTAUAN**

Kualitas Lingkungan Air Sungai
Provinsi DKI Jakarta

KATA PENGANTAR

Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta (DKI Jakarta) memiliki peran yang sangat strategis pada lingkup nasional, namun dihadapkan pada masalah pencemaran perairan sungai. 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 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Salah satu perlindungan dan pengelolaan yang dimaksud adalah menjaga kelestarian air di sepanjang aliran sungai di Provinsi DKI Jakarta. Kelestarian air yang dimaksud merupakan kuantitas dan kualitas air seperti yang telah diprasyaratkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Dalam rangka mengimplementasikan amanat tersebut, DLH DKI Jakarta melakukan kerja sama dengan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, IPB *University* (PPLH-IPB) untuk melakukan pemantauan dan penyusunan dokumen pemantauan kualitas lingkungan air sungai di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2023. Pergub DKI Jakarta Nomor 284 Tahun 2016 tentang Organisasi dan Tata Kerja Dinas Lingkungan Hidup 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.

Laporan ini disusun sebagai salah bentuk komitmen antara DLH DKI Jakarta sebagai pemilik pekerjaan/pemrakarsa dan PPLH-IPB sebagai pelaksana pekerjaan/penyusun dokumen dalam melaksanakan pekerjaan secara kontraktual. Laporan ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kondisi kualitas air, status mutu air, dan profil titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2023, kemudian hasil analisis dan evaluasinya selama tahun 2018-2023. Rekomendasi yang disusun berdasarkan informasi yang diperoleh, hasil analisis, dan hasil evaluasi dapat menjadi 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, 2023
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 2023
Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1-1
1.1. Latar Belakang	1-1
1.2. Maksud dan Tujuan	1-4
1.3. Dasar Hukum	1-4
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	2-7
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	2-13
2.3.2.3. Logam	2-18
2.3.3. Parameter Mikrobiologi	2-22
2.4. Metode Analisis	2-23
2.4.1. Analisis Data Parameter Kualitas Air Sungai dan Penentuan Parameter Pencemar Utama	2-23
2.4.1.1. Parameter Kualitas Air Sungai.....	2-23
2.4.1.2. Penentuan Parameter Pencemar Utama Tahun 2018-2023 ..	2-25
2.4.2. Analisis Status Mutu Air	2-26
2.4.2.1. Metode STORET	2-27
2.4.2.2. Indeks Pencemaran (IP).....	2-27
2.4.3. Analisis Data Logam Berat di Sedimen Sungai	2-29
2.4.4. Analisis Skoring Status Prioritas dan Tindakan Pengelolaan Daerah Tangkapan Air (DTA) Sungai	2-30
2.4.5. Analisis Spasial	2-34
2.4.5.1. Sebaran Spasial Status Mutu Air Sungai.....	2-34
2.4.5.2. Profil Titik Pemantauan.....	2-34
2.4.5.3. Sebaran Spasial Status Prioritas dan Tindakan Pengelolaan DTA	2-36
2.4.6. Analisis Laju Sedimentasi	2-36

BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	3-1
3.1. Status Mutu Air Sungai	3-1
3.1.1. Status Mutu Air Sungai Tahun 2023	3-1
3.1.1.1. Metode STORET	3-1
3.1.1.2. Indeks Pencemaran (IP).....	3-4
3.1.1.3. Perbandingan Nilai Indeks Pencemaran (IP) di Daerah Sekitar dan Dalam Wilayah DKI Jakarta	3-17
3.1.2. Kecenderungan Umum Status Mutu Air Sungai Tahun 2018, 2019, 2021, 2022, dan 2023	3-20
3.1.2.1. Metode STORET	3-20
3.1.2.2. Indeks Pencemaran (IP).....	3-23
3.2. Tinjauan Kondisi Hidrologi dan Kualitas Air Sungai	3-26
3.2.1. Hidrologi dan Fisik Air Sungai	3-26
3.2.1.1. Hidrologi.....	3-27
3.2.1.2. Fisik	3-35
3.2.1.3. Keterkaitan Indeks Pencemaran (IP) dengan Parameter Hidrologi & Fisik Sungai.....	3-48
3.2.2. Pemenuhan Baku Mutu Kualitas Air Sungai	3-53
3.2.2.1. Parameter Pencemar Utama	3-54
3.2.2.2. Parameter Pencemar Lainnya	3-65
3.2.2.3. Parameter Yang Cenderung Memenuhi Baku Mutu.....	3-100
3.3. Logam Berat di Sedimen Sungai	3-134
3.3.1. Logam Seng (Zn) di Sedimen Sungai	3-134
3.3.2. Logam Tembaga (Cu) di Sedimen Sungai	3-136
3.3.3. Keterkaitan Logam di Sedimen dengan Kecepatan Aliran Sungai ..	3-138
3.3.4. Keterkaitan Logam di Sedimen dengan Logam di Air Sungai	3-139
3.4. Keterkaitan Rasio BOD/COD dengan Parameter Organik dan Anorganik	3-141
3.5. Profil Titik Pemantauan Sungai	3-150
3.6. Status Prioritas dan Tindakan Pengelolaan Daerah Tangkapan Air (DTA) Sungai.....	3-156
3.7. Laju Sedimentasi	3-172
3.7.1. Pengukuran Langsung Laju Sedimentasi.....	3-172
3.7.2. Pendugaan Nilai Laju Sedimentasi	3-173
BAB IV KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	4-1
4.1. Kesimpulan	4-1
4.2. Rekomendasi	4-3
4.2.1. Rekomendasi Teknis Pemantauan.....	4-3
4.2.1.1. Relokasi Titik Pemantauan	4-3
4.2.1.2. Pelibatan Suku Dinas Lingkungan Hidup (Sudin LH) di Wilayah Provinsi DKI Jakarta dalam Kegiatan Pemantauan	4-4
4.2.1.3. Penjaminan Mutu Analisis Laboratorium.....	4-4

4.2.1.4. Verifikasi dan/atau Validasi terhadap Data Pemantauan oleh Pemilik Izin atau terhadap Persetujuan Pembuangan Air Limbah/Sertifikat Kelayakan Operasi (SLO).....	4-8
4.2.1.5. Pemutakhiran Data Sumber Pencemar <i>Point Source</i> dan <i>Non-point Source</i>	4-8
4.2.1.6. Penyusunan Lengkung Debit pada Masing-Masing Titik Pemantauan.....	4-8
4.2.1.7. Penggunaan Stasiun Pemantauan Kualitas Air yang Bersifat Kontinu, Otomatis, <i>Online</i> , dan <i>Real-time</i>	4-9
4.2.1.8. Pemasangan Patok Ukur Sedimen dan Kajian Laju Sedimentasi Sungai Dilakukan Secara Terpisah dari Pemantauan Kualitas Air Sungai	4-11
4.2.1.9. Sistem Pemantauan Terintegrasi	4-11
4.2.2. Rekomendasi Pengelolaan Kualitas Lingkungan Air Sungai	4-16
4.2.2.1. Kampanye Penggunaan Bahan-Bahan Ramah Lingkungan ...	4-16
4.2.2.2. Penyadartahuan Masyarakat terhadap Pengelolaan Sungai ..	4-16
4.2.2.3. Peningkatan Fasilitas Pengelolaan Limbah Domestik.....	4-16
4.2.2.4. Peningkatan Pengawasan terhadap Pelaku Usaha/Industri dan Perkantoran	4-17
4.2.2.5. Penggantian Skema Persetujuan Teknis Pembuangan Air Limbah	4-17
4.2.2.6. Koordinasi dengan SKPD dan Kementerian Terkait	4-17
4.2.2.7. Pengelolaan/Perbaikan Kualitas Air Sungai Secara Terpadu ...	4-18
DAFTAR PUSTAKA	DP-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Dimensi air permukaan di Provinsi DKI Jakarta.	1-3
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 2018-2023.	2-1
Tabel 2.4. Daftar parameter kualitas air dan sedimen sungai yang dipantau selama pemantauan tahun 2018-2023.....	2-5
Tabel 2.5. Daftar parameter kualitas air sungai yang selalu tersedia selama pemantauan tahun 2018-2023.....	2-6
Tabel 2.6. Parameter pemantauan kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2023 beserta nilai baku mutunya.	2-7
Tabel 2.7. Parameter pemantauan kualitas sedimen sungai di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2023 beserta nilai referensinya.	2-8

Tabel 2.8. Jumlah dataset hasil pemantauan tahun 2022-2023 berdasarkan jumlah titik, jenis parameter yang dipantau, dan frekuensi pemantauan.	2-24
Tabel 2.9. Kriteria penentuan pembagian kelompok parameter pencemar berdasarkan pemenuhan baku mutu kualitas air sungai.....	2-25
Tabel 2.10. Jumlah dataset hasil pemantauan tahun 2018-2023 berdasarkan jumlah titik, jenis parameter yang dipantau, dan frekuensi pemantauan.	2-26
Tabel 2.11. Sistem nilai mutu air dalam metode STORET.	2-27
Tabel 2.12. Klasifikasi status mutu air berdasarkan skor STORET.	2-27
Tabel 2.13. Klasifikasi status mutu air berdasarkan nilai Indeks Pencemaran (IP). ..	2-28
Tabel 2.14. Kelas PHH berdasarkan selisih nilai Ci/Li dari parameter pencemar antara hulu dengan hilir pada setiap DTA.	2-31
Tabel 2.15. Kelas beban pencemaran (BP) berdasarkan batas baku mutu kualitas air menurut Lampiran VI PP Nomor 22 Tahun 2021.	2-31
Tabel 2.16. Status prioritas dan tindakan pengelolaan yang disarankan berdasarkan nilai PHH dan BP pada setiap DTA Sungai di Provinsi DKI Jakarta.	2-33
Tabel 2.17. Sumber data variabel kondisi lingkungan sekitar.	2-35
Tabel 2.18. Klasifikasi laju sedimentasi.	2-37
Tabel 3.1. Nilai status mutu air sungai berdasarkan metode STORET di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-2
Tabel 3.2. Parameter terburuk di sungai Provinsi DKI Jakarta berdasarkan skor STORET tahun 2023.....	3-4
Tabel 3.3. Perbandingan nilai Indeks Pencemaran (IP) di titik masuk (<i>in</i>), titik tengah (<i>middle</i>), dan titik keluar (<i>out</i>) aliran sungai wilayah Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-19
Tabel 3.4. Nilai status mutu air sungai berdasarkan metode STORET di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.....	3-20
Tabel 3.5. Parameter terburuk di sungai Provinsi DKI Jakarta berdasarkan skor STORET selama tahun 2018-2023.	3-23
Tabel 3.6. Hasil analisis pengelompokan parameter pencemar sungai berdasarkan data pemantauan tahun 2022-2023.	3-53
Tabel 3.7. Konsentrasi bakteri <i>coliform</i> pada beberapa sungai dan <i>outlet septic tank</i>	3-56
Tabel 3.8. Titik-titik pemantauan terpilih untuk pengambilan <i>split sample</i>	3-143
Tabel 3.9. Rasio perbandingan data beberapa parameter hasil pemantauan terhadap <i>split sample</i> pada 12 titik pemantauan terpilih.....	3-144
Tabel 3.10. Tabulasi perbandingan antara nilai IP hasil pemantauan dengan nilai IP <i>split sample</i> pada 12 titik pemantauan sungai terpilih tahun 2023.....	3-145
Tabel 3.11. Luas daerah tangkapan air (DTA) pada masing-masing titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta.	3-151
Tabel 3.12. Tabulasi hasil pengukuran langsung laju sedimentasi tahun 2023. ..	3-174
Tabel 3.13. Rekapitulasi nilai pendugaan dan nilai pengukuran langsung laju sedimentasi sungai di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2023.	3-177
Tabel 4.1. Informasi lokasi alternatif untuk relokasi titik pemantauan.....	4-4
Tabel 4.2. Rekomendasi lokasi potensial untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i> , dan <i>real-time</i> berdasarkan kedekatan terhadap lokasi pintu air dan situ/waduk.	4-9

Tabel 4.3. Rekomendasi tahapan-tahapan persiapan dan pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i> , dan <i>real-time</i> .	4-12
Tabel 4.4. Jenis data untuk pengambilan keputusan kebijakan pengelolaan sungai.	4-18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Skematik aliran air permukaan di Provinsi DKI Jakarta.	1-2
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 3.1. Status mutu air sungai berdasarkan metode STORET di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.	3-1
Gambar 3.2. Status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) selama tahun 2023.	3-6
Gambar 3.3. Sebaran spasial status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) Tahun 2023.	3-16
Gambar 3.4. Ilustrasi area titik masuk/ <i>in</i> (lingkaran hijau), titik tengah/ <i>middle</i> (lingkaran biru), dan titik keluar/ <i>out</i> (lingkaran merah) aliran sungai wilayah Provinsi DKI Jakarta.	3-18
Gambar 3.5. Status mutu air sungai berdasarkan metode STORET di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.	3-20
Gambar 3.6. Status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) selama tahun 2018-2023.	3-25
Gambar 3.7. Persentase kategori kedalaman air/TMA sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.	3-27
Gambar 3.8. Kedalaman air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.	3-28
Gambar 3.9. Persentase kategori lebar total sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.	3-29
Gambar 3.10. Lebar sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.	3-30
Gambar 3.11. Kecepatan aliran sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.	3-32
Gambar 3.12. Debit air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.	3-34
Gambar 3.13. Persentase kategori salinitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.	3-35
Gambar 3.14. Suhu air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.	3-36
Gambar 3.15. Salinitas air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.	3-36
Gambar 3.16. Kecerahan perairan pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.	3-38

Gambar 3.17.	Tingkat kecerahan perairan pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-38
Gambar 3.18.	Kekeruhan air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-39
Gambar 3.19.	Persentase keberadaan lapisan minyak pada badan air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-40
Gambar 3.20.	Dokumentasi keberadaan lapisan minyak di badan air sungai saat dilakukan pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-41
Gambar 3.21.	Persentase warna tampak air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-42
Gambar 3.22.	Visualisasi warna tampak air sungai pada beberapa titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.	3-43
Gambar 3.23.	Persentase kategori tingkat kebauan air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.	3-44
Gambar 3.24.	Persentase keberadaan sampah pada badan air dan sempadan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-45
Gambar 3.25.	Dokumentasi penanganan sampah sungai yang dilakukan oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta pada beberapa titik pemantauan; a) KNT-1; b) CKG-4; b) CKG-3; d) KLT-1; e) KML-2; dan f) STR-4). ..	3-46
Gambar 3.26.	Timbulan sampah rata-rata bulanan dari hasil penanganan sampah perairan di Provinsi DKI Jakarta tahun 2021-2023.	3-47
Gambar 3.27.	Keterkaitan kecepatan aliran dan debit air dengan warna tampak air dan tingkat kebauan sungai di Provinsi DKI Jakarta (a) tahun 2022 dan (b) 2023.....	3-50
Gambar 3.28.	Keterkaitan nilai indeks pencemaran (IP) dengan parameter kecepatan aliran, debit air, warna tampak air, dan tingkat kebauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun (a) 2022 dan (b) 2023.....	3-52
Gambar 3.29.	Pemeringkatan parameter pencemar utama sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023 (beserta besaran nilai rata-rata $Ci/Li > 1$ dan persentase kejadian tidak memenuhi baku mutu).	3-55
Gambar 3.30.	Kelimpahan <i>fecal coliform</i> pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-58
Gambar 3.31.	Kelimpahan <i>fecal coliform</i> pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.	3-58
Gambar 3.32.	Persentase pemenuhan baku mutu <i>fecal coliform</i> selama tahun 2018-2023.....	3-59
Gambar 3.33.	Kelimpahan <i>total coliform</i> pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-60
Gambar 3.34.	Kelimpahan <i>total coliform</i> pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.	3-60
Gambar 3.35.	Persentase pemenuhan baku mutu <i>total coliform</i> selama tahun 2018-2023.....	3-61
Gambar 3.36.	Konsentrasi amoniak (NH_3) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-63

Gambar 3.37.	Konsentrasi amoniak (NH_3) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2023.	3-63
Gambar 3.38.	Persentase pemenuhan baku mutu amoniak (NH_3) selama tahun 2021-2023.....	3-64
Gambar 3.39.	Persentase pemenuhan baku mutu warna selama tahun 2021-2023.....	3-65
Gambar 3.40.	Nilai warna perairan pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-66
Gambar 3.41.	Nilai warna perairan pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2023.....	3-66
Gambar 3.42.	Konsentrasi TSS pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.	3-68
Gambar 3.43.	Konsentrasi TSS pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.	3-68
Gambar 3.44.	Persentase pemenuhan baku mutu TSS selama tahun 2018-2023.....	3-69
Gambar 3.45.	Konsentrasi BOD pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-72
Gambar 3.46.	Konsentrasi BOD pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.....	3-72
Gambar 3.47.	Persentase pemenuhan baku mutu BOD selama tahun 2018-2023.....	3-73
Gambar 3.48.	Konsentrasi COD pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-74
Gambar 3.49.	Konsentrasi COD pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.....	3-74
Gambar 3.50.	Persentase pemenuhan baku mutu COD selama tahun 2018-2023.....	3-75
Gambar 3.51.	Konsentrasi MBAS (detergen) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-76
Gambar 3.52.	Konsentrasi MBAS (detergen) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.	3-76
Gambar 3.53.	Persentase pemenuhan baku mutu MBAS (detergen) selama tahun 2018-2023.....	3-77
Gambar 3.54.	Penggunaan lahan di sekitar titik pemantauan CKR-2.....	3-78
Gambar 3.55.	Konsentrasi fenol pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-79
Gambar 3.56.	Konsentrasi fenol pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023 (tanpa konsentrasi $>0,010$ mg/l).	3-79
Gambar 3.57.	Konsentrasi fenol pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.....	3-80
Gambar 3.58.	Persentase pemenuhan baku mutu fenol selama tahun 2018-2023.....	3-80
Gambar 3.59.	Konsentrasi oksigen terlarut (DO) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-84
Gambar 3.60.	Konsentrasi oksigen terlarut (DO) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.	3-84

Gambar 3.61.	Persentase pemenuhan baku mutu oksigen terlarut (DO) selama tahun 2018-2023.....	3-85
Gambar 3.62.	Konsentrasi klorin bebas (Cl_2) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-86
Gambar 3.63.	Konsentrasi klorin bebas (Cl_2) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.	3-86
Gambar 3.64.	Persentase pemenuhan baku mutu klorin bebas (Cl_2) selama tahun 2018-2023.....	3-87
Gambar 3.65.	Konsentrasi sulfida (H_2S) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-88
Gambar 3.66.	Konsentrasi sulfida (H_2S) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.	3-88
Gambar 3.67.	Persentase pemenuhan baku mutu sulfida (H_2S) selama tahun 2018-2023.....	3-89
Gambar 3.68.	Konsentrasi sianida (CN) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-90
Gambar 3.69.	Konsentrasi sianida (CN) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2022-2023.	3-90
Gambar 3.70.	Persentase pemenuhan baku mutu sianida (CN) selama tahun 2022-2023.....	3-91
Gambar 3.71.	Konsentrasi total P pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-94
Gambar 3.72.	Konsentrasi total P pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.....	3-94
Gambar 3.73.	Persentase pemenuhan baku mutu total P selama tahun 2018-2023.....	3-95
Gambar 3.74.	Konsentrasi nitrit (NO_2) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-96
Gambar 3.75.	Konsentrasi nitrit (NO_2) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.	3-96
Gambar 3.76.	Persentase pemenuhan baku mutu nitrit (NO_2) selama tahun 2018-2023.....	3-97
Gambar 3.77.	Persentase pemenuhan baku mutu total N selama tahun 2021-2023.....	3-98
Gambar 3.78.	Konsentrasi total N pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-99
Gambar 3.79.	Konsentrasi total N pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2023.....	3-99
Gambar 3.80.	Titik pemantauan sungai dengan konsentrasi TDS tinggi.	3-100
Gambar 3.81.	Konsentrasi TDS pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-103
Gambar 3.82.	Konsentrasi TDS pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.....	3-103
Gambar 3.83.	Persentase pemenuhan baku mutu TDS selama tahun 2018-2023.....	3-104
Gambar 3.84.	Nilai pH pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.	3-105

Gambar 3.85.	Nilai pH pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.....	3-105
Gambar 3.86.	Persentase pemenuhan baku mutu pH selama tahun 2018-2023.....	3-106
Gambar 3.87.	Konsentrasi minyak dan lemak pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-107
Gambar 3.88.	Konsentrasi minyak dan lemak pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.....	3-107
Gambar 3.89.	Persentase pemenuhan baku mutu minyak dan lemak selama tahun 2018-2023.....	3-108
Gambar 3.90.	Konsentrasi nitrat (NO_3) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-109
Gambar 3.91.	Konsentrasi nitrat (NO_3) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.	3-109
Gambar 3.92.	Persentase pemenuhan baku mutu nitrat (NO_3) selama tahun 2018-2023.....	3-110
Gambar 3.93.	Persentase pemenuhan baku mutu sulfat (SO_4^{2-}) selama tahun 2021-2023.....	3-112
Gambar 3.94.	Persentase pemenuhan baku mutu klorida (Cl^-) selama tahun 2021-2023.....	3-112
Gambar 3.95.	Konsentrasi fluorida (F^-) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-113
Gambar 3.96.	Konsentrasi fluorida (F^-) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.	3-113
Gambar 3.97.	Persentase pemenuhan baku mutu fluorida (F^-) selama tahun 2018-2023.....	3-114
Gambar 3.98.	Konsentrasi sulfat (SO_4^{2-}) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-115
Gambar 3.99.	Konsentrasi sulfat (SO_4^{2-}) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2023.	3-115
Gambar 3.100.	Konsentrasi klorida (Cl^-) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-116
Gambar 3.101.	Konsentrasi klorida (Cl^-) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2023.....	3-116
Gambar 3.102.	Konsentrasi merkuri (Hg) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-118
Gambar 3.103.	Konsentrasi merkuri (Hg) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.....	3-118
Gambar 3.104.	Persentase pemenuhan baku mutu merkuri (Hg) selama tahun 2018-2023.....	3-119
Gambar 3.105.	Konsentrasi kadmium (Cd) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-120
Gambar 3.106.	Konsentrasi kadmium (Cd) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.....	3-120
Gambar 3.107.	Persentase pemenuhan baku mutu kadmium (Cd) selama tahun 2018-2023.....	3-121
Gambar 3.108.	Konsentrasi seng (Zn) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-123

Gambar 3.109.	Konsentrasi seng (Zn) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.....	3-123
Gambar 3.110.	Persentase pemenuhan baku mutu seng (Zn) selama tahun 2018-2023.....	3-124
Gambar 3.111.	Konsentrasi tembaga (Cu) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-125
Gambar 3.112.	Konsentrasi tembaga (Cu) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.....	3-125
Gambar 3.113.	Persentase pemenuhan baku mutu tembaga (Cu) selama tahun 2018-2023.....	3-126
Gambar 3.114.	Konsentrasi timbal (Pb) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-128
Gambar 3.115.	Konsentrasi timbal (Pb) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.....	3-128
Gambar 3.116.	Persentase pemenuhan baku mutu timbal (Pb) selama tahun 2018-2023.....	3-129
Gambar 3.117.	Konsentrasi krom heksavalen pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-130
Gambar 3.118.	Konsentrasi krom heksavalen (Cr^{6+}) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.....	3-130
Gambar 3.119.	Persentase pemenuhan baku mutu krom heksavalen (Cr^{6+}) selama tahun 2018-2023.....	3-131
Gambar 3.120.	Persentase pemenuhan baku mutu nikel (Ni) selama tahun 2021-2023.....	3-132
Gambar 3.121.	Konsentrasi nikel (Ni) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-133
Gambar 3.122.	Konsentrasi nikel (Ni) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2023.....	3-133
Gambar 3.123.	Persentase pemenuhan baku mutu logam seng (Zn) dan tembaga (Cu) di sedimen pada tahun 2023.....	3-134
Gambar 3.124.	Konsentrasi logam seng (Zn) di sedimen pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023 dan perbandingan terhadap nilai referensi kualitas sedimen.	3-135
Gambar 3.125.	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.....	3-137
Gambar 3.126.	Plot nilai hasil pengukuran seng (Zn) dan tembaga (Cu) di sedimen dengan kecepatan aliran pada masing-masing titik pemantauan.....	3-139
Gambar 3.127.	Konsentrasi seng (Zn) di sedimen dan air pada titik-titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.	3-140
Gambar 3.128.	Konsentrasi tembaga (Cu) di sedimen dan air pada titik-titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.	3-140
Gambar 3.129.	Kondisi rasio BOD/COD di sungai Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.....	3-142

Gambar 3.130.	Perbandingan (a) rasio BOD/COD, (b) rasio parameter organik/(organik+anorganik), dan (c) rasio parameter organik/(organik + anorganik) dengan nilai bakteri <i>coliform</i> dari <i>split sample</i> pada 12 titik pemantauan terpilih.....	3-144
Gambar 3.131.	Perbandingan kondisi (a) status mutu air sungai hasil pemantauan dan (b) status mutu air sungai menggunakan nilai bakteri <i>coliform</i> dari <i>split sample</i> pada 12 titik pemantauan sungai terpilih tahun 2023.....	3-145
Gambar 3.132.	Kondisi parameter pencemar utama sungai (total P) selama tahun 2018-2023.....	3-147
Gambar 3.133.	Kondisi parameter pencemar utama sungai (fenol) selama tahun 2018-2023.....	3-148
Gambar 3.134.	Kondisi parameter pencemar utama sungai (klorin bebas) selama tahun 2018-2023.	3-149
Gambar 3.135.	Daerah tangkapan air (DTA) pada masing-masing titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta.	3-152
Gambar 3.136.	Profil titik pemantauan GRL-3 (Sungai Grogol).	3-153
Gambar 3.137.	Profil titik pemantauan CDG-1 (Sungai Cideng).	3-154
Gambar 3.138.	Profil titik pemantauan TRB-2 (Sungai Tarum Barat).	3-155
Gambar 3.139.	Status prioritas dan tindakan pengelolaan pada masing-masing daerah tangkapan air (DTA) sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023 (kiri) dan periode 3 tahun 2023 (kanan).....	3-171
Gambar 3.140.	Data (a) keberhasilan pemasangan patok ukur dan (b) kondisi patok ukur yang berhasil dipasang pada pengukuran langsung laju sedimentasi tahun 2023.....	3-172
Gambar 3.141.	Persentase kelas laju sedimentasi sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.....	3-177
Gambar 3.142.	Plot nilai hasil pendugaan dengan hasil pengukuran langsung laju sedimentasi pada beberapa titik pemantauan tahun 2023..	3-180
Gambar 4.1.	Gambaran jarak antara titik CLW2-3 (semula) dengan CLW2-3 (alternatif 1).	4-5
Gambar 4.2.	Gambaran jarak antara titik CLW2-3 (semula) dengan CLW2-3 (alternatif 2).	4-6
Gambar 4.3.	Perbandingan kondisi di (a) titik CLW2-3 (semula) dengan (b) CLW2-3 (alternatif 1) dan (c) CLW2-3 (alternatif 2).	4-7
Gambar 4.4.	Peta lokasi potensial untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i> , dan <i>real-time</i>	4-10

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Titik pemantauan Kualitas Air Sungai di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2023.
- Lampiran 2. Tabel Hasil Analisis Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode STORET Tahun 2023.
- Lampiran 3. Tabel Hasil Analisis Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) Tahun 2023.
- Lampiran 4. Tabel Hasil Analisis Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode STORET Tahun 2018-2023.
- Lampiran 5. Tabel Hasil Analisis Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) Tahun 2018-2023.
- Lampiran 6. Tabel Nilai Parameter *Insitu* Sungai Hasil Pemantauan Tahun 2023.
- Lampiran 7. Laporan Hasil Uji Sampel Air Hasil Pemantauan Sungai Tahun 2023 di Laboratorium Lingkungan Hidup Daerah (LLHD) Provinsi DKI Jakarta.
- Lampiran 8. Tabel Nilai Parameter Kualitas Air Sungai Hasil Pemantauan Tahun 2018-2023.
- Lampiran 9. 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 10. Tabel Hasil Analisis Penentuan Parameter Pencemar Utama Sungai Secara Periodik Selama Pemantauan Tahun 2018-2023.
- Lampiran 11. Tabel Hasil Analisis Parameter Logam Zn dan Cu di Sedimen dan Perbandingannya Terhadap Logam Zn dan Cu di Air Sungai Tahun 2023.
- Lampiran 12. Laporan Hasil Uji Sampel Sedimen Hasil Pemantauan Sungai Tahun 2023 di Laboratorium Lingkungan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) IPB *University* dan Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing) IPB *University*.
- Lampiran 13. Tabel Hasil Analisis Rasio BOD/COD Sungai Secara Periodik Selama Pemantauan Tahun 2018-2023.
- Lampiran 14. Laporan Hasil Uji *Split Sample* Hasil Pemantauan Sungai Tahun 2023 di Laboratorium Lingkungan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) IPB *University*, Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing) IPB *University*, dan Laboratorium Divisi Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan (Fapet) IPB *University*.
- Lampiran 15. Tabel Perbandingan Nilai Beberapa Parameter Hasil Pemantauan dengan Hasil *Split Sample* pada 12 Titik Pemantauan Sungai Terpilih Tahun 2023.
- Lampiran 16. Tabel Hasil Pengukuran Penampang Melintang Sungai Pada Seluruh Titik Pemantauan.
- Lampiran 17. Profil Titik Pemantauan Kualitas Air Sungai di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2023.

BAB I

PENDAHULUAN

Laporan
Kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2023
Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

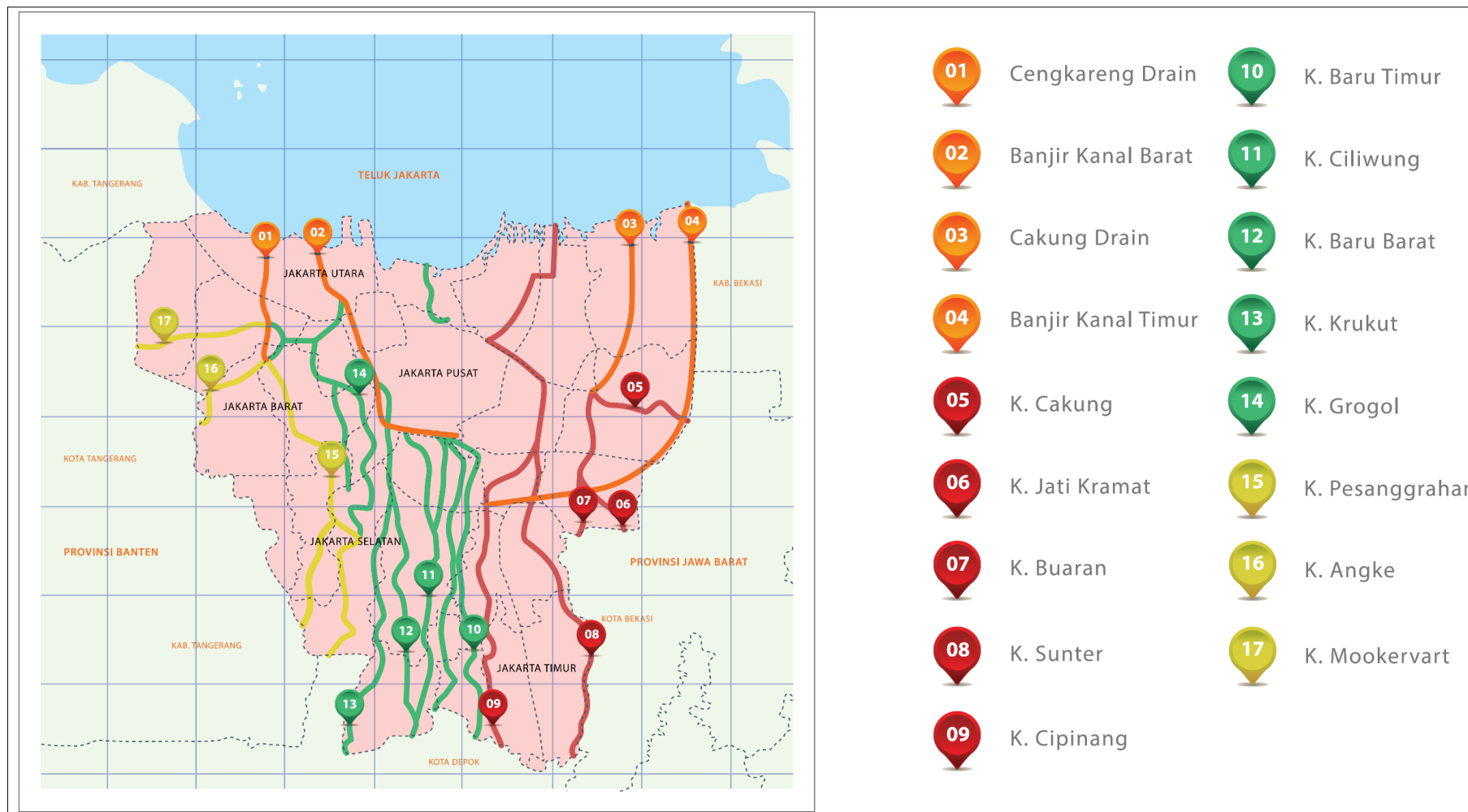
1.1. Latar Belakang

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. 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. 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.

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. Selain itu, penurunan kualitas air juga dapat berdampak pada penurunan estetika sungai dan juga berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat seperti timbul bau akibat dekomposisi bahan pencemar pada kondisi kandungan oksigen terlarut yang rendah di perairan.

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.

Kondisi status mutu air sungai cukup dinamis selama tahun 2018-2022, pada tahun 2022 terjadi pergeseran persentase cemar berat dan cemar ringan mengarah ke cemar sedang dibandingkan kondisi tahun 2021. Nilai IP tahun 2022 berkisar 2,64 - 18,06 dengan dominansi kondisi status mutu cemar berat sebanyak 63-78% dari total 120 titik pemantauan (DLH Provinsi DKI Jakarta 2022). Kondisi IP di titik-titik masuk aliran sungai ke wilayah DKI Jakarta terpantau telah bernilai tinggi (9,89), kemudian nilainya semakin tinggi setelah memasuki wilayah DKI Jakarta (11,91-12,23) (DLH Provinsi DKI Jakarta 2022).



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

Sumber : Peraturan Daerah Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 1 tahun 2018 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Tahun 2017-2022.

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 : Peraturan Daerah Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 1 tahun 2018 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Tahun 2017-2022.

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. 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 DKI Jakarta Nomor 284 Tahun 2016 tentang Organisasi dan Tata Kerja Dinas Lingkungan Hidup 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.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2023 adalah sebagai upaya Pemerintah Provinsi DKI Jakarta untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi kualitas air sungai di wilayah Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2023 dan kecenderungannya selama lima tahun (2018, 2019, 2021, 2022 dan 2023). Pada Tahun 2020, kegiatan pemantauan kualitas lingkungan air sungai di Provinsi DKI Jakarta tidak dilakukan secara lengkap berdasarkan lokasi dan parameter pemantauan kualitas air sungai yang telah dilakukan pada tahun-tahun sebelumnya. Kondisi tersebut dikarenakan adanya kebijakan *refocussing* anggaran dalam menanggulangi pandemi COVID-19, sehingga pemantauan kualitas air sungai hanya dilakukan pada beberapa lokasi dengan parameter yang terbatas. Mempertimbangkan kondisi tersebut, maka evaluasi kecenderungan antar waktu dilakukan berdasarkan hasil pemantauan pada tahun 2018, 2019, 2021, 2022 dan 2023.

Tujuan dari kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2023 adalah:

1. Tersusunnya data kualitas air sungai tahun 2023 dan kecenderungannya selama lima tahun (2018, 2019, 2021, 2022 dan 2023).
2. Tersusunnya analisis dan evaluasi kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta.
3. Tersusunnya profil titik pemantauan kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta.
4. 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 2023 adalah:

1. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
2. Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja.
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 DKI Jakarta Nomor 284 Tahun 2016 tentang Organisasi dan Tata Kerja Dinas Lingkungan Hidup.
6. Peraturan Daerah Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 1 tahun 2018 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Tahun 2017-2022.

BAB II

METODOLOGI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Laporan
Kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2023
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

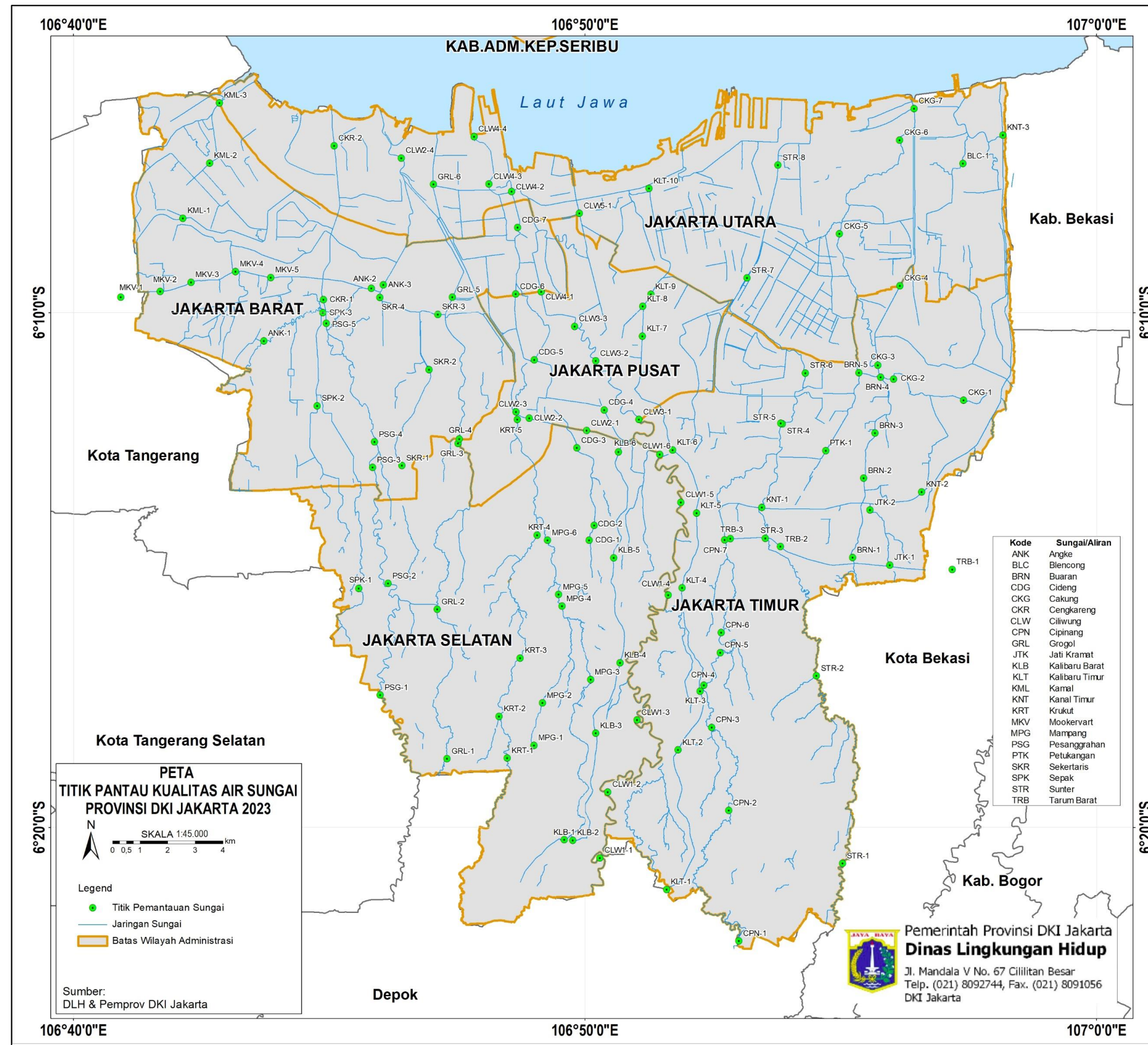
Jumlah titik pemantauan kualitas air sungai di DKI Jakarta mengalami penambahan sebanyak 21 titik pada tahun 2019 yang semula berjumlah 90 titik pada tahun 2018 menjadi 111 titik, kemudian bertambah lagi 9 (sembilan) titik pada tahun 2021 menjadi total sebanyak 120 titik pemantauan (**Tabel 2.3**). Pada tahun 2022-2023, jumlah titik pemantauan tetap berjumlah 120 titik. Di sisi lain, selama pemantauan 2018-2023 tercatat selalu konsisten sebanyak 4 (empat) periode pemantauan per tahun (**Tabel 2.3**).

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

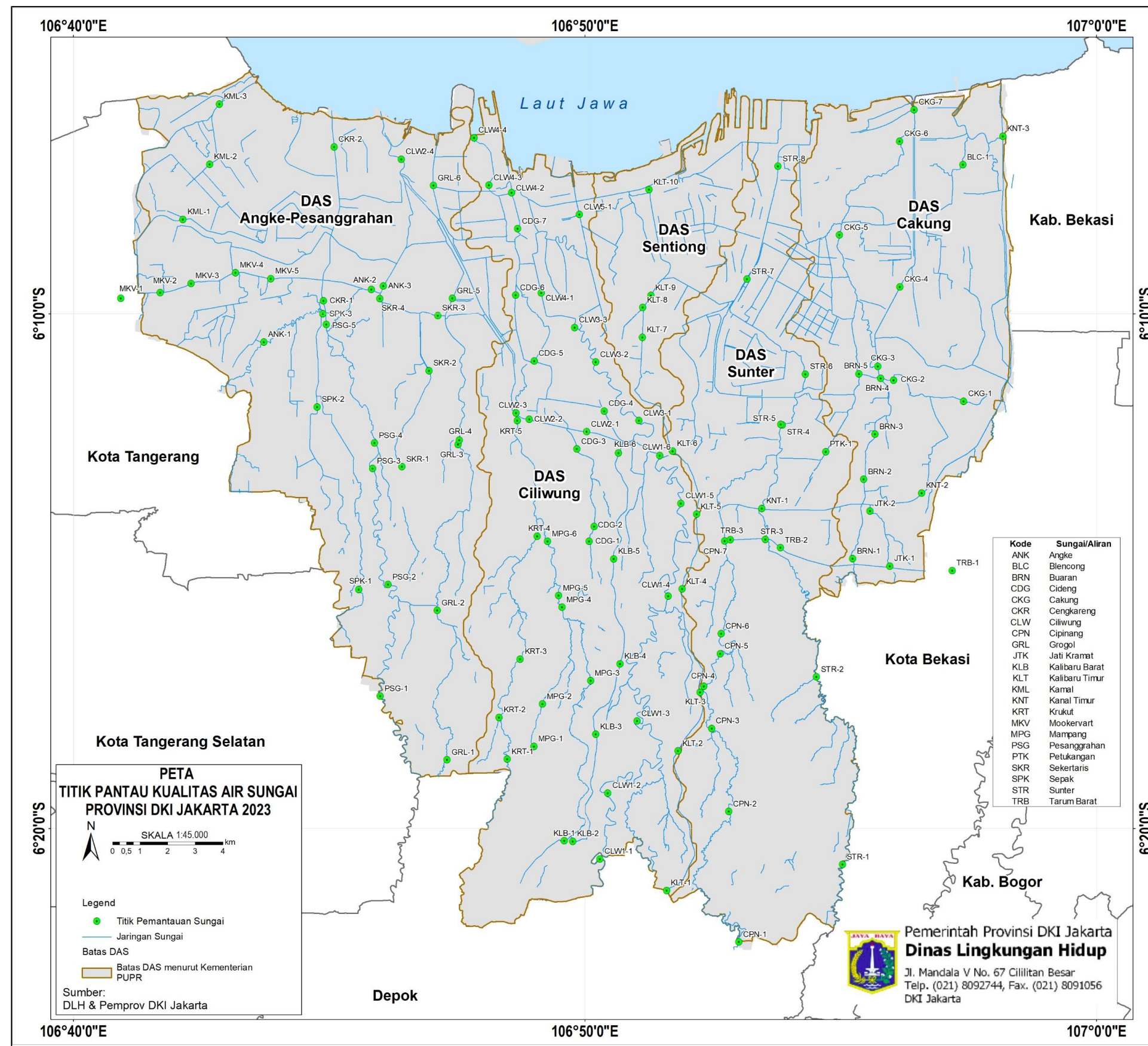
DAS	Cakupan Wilayah Administrasi	Jumlah
Ciliwung	Jakarta Selatan, Jakarta Pusat, Jakarta Utara, Jakarta Barat, dan Jakarta Timur	44
Angke-Pesanggrahan	Jakarta Barat, Jakarta Selatan, Jakarta Utara, dan Jakarta Pusat	32
Sunter	Jakarta Timur, Jakarta Utara, dan Jakarta Pusat	22
Cakung	Jakarta Utara dan 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 2018-2023.

Tahun	2018				2019				2021				2022				2023			
Periode	1	2	3	4	4	4	4	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Jumlah	90	90	90	90	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	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. Sejak tahun 2022 hingga 2023, jumlah titik pemantauan dipertahankan sebanyak 120 titik, sehingga evaluasi kecenderungan antar waktu pada seluruh titik pemantauan dapat dilakukan dengan baik dan proporsional.

Berkaitan dengan koordinat titik, beberapa titik pemantauan mengalami pergeseran/pemindahan pada tahun 2023. Titik-titik pemantauan tersebut di antaranya berada di ruas Sungai Ciliwung (CLW1-1 dan CLW1-3) dan Kalibaru Timur (KLT-6). Sebagaimana telah disampaikan pada Laporan Pemantauan Kualitas Air Sungai Tahun 2022 (subbab **4.2.1.1. Relokasi Titik Pemantauan**) (DLH DKI Jakarta 2021), titik pemantauan CLW1-1 dan CLW1-3 berlokasi di tempat yang ekstrem/berbahaya bagi keselamatan dan keamanan petugas pengambil sampel, sehingga pada tahun 2023 direlokasi ke tempat yang aman bagi petugas pengambil sampel, namun tetap representatif untuk kebutuhan data pemantauan secara *time series*. Titik KLT-6 berlokasi di aliran pengendali banjir yang sering kali tidak dialiri air dari pintu air di bagian hulunya, sehingga pada tahun 2023 direlokasi ke aliran sebelum pintu air.

Pada kegiatan pemantauan kualitas air sungai DKI Jakarta tahun 2023, 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/atau 4 tahun 2023. Sebagai langkah awal, dilakukan terlebih dahulu identifikasi calon titik pengambilan sampel sedimen sungai di 120 titik pemantauan tersebut pada pengambilan sampel periode 1 tahun 2023. Berdasarkan hasil identifikasi, dapat diketahui titik-titik pemantauan mana saja yang memungkinkan dan tidak memungkinkan untuk dilakukan pengambilan sampel sedimen. Pelaksanaan pengambilan sampel sedimen dilakukan pada periode 3 tahun 2023. 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. Pengambilan sampel sedimen pada titik-titik pemantauan pengganti tersebut dilakukan pada periode 4 tahun 2023. Pengulangan pengambilan sampel sedimen pada titik-titik tersebut ditujukan untuk memperoleh gambaran data yang lebih representatif.

2.2. Ketersediaan dan Penggunaan Data Kualitas Air dan Sedimen Sungai

Data hasil pemantauan kualitas air sungai tahun 2018, 2019, 2021, 2022, dan 2023 (parameter *insitu* dan parameter yang dianalisis di laboratorium) digunakan sebagai basis data dalam analisis kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta meliputi analisis parameter-parameter kualitas air (komponen fisika, kimia, dan biologi), penentuan status mutu air, parameter pencemar utama, penentuan status prioritas dan tindakan pengelolaan, dan laju sedimentasi.

Data kualitas air sungai pada tahun 2020 tidak digunakan dalam proses analisis data, karena kegiatan pemantauan kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2020 tidak dilakukan secara lengkap berdasarkan parameter dan titik pemantauan kualitas air sungai yang telah dilakukan pada tahun-tahun sebelumnya. Kondisi tersebut dikarenakan adanya kebijakan *refocussing* anggaran dalam menanggulangi pandemi COVID-19, sehingga pemantauan kualitas air sungai hanya dilakukan pada beberapa titik dengan parameter yang terbatas. Mempertimbangkan kondisi tersebut, maka analisis dan evaluasi kualitas air antar waktu dilakukan berdasarkan hasil pemantauan tahun 2018, 2019, 2021, 2022 dan 2023.

Berdasarkan data hasil pemantauan kualitas air sungai selama tahun 2018, 2019, 2021, 2022 dan 2023 yang dilakukan oleh DLH DKI Jakarta, terdapat cukup banyak parameter-parameter kualitas air yang telah dipantau yakni sebanyak 34 parameter kualitas air (**Tabel 2.4**). Namun, beberapa parameter tidak konsisten selalu tersedia selama kurun waktu tersebut, sedangkan dalam analisis penentuan status mutu air diperlukan data yang konsisten selalu tersedia selama periode tahun kajian (2018, 2019, 2021, 2022 dan 2023). Berdasarkan hasil pemilahan, terdapat 23 parameter yang selalu tersedia selama pemantauan tahun 2018-2023 yang meliputi komponen parameter fisika, kimia, dan biologi kualitas air sungai (**Tabel 2.5**). Sejumlah 23 parameter ini dianggap mumpuni untuk digunakan dalam analisis status mutu air, karena telah mewakili ketiga komponen kualitas air. Evaluasi antar waktu dilakukan secara menyeluruh pada 120 titik pemantauan dengan menggunakan 23 parameter yang selalu tersedia.

Pada pemantauan tahun 2023, dilakukan pula pengambilan sampel sedimen untuk menganalisis dua parameter logam berat yakni Zn dan Cu yang terkandung di dalamnya (**Tabel 2.4**). Pengambilan sampel sedimen sungai tidak dilakukan secara periodik seperti sampel air, namun hanya satu kali selama tahun 2023. Hal ini karena sedimen bertindak sebagai tempat penampungan terakhir dari berbagai kontaminan dan bahan organik (Saeed and Shaker 2008), sehingga bersifat akumulatif dan tidak diperlukan evaluasi antar waktu layaknya parameter kualitas air.

Tabel 2.4. Daftar parameter kualitas air dan sedimen sungai yang dipantau selama pemantauan tahun 2018-2023.

No	Parameter	2018				2019				2021				2022				2023				Status
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Air Sungai																						
1	Suhu	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap	
2	pH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap	
3	Oksigen Terlarut (DO)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap	
4	Kekeruhan/ <i>Turbidity</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	Tidak	
5	Kecerahan	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Tidak	
6	Salinitas	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Tidak	
7	Padatan Terlarut Total (TDS)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap	
8	Padatan Tersuspensi Total (TSS)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap	
9	BOD (20°C, 5 hari)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap	
10	COD (dichromat)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap	
11	Total Fosfat (Total P)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap	
12	Nitrat (NO ₃)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap	
13	Kadmium (Cd)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap	

No	Parameter	2018				2019				2021				2022				2023				Status
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
14	Krom Heksavalen (Cr ⁶⁺)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap
15	Tembaga (Cu)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap
16	Timbal (Pb)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap
17	Merkuri (Hg)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap
18	Seng (Zn)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap
19	Flourida (F ⁻)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap
20	Nitrit (NO ₂)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap
21	Klorin Bebas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap
22	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap
23	Minyak dan Lemak	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap
24	Senyawa Aktif Biru Metilen (MBAS)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	Tidak
25	Fenol	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap
26	<i>Total Coliform</i> (Bakteri Total Koli)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap
27	<i>Fecal Coliform</i> (Bakteri Koli Tinja)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lengkap
28	Warna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Tidak
29	Sulfat (SO ₄ ²⁻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Tidak
30	Klorida (Cl ⁻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Tidak
31	Amoniak (NH ₃)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Tidak
32	Total Nitrogen (Total N)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	Tidak
33	Nikel (Ni)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Tidak
34	Sianida (CN ⁻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	Tidak
Sedimen Sungai																						
1	Seng (Zn)	0				0				0				0				1				Tidak
2	Tembaga (Cu)	0				0				0				0				1				Tidak

Tabel 2.5. Daftar parameter kualitas air sungai yang selalu tersedia selama pemantauan tahun 2018-2023.

No	Parameter
A. Komponen Fisika	
1	Padatan Terlarut Total (TDS)
2	Padatan Tersuspensi Total (TSS)
B. Komponen Kimia	
3	pH
4	BOD (20°C, 5 hari)
5	COD (dichromat)
6	Oksigen Terlarut (DO)
7	Nitrat (NO ₃)
8	Nitrit (NO ₂)
9	Total Fosfat (Total P)
10	Flourida (F ⁻)
11	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)

No	Parameter
12	Klorin Bebas
13	Merkuri (Hg)
14	Kadmium (Cd)
15	Seng (Zn)
16	Tembaga (Cu)
17	Timbal (Pb)
18	Krom Heksavalen (Cr ⁶⁺)
19	Minyak dan Lemak
20	Senyawa Aktif Biru Metilen (MBAS)*
21	Fenol
C. Komponen Biologi	
22	Bakteri Koli Tinja (<i>Fecal Coliform</i>)
23	Bakteri Total Koli (<i>Total Coliform</i>)

Keterangan:

*Parameter MBAS tetap dimasukkan ke dalam daftar parameter kualitas air sungai yang selalu tersedia meskipun pernah satu kali tidak dilakukan pemantauan (pada periode 2 tahun 2022), 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 2023 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. Informasi detail mengenai parameter-parameter yang ditelaah beserta dengan nilai baku mutu atau nilai referensinya disampaikan pada **Tabel 2.6** dan **Tabel 2.7**. Tinjauan pustaka untuk parameter-parameter yang ditelaah dibahas pada bagian selanjutnya dalam subbab ini.

Tabel 2.6. Parameter pemantauan kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2023 beserta nilai baku mutunya.

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Keterangan
A. Komponen Fisika				
1	Suhu/Temperatur	°C	-	<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				
8	pH	-	6-9	<i>Insitu</i>
9	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	4	<i>Insitu</i>
10	BOD (20°C, 5 hari)	mg/l	3	Laboratorium
11	COD (dichromat)	mg/l	25	Laboratorium
12	Total Fosfat (Total P)	mg/l	0,2	Laboratorium
13	Nitrat (NO ₃)	mg/l	10	Laboratorium
14	Nitrit (NO ₂)	mg/l	0,06	Laboratorium
15	Amoniak (NH ₃)	mg/L	0,2	Laboratorium
16	Total Nitrogen (Total N)	mg/l	15	Laboratorium
17	Flourida (F ⁻)	mg/l	1,5	Laboratorium
18	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0,002	Laboratorium
19	Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/l	300	Laboratorium
20	Klorin Bebas	mg/l	0,03	<i>Insitu</i>
21	Klorida (Cl ⁻)	mg/l	300	Laboratorium
22	Sianida (CN ⁻)	mg/l	0,02	Laboratorium
23	Merkuri (Hg)	mg/l	0,002	Laboratorium
24	Kadmium (Cd)	mg/l	0,01	Laboratorium
25	Seng (Zn)	mg/l	0,05	Laboratorium
26	Tembaga (Cu)	mg/l	0,02	Laboratorium
27	Timbal (Pb)	mg/l	0,03	Laboratorium
28	Krom Heksavalen (Cr ⁶⁺)	mg/l	0,05	Laboratorium
29	Nikel (Ni)	mg/l	0,05	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
C. Komponen Biologi				
33	<i>Fecal Coliform</i>	Jml/100 ml	5000	Laboratorium
34	<i>Total Coliform</i>	Jml/100 ml	1000	Laboratorium

Tabel 2.7. Parameter pemantauan kualitas sedimen sungai di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2023 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.

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 (°C) dan Fahrenheit (°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 mg/l, sedangkan pada 30°C hanya akan menahan hingga 7,6 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 20-30°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 (0-0,5 ‰), air payau (0,5-30 ‰), dan air asin (>30‰).

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 untuk 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 pada perairan (Effendi 2003). Warna perairan juga dapat disebabkan oleh ledakan (*blooming*) salah satu jenis fitoplankton (*algae*), sehingga menyebabkan warna perairan 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 memiliki warna air 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} μm) dan koloid (diameter 10^{-3} -1 μm) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan lain yang tidak tersaring pada saringan *milipore* yang berdiameter pori 0,45 μm (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 μm) yang tertahan pada saringan *milipore* yang berdiameter pori 0,45 μm (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). Dengan kata lain, 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, dan sebagainya (Effendi 2003). 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 atau mematikan mikroba yang menjadi pelaku dekomposisi 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 juga akan menghalangi penetrasi sinar matahari ke dalam air, sehingga menyebabkan ketidakseimbangan rantai makanan. Bahaya dari kurangnya oksigen di air adalah membuat 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 nutrien 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 nutrien 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 (NH₃), amonium (NH₄), nitrit (NO₂), nitrat (NO₃), dan molekul nitrogen (N₂) 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 (NH₃)

Amoniak (NH₃) 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 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 (NO₂)

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 (NO₃)

Nitrat (NO₃) 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 (CaF₂ dan PbF₂) 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 (Cl₂)

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 klor bebas (Cl_2) 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 (Cl_2) yang masuk ke badan air sungai (Hayat 2020). WHO (2003) merekomendasikan kadar klorin bebas (Cl_2) di dalam air adalah $<0,02$ mg/L.

Sulfat (SO_4^{2-}) dan Hidrogen Sulfida (H_2S)

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 (SO_4^{2-}) 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 (S^{2-}), hidrogen sulfida (H_2S), ferro sulfida (FeS), sulfur dioksida (SO_2), sulfit (SO_3), dan sulfat (SO_4). Pada proses dekomposisi dalam kondisi anaerob, terjadi reduksi anion sulfat menjadi H_2S yang menimbulkan bau yang tidak sedap dan meningkatkan korosivitas logam (Effendi 2003). Lebih lanjut menurut Effendi (2003), keberadaan H_2S juga berkaitan dengan kondisi pH. Pada pH 9, jumlah H_2S berjumlah sangat sedikit dan permasalahan bau tidak muncul, sedangkan pada $\text{pH} < 8$ kesetimbangan bergeser pada terjadinya pembentukan H_2S , bahkan pada pH 5, sekitar 99% sulfur terdapat dalam bentuk H_2S . Kondisi ini akan menjadi hal yang serius karena H_2S 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 turunsianida (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 (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, percetakan, 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, Cu 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 (Supriyanti 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 yang berkaitan dengan Cu, 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 LC₅₀ 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 Pb²⁺ dan Pb⁴⁺ (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, di samping itu melalui proses korosifikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin (Palar 2012). Logam Pb yang masuk ke perairan akibat aktivitas manusia dapat berasal dari limbah industri yang berkaitan dengan Pb, limbah pertambangan bijih Pb atau dari buangan sisa industri baterai (Palar 2012). Limbah perkotaan dan pupuk fosfat (PO₄) mengandung Hg, Cd dan Pb, limbah-limbah tersebut juga berkontribusi menambah kandungan Pb dalam perairan akibat aktivitas manusia (Harteman 2011).

Pb merupakan salah satu logam *non essensial*/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 mikroalgae (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 dalam 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 dalam bentuk 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, kromium trivalen biasanya terserap ke dalam partikulat, sedangkan kromium heksavalen 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). Kromium heksavalen 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 (Moore 1991). Kontak langsung dengan garam-garam nikel dapat mengakibatkan dermatitis, sedangkan menghisap nikel secara terus menerus dapat mengakibatkan kanker paru-paru (Effendi 2003). 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).

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 dalam air yang dapat digunakan sebagai indikator terjadinya pencemaran pada suatu badan air adalah parameter mikrobiologi berupa bakteri *coliform* (US EPA 1976). *Coliform* merupakan golongan bakteri yang termasuk ke dalam famili *Enterobacteriaceae*, hidup di saluran pencernaan manusia dan hewan. Cullimore (2008) mengategorikan bakteri *coliform* ke dalam dua golongan yaitu: *Total Coliform* yang merupakan gabungan dari keseluruhan bakteri *coliform*, serta *Fecal Coliform* yang merupakan 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. Bakteri ini tidak bersifat patogen (menyebabkan penyakit), namun menunjukkan bahwa bakteri dan virus patogen mungkin ada (Namoi Catchment Management Authority 2013). 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 Data Parameter Kualitas Air Sungai dan Penentuan Parameter Pencemar Utama

2.4.1.1. Parameter Kualitas Air Sungai

Data parameter-parameter kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2023 diperoleh dari hasil pemantauan lapangan selama empat periode yang mewakili musim hujan (Periode 1/P1: 6-21 Februari 2023), musim peralihan-1 (Periode 2/P2: 8-23 Mei 2023), musim kemarau (Periode 3/P3: 2-15 Agustus 2023), dan musim peralihan-2 (Periode 4/P4: 18-27 September 2023). Evaluasi kualitas air dilakukan berdasarkan data hasil pemantauan tahun 2023 dan empat tahun sebelumnya (2018, 2019, 2021 dan 2022). Parameter-parameter kualitas air sungai tahun 2018-2023 baik yang diukur secara *insitu* maupun hasil analisis di laboratorium (**Tabel 2.6**) ditelaah secara rinci berdasarkan pembagian batas ekologis yaitu daerah aliran sungai (DAS).

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, logam Nikel (Ni). Sianida menjadi parameter tambahan terbaru yang mulai dianalisis pada tahun 2022. Parameter-parameter tambahan tersebut ditelaah dalam laporan sesuai dengan ketersediaan data.

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. Pembahasan data untuk parameter-parameter yang memiliki baku mutu (komponen fisika, kimia, maupun biologi) pada laporan ini dibagi ke dalam tiga kelompok besar berdasarkan pemenuhan baku mutu atau tingkat pencemaran masing-masing parameter, yakni:

- i) **Parameter Pencemar Utama**, 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.

Pembagian kelompok pemenuhan baku mutu kualitas air sungai didasarkan pada 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). Data yang digunakan dalam proses ini adalah data hasil pemantauan tahun 2022 hingga 2023 dengan pertimbangan kesetaraan jumlah data pada masing-masing parameter dan bertujuan untuk menggambarkan kondisi pencemaran terkini (**Tabel 2.8**). 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. Pada prosesnya, 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, penentuan pembagian kelompok besar parameter berdasarkan pemenuhan baku mutu kualitas air sungai mengikuti kriteria seperti yang dijelaskan pada **Tabel 2.9**. Pembahasan berbagai parameter yang memiliki baku mutu pada **BAB III**

HASIL DAN PEMBAHASAN dilakukan berdasarkan hasil pengelompokan tersebut. Beberapa parameter yang memiliki keterkaitan satu sama lain dibahas secara bersamaan atau komprehensif, termasuk dengan beberapa parameter hidrologi dan fisik air sungai.

Tabel 2.8. Jumlah dataset hasil pemantauan tahun 2022-2023 berdasarkan jumlah titik, jenis parameter yang dipantau, dan frekuensi pemantauan.

Tahun	Jumlah Titik Pemantauan	Parameter yang Dipantau	Frekuensi Pemantauan (Periode)	Jumlah Dataset
2022	120	23 parameter yang selalu tersedia (kecuali MBAS)	4	480
		MBAS	3	360
		Warna, Sulfat, Klorida, Amoniak, Nikel, dan Sianida	4	480
2023	120	23 parameter yang selalu tersedia	4	480
		Warna, Sulfat, Klorida, Amoniak, Nikel, dan Sianida	4	480
		Total N	4	480
TOTAL	23 parameter yang selalu tersedia (kecuali MBAS)			960
	MBAS			840
	Warna, Sulfat, Klorida, Amoniak, Nikel, dan Sianida			960
	Total N			480

Tabel 2.9. 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 $C_i/L_i > 1$	
Parameter Pencemar Utama	$\geq 70\%$ (indikasi pencemaran terjadi secara merata baik secara spasial (wilayah pemantauan) maupun temporal (waktu atau periode pemantauan))	$\geq 5,00$ (indikasi tingkat pencemaran sedang-berat)	Wajib Memenuhi Kedua Kriteria
Parameter Pencemar Lainnya	$> 10\%$ s.d. $< 70\%$ (indikasi pencemaran tidak terjadi secara merata baik secara spasial maupun temporal)	$> 1,00$ s.d. $< 5,00$ (indikasi tingkat pencemaran ringan)	Wajib Memenuhi Kedua Kriteria
Parameter yang Cenderung Memenuhi Baku Mutu	$\leq 10\%$ (indikasi pencemaran jarang terjadi)	$\leq 1,00$ (indikasi tidak terjadi ringan)	Boleh Hanya Memenuhi Salah Satu Kriteria

2.4.1.2. Penentuan Parameter Pencemar Utama Tahun 2018-2023

Penentuan parameter pencemar utama dilakukan dengan metode yang sama seperti pembagian kelompok parameter pencemar berdasarkan pemenuhan baku mutu kualitas air sungai yang telah disampaikan pada subbab 2.4.1.1. **Parameter Kualitas Air Sungai** dan **Tabel 2.9**. Penentuan parameter pencemar utama didasarkan pada 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). Pada proses kuantifikasi tersebut, 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, penentuan parameter pencemar utama juga mengikuti kriteria yang sama seperti yang dijelaskan pada **Tabel 2.9**.

Hal yang sedikit membedakan adalah pada analisis penentuan parameter pencemar utama tahun 2018-2023 menggunakan data *series* yang lebih banyak yakni data hasil pemantauan setiap periode selama lima tahun. Hal ini bertujuan untuk melihat dinamika parameter pencemar utama secara periodik selama periode pemantauan tersebut. Sebagaimana telah disampaikan pada **subbab 2.1**, jumlah titik pemantauan kualitas air sungai pernah mengalami penambahan yakni berjumlah total 90 titik pada tahun 2018, 111 titik pada tahun 2019, dan 120 titik pada tahun 2021 s.d. 2023 (**Tabel 2.3**). Di samping itu, frekuensi pemantauan tetap konsisten sebanyak 4 (empat) periode pemantauan setiap tahunnya. Dengan demikian, pada tahun 2018, 2019, 2021, 2022, dan 2023 masing-masing terdapat 360, 442, 480, 480, dan 480 dataset (himpunan data) pemantauan kondisi kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta (**Tabel 2.10**). Dataset tahun 2019 seharusnya berjumlah 444 (111 titik dikali 4 periode pemantauan), namun dikarenakan pada periode 4 tahun 2019 terdapat dua titik pemantauan di aliran Sungai Kalibaru Barat yang berada dalam kondisi kering (KLB-1 dan KLB-2), maka jumlah dataset tahun 2019 menjadi 442. Beberapa parameter seperti warna, sulfat, klorida, amoniak, nikel, total N, dan sianida memiliki jumlah dataset yang berbeda dengan parameter lainnya, karena parameter-parameter tersebut baru mulai dianalisis pada tahun 2021 dan 2022. Parameter MBAS juga memiliki jumlah dataset yang sedikit berbeda karena tidak dilakukan analisis pada periode 2 tahun 2022.

Tabel 2.10. Jumlah dataset hasil pemantauan tahun 2018-2023 berdasarkan jumlah titik, jenis parameter yang dipantau, dan frekuensi pemantauan.

Tahun	Jumlah Titik Pemantauan	Parameter yang Dipantau	Frekuensi Pemantauan (Periode)	Jumlah Dataset
2018	90	23 parameter yang selalu tersedia	4	360
2019	111	23 parameter yang selalu tersedia	4	442
2021	120	23 parameter yang selalu tersedia	4	480
		Warna, Sulfat, Klorida, Amoniak, dan Nikel	3	360
		Total N	2	240
2022	120	23 parameter yang selalu tersedia (kecuali MBAS)	4	480
		MBAS	3	360
		Warna, Sulfat, Klorida, Amoniak, dan Nikel	4	480
		Sianida	4	480
2023	120	23 parameter yang selalu tersedia	4	480
		Warna, Sulfat, Klorida, Amoniak, dan Nikel	4	480
		Total N	4	480
		Sianida	4	480
TOTAL	23 parameter yang selalu tersedia (kecuali MBAS)			2.242
	MBAS			2.122
	Warna, Sulfat, Klorida, Amoniak, dan Nikel			1.320
	Total N			480
	Sianida			960

2.4.2. Analisis Status Mutu Air

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 2018, 2019, 2021, 2022 dan 2023. Penentuan status mutu air sungai tahun 2023 dilakukan dengan menggunakan 30 parameter yang dipantau selama tahun 2023 (**Tabel 2.4**), sedangkan penentuan dan evaluasi status mutu air sungai antar waktu (2018, 2019, 2021, 2022 dan 2023) menggunakan 23 parameter yang selalu tersedia selama pemantauan lima tahun karena mempertimbangkan kesetaraan data (**Tabel 2.5**). Perbedaan jumlah data yang digunakan dalam analisis status mutu tahun 2023 dan antar waktu dikarenakan mulai tahun 2021 terjadi penambahan jumlah parameter pantau yang konsisten terus dipantau hingga saat ini yaitu parameter warna, sulfat, klorida, amoniak, logam Nikel (Ni), dan sianida. 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.

2.4.2.1. 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 2.11 dan Tabel 2.12).

Tabel 2.11. 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 2.12. 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

2.4.2.2. 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 pencemaran relatif terhadap 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.

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

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 pengambilan sampel 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 2.13. 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

2.4.3. Analisis Data 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 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).

Pelaksanaan pengambilan sampel sedimen dilakukan pada periode 3 tahun 2023. 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. Pengambilan sampel sedimen pada titik-titik pemantauan pengganti tersebut dilakukan pada periode 4 tahun 2023. Pengulangan pengambilan sampel sedimen pada titik-titik tersebut ditujukan untuk memperoleh gambaran data yang lebih representatif.

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 2.7**. 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**).

2.4.4. Analisis Skoring Status Prioritas dan Tindakan Pengelolaan Daerah Tangkapan Air (DTA) 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*. Oleh karenanya, tahap awal yang dilakukan sebelum analisis dan evaluasi kondisi lingkungan sekitar titik pemantauan adalah delineasi DTA dari suatu titik pemantauan. Delineasi DTA dari titik-titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta 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).

Analisis skoring 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 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/kapasitas produksi kegiatan usaha mikro kecil dan menengah (UMKM), dan besaran debit izin pembuangan limbah cair.

Dalam analisis perubahan kualitas air hulu ke hilir (PHH), dilakukan pengkelasan nilai selisih 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 2.14**). 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.

Tabel 2.14. Kelas 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)

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 2.15**.

Tabel 2.15. 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. Rekapitulasi 22 kemungkinan status prioritas dan jenis tindakan pengelolaan yang dapat terjadi dapat dilihat secara rinci pada **Tabel 2.16**.

Tabel 2.16. 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
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

2.4.5. Analisis Spasial

Pada laporan ini disusun beberapa peta yang dapat menggambarkan kondisi pencemaran perairan sungai yang terjadi di Provinsi DKI Jakarta. Adapun peta tersebut memvisualisasikan kondisi status mutu air, profil titik pemantauan, dan status prioritas dan tindakan pengelolaan DTA sungai. Pengolahan data spasial secara umum menggunakan program ArcGIS yang kemudian diolah lebih lanjut sesuai dengan peruntukannya masing-masing. Sebanyak 120 titik pemantauan kualitas air sungai dipetakan berdasarkan titik koordinat pada saat dilakukannya pemantauan (*groundcheck* di lapangan).

2.4.5.1. Sebaran Spasial Status Mutu Air Sungai

Peta sebaran status mutu air disusun dengan menggunakan basis data berupa nilai rata-rata indeks pencemaran (IP) tahun 2023 pada setiap titik pemantauan. Peta ini dibuat berdasarkan hasil *overlay* antara status mutu air selama setahun terhadap titik-titik pemantauan sungai. 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). Dengan demikian, peta yang dihasilkan dapat memberikan informasi yang lebih mudah dipahami mengenai sebaran dan kondisi status mutu air tahun berjalan (2023) pada 120 titik pemantauan sungai.

Berdasarkan hasil analisis dan pengamatan lapangan, terdapat ruas-ruas sungai (terutama yang berukuran besar) yang saling terkoneksi dengan beberapa ruas sungai lainnya. Oleh karena itu, sebaran spasial status mutu air sungai menurut ruas sungai masing-masing divisualisasikan ke dalam 13 peta spasial meskipun terdapat total 23 ruas sungai. Visualisasi 13 peta spasial tersebut adalah (1) Ciliwung-Cideng, (2) Kalibaru Barat, (3) Krukut, (4) Mampang, (5) Kalibaru Timur, (6) Angke-Cengkareng-Sekertaris-Grogol, (7) Pesanggrahan, (8) Sepak, (9) Mookervart-Kamal, (10) Sunter-Kanal Timur-Buaran-Petukangan-Cakung-Blencong, (11) Cipinang, (12) Jati Kramat, dan (13) Tarum Barat.

2.4.5.2. Profil Titik Pemantauan

Analisis spasial juga dilakukan untuk menyajikan profil titik pemantauan yang berisi informasi lengkap tentang kondisi sungai pada suatu titik pemantauan. Profil lengkap titik pemantauan sungai terdiri dari berbagai informasi penting seperti; 1) ilustrasi penampang melintang sungai; 2) ringkasan data hasil pemantauan selama tahun berjalan (2023) meliputi dokumentasi pemantauan, besaran debit air sungai, nilai parameter-parameter *insitu*, nilai indeks pencemaran (IP), dan informasi 5 (lima) parameter pencemar utama sungai di titik tersebut, serta 3) peta titik yang dilengkapi dengan informasi penggunaan lahan eksisting, luas DTA, kepadatan penduduk, lokasi dan jumlah unit UMKM, lokasi instalasi pengolahan air limbah (IPAL) atau sistem pengolahan air limbah domestik (SPALD) terbangun, serta lokasi dan besaran debit izin pembuangan limbah cair. Pada tahun 2023, profil lengkap titik pemantauan ditambahkan pula dengan informasi visual warna aliran sungai berdasarkan kondisi status mutu air sungai di DTA titik pemantauan tersebut. Profil lengkap titik pemantauan ini dibuat untuk masing-masing titik pemantauan yakni sebanyak 120 profil titik pemantauan. Sumber data untuk berbagai variabel kondisi lingkungan sekitar titik pemantauan sungai disampaikan melalui **Tabel 2.17**.

Tabel 2.17. Sumber data variabel kondisi lingkungan sekitar.

No	Data	Tahun Data	Sumber
1	Penggunaan lahan eksisting	2021	https://jakartasatu.jakarta.go.id/
2	Jumlah penduduk	2021	https://jakarta.bps.go.id/
3	Daftar sentra industri kecil dan menengah	2014	https://jakarta.bps.go.id/
4	Izin pembuangan air limbah	2016-2021	Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta
5	Daftar inventarisasi IPAL atau SPALD terbangun	2020	Dinas Sumber Daya Air, Kementerian PUPR dan Pihak Lain di Provinsi DKI Jakarta
6	Sistem jaringan drainase/ <i>sewage</i>	2019	https://jakartasatu.jakarta.go.id

Ilustrasi penampang melintang sungai yang ditampilkan pada profil titik 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. Pergerakan air secara terus menerus ke bawah dengan membawa zat terlarut dan partikel tersuspensi akan membentuk karakter ekosistem dan cekungan sungai (Wetzel 2001). Dimensi penampang melintang sungai telah selesai diukur dan diilustrasikan pada seluruh titik pemantauan sungai pada tahun 2022 (DLH DKI 2022). Namun, titik-titik pemantauan yang mengalami pergeseran titik pada tahun 2023, dilakukan pengukuran ulang untuk memperbaharui data.

Sebelum melangkah pada proses pemetaan titik pemantauan yang dilengkapi berbagai informasi seperti penggunaan lahan eksisting, luas DTA, kepadatan penduduk, lokasi dan jumlah unit UMKM, lokasi IPAL atau SPALD terbangun, lokasi dan besaran debit izin pembuangan limbah cair, serta visual warna aliran sungai berdasarkan kondisi status mutu air sungai, tahapan awal yang dilakukan adalah mengestimasi atau melakukan delineasi daerah tangkapan air (DTA) dengan menggunakan peta dasar topografi atau *digital elevation model* (DEM) dan peta jaringan saluran drainase yang tersedia.

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 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. Setelah mengetahui DTA masing-masing titik pemantauan, selanjutnya adalah melakukan *overlay* berbagai variabel kondisi lingkungan sekitar (**Tabel 2.17**) dengan DTA masing-masing titik pemantauan. Langkah terakhir adalah menyusun secara lengkap profil titik pemantauan yang berisi tiga poin sebagaimana yang dijelaskan pada paragraf awal.

Evaluasi yang dihasilkan mengarah pada analisis keterkaitan dengan berbagai variabel kondisi lingkungan sekitar meliputi penggunaan lahan eksisting, kepadatan penduduk, kegiatan UMKM, IPAL atau SPALD terbangun, izin pembuangan limbah cair, serta sistem jaringan drainase/*sewage*. Keterkaitan dari berbagai elemen tersebut menjadi faktor yang mempengaruhi kondisi kualitas air pada masing-masing.

2.4.5.3. Sebaran Spasial Status Prioritas dan Tindakan Pengelolaan DTA

Peta sebaran spasial status prioritas dan tindakan pengelolaan DTA sungai disusun menggunakan data hasil analisis skoring berdasarkan aturan baku yang disampaikan pada **Tabel 2.16**. Analisis skoring dilakukan dengan menganalisis perubahan kualitas air beberapa parameter kunci (BOD, COD, dan TSS) dari hulu ke hilir berdasarkan hasil pemantauan dengan menggunakan aturan matematis baku dan kondisi beban pencemaran. Data-data pendukung yang diperlukan untuk menganalisis alokasi beban pencemaran berupa jumlah penduduk, kegiatan usaha mikro kecil dan menengah (UMKM), dan izin pembuangan limbah cair.

Sumber untuk data-data tersebut telah disampaikan sebelumnya pada **Tabel 2.17**. Data-data pendukung tersebut kemudian dilakukan *pivot table* agar dapat menghasilkan jumlah atau besaran spesifik pada DTA masing-masing. DTA masing-masing titik pemantauan dihasilkan dari proses delineasi sebagaimana yang dilakukan untuk keperluan pembuatan profil titik pemantauan. 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. Kondisi status prioritas dan tindakan pengelolaan DTA sungai divisualisasikan di dalam peta dalam tampilan warna yang berbeda-beda sesuai dengan warna yang ditampilkan pada tabel aturan baku (**Tabel 2.16**). Dengan demikian, peta sebaran status prioritas dan tindakan pengelolaan DTA tahun berjalan (2023) menjadi informatif.

2.4.6. 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 2023 menggunakan pendekatan yang sama dengan 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 2**). Debit air sesaat (Q) merupakan hasil perkalian antara kecepatan aliran dengan luas penampang basah yang diukur secara sesaat pada saat pemantauan dilakukan (**Rumus 3**). Luas penampang basah sungai didasarkan pada lebar penampang basah sungai dan kedalaman penampang melintang di setiap titik pemantauan.

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 2.18** (DepHut 2009).

$$Q_s = C_s \cdot Q \cdot k \dots\dots\dots(2)$$

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

Q_s = total TSS (ton/tahun)

C_s = konsentrasi sedimen atau TSS (mg/l)

Q = debit air (m^3/detik)

k = parameter konversi (31,356)

V = kecepatan aliran (m/detik)

A = luas penampang basah (m^2)

Tabel 2.18. Klasifikasi laju sedimentasi.

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

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 2023 dilakukan dengan menggunakan patok ukur yang terbuat dari besi (sebelumnya bambu) sebagai evaluasi/perbaikan terhadap alat ukur yang digunakan pada tahun 2022. Patok ukur dipasang permanen pada saat pelaksanaan pengambilan sampel periode 1 tahun 2023 yang kemudian diamati dan diukur perubahan dasar tanah/sungainya pada pelaksanaan pemantauan periode-periode selanjutnya. Perbaikan alat ukur ini diharapkan dapat memperbaiki kendala utama yang dihadapi pada tahun 2022 yakni hilangnya patok ukur yang telah dipasang akibat tercabut/hanyut oleh arus sungai atau sampah yang mengalir, maupun oleh faktor lainnya. Kendala lainnya yaitu medan atau akses yang berbahaya menuju lokasi penancapan juga dapat diatasi dengan adanya bantuan dari pihak UPS Badan Air yang membantu menancapkan patok ukur ke lokasi penancapan.

BAB III

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laporan
Kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2023
Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta

BAB III

HASIL DAN PEMBAHASAN

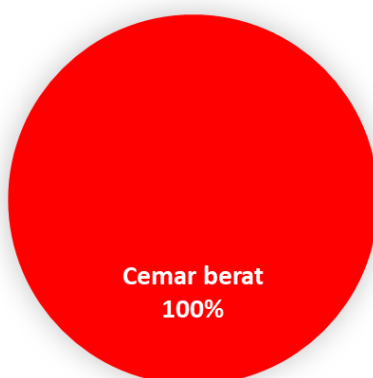
3.1. Status Mutu Air Sungai

Pada subbab ini akan dibahas mengenai status mutu air berdasarkan data parameter kualitas air hasil pengukuran secara *insitu* dan analisis laboratorium yang diperoleh pada tahun 2023 dan empat tahun sebelumnya dari 120 titik pemantauan. Penentuan status mutu air pada tahun berjalan (tahun 2023) dan evaluasi status mutu air sungai pada tahun 2018, 2019, 2021, 2022, dan 2023 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) 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.

3.1.1. Status Mutu Air Sungai Tahun 2023

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 2023 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*, amoniak, BOD, COD, DO, dan Total P (**Tabel 3.2**). Tabel penghitungan skor STORET dalam penentuan status mutu air sungai tahun 2023 tersaji pada **Lampiran 2**.



Gambar 3.1. Status mutu air sungai berdasarkan metode STORET di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

Tabel 3.1. Nilai status mutu air sungai berdasarkan metode STORET di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

No	Kode	Sungai	Sub Jaringan	Total Skor	Kriteria
1	CLW1-1	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-90	Cemar berat
2	CLW1-2	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-91	Cemar berat
3	CLW1-3	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-89	Cemar berat
4	CLW1-4	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-104	Cemar berat
5	CLW1-5	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-95	Cemar berat
6	CLW1-6	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-110	Cemar berat
7	CLW2-1	Ciliwung	Ciliwung-Kanal Barat	-113	Cemar berat
8	CLW2-2	Ciliwung	Ciliwung-Kanal Barat	-119	Cemar berat
9	CLW2-3	Ciliwung	Ciliwung-Kanal Barat	-104	Cemar berat
10	CLW2-4	Ciliwung	Ciliwung-Kanal Barat	-119	Cemar berat
11	CLW3-1	Ciliwung	Ciliwung Manggarai-Istiqlal	-119	Cemar berat
12	CLW3-2	Ciliwung	Ciliwung Manggarai-Istiqlal	-115	Cemar berat
13	CLW3-3	Ciliwung	Ciliwung Manggarai-Istiqlal	-102	Cemar berat
14	CLW4-1	Ciliwung	Istiqlal-Gajahmada	-114	Cemar berat
15	CLW4-2	Ciliwung	Istiqlal-Gajahmada	-117	Cemar berat
16	CLW4-3	Ciliwung	Istiqlal-Gajahmada	-113	Cemar berat
17	CLW4-4	Ciliwung	Istiqlal-Gajahmada	-120	Cemar berat
18	CLW5-1	Ciliwung	Istiqlal-Gunung Sahari	-112	Cemar berat
19	CPN-1	Cipinang	-	-107	Cemar berat
20	CPN-2	Cipinang	-	-113	Cemar berat
21	CPN-3	Cipinang	-	-110	Cemar berat
22	CPN-4	Cipinang	-	-107	Cemar berat
23	CPN-5	Cipinang	-	-115	Cemar berat
24	CPN-6	Cipinang	-	-110	Cemar berat
25	CPN-7	Cipinang	-	-115	Cemar berat
26	ANK-1	Angke	-	-118	Cemar berat
27	ANK-2	Angke	-	-116	Cemar berat
28	ANK-3	Angke	-	-115	Cemar berat
29	SKR-1	Sekertaris	-	-140	Cemar berat
30	SKR-2	Sekertaris	-	-140	Cemar berat
31	SKR-3	Sekertaris	-	-116	Cemar berat
32	SKR-4	Sekertaris	-	-115	Cemar berat
33	SPK-1	Sepak	-	-137	Cemar berat
34	SPK-2	Sepak	-	-139	Cemar berat
35	SPK-3	Sepak	-	-126	Cemar berat
36	MKV-1	Mookervart	-	-123	Cemar berat
37	MKV-2	Mookervart	-	-115	Cemar berat
38	MKV-3	Mookervart	-	-114	Cemar berat
39	MKV-4	Mookervart	-	-132	Cemar berat
40	MKV-5	Mookervart	-	-136	Cemar berat
41	GRL-1	Grogol	-	-108	Cemar berat
42	GRL-2	Grogol	-	-112	Cemar berat
43	GRL-3	Grogol	-	-146	Cemar berat
44	GRL-4	Grogol	-	-133	Cemar berat
45	GRL-5	Grogol	-	-133	Cemar berat
46	GRL-6	Grogol	-	-121	Cemar berat
47	STR-1	Sunter	-	-114	Cemar berat
48	STR-2	Sunter	-	-110	Cemar berat
49	STR-3	Sunter	-	-105	Cemar berat
50	STR-4	Sunter	-	-127	Cemar berat
51	STR-5	Sunter	-	-126	Cemar berat
52	STR-6	Sunter	-	-124	Cemar berat
53	STR-7	Sunter	-	-123	Cemar berat
54	STR-8	Sunter	-	-125	Cemar berat
55	KRT-1	Krukut	-	-103	Cemar berat
56	KRT-2	Krukut	-	-97	Cemar berat

No	Kode	Sungai	Sub Jaringan	Total Skor	Kriteria
57	KRT-3	Krukut	-	-97	Cemar berat
58	KRT-4	Krukut	-	-95	Cemar berat
59	KRT-5	Krukut	-	-119	Cemar berat
60	CKR-1	Cengkareng	-	-111	Cemar berat
61	CKR-2	Cengkareng	-	-141	Cemar berat
62	BRN-1	Buaran	-	-106	Cemar berat
63	BRN-2	Buaran	-	-125	Cemar berat
64	BRN-3	Buaran	-	-139	Cemar berat
65	BRN-4	Buaran	-	-137	Cemar berat
66	BRN-5	Buaran	-	-141	Cemar berat
67	PTK-1	Petukangan	-	-138	Cemar berat
68	JTK-1	Jati Kramat	-	-120	Cemar berat
69	JTK-2	Jati Kramat	-	-114	Cemar berat
70	KLB-1	Kalibaru Barat	-	-99	Cemar berat
71	KLB-2	Kalibaru Barat	-	-105	Cemar berat
72	KLB-3	Kalibaru Barat	-	-113	Cemar berat
73	KLB-4	Kalibaru Barat	-	-125	Cemar berat
74	KLB-5	Kalibaru Barat	-	-113	Cemar berat
75	KLB-6	Kalibaru Barat	-	-132	Cemar berat
76	KLT-1	Kalibaru Timur	-	-115	Cemar berat
77	KLT-2	Kalibaru Timur	-	-111	Cemar berat
78	KLT-3	Kalibaru Timur	-	-113	Cemar berat
79	KLT-4	Kalibaru Timur	-	-129	Cemar berat
80	KLT-5	Kalibaru Timur	-	-123	Cemar berat
81	KLT-6	Kalibaru Timur	-	-124	Cemar berat
82	KLT-7	Kalibaru Timur	-	-140	Cemar berat
83	KLT-8	Kalibaru Timur	-	-149	Cemar berat
84	KLT-9	Kalibaru Timur	-	-141	Cemar berat
85	KLT-10	Kalibaru Timur	-	-132	Cemar berat
86	KNT-1	Kanal Timur	-	-113	Cemar berat
87	KNT-2	Kanal Timur	-	-118	Cemar berat
88	KNT-3	Kanal Timur	-	-115	Cemar berat
89	CKG-1	Cakung	-	-142	Cemar berat
90	CKG-2	Cakung	-	-124	Cemar berat
91	CKG-3	Cakung	-	-141	Cemar berat
92	CKG-4	Cakung	-	-143	Cemar berat
93	CKG-5	Cakung	-	-111	Cemar berat
94	CKG-6	Cakung	-	-124	Cemar berat
95	CKG-7	Cakung	-	-140	Cemar berat
96	CDG-1	Cideng	-	-145	Cemar berat
97	CDG-2	Cideng	-	-137	Cemar berat
98	CDG-3	Cideng	-	-138	Cemar berat
99	CDG-4	Cideng	-	-144	Cemar berat
100	CDG-5	Cideng	-	-113	Cemar berat
101	CDG-6	Cideng	-	-111	Cemar berat
102	CDG-7	Cideng	-	-94	Cemar berat
103	MPG-1	Mampang	-	-149	Cemar berat
104	MPG-2	Mampang	-	-132	Cemar berat
105	MPG-3	Mampang	-	-126	Cemar berat
106	MPG-4	Mampang	-	-130	Cemar berat
107	MPG-5	Mampang	-	-121	Cemar berat
108	MPG-6	Mampang	-	-147	Cemar berat
109	TRB-1	Tarum Barat	-	-92	Cemar berat
110	TRB-2	Tarum Barat	-	-95	Cemar berat
111	TRB-3	Tarum Barat	-	-100	Cemar berat
112	KML-1	Kamal	-	-111	Cemar berat
113	KML-2	Kamal	-	-142	Cemar berat
114	KML-3	Kamal	-	-141	Cemar berat
115	PSG-1	Pesanggrahan	-	-120	Cemar berat

No	Kode	Sungai	Sub Jaringan	Total Skor	Kriteria
116	PSG-2	Pesanggrahan	-	-111	Cemar berat
117	PSG-3	Pesanggrahan	-	-108	Cemar berat
118	PSG-4	Pesanggrahan	-	-101	Cemar berat
119	PSG-5	Pesanggrahan	-	-109	Cemar berat
120	BLC-1	Blencong	-	-130	Cemar berat

Tabel 3.2. Parameter terburuk di sungai Provinsi DKI Jakarta berdasarkan skor STORET tahun 2023.

Peringkat	Parameter	Total Skor	Peringkat	Parameter	Total Skor
1	<i>Fecal Coliform</i>	-1.800	16	TSS	-160
2	<i>Total Coliform</i>	-1.797	17	Klorida	-82
3	Amoniak	-1.184	18	Cd	-66
4	BOD	-1.164	19	Pb	-52
5	COD	-1.118	20	Minyak dan Lemak	-42
6	DO	-1.114	21	Zn	-40
7	Total P	-1.092	22	TDS	-32
8	H ₂ S	-982	23	Cu	-20
9	Klorin Bebas	-880	24	Sulfat	-10
10	Nitrit	-622	25	pH	-4
11	MBAS	-592	26	Hg	-2
12	Warna	-546	27	Ni	-2
13	Total N	-372	28	Nitrat	0
14	Sianida	-328	29	F	0
15	Fenol	-274	30	Cr ⁶⁺	0

3.1.1.2. Indeks Pencemaran (IP)

Indeks Pencemaran digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap baku mutu yang diizinkan melalui indeks rata-rata & indeks maksimum. Sama halnya dengan metode STORET, penentuan status mutu menggunakan IP ini juga diatur dalam KepMenLH Nomor 115 Tahun 2003. Hasil penentuan status mutu air menggunakan Indeks Pencemaran (IP) pada tahun 2023 memperlihatkan bahwa sungai-sungai di Provinsi DKI Jakarta memiliki status cemar ringan hingga cemar berat (**Gambar 3.2**). Kisaran nilai IP yang terhitung di seluruh titik pemantauan pada periode 1 berkisar 3,54-16,69, periode 2 berkisar 3,79-20,12, periode 3 berkisar 3,66-20,11, sedangkan periode 4 berkisar 1,98-16,75.

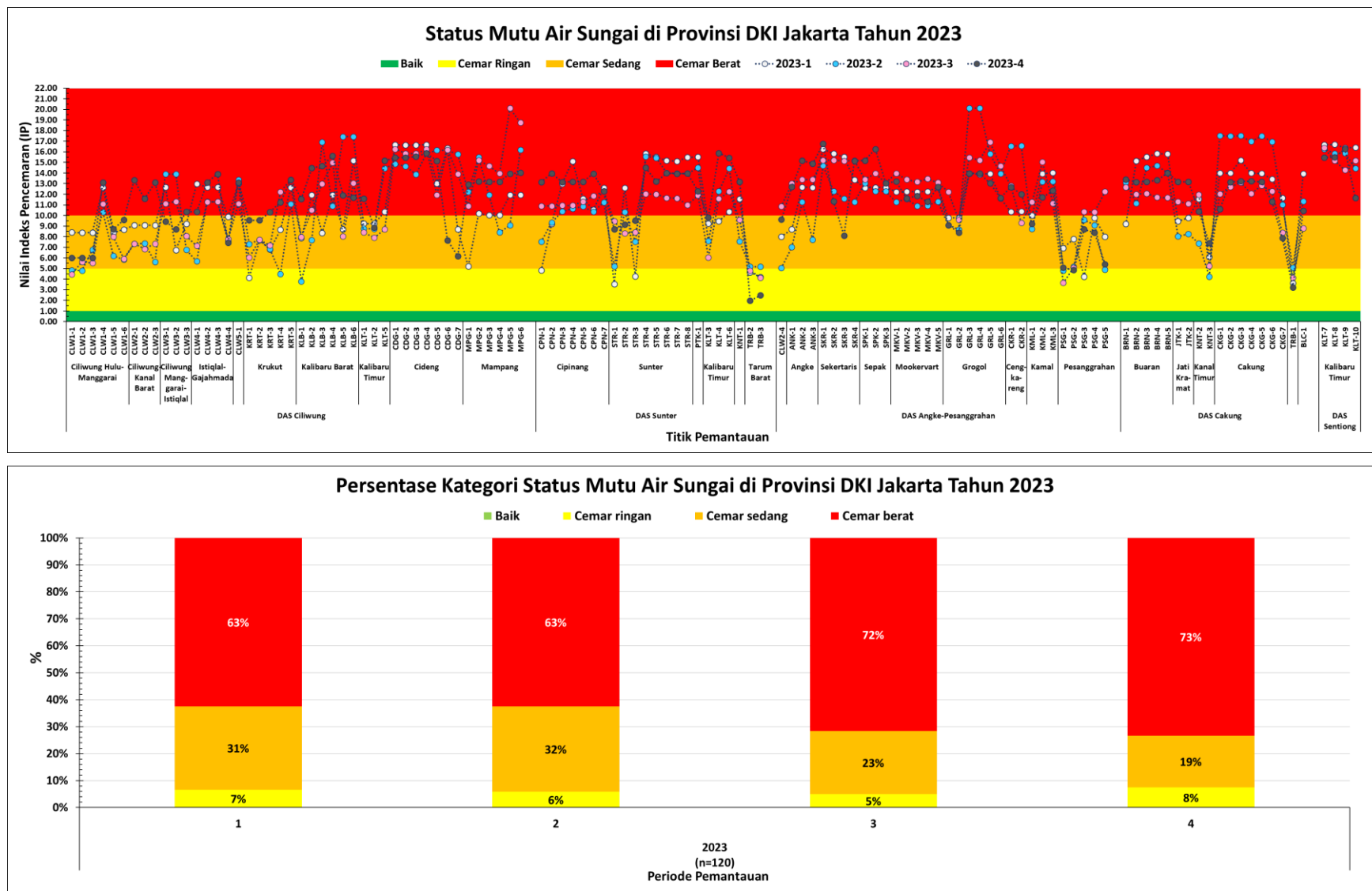
Selama setahun pemantauan, status mutu air sungai terpantau lebih dominan dalam kondisi cemar berat yakni ditemukan pada 63-73% titik pemantauan (**Gambar 3.2**). Besaran persentase lokasi yang terkategori cemar berat lebih banyak diperoleh pada periode 3 dan 4 yang mewakili musim kemarau dan peralihan-2 (kemarau ke hujan). Pada musim kemarau atau peralihan-2, 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 pada subbab selanjutnya (ii). **Hidrologi**). Rendahnya volume/debit air sungai akan mempengaruhi pengenceran pencemar pada air sungai yang menyebabkan terjadinya peningkatan konsentrasi pencemar di dalam air (Wiwoho 2005).

Berdasarkan ruas sungai, diketahui bahwa Sungai Tarum Barat memiliki status mutu air paling baik (terkategori cemar ringan dan nilai IP terendah) dibandingkan ruas sungai lainnya di Provinsi DKI Jakarta pada pemantauan tahun 2023 (**Gambar 3.2**). Nilai IP terendah selama tahun 2023 juga terpantau di titik pemantauan Sungai Tarum Barat (TRB-2) sebesar 1,98 (tergolong cemar ringan). Sungai Tarum Barat merupakan aliran dari Waduk Jatiluhur yang didesain “layaknya” irigasi yang diperuntukkan bagi kebutuhan pengolahan air baku air minum. Selain itu, Sungai Tarum Barat berposisi lebih tinggi dibandingkan dengan lahan sekitar dan didesain tidak memiliki inlet dari saluran/sungai lain, sehingga lebih terjaga dari kontaminasi cemaran di sekitarnya. Titik pemantauan lainnya yang memiliki nilai IP rendah diantaranya adalah CLW1-1 (Ciliwung), PSG-1 (Pesanggrahan), dan KNT-3 (Kanal Timur). Relatif baiknya nilai IP pada ketiga titik pemantauan tersebut berkaitan dengan aktivitas antropogenik di sekitarnya yang cenderung tidak terlalu padat.

Ruas-ruas sungai yang tergolong paling buruk selama pemantauan tahun 2023 adalah Sungai Cideng, segmen tengah-hilir Sunter, Petukangan, Sekertaris, Sepak, segmen tengah-hilir Grogol, Kamal, Buaran, Cakung, dan segmen hilir Kalibaru Timur. Ruas-ruas sungai tersebut menunjukkan nilai IP yang tinggi selama pemantauan yakni >13,00 (**Gambar 3.2**). Pada sungai-sungai tersebut, teramati aktivitas domestik/industri yang padat dan bahkan sampai mengakuisisi area sempadan sungainya. Nilai IP tertinggi selama tahun 2023 terpantau di titik pemantauan Sungai Grogol (GRL-3) sebesar 20,12 (tergolong cemar berat). Titik pemantauan tersebut merupakan *inlet* Sungai Grogol pada titik GRL-4 yang teridentifikasi sebagai salah satu lokasi prioritas pengelolaan sungai DKI Jakarta berdasarkan hasil analisis tahun 2020 (DLH DKI Jakarta 2020; DLH DKI Jakarta 2021; DLH DKI Jakarta 2022).

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

Sebaran spasial kondisi status mutu air berdasarkan nilai IP rata-rata selama pemantauan empat periode pada tahun 2023 menurut ruas sungai dapat dilihat melalui **Gambar 3.3**, sedangkan tabulasi nilainya secara lengkap disampaikan melalui **Lampiran 3**. Terdapat ruas-ruas sungai (terutama yang berukuran besar) yang saling terkoneksi dengan beberapa ruas sungai lainnya, sehingga sebaran spasial menurut ruas sungai masing-masing divisualisasikan ke dalam 13 peta spasial meskipun terdapat total 23 ruas sungai. Visualisasi 13 peta spasial tersebut adalah (1) Ciliwung-Cideng, (2) Kalibaru Barat, (3) Krukut, (4) Mampang, (5) Kalibaru Timur, (6) Angke-Cengkareng-Sekertaris-Grogol, (7) Pesanggrahan, (8) Sepak, (9) Mookervart-Kamal, (10) Sunter-Kanal Timur-Buaran-Petukangan-Cakung-Blencong, (11) Cipinang, (12) Jati Kramat, dan (13) Tarum Barat.



Gambar 3.2. Status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) selama tahun 2023.

Ruas Sungai Ciliwung yang memanjang dari perbatasan Kota Depok (Provinsi Jawa Barat) dan Kota Jakarta Selatan hingga ke Kota Jakarta Utara menunjukkan status mutu yang beragam dengan kecenderungan pada kondisi cemar sedang dan berat (5,92-12,66) (**Gambar 3.3**). Status mutu cemar sedang cenderung ditemui di sub jaringan Ciliwung Hulu-Manggarai (CLW1) dan Ciliwung-Kanal Barat (CLW2), sedangkan kondisi cemar berat cenderung teramati di bagian tengah dan hilir yang termasuk ke dalam sub jaringan Ciliwung Manggarai-Istiqlal (CLW3), Istiqlal-Gajahmada (CLW4), dan Istiqlal-Gunung Sahari (CLW5).

Sungai Cideng yang terkoneksi dengan Sungai Ciliwung menunjukkan kondisi status mutu cemar berat pada seluruh ruasnya (11,14-16,16), sedangkan Sungai Kalibaru Barat terpantau memiliki status mutu cemar berat pada hampir seluruh ruasnya (7,80-14,33) (**Gambar 3.3**). Sungai Cideng melewati pusat Kota Jakarta yang dipenuhi aktivitas urban seperti pemukiman, ruko/kios, gedung-gedung, hotel, dan kantor-kantor kedutaan. 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. Hal yang menarik ditemui pada kecenderungan nilai IP di Sungai Cideng yang mengalami perbaikan dari hulu ke hilir, terutama setelah melewati berpapasan dengan Sungai Ciliwung dan di titik pemantauan CDG-7. Pertemuan dengan Sungai Ciliwung yang memiliki volume/debit air lebih besar menyebabkan terjadinya pengenceran, sehingga menurunkan nilai pencemar dan memperbaiki status mutu. Pada lokasi CDG-7, terdapat beberapa unit instalasi aerator yang dapat meningkatkan nilai oksigen terlarut (DO), pada akhirnya akan memperbaiki nilai-nilai parameter pencemar. Di sisi lain, Sungai Krukut yang terkoneksi pula dengan aliran Sungai Ciliwung pada sub jaringan Ciliwung-Kanal Barat (CLW2) memperlihatkan adanya degradasi status mutu secara gradual dari hulu ke hilir dengan kisaran nilai 6,76-12,62, namun memburuk secara drastis saat memasuki hilir (titik KRT-5) (**Gambar 3.3**). Sungai Mampang terpantau memiliki status mutu cemar berat pada seluruh ruasnya (10,32-15,22), sehingga hal inilah yang membuat Sungai Krukut mengalami kemunduran status mutu pada segmen hilir (titik KRT-5) (**Gambar 3.3**).

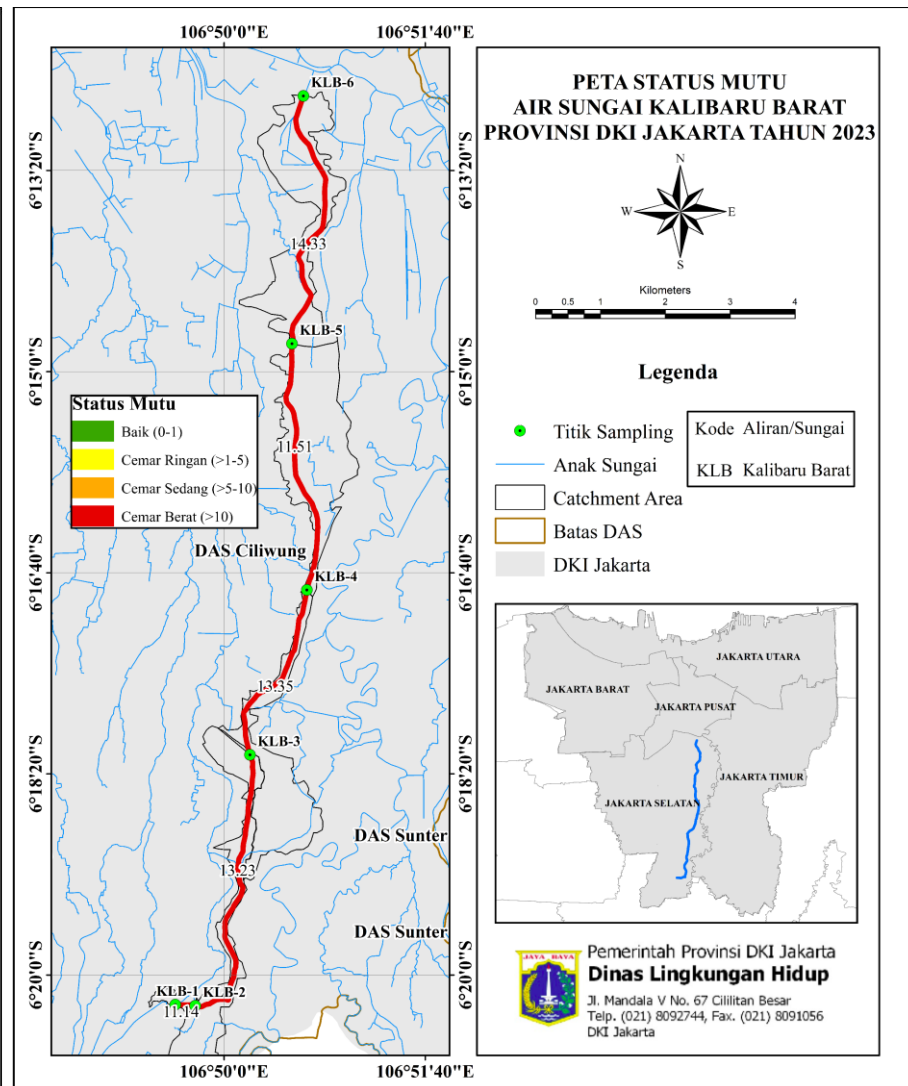
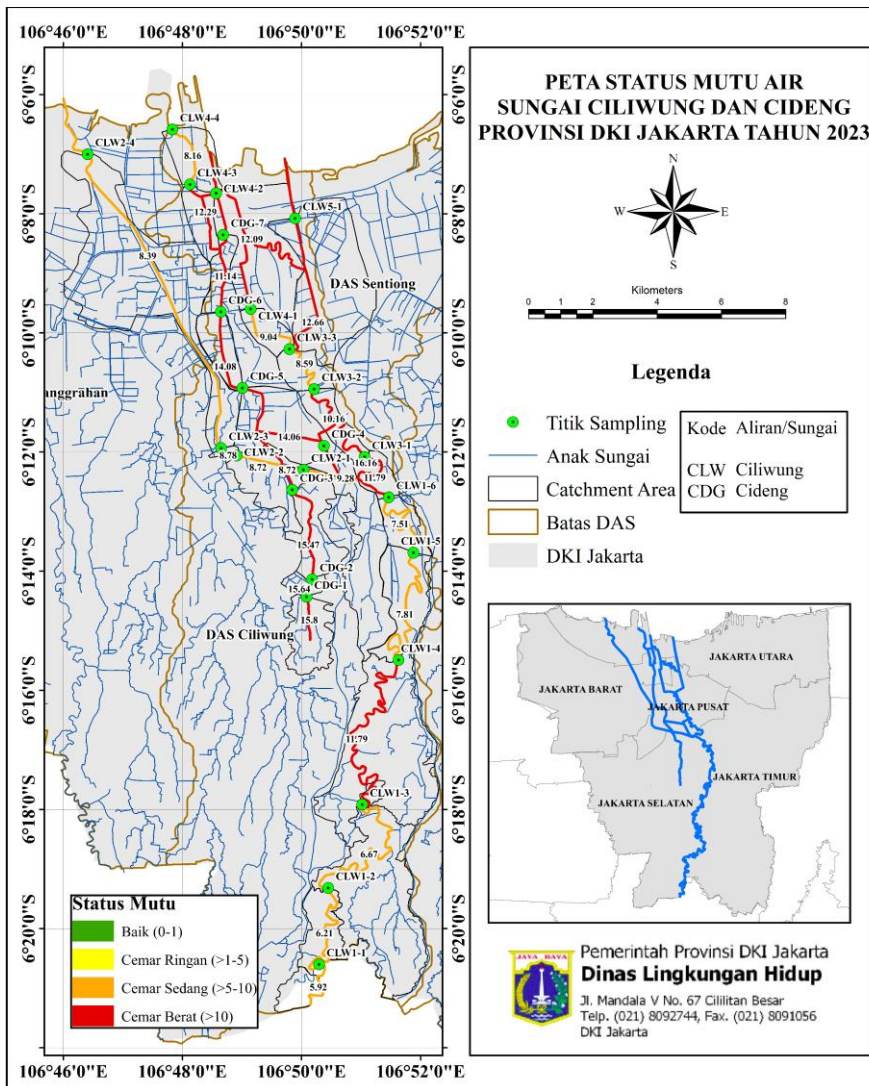
Sungai Kalibaru Timur hampir serupa dengan Sungai Ciliwung yang memanjang dari perbatasan Kota Depok (Provinsi Jawa Barat) dan Kota Jakarta Selatan hingga ke Kota Jakarta Utara. Sungai ini mengalami degradasi status mutu dari hulu ke hilir dan nilai IP yang terukur tersegmentasi menurut segmen hulu, tengah, dan hilir. Nilai IP pada segmen hulu (KLT-1 s.d. KLT-3) terhitung sebesar 8,18-9,50, pada segmen tengah yakni di titik KLT-4 s.d. KLT-6 sebesar 12,17-13,12, sedangkan pada segmen hilir (KLT-7 hingga KLT-10) sebesar 14,41-16,19 (**Gambar 3.3**). Degradasi nilai yang signifikan dari titik KLT-3 ke KLT-4 disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan sekitar, dimana mulai dari titik KLT-4 telah banyak dipadati oleh pemukiman yang bahkan mengakuisisi sempadan sungainya. Degradasi nilai yang signifikan dari titik KLT-6 ke KLT-7 dikarenakan titik KLT-6 merupakan pintu air yang mana aliran sungainya lebih sering dialirkan ke Sungai Ciliwung dibandingkan ke titik KLT-7. Selain itu, tingginya nilai IP di segmen hilir Sungai Kalibaru Timur juga dipengaruhi oleh akumulasi kontaminan dari segmen di atasnya dan terkait dengan karakteristik alirannya yang tenang sehingga jarang terencerkan. Wiwoho (2005) menyatakan bahwa beban cemar sungai akan meningkat pada kondisi debit minimum karena daya tampung beban cemar akan mengalami penurunan akibat berkurangnya pengenceran limbah cair oleh air sungai.

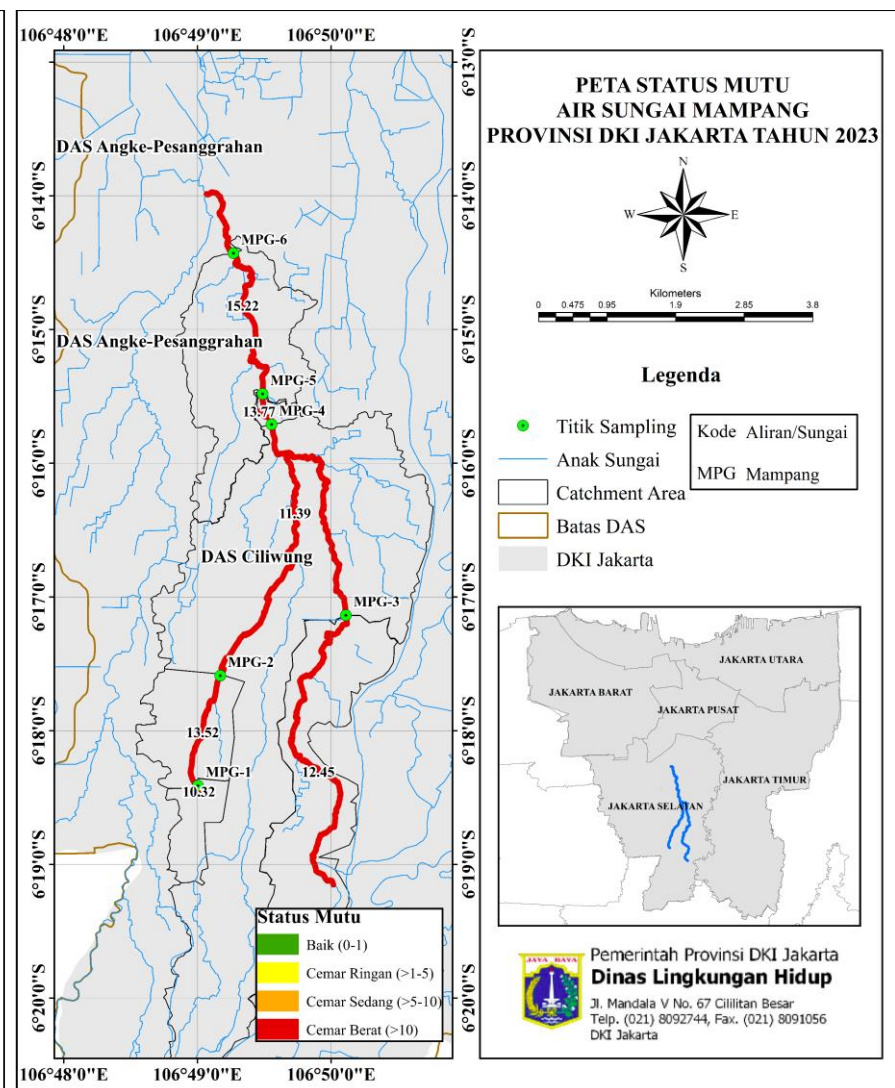
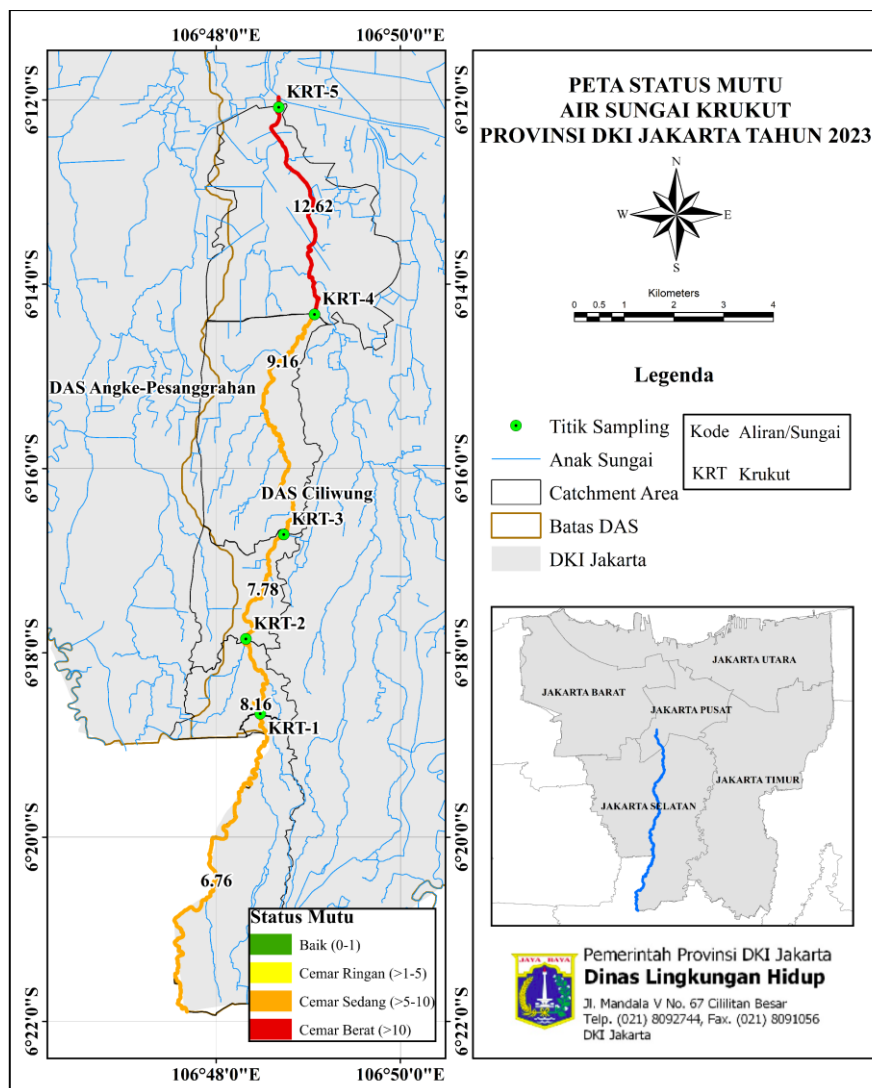
Sungai-sungai yang termasuk ke dalam DAS Angke-Pesanggrahan hampir seluruhnya dalam kondisi buruk (cemar berat), kecuali pada ruas Sungai Pesanggrahan yang seluruhnya terkategori cemar sedang (nilai IP sebesar 5,12-9,39) (**Gambar 3.3**). Sungai Pesanggrahan diketahui memiliki karakteristik sungai yang masih alami seperti sempadan yang didominasi oleh vegetasi atau semak belukar (bukan bangunan), aliran yang cukup deras, warna air yang cokelat, dan kondisi air yang tidak berbau. Kondisi hidrologi dan fisik dari Sungai Pesanggrahan maupun sungai-sungai lainnya dijelaskan secara lengkap pada subbab selanjutnya (**3.2.1. Hidrologi dan Fisik Air Sungai**). Sungai-sungai lainnya seperti Sungai Angke, Sekertaris, Sepak, Mookervart, Grogol, Cengkareng, dan Kamal didominasi oleh kondisi status mutu cemar berat (**Gambar 3.3**). Nilai IP pada sungai-sungai tersebut sebesar 10,35-13,12 (Angke), 12,59-15,73 (Sekertaris), 12,75-13,79 (Sepak), 11,98-12,67 (Mookervart), 9,11-15,87 (Grogol), 12,06-13,08 (Cengkareng), dan 9,8-13,46 (Kamal). Pada sungai-sungai tersebut, teramati memiliki aliran yang sangat tenang atau bahkan tidak memiliki aliran, berwarna hitam, berbau, dan dipadati oleh pemukiman/bangunan pada sisi kiri dan kanan sempadan sungainya. Liyanage dan Yamada (2017) menyatakan bahwa kepadatan penduduk merupakan faktor utama terjadinya degradasi dan kerusakan sungai. Semakin tinggi kepadatan penduduk di sekitar badan sungai, semakin tinggi pula tingkat degradasi sungai. Perilaku masyarakat yang masih membuang sampah ke sungai, adanya TPS-TPS ilegal yang berada di pinggir sungai, serta belum tersedianya fasilitas IPAL komunal untuk mengolah air limbah domestik dari rumah-rumah warga menyebabkan terjadinya pencemaran Sungai (Kospa dan Rahmadi 2019).

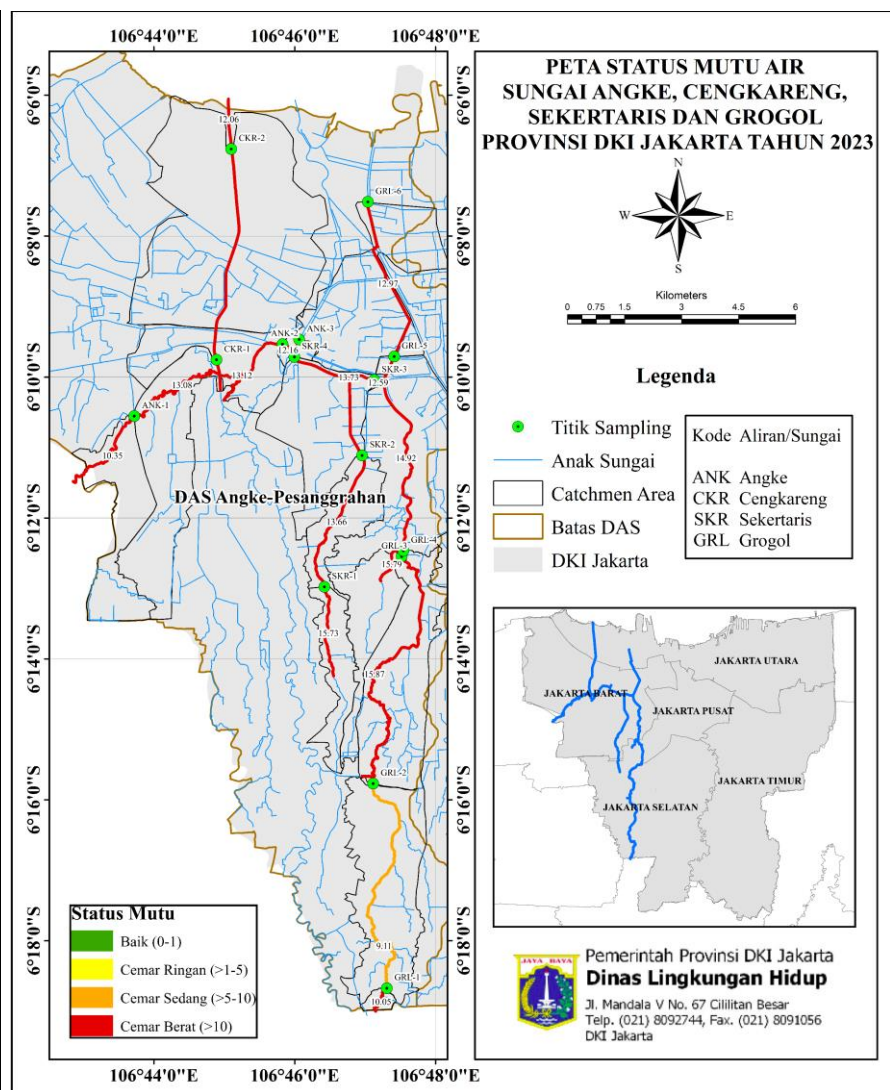
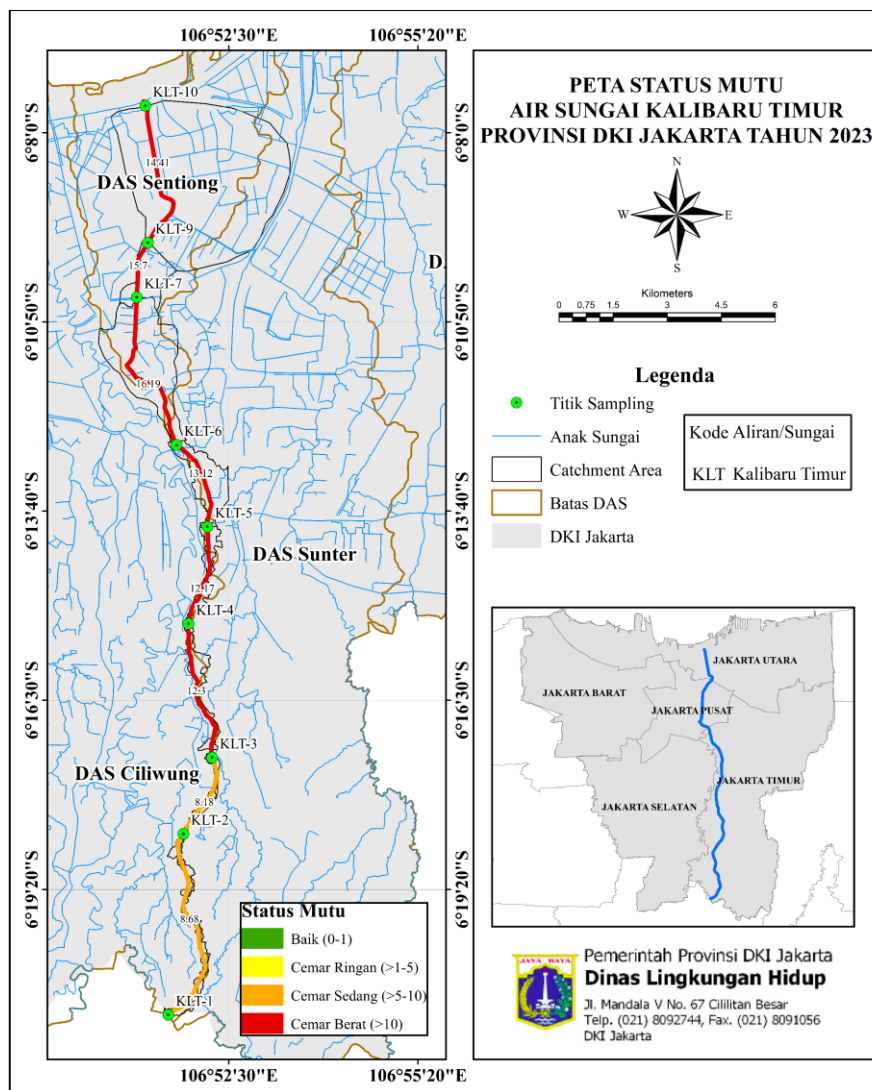
Sungai-sungai yang berada di wilayah timur Provinsi DKI Jakarta dan termasuk ke dalam DAS Sunter dan Cakung saling terkoneksi satu sama lain (**Gambar 3.3**). Pada wilayah ini, terdapat pula Sungai Kanal Timur (dikenal juga sebagai Banjir Kanal Timur/BKT) yang membelah beberapa ruas sungai dan diperuntukkan sebagai pengendali banjir. Hasil observasi menunjukkan bahwa penggunaan lahan sekitar dominan di wilayah ini adalah industri, pergudangan, dan pemukiman. Sungai-sungai di wilayah ini memiliki kondisi yang hampir sama dengan sungai-sungai di DAS Angke-Pesanggrahan yang teramati tidak memiliki aliran atau setidaknya memiliki aliran sangat tenang, berwarna hitam, dan berbau.

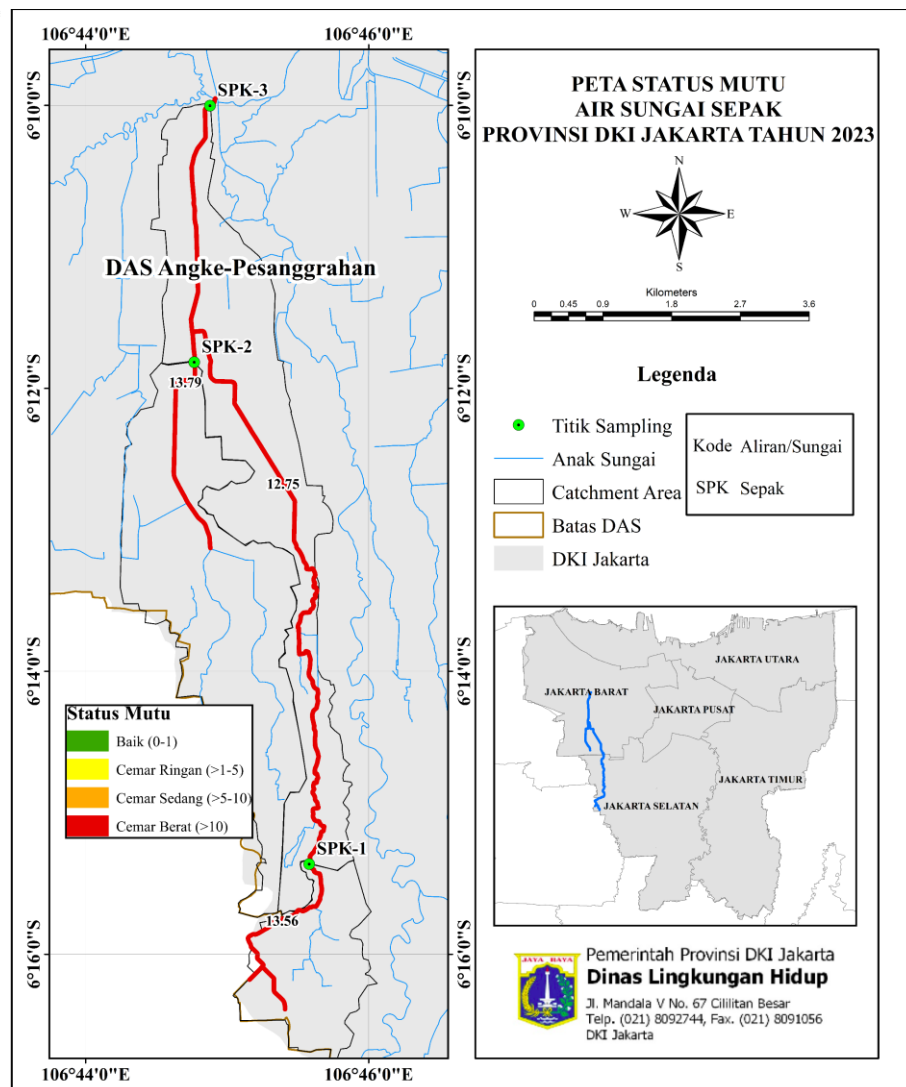
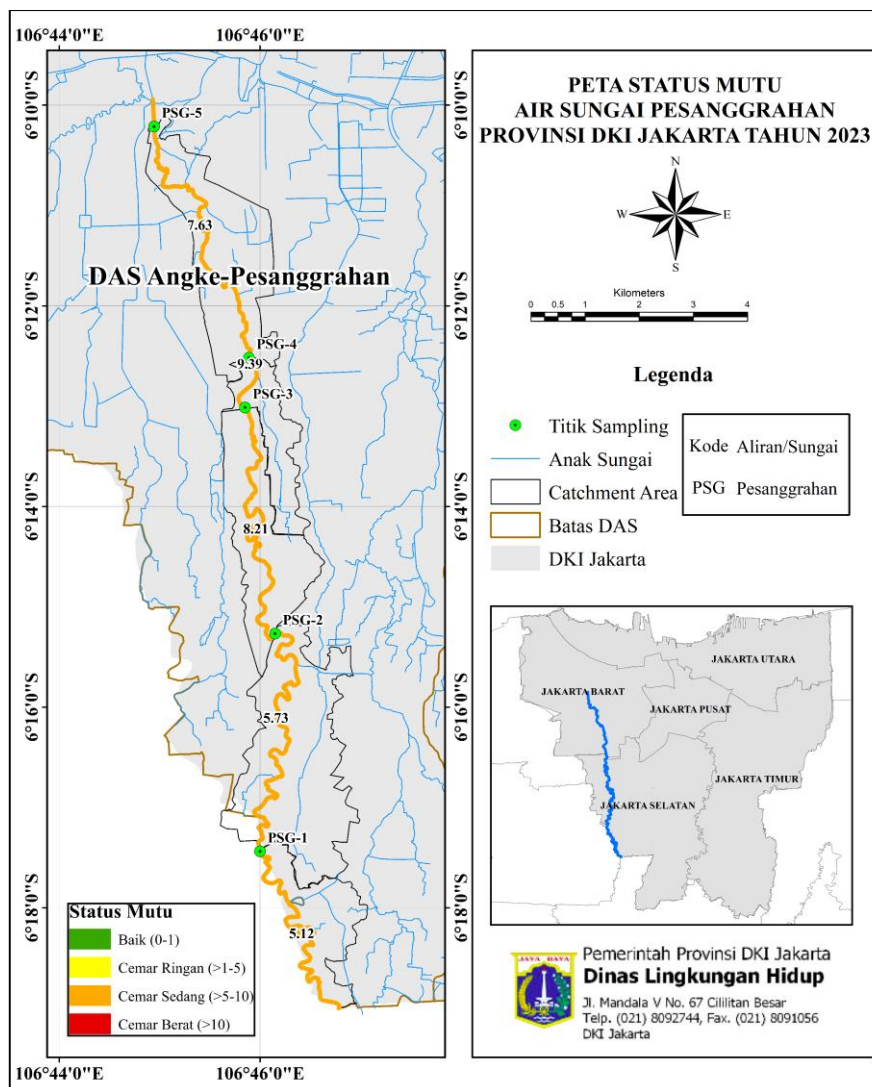
Status mutu air sungai di DAS Sunter terpantau dominan terklasifikasi sebagai cemar berat, kecuali pada ruas Sungai Tarum Barat yang seluruhnya terkategori cemar ringan (nilai IP sebesar 4,00-4,15) dan merupakan sungai yang memiliki status mutu terbaik pada tahun 2023 maupun empat tahun sebelumnya (2018, 2019, 2021, dan 2022) (**Gambar 3.3**). Sungai Tarum Barat merupakan aliran dari Waduk Jatiluhur yang didesain “layaknya” irigasi yang diperuntukkan bagi kebutuhan pengolahan air baku air minum. Selain itu, Sungai Tarum Barat berposisi lebih tinggi dibandingkan dengan lahan sekitar dan didesain tidak memiliki *inlet* dari saluran/sungai lain, sehingga lebih terjaga dari kontaminasi cemaran di sekitarnya. Pada **Gambar 3.3**, teramati pula adanya sungai lain yang terkategori bukan cemar berat (tetapi cemar sedang) pada beberapa ruasnya yaitu Sungai Sunter (STR-1; 6,73, STR-3; 7,43), Kanal Timur (KNT-3; 5,75), Cakung (CKG-7; 9,73), dan Cipinang (CPN-1; 9,10). Status mutu cemar berat terutama ditemukan pada sungai-sungai yang termasuk ke dalam DAS Cakung, meskipun pada DAS Sunter juga tercatat tidak sedikit yang memiliki status mutu cemar berat.

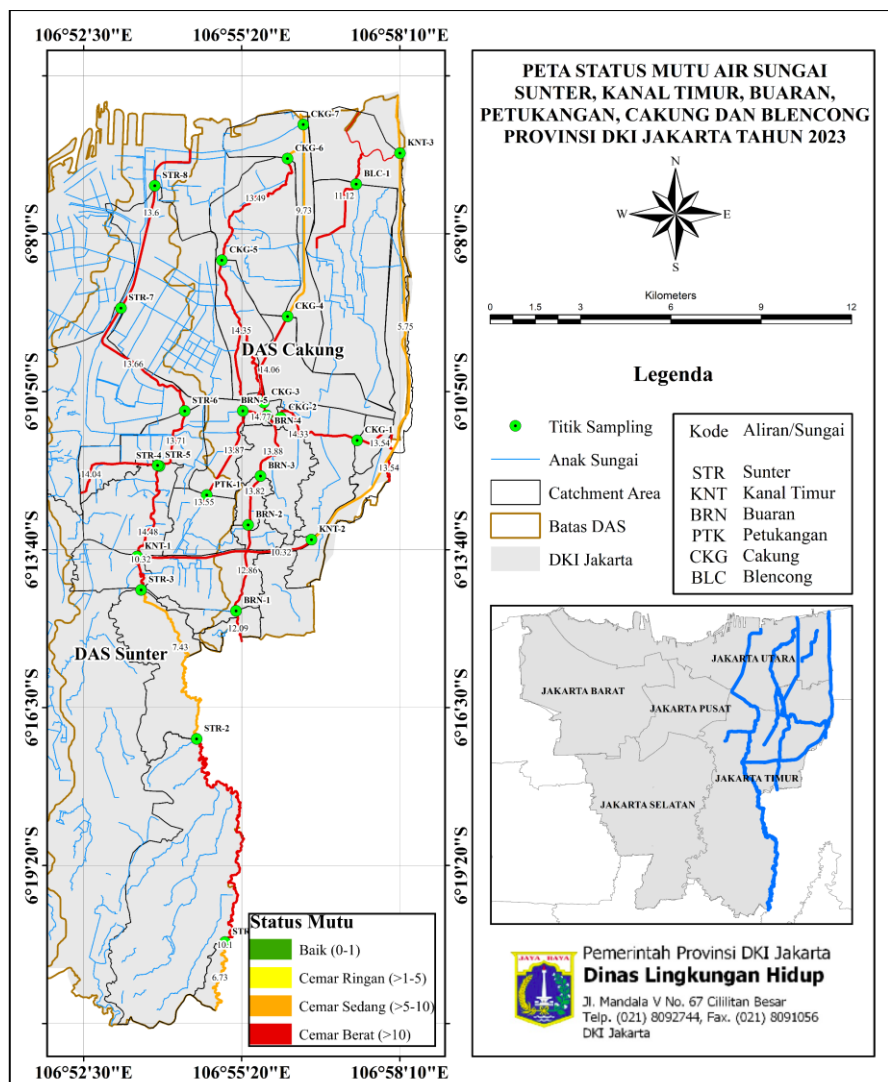
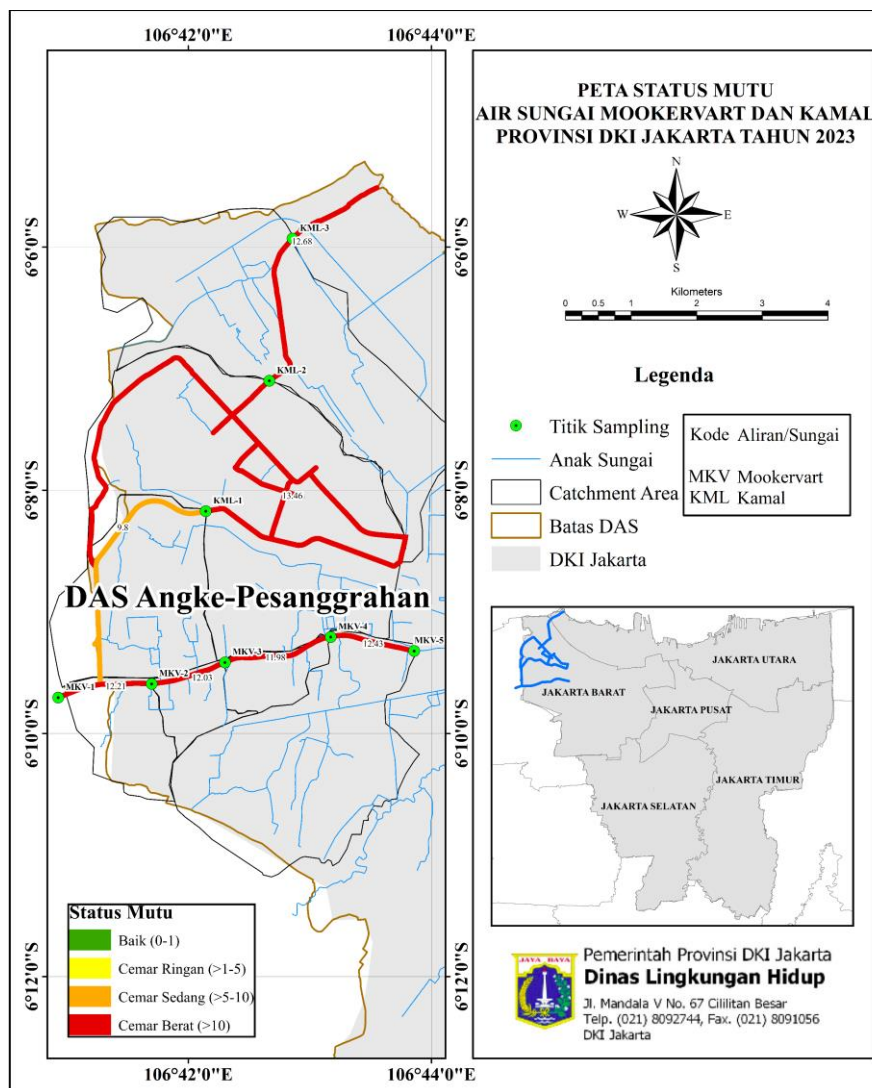
Nilai-nilai IP yang tinggi terutama ditemukan pada segmen tengah-hilir Sungai Sunter (13,60-14,48), Sungai Petukangan (13,55), Sungai Buaran (12,09-13,88), Sungai Blencong (11,12), Sungai Jati Kramat (10,48-10,58), segmen hulu-tengah Sungai Kanal Timur (10,32-10,46), Sungai Cakung (9,73-14,77), dan Sungai Cipinang (9,10-12,47). Sungai Sunter dan Cipinang yang memanjang dari selatan ke tengah/utara wilayah Provinsi DKI Jakarta memperlihatkan status mutu yang relatif lebih baik pada segmen hulu, tetapi kemudian mengalami degradasi yang signifikan pada segmen tengah hingga hilir (**Gambar 3.3**). Hal ini terkait dengan perbedaan kondisi lingkungan sekitarnya, dimana pada segmen tengah mulai dipadati oleh pemukiman yang bahkan mengakuisisi sempadan sungainya. Limbah domestik/rumah tangga yang masuk ke perairan diantaranya adalah buangan sisa makanan dan surfaktan dari penggunaan detergen (Effendi (2021), serta feses makhluk hidup (manusia ataupun hewan) yang masuk melalui saluran air dan limpasan air permukaan (Aguilar *et al.* 2021). Sungai Kanal Timur terpantau dalam kondisi yang relatif baik dibandingkan sungai di sekitarnya, karena memiliki lebar dan debit air sungai yang lebih besar, sehingga meningkatkan daya tampung beban pencemarannya (**Gambar 3.3**).

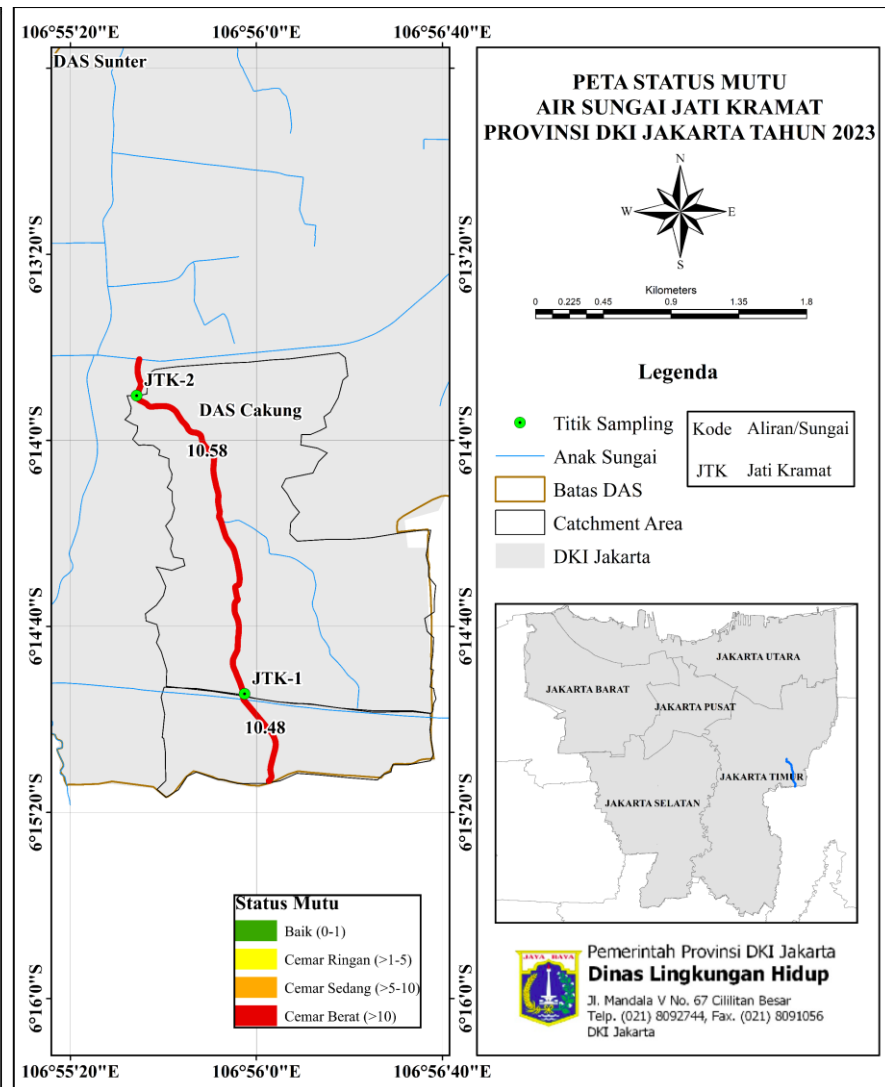
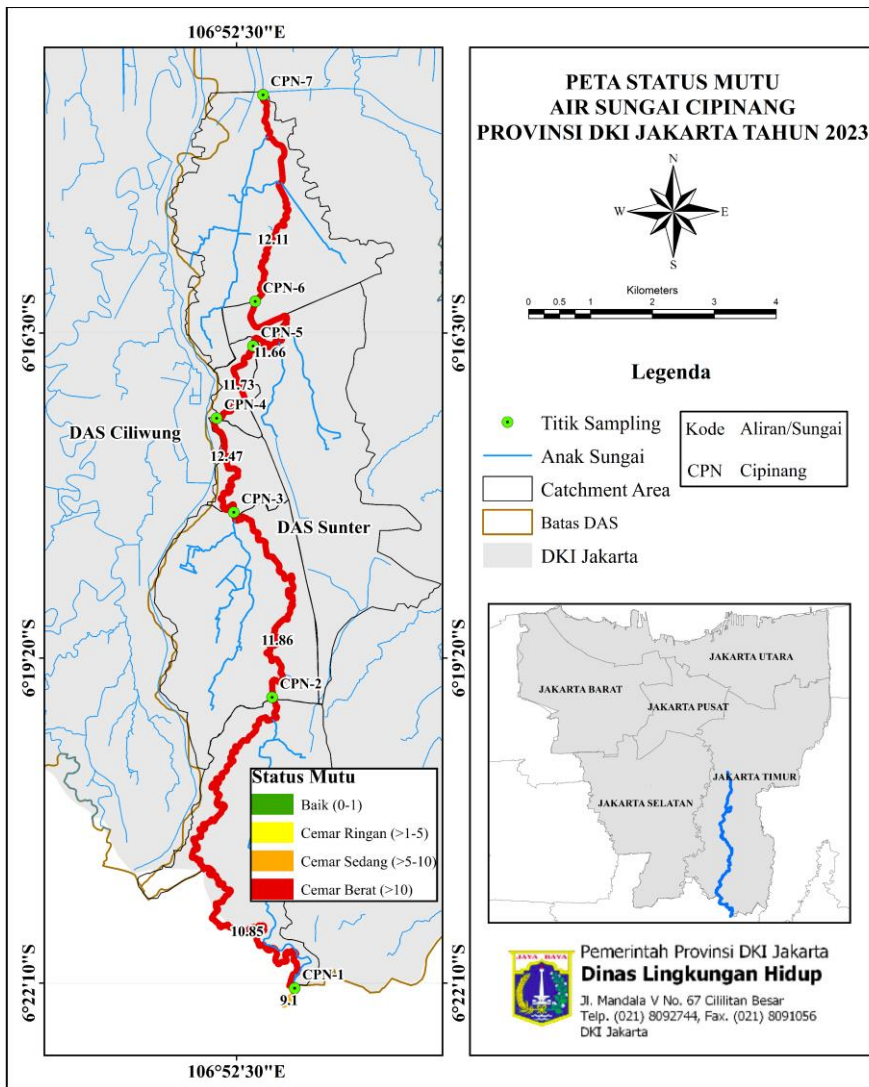


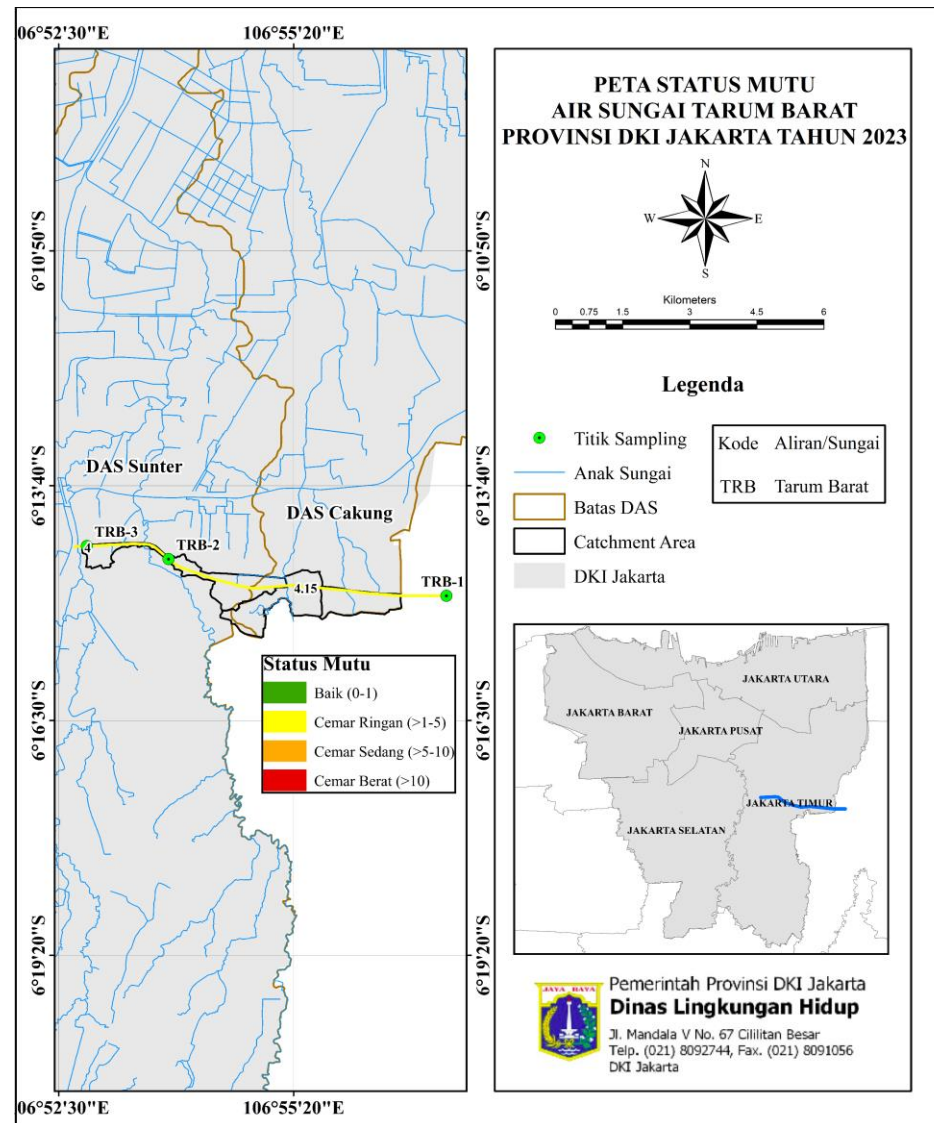












Gambar 3.3. Sebaran spasial status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) Tahun 2023.

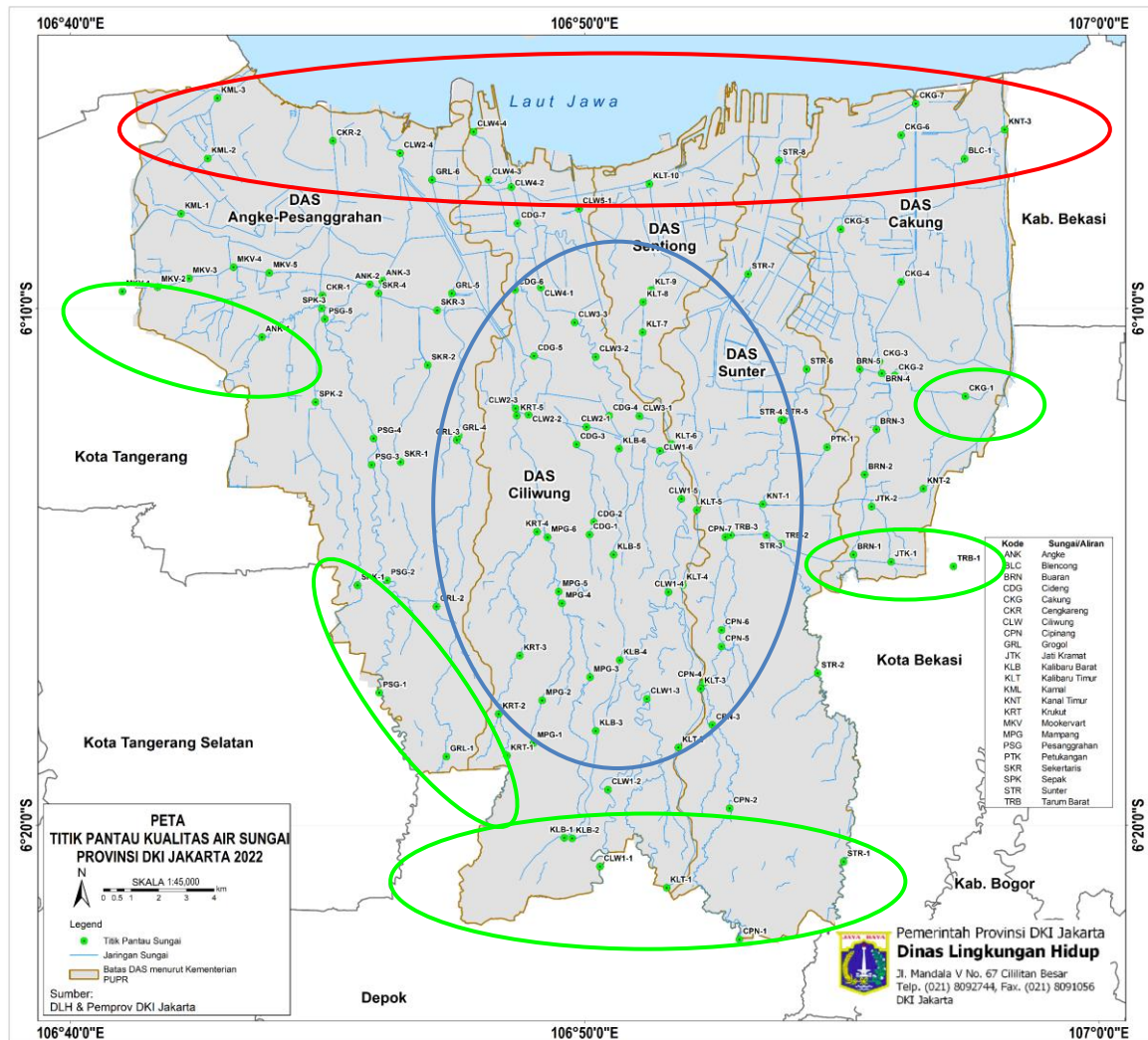
3.1.1.3. Perbandingan Nilai Indeks Pencemaran (IP) di Daerah Sekitar dan Dalam Wilayah DKI Jakarta

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) (**Gambar 3.4**). Pada **Tabel 3.3**, tersaji perbandingan nilai IP pada titik masuk aliran sungai ke (*in*), titik tengah aliran sungai di dalam (*middle*), dan titik keluar aliran sungai dari (*out*) wilayah Provinsi DKI Jakarta. **Gambar 3.4** mengilustrasikan area-area yang mewakili titik masuk (lingkaran hijau), tengah (lingkaran biru), dan keluar (lingkaran merah) aliran sungai wilayah Provinsi DKI Jakarta.

Berdasarkan data yang telah dihimpun, diketahui bahwa aliran sungai yang masuk dari wilayah Depok, Jawa Barat memiliki nilai IP lebih rendah (didominasi cemar sedang) dibandingkan aliran sungai yang masuk dari wilayah lainnya. Aliran sungai yang masuk dari wilayah Tangerang, Tangerang Selatan, dan Bekasi tercatat memiliki nilai IP tinggi dengan dominasi tergolong cemar berat, kecuali pada ruas sungai Tarum Barat yang masuk dari wilayah Bekasi, Jawa Barat dan ruas Sungai Pesanggrahan yang masuk dari wilayah Tangerang Selatan, Banten (**Tabel 3.3**). Tekanan lingkungan atau aktivitas antropogenik yang mempengaruhi sungai di wilayah Depok diperkirakan relatif lebih rendah dibandingkan wilayah-wilayah lainnya. Secara umum, nilai IP pada titik masuk aliran sungai ke DKI Jakarta berkisar 3,23-17,52 dengan rata-rata nilai sebesar 9,28 (**Tabel 3.3**). Berdasarkan data-data tersebut, dapat dikatakan bahwa sungai-sungai telah mengandung cemaran yang cukup besar sebelum masuk ke dalam wilayah DKI Jakarta.

Lebih lanjut, **Tabel 3.3** memberikan informasi bahwa setelah memasuki wilayah DKI Jakarta, sungai-sungai memperoleh beban pencemaran yang semakin berat. Pada titik pemantauan di segmen tengah ruas sungai atau dapat diasumsikan di wilayah pusat Jakarta, aliran sungai telah berubah status dari yang sebelumnya dominan cemar sedang-berat menjadi dominan cemar berat, kecuali di ruas sungai Ciliwung dan Tarum Barat. Nilai rata-rata IP yang diperoleh meningkat sekitar 2 poin dari 9,28 menjadi 11,50 (**Tabel 3.3**). Kemudian pada ujung/titik keluar aliran atau wilayah utara Jakarta, nilai IP mengalami sedikit penurunan diikuti dengan status mutu yang mengalami sedikit perbaikan. Besaran debit air di titik-titik keluar aliran sungai tercatat jauh lebih besar dibandingkan dengan debit air di titik-titik tengah, sehingga beban pencemaran di titik-titik keluar aliran sungai tetap lebih besar, meskipun nilai IP relatif menurun. 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 2-5 sejak di titik masuk hingga titik keluar (**Tabel 3.3**). Hal ini karena Sungai Tarum Barat merupakan aliran dari Waduk Jatiluhur yang didesain “layaknya” irigasi yang diperuntukkan bagi kebutuhan pengolahan air baku air minum. Sungai ini berposisi lebih tinggi dibandingkan dengan lahan sekitar dan didesain tidak memiliki *inlet* dari saluran/sungai lain, sehingga lebih terjaga dari kontaminasi cemaran di sekitarnya.



Gambar 3.4. Ilustrasi area titik masuk/*in* (lingkaran hijau), titik tengah/*middle* (lingkaran biru), dan titik keluar/*out* (lingkaran merah) aliran sungai wilayah Provinsi DKI Jakarta.

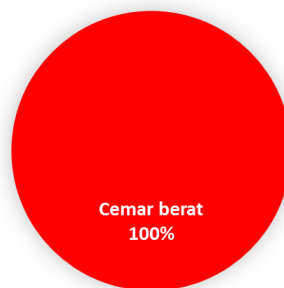
Tabel 3.3. Perbandingan nilai Indeks Pencemaran (IP) di titik masuk (*in*), titik tengah (*middle*), dan titik keluar (*out*) aliran sungai wilayah Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

Sungai (Berbatasan dengan Wilayah)	IN					MIDDLE					OUT				
	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	4,44	8,40	5,92	11,43	CLW1-6	5,85	9,58	7,51	56,89					
						CLW2-2	6,84	11,58	8,72	20,09	CLW2-4	5,07	10,87	8,39	49,82
						CLW3-2	6,75	13,89	10,16	0,38	CLW4-4	7,42	9,87	8,16	0,00
	CLW5-1	11,11	13,38	12,66	1,30										
Krukut (Depok, Jawa Barat)	KRT-1	4,15	9,54	6,76	1,07	KRT-5	11,08	13,37	12,62	7,99	CLW2-4	5,07	10,87	8,39	49,82
Kalibaru Timur (Depok, Jawa Barat)	KLT-1	8,41	11,60	9,50	3,14	KLT-5	8,70	15,16	12,17	0,23	KLT-10	11,64	16,40	14,41	4,73
Cipinang (Depok, Jawa Barat)	CPN-1	4,85	13,14	9,10	0,06	CPN-7	11,24	12,61	12,11	1,58	STR-8	10,99	15,49	13,60	6,78
											KNT-3	4,25	7,40	5,75	6,18
Sunter (Bekasi, Jawa Barat)	STR-1	3,54	9,46	6,73	1,13	STR-4	12,02	15,83	14,48	2,44	STR-8	10,99	15,49	13,60	6,78
Grogol (Depok, Jawa Barat)	GRL-1	9,09	12,24	10,05	2,19	GRL-4	13,87	20,11	15,79	0,38	GRL-6	11,62	14,67	12,97	2,06
Pesanggrahan (Tangerang Selatan, Banten)	PSG-1	3,66	6,94	5,12	3,13	PSG-5	4,88	12,24	7,63	6,54	CKR-2	9,30	16,55	12,06	29,06
											GRL-6	11,62	14,67	12,97	2,06
											CLW2-4	5,07	10,87	8,39	49,82
Sepak (Tangerang Selatan, Banten)	SPK-1	12,61	15,18	13,56	0,68	SPK-3	12,28	13,05	12,75	1,25	CKR-2	9,30	16,55	12,06	29,06
											GRL-6	11,62	14,67	12,97	2,06
											CLW2-4	5,07	10,87	8,39	49,82
Mookervart (Tangerang, Banten)	MKV-1	11,27	13,97	12,67	6,48	MKV-5	11,30	13,09	12,43	3,61	CKR-2	9,30	16,55	12,06	29,06
											GRL-6	11,62	14,67	12,97	2,06
											CLW2-4	5,07	10,87	8,39	49,82
Angke (Tangerang, Banten)	ANK-1	7,01	13,01	10,35	11,17	ANK-3	7,73	14,87	12,16	2,22	CKR-2	9,30	16,55	12,06	29,06
											GRL-6	11,62	14,67	12,97	2,06
											CLW2-4	5,07	10,87	8,39	49,82
Tarum Barat (Bekasi, Jawa Barat)	TRB-1	3,23	5,10	4,03	20,64	TRB-2	1,98	5,18	4,15	8,77	TRB-3	2,48	5,18	4,00	15,16
Buaran (Bekasi, Jawa Barat)	BRN-1	9,20	13,38	12,09	1,15	BRN-5	11,67	15,79	13,87	1,24	CKG-7	7,88	11,64	9,73	9,21
Jati Kramat (Bekasi, Jawa Barat)	JTK-1	8,02	13,17	10,48	1,32	JTK-2	8,27	13,16	10,58	3,17	KNT-3	4,25	7,40	5,75	6,18
Cakung (Bekasi, Jawa Barat)	CKG-1	10,59	17,52	13,54	0,13	CKG-4	12,05	16,97	14,06	0,95	CKG-7	7,88	11,64	9,73	9,21
						CKG-5	12,82	17,48	14,35	0,31					
KESELURUHAN		3,23	17,52	9,28	4,55		1,98	20,11	11,50	6,94	2,48		16,55	10,43	19,64

3.1.2. Kecenderungan Umum Status Mutu Air Sungai Tahun 2018, 2019, 2021, 2022, dan 2023

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 dengan menggunakan data hasil pemantauan tahun 2018, 2019, 2021, 2022, dan 2023, diketahui bahwa status mutu air sungai di DKI Jakarta seluruhnya dalam kondisi cemar berat dengan skor STORET yang sangat besar (≤ -190) (**Gambar 3.5** dan **Tabel 3.4**). Kondisi cemar berat ini terutama disebabkan oleh parameter-parameter yang berkaitan dengan cemaran domestik seperti *fecal coliform*, *total coliform*, BOD, amoniak, COD, klorin bebas, dan H₂S (**Tabel 3.5**). Tabel penghitungan skor STORET dalam penentuan status mutu air sungai tahun 2018-2023 tersaji pada **Lampiran 4**.



Gambar 3.5. Status mutu air sungai berdasarkan metode STORET di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.

Tabel 3.4. Nilai status mutu air sungai berdasarkan metode STORET di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.

No	Kode	Sungai	Sub Jaringan	Total Skor	Kriteria
1	CLW1-1	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-204	Cemar berat
2	CLW1-2	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-196	Cemar berat
3	CLW1-3	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-206	Cemar berat
4	CLW1-4	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-236	Cemar berat
5	CLW1-5	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-232	Cemar berat
6	CLW1-6	Ciliwung	Ciliwung Hulu-Manggarai	-228	Cemar berat
7	CLW2-1	Ciliwung	Ciliwung-Kanal Barat	-252	Cemar berat
8	CLW2-2	Ciliwung	Ciliwung-Kanal Barat	-246	Cemar berat
9	CLW2-3	Ciliwung	Ciliwung-Kanal Barat	-248	Cemar berat
10	CLW2-4	Ciliwung	Ciliwung-Kanal Barat	-234	Cemar berat
11	CLW3-1	Ciliwung	Ciliwung Manggarai-Istiqlal	-222	Cemar berat
12	CLW3-2	Ciliwung	Ciliwung Manggarai-Istiqlal	-238	Cemar berat
13	CLW3-3	Ciliwung	Ciliwung Manggarai-Istiqlal	-234	Cemar berat
14	CLW4-1	Ciliwung	Istiqlal-Gajahmada	-230	Cemar berat
15	CLW4-2	Ciliwung	Istiqlal-Gajahmada	-250	Cemar berat
16	CLW4-3	Ciliwung	Istiqlal-Gajahmada	-252	Cemar berat
17	CLW4-4	Ciliwung	Istiqlal-Gajahmada	-246	Cemar berat
18	CLW5-1	Ciliwung	Istiqlal-Gunung Sahari	-234	Cemar berat

No	Kode	Sungai	Sub Jaringan	Total Skor	Kriteria
19	CPN-1	Cipinang	-	-240	Cemar berat
20	CPN-2	Cipinang	-	-256	Cemar berat
21	CPN-3	Cipinang	-	-258	Cemar berat
22	CPN-4	Cipinang	-	-258	Cemar berat
23	CPN-5	Cipinang	-	-264	Cemar berat
24	CPN-6	Cipinang	-	-248	Cemar berat
25	CPN-7	Cipinang	-	-252	Cemar berat
26	ANK-1	Angke	-	-258	Cemar berat
27	ANK-2	Angke	-	-274	Cemar berat
28	ANK-3	Angke	-	-266	Cemar berat
29	SKR-1	Sekertaris	-	-282	Cemar berat
30	SKR-2	Sekertaris	-	-286	Cemar berat
31	SKR-3	Sekertaris	-	-250	Cemar berat
32	SKR-4	Sekertaris	-	-266	Cemar berat
33	SPK-1	Sepak	-	-270	Cemar berat
34	SPK-2	Sepak	-	-292	Cemar berat
35	SPK-3	Sepak	-	-266	Cemar berat
36	MKV-1	Mookervart	-	-256	Cemar berat
37	MKV-2	Mookervart	-	-248	Cemar berat
38	MKV-3	Mookervart	-	-256	Cemar berat
39	MKV-4	Mookervart	-	-280	Cemar berat
40	MKV-5	Mookervart	-	-282	Cemar berat
41	GRL-1	Grogol	-	-218	Cemar berat
42	GRL-2	Grogol	-	-258	Cemar berat
43	GRL-3	Grogol	-	-264	Cemar berat
44	GRL-4	Grogol	-	-278	Cemar berat
45	GRL-5	Grogol	-	-280	Cemar berat
46	GRL-6	Grogol	-	-266	Cemar berat
47	STR-1	Sunter	-	-200	Cemar berat
48	STR-2	Sunter	-	-234	Cemar berat
49	STR-3	Sunter	-	-232	Cemar berat
50	STR-4	Sunter	-	-280	Cemar berat
51	STR-5	Sunter	-	-284	Cemar berat
52	STR-6	Sunter	-	-258	Cemar berat
53	STR-7	Sunter	-	-264	Cemar berat
54	STR-8	Sunter	-	-282	Cemar berat
55	KRT-1	Krukut	-	-234	Cemar berat
56	KRT-2	Krukut	-	-206	Cemar berat
57	KRT-3	Krukut	-	-226	Cemar berat
58	KRT-4	Krukut	-	-226	Cemar berat
59	KRT-5	Krukut	-	-240	Cemar berat
60	CKR-1	Cengkareng	-	-222	Cemar berat
61	CKR-2	Cengkareng	-	-274	Cemar berat
62	BRN-1	Buaran	-	-246	Cemar berat
63	BRN-2	Buaran	-	-256	Cemar berat
64	BRN-3	Buaran	-	-296	Cemar berat
65	BRN-4	Buaran	-	-288	Cemar berat
66	BRN-5	Buaran	-	-282	Cemar berat
67	PTK-1	Petukangan	-	-278	Cemar berat
68	JTK-1	Jati Kramat	-	-262	Cemar berat
69	JTK-2	Jati Kramat	-	-264	Cemar berat

No	Kode	Sungai	Sub Jaringan	Total Skor	Kriteria
70	KLB-1	Kalibaru Barat	-	-210	Cemar berat
71	KLB-2	Kalibaru Barat	-	-226	Cemar berat
72	KLB-3	Kalibaru Barat	-	-206	Cemar berat
73	KLB-4	Kalibaru Barat	-	-244	Cemar berat
74	KLB-5	Kalibaru Barat	-	-218	Cemar berat
75	KLB-6	Kalibaru Barat	-	-242	Cemar berat
76	KLT-1	Kalibaru Timur	-	-250	Cemar berat
77	KLT-2	Kalibaru Timur	-	-234	Cemar berat
78	KLT-3	Kalibaru Timur	-	-242	Cemar berat
79	KLT-4	Kalibaru Timur	-	-246	Cemar berat
80	KLT-5	Kalibaru Timur	-	-258	Cemar berat
81	KLT-6	Kalibaru Timur	-	-278	Cemar berat
82	KLT-7	Kalibaru Timur	-	-278	Cemar berat
83	KLT-8	Kalibaru Timur	-	-296	Cemar berat
84	KLT-9	Kalibaru Timur	-	-282	Cemar berat
85	KLT-10	Kalibaru Timur	-	-296	Cemar berat
86	KNT-1	Kanal Timur	-	-224	Cemar berat
87	KNT-2	Kanal Timur	-	-226	Cemar berat
88	KNT-3	Kanal Timur	-	-260	Cemar berat
89	CKG-1	Cakung	-	-278	Cemar berat
90	CKG-2	Cakung	-	-254	Cemar berat
91	CKG-3	Cakung	-	-284	Cemar berat
92	CKG-4	Cakung	-	-276	Cemar berat
93	CKG-5	Cakung	-	-232	Cemar berat
94	CKG-6	Cakung	-	-262	Cemar berat
95	CKG-7	Cakung	-	-278	Cemar berat
96	CDG-1	Cideng	-	-306	Cemar berat
97	CDG-2	Cideng	-	-294	Cemar berat
98	CDG-3	Cideng	-	-266	Cemar berat
99	CDG-4	Cideng	-	-290	Cemar berat
100	CDG-5	Cideng	-	-250	Cemar berat
101	CDG-6	Cideng	-	-264	Cemar berat
102	CDG-7	Cideng	-	-236	Cemar berat
103	MPG-1	Mampang	-	-248	Cemar berat
104	MPG-2	Mampang	-	-286	Cemar berat
105	MPG-3	Mampang	-	-246	Cemar berat
106	MPG-4	Mampang	-	-246	Cemar berat
107	MPG-5	Mampang	-	-246	Cemar berat
108	MPG-6	Mampang	-	-284	Cemar berat
109	TRB-1	Tarum Barat	-	-200	Cemar berat
110	TRB-2	Tarum Barat	-	-214	Cemar berat
111	TRB-3	Tarum Barat	-	-200	Cemar berat
112	KML-1	Kamal	-	-258	Cemar berat
113	KML-2	Kamal	-	-310	Cemar berat
114	KML-3	Kamal	-	-330	Cemar berat
115	PSG-1	Pesanggrahan	-	-238	Cemar berat
116	PSG-2	Pesanggrahan	-	-210	Cemar berat
117	PSG-3	Pesanggrahan	-	-220	Cemar berat
118	PSG-4	Pesanggrahan	-	-206	Cemar berat
119	PSG-5	Pesanggrahan	-	-248	Cemar berat
120	BLC-1	Blencong	-	-248	Cemar berat

Tabel 3.5. Parameter terburuk di sungai Provinsi DKI Jakarta berdasarkan skor STORET selama tahun 2018-2023.

Peringkat	Parameter	Total Skor
1	<i>Fecal Coliform</i>	-3.564
2	<i>Total Coliform</i>	-3.558
3	BOD	-2.216
4	Amoniak	-2.152
5	COD	-2.004
6	Klorin Bebas	-1.948
7	H ₂ S	-1.916
8	DO	-1.812
9	Fenol	-1.796
10	Total P	-1.764
11	Nitrit	-1.488
12	MBAS	-1.320
13	Warna	-1.052
14	Sianida	-908
15	Total N	-732

Peringkat	Parameter	Total Skor
16	TSS	-588
17	Minyak dan Lemak	-348
18	Zn	-280
19	Pb	-236
20	Klorida	-192
20	Cd	-136
22	Cu	-132
23	TDS	-88
24	pH	-52
25	F	-16
26	Hg	-8
27	Sulfat	-8
28	Ni	-4
29	Nitrat	0
30	Cr ⁶⁺	0

3.1.2.2. Indeks Pencemaran (IP)

Indeks Pencemaran digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap baku mutu yang diizinkan melalui indeks rata-rata & indeks maksimum. Sama halnya dengan metode STORET, penentuan status mutu menggunakan IP ini juga diatur dalam KepMenLH Nomor 115 Tahun 2003. Pada analisis IP secara *time series*, perbandingan antar tahun dapat dilakukan dengan merata-ratakan hasil perhitungan IP dari empat periode pemantauan dalam tahun yang sama. Hasil rata-rata tersebut dapat menunjukkan kondisi IP dalam setahun dan juga mempermudah analisis holistik antar tahun.

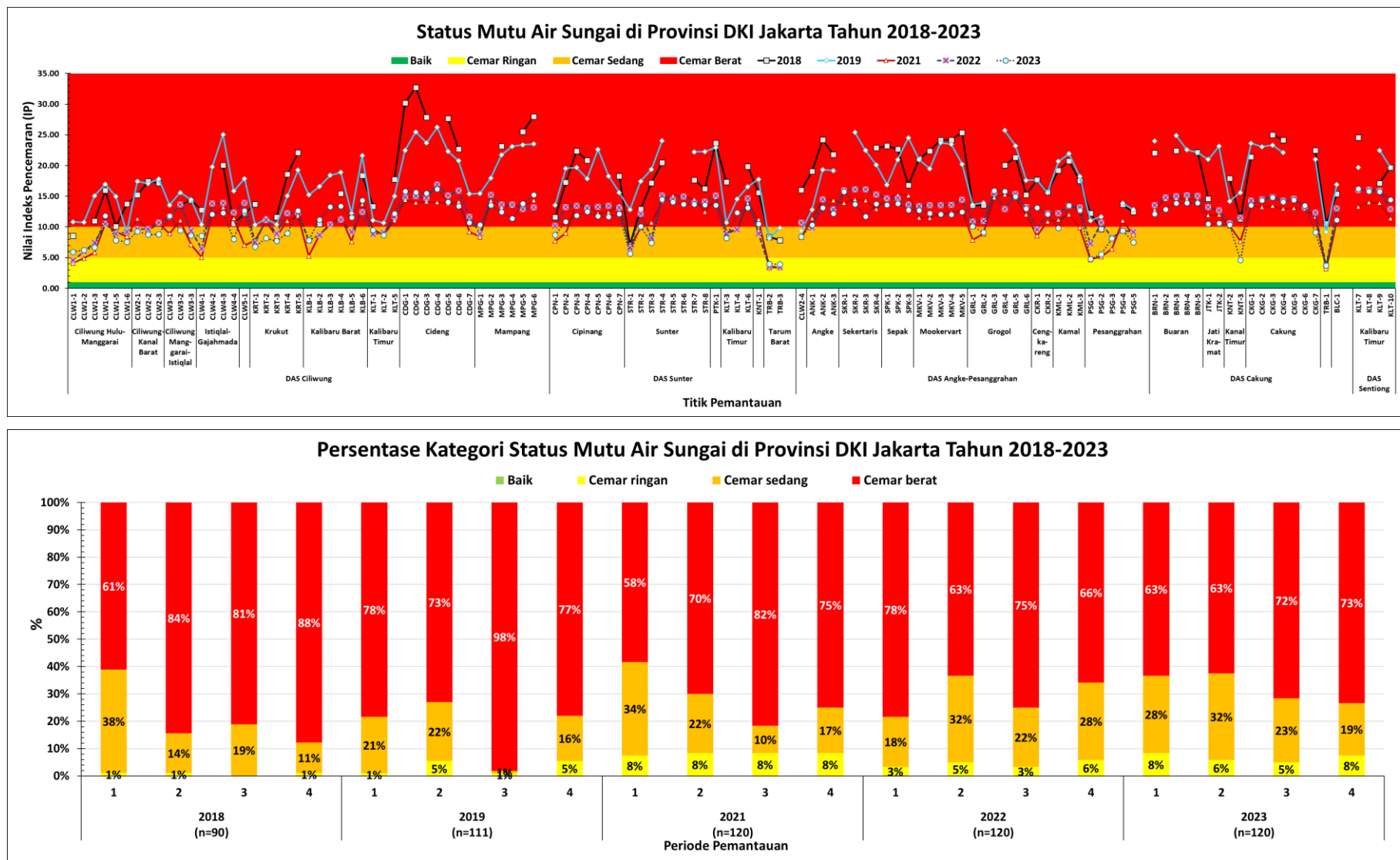
Berdasarkan hasil pemantauan, status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2018, 2019, 2021, 2022, dan 2023 terkategori cemar ringan hingga cemar berat dengan kisaran nilai sebesar 3,19-32,72 (**Gambar 3.6** dan **Lampiran 5**). Kecenderungan ruas sungai dengan nilai IP terbaik selama lima tahun pemantauan terlihat sama dengan kecenderungan pada tahun 2023 yang dijelaskan pada subbab sebelumnya (**3.1.1.2. Indeks Pencemaran (IP)**), namun untuk nilai IP terburuk dapat terbagi menjadi dua periode waktu berdasarkan kecenderungan kondisinya yakni antara 2018-2019 dengan 2021-2023. Kecenderungan-kecenderungan ini akan dijelaskan pada paragraf selanjutnya.

Sungai Tarum Barat merupakan ruas sungai yang memiliki nilai IP terendah (terbaik) selama tahun 2018-2023 dan hampir seluruhnya terkategori cemar ringan. Hal ini terkait dengan desainnya yang menjadikan Sungai Tarum Barat lebih terjaga dari kontaminasi cemar di sekitarnya dan fungsinya sebagai penyuplai kebutuhan air baku air minum Kota Jakarta. Pada pemantauan terbaru (2023), ditemukan juga beberapa lokasi lain yang cenderung memiliki kondisi sama dengan titik-titik pemantauan di Sungai Tarum Barat yakni titik PSG-1 (Sungai Pesanggrahan) dan KNT-3 (Sungai Kanal Timur).

Kondisi lingkungan di sekitar dua lokasi tersebut cenderung tidak terlalu padat oleh aktivitas antropogenik. Di sisi lain, Sungai Cideng menjadi ruas sungai yang memiliki status mutu terburuk, karena memperoleh nilai IP tertinggi terutama pada tahun 2018 dan 2019 (**Gambar 3.6**). Sungai Cideng 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, ditambah lagi dengan kondisi volume air dan lebar sungai yang relatif kecil membuat daya tampung cemaran sungai ini menjadi lebih rendah. Sejak pemantauan tahun 2021 hingga tahun 2023, kondisi status mutu terburuk tersebar pada beberapa ruas sungai yaitu Sungai Cideng, segmen tengah-hilir Sunter, Sepak, segmen tengah-hilir Grogol, Buaran, Cakung, dan segmen hilir Kalibaru Timur. Ruas-ruas sungai tersebut memang terpantau memiliki aktivitas domestik/industri yang cukup padat dan bahkan sampai mengakuisisi area sempadan sungainya.

Status mutu air sungai selama pemantauan tahun 2018-2023 fluktuatif secara periodik dengan kecenderungan lebih dominan terkategori cemar berat yakni pada 58-98% titik pemantauan (**Gambar 3.6**). Berdasarkan musim, terdapat kecenderungan bahwa status mutu cemar berat lebih banyak diperoleh pada periode 3 (musim kemarau). Pada musim kemarau, volume/debit air sungai mengalami penurunan akibat rendahnya curah hujan. Penurunan pada besaran volume/debit air akan mempengaruhi kondisi pengenceran, sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan konsentrasi pencemar di dalam air (Wiwoho 2005).

Tinjauan secara keseluruhan dari waktu ke waktu menunjukkan bahwa kondisi status mutu air sungai cukup dinamis, dengan kecenderungan adanya perbaikan status mutu air sejak pemantauan tahun 2021. Kondisi nilai IP terpantau paling tinggi pada periode tahun 2018-2019 dan paling rendah pada tahun 2021 (**Gambar 3.6**). Pada tahun 2022, terjadi pergeseran persentase cemar berat dan cemar ringan mengarah ke cemar sedang dibandingkan kondisi tahun 2021 (**Gambar 3.6**). Namun, kondisi status mutu terbaru yang dicirikan dari nilai IP tahun 2023 menunjukkan adanya indikasi perbaikan mengarah pada kondisi tahun 2021 (**Gambar 3.6** dan **Lampiran 5**).



Gambar 3.6. Status mutu air sungai di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) selama tahun 2018-2023.

3.2. Tinjauan Kondisi Hidrologi dan Kualitas Air Sungai

Kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta yang ditelaah pada subbab ini terdiri atas pembahasan terhadap kondisi hidrologi dan pemenuhan baku mutu kualitas air sungai tahun 2023, serta evaluasi tren/kecenderungan pemenuhan baku mutu kualitas air sungai selama lima tahun terakhir (2018, 2019, 2021, 2022, dan 2023). Data yang ditelaah merupakan hasil pengukuran *insitu* dan analisis laboratorium pada masing-masing tahun dengan empat periode pemantauan yang mewakili musim hujan (Periode 1/P1), musim peralihan-1 (Periode 2/P2), musim kemarau (Periode 3/P3), dan musim peralihan-2 (Periode 4/P4). Pada periode tahun 2023, pemantauan kualitas air sungai periode 1 dilaksanakan pada 6-21 Februari 2022, periode 2 pada 8-23 Mei, periode 3 pada 2-15 Agustus, dan periode 4 pada 18-27 September. Tabulasi data hasil pengukuran *insitu* tahun 2023, laporan hasil uji laboratorium dari parameter yang dipantau pada tahun 2023, dan tabulasi data parameter kualitas air sungai hasil pemantauan tahun 2018-2023 tersaji pada **Lampiran 6**, **Lampiran 7**, dan **Lampiran 8**.

Pembahasan data kualitas air juga dilakukan dengan pembagian berdasarkan Daerah Aliran sungai (DAS) yakni : Ciliwung, Sunter, Angke-Pesanggrahan, Cakung, dan Sentiong. Penilaian kualitas air dilakukan melalui perbandingan hasil pengukuran/analisis 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 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. 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 pemantauan kualitas air sungai yakni: warna, sulfat, klorida, amoniak, Total N, dan logam Nikel (Ni). Selain itu, mulai tahun 2022 terdapat satu parameter tambahan yang dianalisis yaitu sianida (CN). Dengan demikian, evaluasi kecenderungan antar tahun akan ditelaah dalam laporan sesuai dengan ketersediaan data. Pembahasan data kualitas air sungai juga dilakukan dengan memilah-milah sesuai dengan kelompok/komponen, tingkat pencemaran masing-masing parameter, dan keterkaitan antar parameter.

3.2.1. Hidrologi dan Fisik Air Sungai

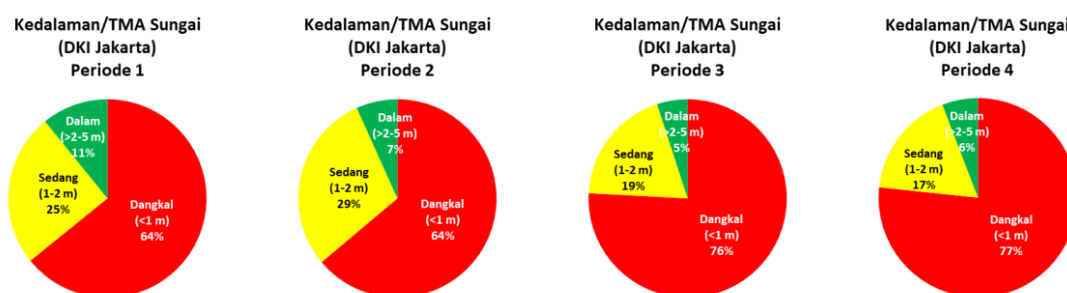
Tinjauan terhadap kondisi hidrologi dan fisik air sungai membahas mengenai parameter-parameter yang pengukurannya dilakukan secara langsung (*insitu*) di titik pemantauan dan tidak memiliki nilai baku mutu sebagai pembanding. Parameter-parameter tersebut bersumber dari data hasil pengukuran *insitu* selama tahun 2023. 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.

3.2.1.1. Hidrologi

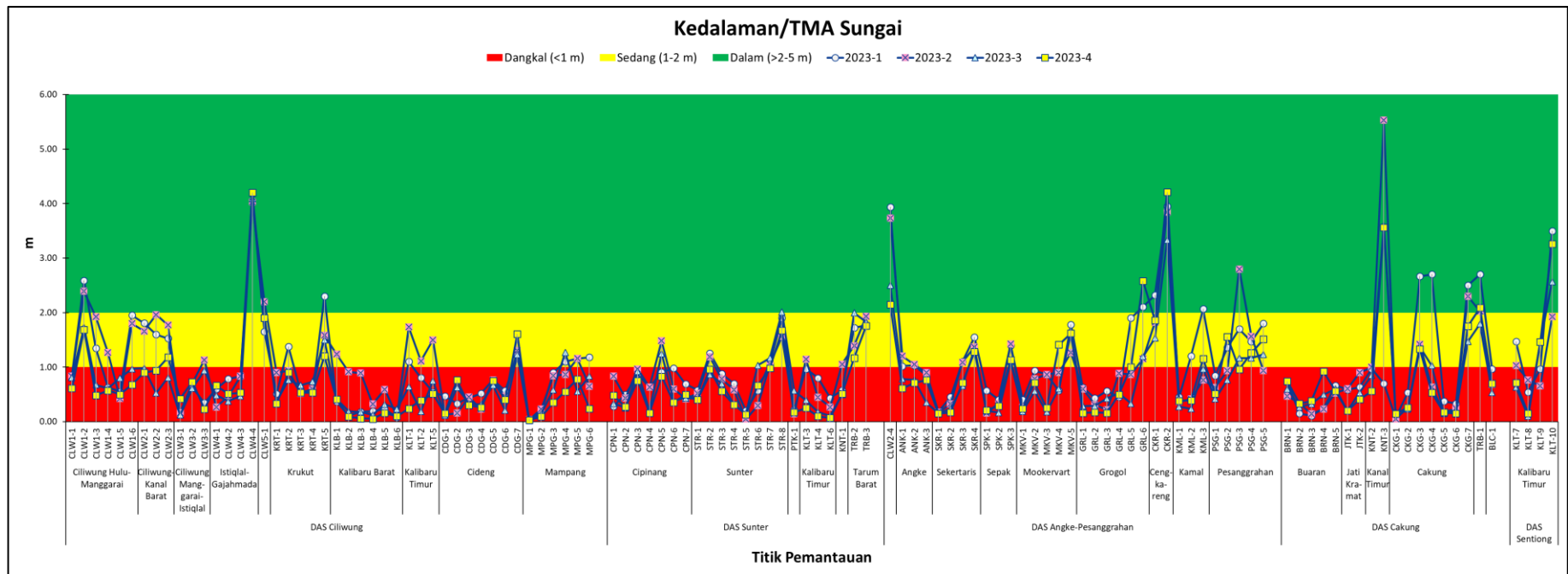
a. Kedalaman Air/Tinggi Muka Air (TMA) Sungai

Kedalaman air sungai di 120 titik pemantauan pada periode 1, periode 2, periode 3 dan periode 4 masing-masing berkisar 0,05-4,18 m; 0,03-5,53 m; 0,02-4,09 m dan 0,03-4,21 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 77% (92 dari 120) titik pemantauan, sedangkan pada periode 3 tercatat 76% (91 dari 120) titik pemantauan serta pada periode 1 dan 2 terukur pada 64% (76 dari 120) titik pemantauan (**Gambar 3.7**). Ruas-ruas sungai yang tercatat memiliki kedalaman air sungai terkategori dangkal pada 100% titik pemantauannya adalah Sungai Petungkang, Buaran, Jati Kramat dan Blencong (**Gambar 3.8**).



Gambar 3.7. Persentase kategori kedalaman air/TMA sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

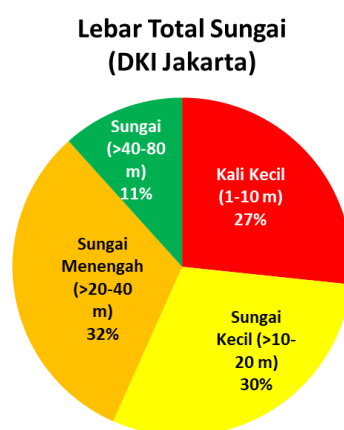
Titik-titik pemantauan yang memiliki kedalaman terkategori sedang terus mengalami penurunan hingga periode 4 (17% atau 21 titik) apabila dibandingkan periode 1 (25% atau 30 titik), periode 2 (29% atau 35 titik) dan periode 3 (19% atau 23 titik) (**Gambar 3.7**). Hal ini seiring dengan penurunan jumlah titik pemantauan yang terkategori dalam dari 11% (13 titik) pada periode 1, 7% (delapan titik) pada periode 2, 5% (enam titik) pada periode 3, dan menjadi 6% (tujuh titik) pada periode 4. Hasil tersebut dapat dimungkinkan terjadi karena pada periode 3 dan 4 termasuk musim kemarau, 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 Ciliwung-Kanal Barat, Angke, dan Tarum Barat. Di sisi lain, tidak ada sungai yang secara keseluruhan konsisten menunjukkan tingkat kedalaman terkategori dalam (**Gambar 3.8**). 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 3.8**).



Gambar 3.8. Kedalaman air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

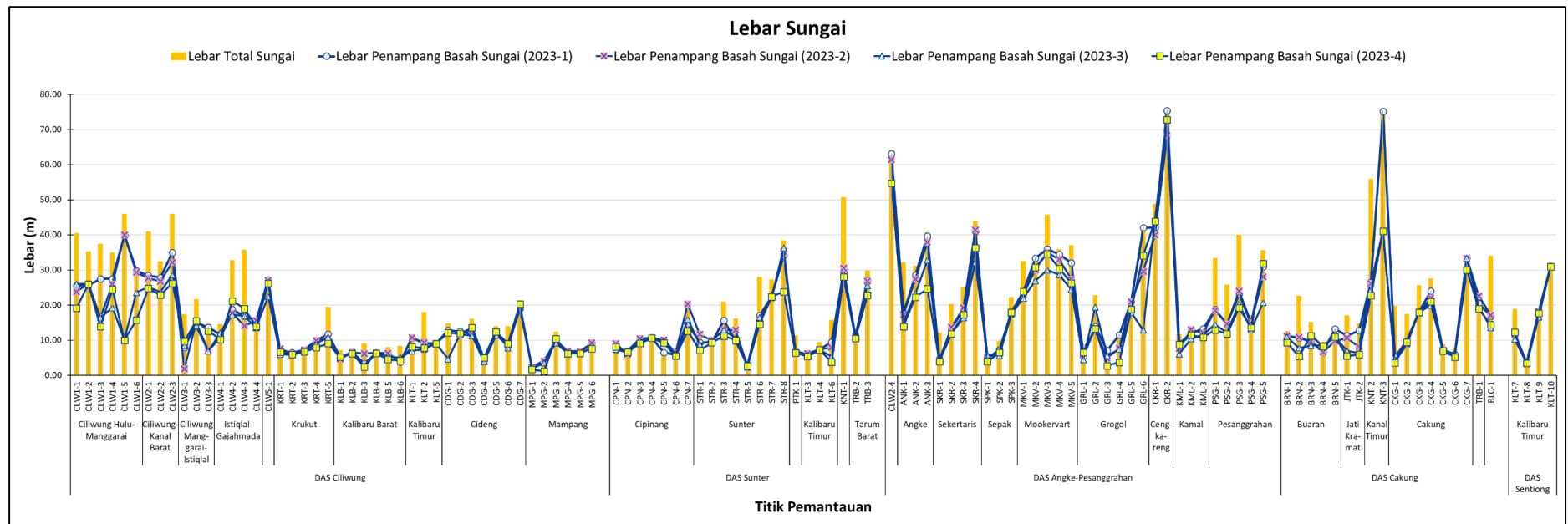
b. Lebar Sungai

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 (2005) 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 (38 titik). Kategori Sungai (>40-80 m) hanya ditemukan pada 12% titik pemantauan (14 titik) (**Gambar 3.9**). 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 3.10**).



Gambar 3.9. Persentase kategori lebar total sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

Hasil pengukuran lebar penampang basah rata-rata pada setiap periode pemantauan tidak menunjukkan banyak perubahan (**Gambar 3.10**). Secara umum, hasil pengukuran lebar basah pada periode 1 yang merupakan musim hujan cenderung lebih tinggi dibandingkan periode 2 yang merupakan musim peralihan 1, periode 3 yang merupakan musim kemarau dan periode 4 yang termasuk musim peralihan 2. Berdasarkan **Gambar 3.10**, 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 77 titik pada periode 1, 67 titik pada periode 2, 56 titik pada periode 3 dan 57 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 dan 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.



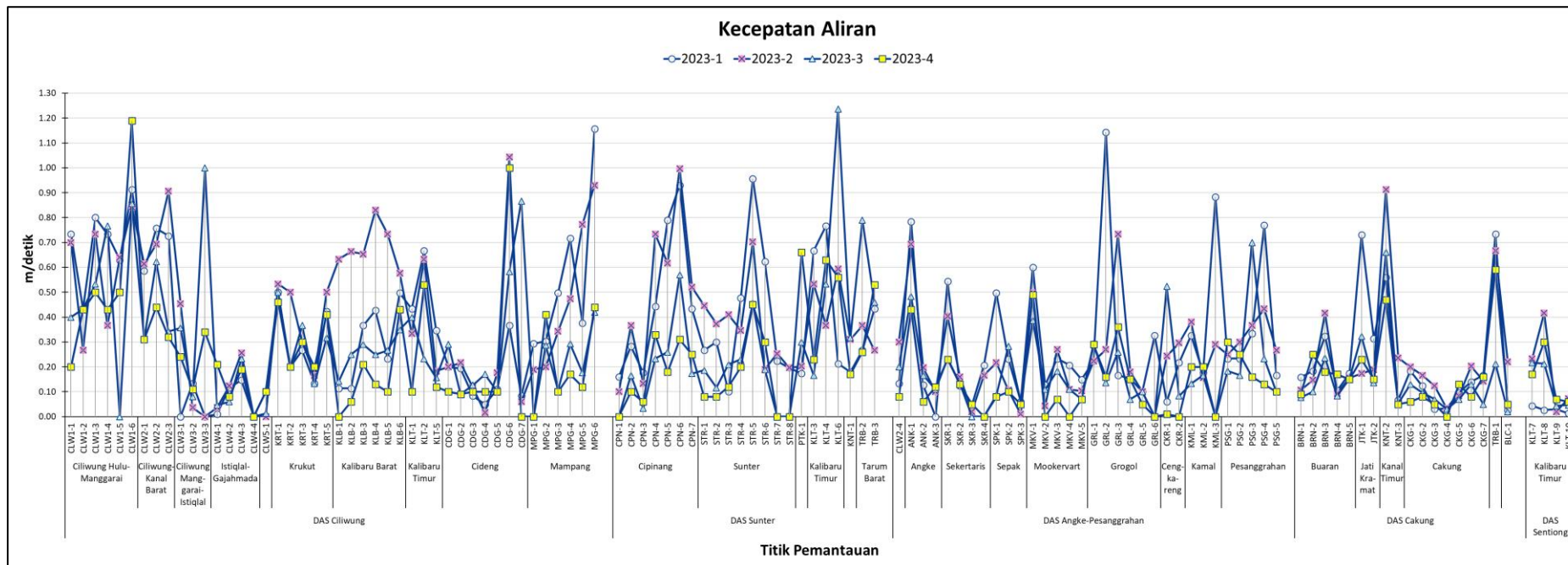
Gambar 3.10. Lebar sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

c. **Kecepatan Aliran**

Kecepatan aliran sungai yang terukur pada pemantauan periode 1 berkisar 0,00-1,16 m/det dengan kecepatan aliran tertinggi terdapat di Sungai Mampang segmen hilir (MPG-6). Pada periode 2, kecepatan aliran sungai berkisar 0,00-1,04 m/det dengan kecepatan aliran tertinggi terdapat di Sungai Cideng segmen hilir (CDG-6). Sedangkan pada periode 3, kecepatan aliran sungai berkisar 0,00-1,24 m/det dengan kecepatan aliran tertinggi terdapat di Sungai Kalibaru Timur segmen tengah (KLT-6) dengan nilai 1,24 m/det. Kemudian pada periode 4, kecepatan aliran sungai berkisar 0,00-1,19 m/det dengan kecepatan aliran tertinggi berada di Sungai Ciliwung segmen hulu (CLW1-6) (**Gambar 3.11**).

Merujuk pada **Gambar 3.11**, kecepatan aliran sungai terukur relatif lebih deras di Sungai Ciliwung (sub jaringan Ciliwung Hulu-Manggarai, Ciliwung-Kanal Barat), Krukut, Kalibaru Barat, Kalibaru Timur, Cipinang, Tarum Barat, dan Pesanggrahan. Berdasarkan DAS, terlihat bahwa ruas-ruas sungai di DAS Ciliwung memiliki kecepatan aliran yang lebih deras (**Gambar 3.11**). Secara temporal, kecepatan aliran sungai pada periode 1 cenderung lebih deras dibandingkan periode 2, periode 3 dan periode 4 (**Gambar 3.11**). 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 4 tercatat memiliki nilai kecepatan aliran sungai yang paling rendah dibandingkan periode lain.

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). 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 terbendung 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.

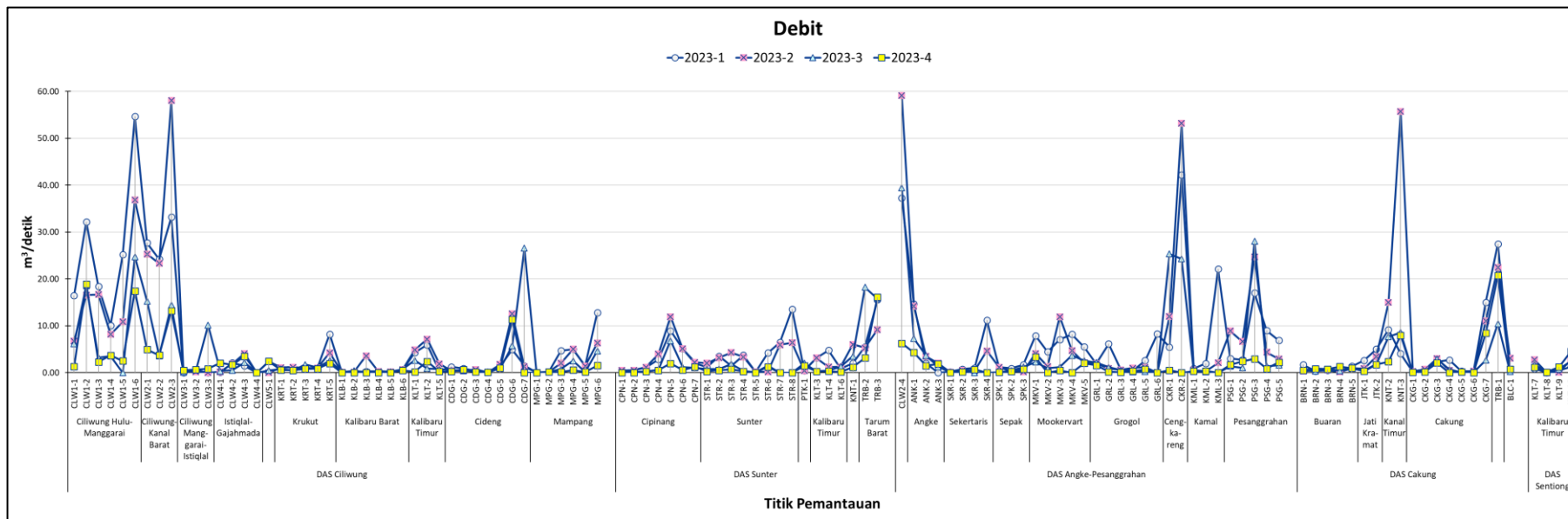


Gambar 3.11. Kecepatan aliran sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

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 dan 2 yang termasuk musim hujan dan peralihan hujan ke kemarau memiliki nilai lebar penampang basah, kedalaman air sungai, dan kecepatan aliran yang cenderung lebih tinggi dibandingkan periode lainnya.

Ruas Sungai Ciliwung Hulu-Manggarai (CLW1-6) memiliki nilai debit air sebesar 54,64 m³/detik yang merupakan nilai debit air tertinggi pada periode 1 (**Gambar 3.12**). Pada periode 2, debit air tertinggi terdapat di beberapa titik pemantauan yaitu Sungai Ciliwung-Kanal Barat (CLW2-3 dan CLW2-4) sebesar 58,05 dan 59,16 m³/detik, Cengkareng (CKR-2) sebesar 53,18 m³/detik, dan Kanal Timur (KNT-3) sebesar 55,69 m³/detik (**Gambar 3.12**). Lokasi-lokasi tersebut mengalami peningkatan berkali-kali lipat dari hasil pengukuran pada periode 1. Titik CLW2-4 tersebut juga kembali menjadi lokasi dengan nilai debit tertinggi pada periode 3 yaitu sebesar 39,44 m³/detik (**Gambar 3.12**). Pada periode 4, secara umum nilai debit air mengalami penurunan pada seluruh titik pemantauan, terbukti dengan bergesernya lokasi dengan nilai debit tertinggi ke Sungai Tarum Barat (TRB-3) sebesar 20,73 m³/detik. Penurunan nilai debit tersebut sejalan dengan relatif rendahnya nilai kedalaman air/TMA, lebar penampang basah dan kecepatan aliran sungai yang terjadi pada periode 4. (**Gambar 3.12**). 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 3.12. Debit air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

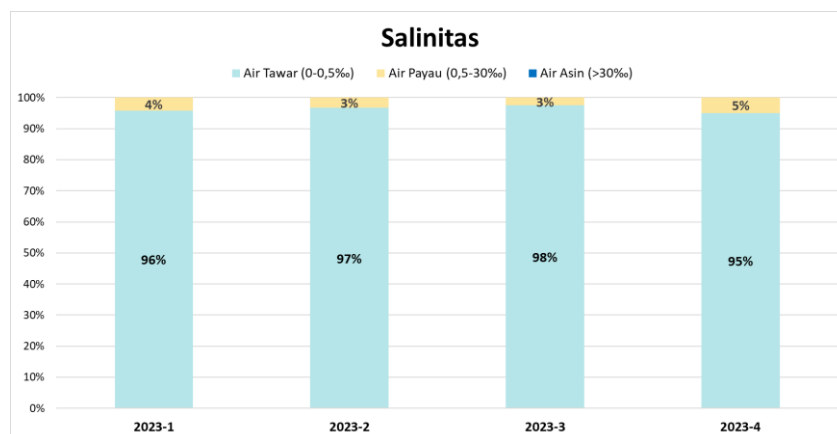
3.2.1.2. Fisik

a. Suhu/Temperatur

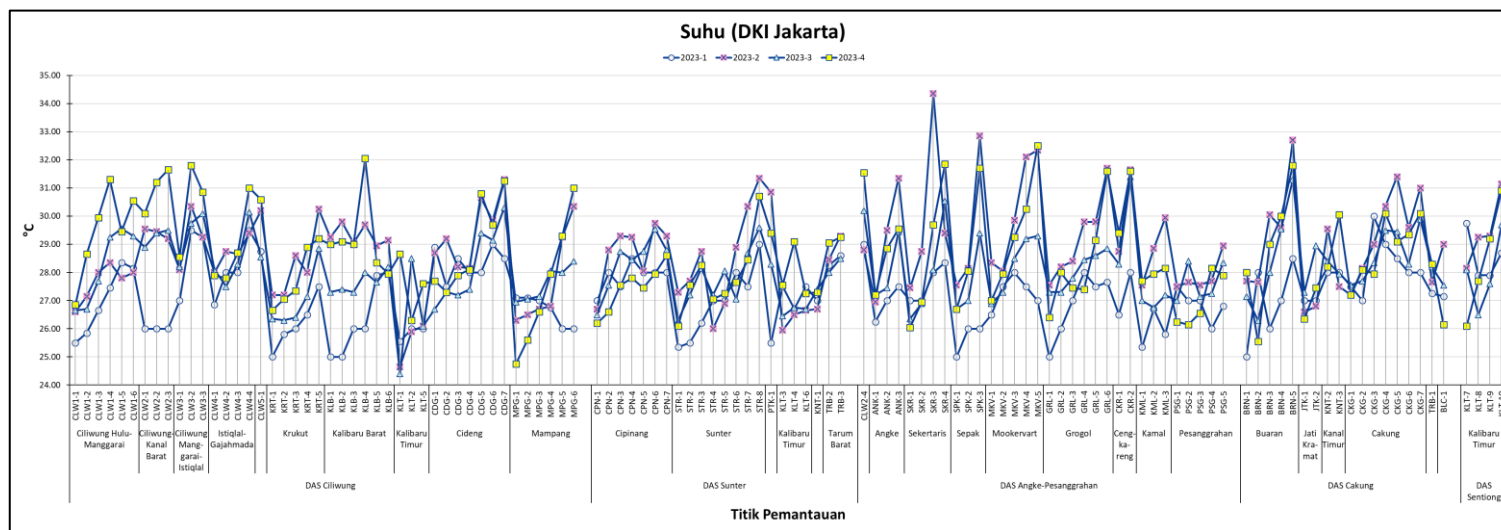
Suhu atau temperatur air adalah ukuran tinggi rendahnya panas pada air. Suhu air secara tidak langsung mempengaruhi nilai parameter lain (Wetzel 2001). Suhu yang lebih tinggi mengurangi kelarutan oksigen dalam air, serta menurunkan konsentrasi dan ketersediaannya bagi organisme akuatik (Dallas 2008). Berdasarkan hasil pemantauan pada periode 1 hingga periode 4 tahun 2023, suhu air di seluruh titik pemantauan sungai DKI Jakarta berkisar 24,40-34,35 °C dengan pola suhu yang relatif dinamis pada masing-masing sungai (**Gambar 3.14**). Sungai Kalibaru Timur segmen hulu (KLT-1) tercatat memiliki suhu terendah yang konsisten pada periode 2 dan periode 3, sementara suhu tertinggi tercatat pada periode 2 pula di titik SKR-3 (Sungai Sekertaris) (**Gambar 3.14**). Dinamika nilai suhu perairan sungai dapat terjadi karena beberapa variabel seperti waktu pengukuran, kondisi cuaca, tingkatutupan vegetasi sekitar, dan karakteristik lokasi pengamatan yang berpengaruh terhadap penetrasi cahaya matahari.

b. Salinitas

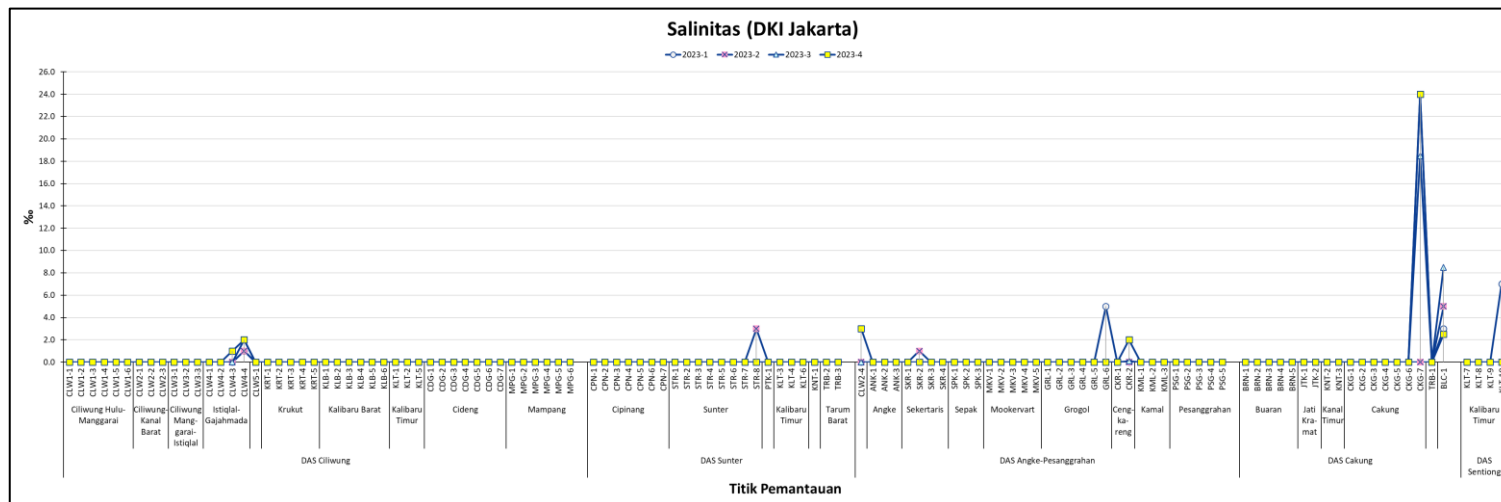
Salinitas atau sering diistilahkan sebagai kadar garam dalam perairan merupakan parameter kunci untuk membedakan perairan tawar, payau dan asin. Salah (2014) mengklasifikasikan perairan ke dalam tiga kategori berdasarkan nilai salinitas yaitu air tawar (0-0,5 ‰), air payau (0,5-30 ‰), dan air asin (>30‰). Berdasarkan hasil pengukuran pada periode 1 hingga 4 tahun 2023, kisaran nilai salinitas yang terukur pada sungai-sungai di Provinsi DKI Jakarta sebesar 0-24 ‰. 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, periode 3 dan periode 4 dengan nilai 18,5-24‰. Sungai Blencong titik BLC-1 (Jl. Raya Gudang Peluru, Marunda, Kec. Cilincing, Jakarta Utara) terpantau konsisten memiliki salinitas tinggi dengan nilai 2,5-8,5‰ pada seluruh periode (**Gambar 3.15**). 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 2023 sebanyak 3-5% dari 120 lokasi pantau atau sebanyak 4-6 titik pemantauan (**Gambar 3.13**).



Gambar 3.13. Persentase kategori salinitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



Gambar 3.14. Suhu air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



Gambar 3.15. Salinitas air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

c. Kecerahan dan Tingkat Kecerahan

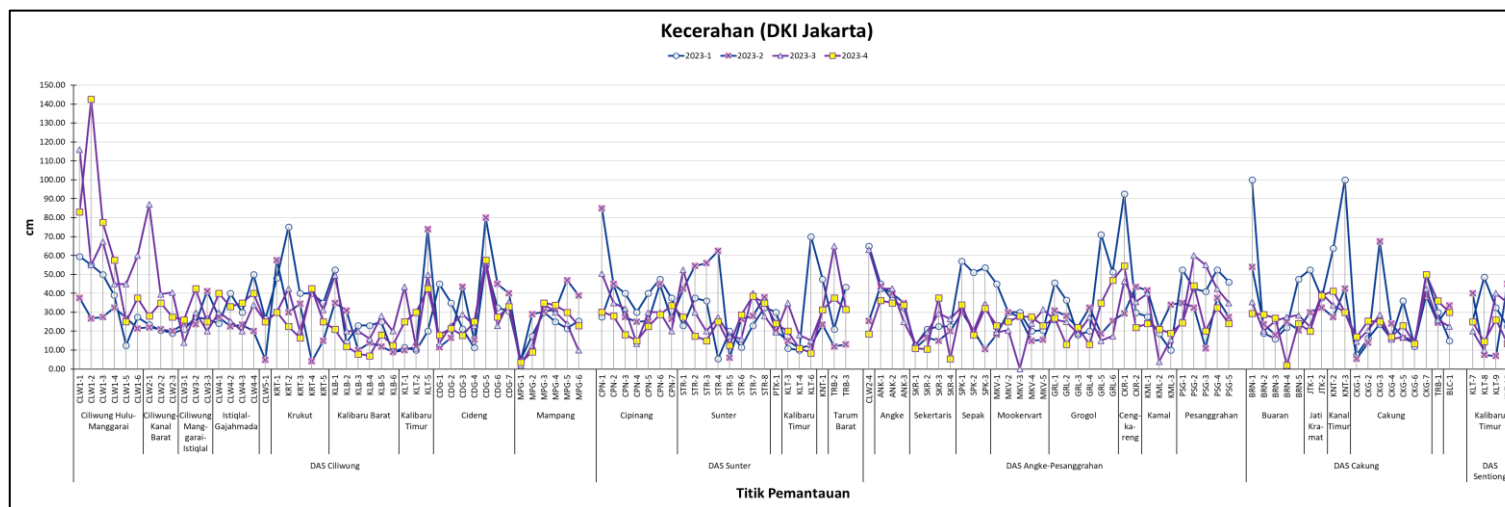
Kecerahan perairan merupakan gambaran penetrasi cahaya yang dapat menembus kolom atau lapisan perairan yang diukur dengan bantuan *secchi disk*. Kecerahan adalah sebuah sifat tampak memunculkan atau memantulkan cahaya, dengan kata lain persepsi yang ditimbulkan oleh luminan dari sebuah target visual. 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 2023 tercatat sebesar 2,0-142,5 cm yang didominasi oleh nilai kecerahan <50 cm (**Gambar 3.16**). Nilai kecerahan tertinggi berada di Sungai Ciliwung Hulu (CLW1-2) sebesar 142,5 cm yang terukur pada periode 4 tahun 2023. 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%).

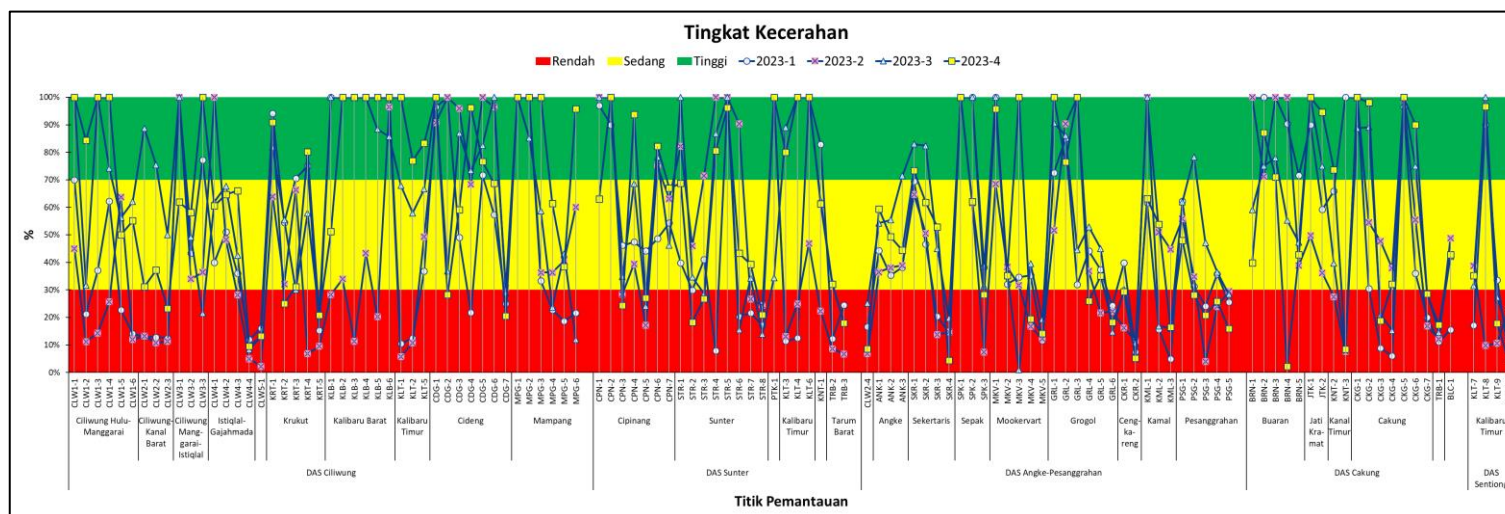
Tingkat kecerahan sungai yang terukur pada periode 1 hingga periode 4 tahun 2023 berkisar antara 1-100%. Persentase kecerahan yang mencapai 100% menggambarkan bahwa penetrasi cahaya dapat tembus hingga ke dasar perairan. Umumnya hal ini ditemukan pada lokasi dengan kedalaman yang dangkal (<1 meter. (**Gambar 3.17** dan **Gambar 3.8**). Kondisi tersebut juga selaras dengan data kedalaman perairan di lokasi pantau yang didominasi oleh kategori kedalaman dangkal berjumlah 64-77% (77-91 titik) pada periode 1-4 tahun 2023 (**Gambar 3.7**).

d. Kekeruhan

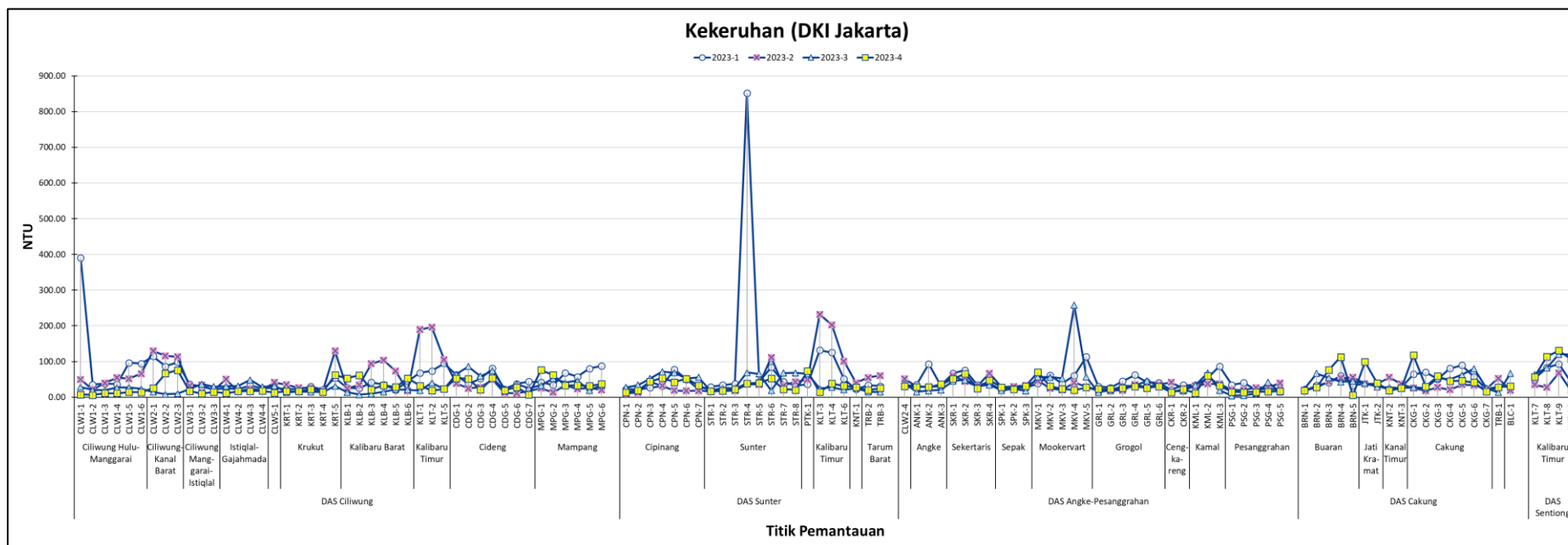
Nilai kekeruhan perairan sering dikaitkan dengan warna tampak pada perairan. Pada umumnya sungai yang memiliki warna cokelat memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi karena mengandung padatan tersuspensi (TSS) yang juga tinggi. Pada baku mutu air sungai yang diatur melalui Lampiran VI PP 22/2021, tidak 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 2023 berkisar 4,20-852,50 NTU. Nilai kekeruhan tertinggi tercatat berada di Sungai Sunter titik STR-4 (Jl. Persahabatan, Cipinang, Kec. Pulo Gadung, Jakarta Timur) dengan nilai 852,50 NTU dan disusul oleh Sungai Ciliwung titik CLW1-1 (Jembatan Wiratman Karkasa, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Jakarta Selatan) dengan nilai 391 NTU pada periode 1 (**Gambar 3.18**).



Gambar 3.16. Kecerahan perairan pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



Gambar 3.17. Tingkat kecerahan perairan pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

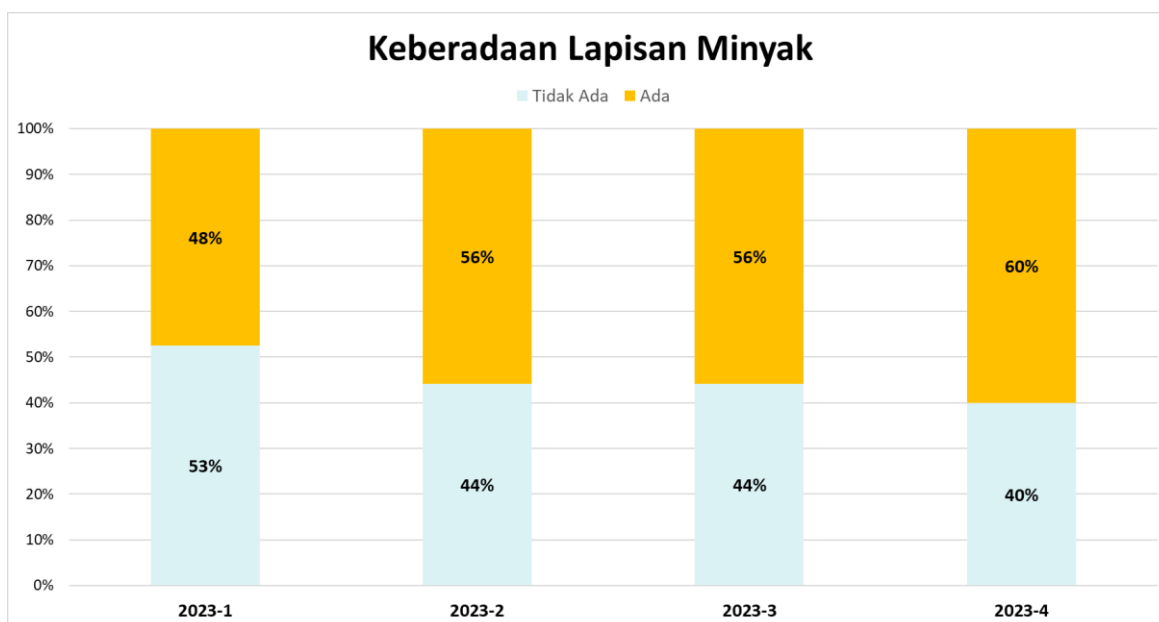


Gambar 3.18. Kekeruhan air sungai pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

Nilai kekeruhan tertinggi umumnya terukur pada pemantauan periode 1 yang mewakili musim penghujan dan memiliki debit air sungai yang lebih besar (**Gambar 3.18** dan **Gambar 3.12**). 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 Pesanggrahan titik PSG-1 (Jembatan Jl. Ir. H. Juanda Ciputat Raya, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan) dengan nilai 4,19 NTU pada periode 3 (**Gambar 3.18**).

e. Keberadaan Lapisan Minyak

Berdasarkan pengamatan visual keberadaan lapisan minyak yang tampak di permukaan badan air sungai pada tahun 2023, keberadaan lapisan minyak yang tampak di permukaan badan air sungai ditemukan mengalami kenaikan dari 48% (periode 1) menjadi 56% (periode 2 hingga periode 3) dan kemudian kembali meningkat menjadi 60% pada periode 4 (**Gambar 3.19**). Terdapat cukup banyak ruas sungai yang lebih dominan ditemukan adanya kenampakan lapisan minyak di titik-titik pemantauannya yaitu Sungai Ciliwung (sub jaringan Ciliwung-Kanal Barat, Manggarai-Istiqlal, Istiqlal-Gajahmada, Istiqlal-Gunung Sahari), Angke, Sunter, Cengkareng, Mookervart, Grogol, Petukangan, Cakung, Cideng, Kamal, dan Blencong. 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 ceceran oli atau bahan bakar perahu. Dokumentasi keberadaan lapisan minyak dan perbandingannya terhadap titik pemantauan yang tidak ditemukan lapisan minyak saat dilakukan pemantauan tahun 2023 dapat dilihat melalui **Gambar 3.20**.



Gambar 3.19. Persentase keberadaan lapisan minyak pada badan air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

ADA LAPISAN MINYAK



KLT-10

TIDAK ADA LAPISAN MINYAK



TRB-3



CLW4-1



KLT-6



CKG-5



PSG-2



BRN-5



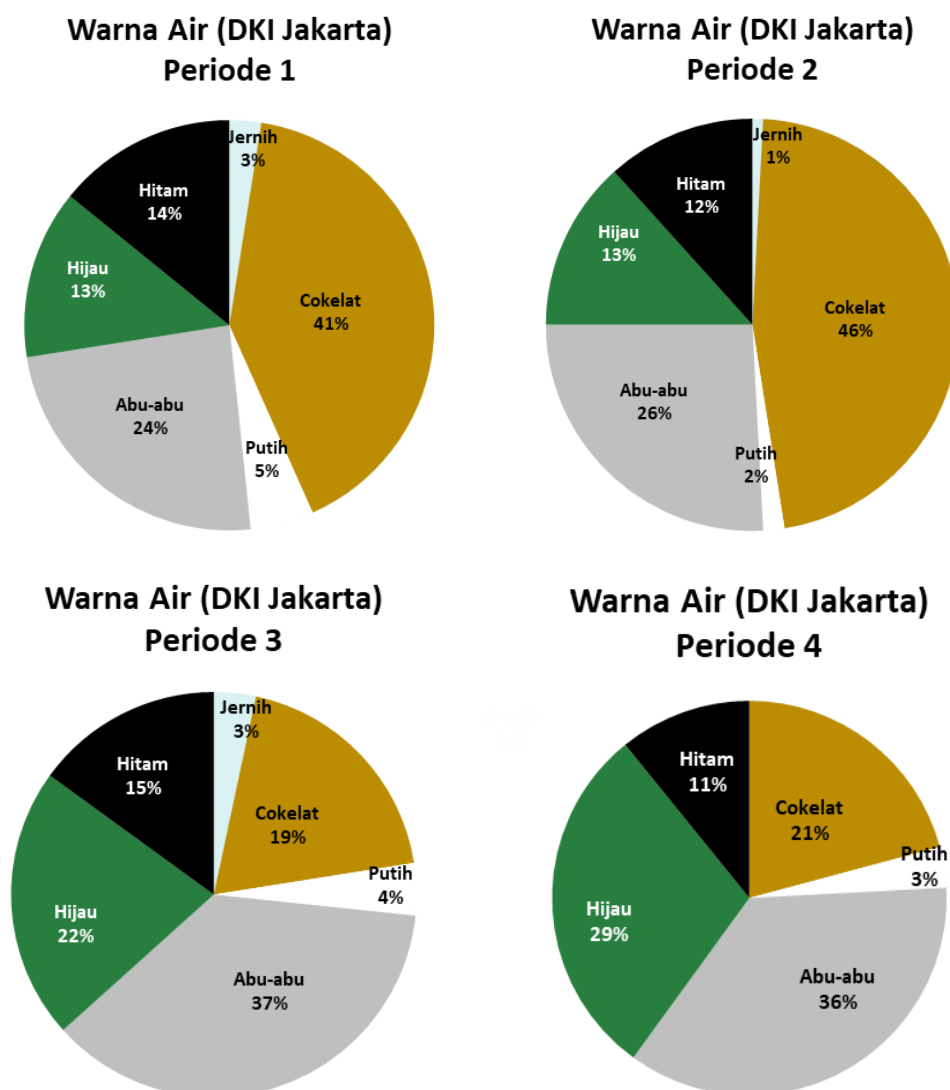
JTK-2

Gambar 3.20. Dokumentasi keberadaan lapisan minyak di badan air sungai saat dilakukan pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

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 2023 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 dan periode 2, coklat merupakan warna tampak air paling dominan dengan persentase 41-46%, sementara kondisi aktual yaitu periode 3 dan periode 4 didominasi warna abu-abu dengan persentase 36-37% (**Gambar 3.21**). Dokumentasi berbagai warna tampak air sungai yang ditemukan selama pemantauan tahun 2023 ditampilkan pada **Gambar 3.22**.



Gambar 3.21. Persentase warna tampak air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

WARNA COKELAT



TRB-2



CLW1-2



BRN-4

WARNA HITAM



CKG-6



ANK-2



MPG-4

WARNA HIJAU



KLT-10



CLW3-2



STR-3

WARNA ABU-ABU



CKG-3



GRL-4



CDG-4

WARNA PUTIH



PTK-1



CDG-6



BRN-2

WARNA JERNIH



MPG-1



KLB-2

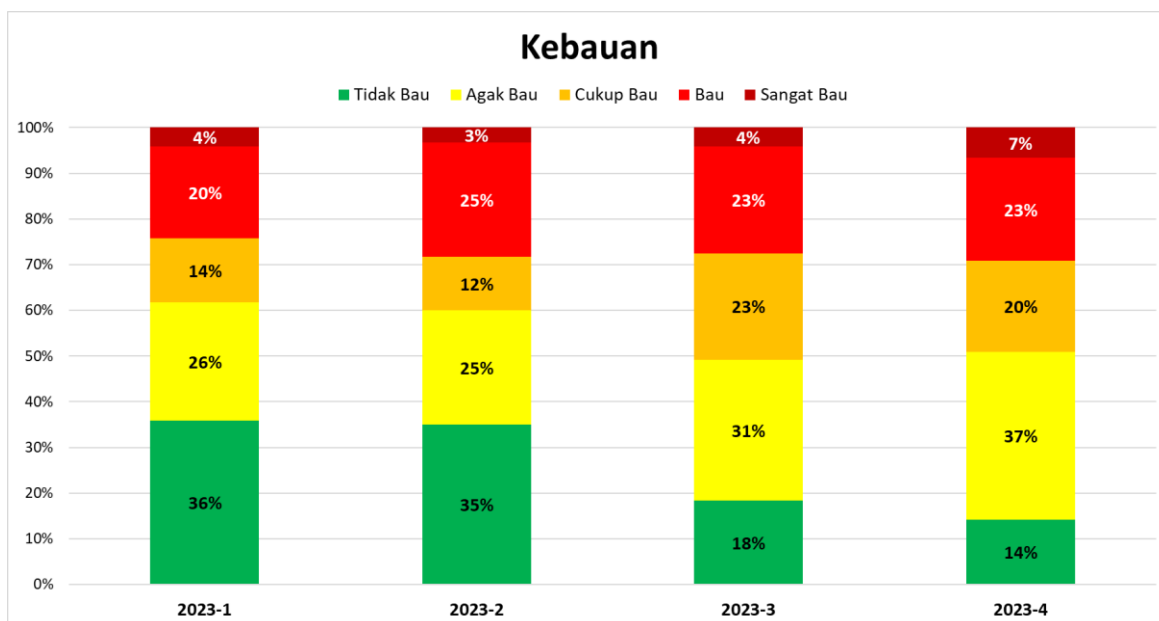


KLB-3

Gambar 3.22. Visualisasi warna tampak air sungai pada beberapa titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

g. Tingkat Kebauan

Data pemantauan Tingkat kebauan sungai periode 1-4 tahun 2023 menunjukkan persentase kondisi agak bau hingga sangat bau mencapai 86% (104 titik) (**Gambar 3.23**). Bau yang timbul di sekitar badan air dapat mencirikan buruknya kualitas air. Berdasarkan pada klasifikasi tingkat kebauan, kategori tidak berbau mendominasi dibandingkan dengan kategori lainnya yakni sebesar 35-36% (42-43 titik dari 120 titik pemantauan) pada periode 1 dan periode 2 (**Gambar 3.23**). Namun, pada periode 3 dan periode 4 mengalami pergeseran dengan dominansi pada tingkat kebauan agak bau.



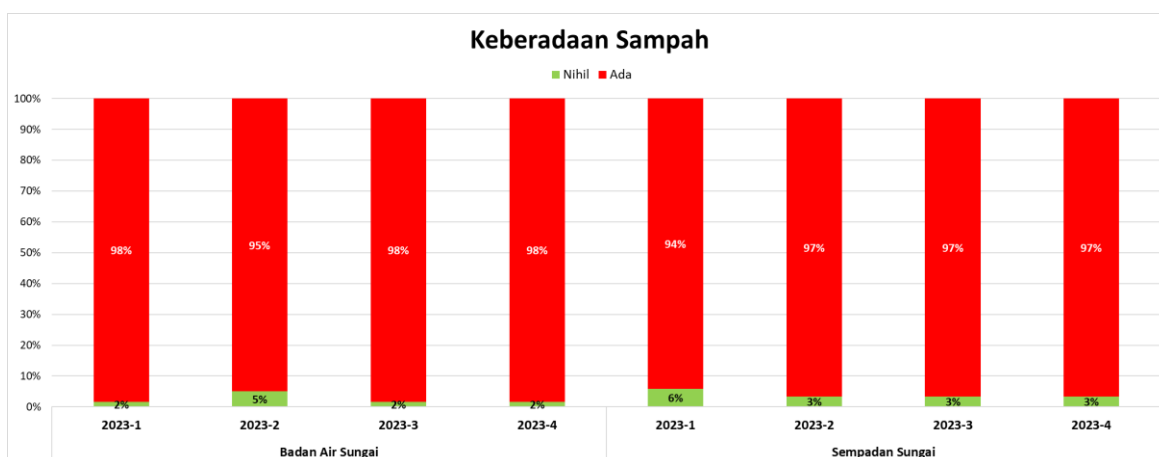
Gambar 3.23. Persentase kategori tingkat kebauan air sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

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 subbab selanjutnya (3.2.1.3 Keterkaitan Indeks Pencemaran (IP) 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 timbunan sampah yang ditangani oleh UPK Badan Air Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta. Namun, data volume sampah yang ditangani UPK Badan Air belum muncul pada laporan ini karena menunggu kelengkapan data tahun 2023. 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 2023, keberadaan sampah di aliran sungai ditemukan secara konsisten pada >95% (>114 titik) titik pemantauan dan keberadaan sampah di sempadan sungai ditemukan secara konsisten pada >94% (>113 titik) titik pemantauan (**Gambar 3.24**).

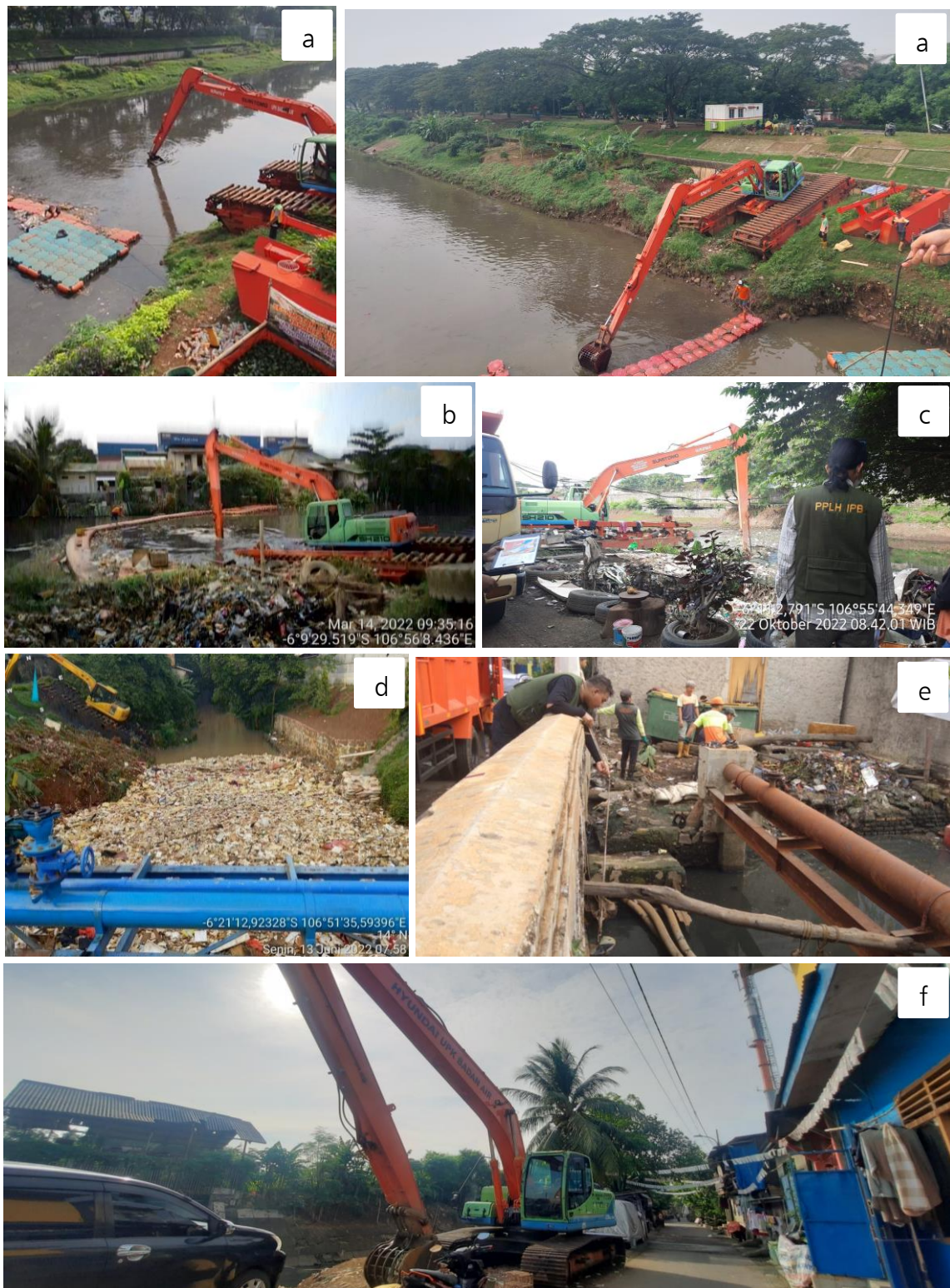


Gambar 3.24. Persentase keberadaan sampah pada badan air dan sempadan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

Selama pemantauan periode 1 hingga periode 4 tahun 2023 (**Lampiran 6**), tidak terdapat titik yang terpantau nihil keberadaan sampah di aliran sungai maupun di sempadan. Titik CLW5-1 (Jl. Mangga Dua Raya (depan WTC Mangga Dua), Jakarta Utara) dan TRB-1 (Jl. Caman Raya Jatibening, Kec. Pondok Gede, Jakarta Timur) terpantau nihil sampah di aliran sungai pada periode 1 dan 2. Kemudian pada titik PSG-2 (Jembatan Jl. RC. Veteran Raya, No.1, Bintaro, Pesanggrahan, Jakarta Selatan) terpantau pula nihil sampah di aliran sungai pada periode 2 dan 3. Berdasarkan tinjauan keberadaan sampah di sempadan sungai, titik KLB-6 (Jl. Minangkabau Barat, Pasar Manggis, Kec. Setiabudi, Jakarta Selatan) menjadi satu-satunya titik pemantauan yang konsisten terpantau nihil selama pemantauan periode 1 dan 2. Kemudian titik CLW4-4 (Outlet (Stasiun Pompa) Waduk Pluit, Jakarta Utara) dan MPG-4 (Jl. Kemang Timur V, Kec. Pancoran, Jakarta Selatan) terpantau nihil sampah di sempadan sungai pada periode 3 dan 4.

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 3.25**.

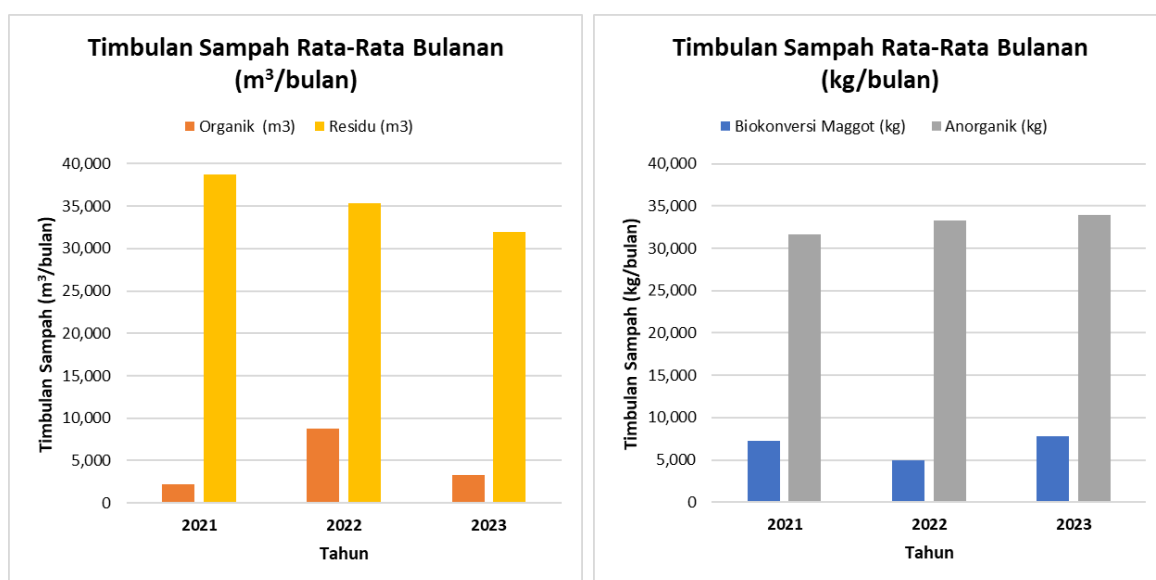


Gambar 3.25. Dokumentasi penanganan sampah sungai yang dilakukan oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta pada beberapa titik pemantauan; a) KNT-1; b) CKG-4; b) CKG-3; d) KLT-1; e) KML-2; dan f) STR-4).

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 9**). Besaran timbulan sampah dari perairan yang terukur selama periode tiga tahun (**Lampiran 9**) 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 3.26**). 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 3.26. Timbulan sampah rata-rata bulanan dari hasil penanganan sampah perairan di Provinsi DKI Jakarta tahun 2021-2023.

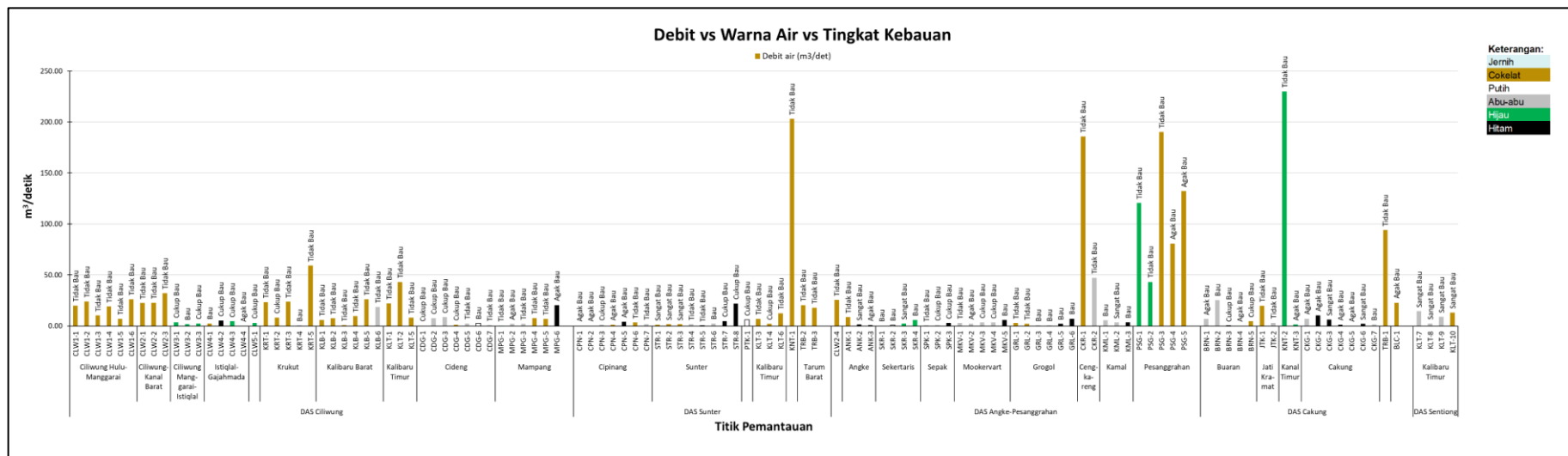
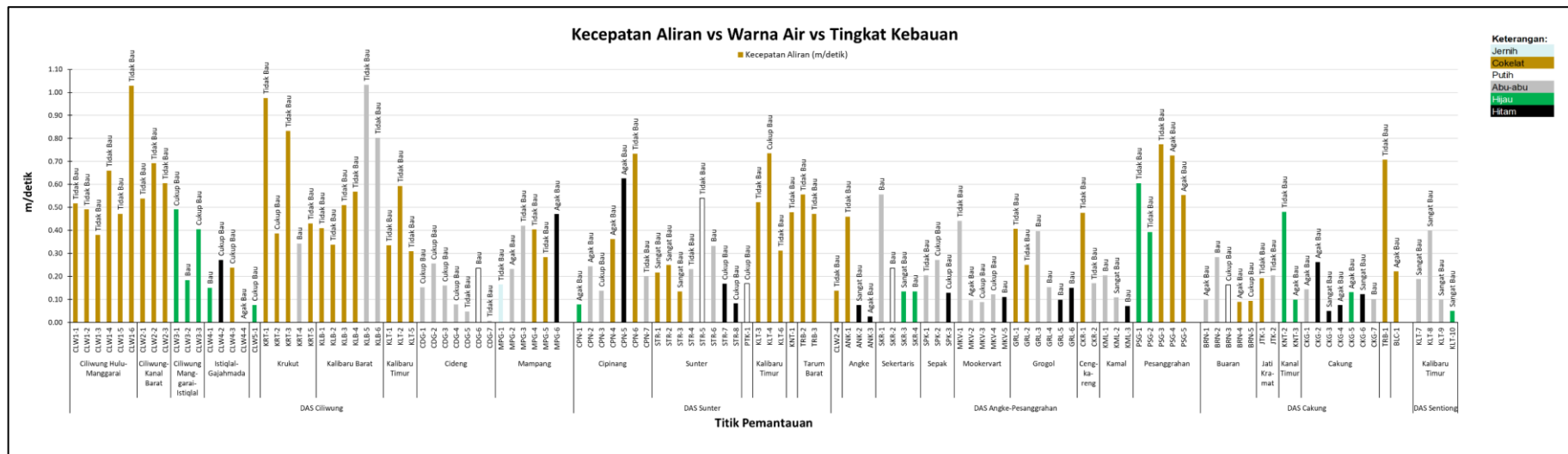
3.2.1.3. Keterkaitan Indeks Pencemaran (IP) dengan Parameter Hidrologi & Fisik Sungai

Berdasarkan pengukuran dan pengamatan lapang (*insitu*), selama periode tahun 2022 diduga adanya hubungan antara nilai indeks pencemaran (IP) dengan parameter hidrologi dan fisik sungai. Berdasarkan dugaan tersebut, kemudian diplotkan dalam grafik keterkaitan parameter kecepatan aliran dan debit dengan warna tampak air dan tingkat kebauan sungai pada seluruh titik pemantauan tahun 2022 yang tersaji dalam **Gambar 3.27a**. Berdasarkan hal tersebut, diperoleh kecenderungan secara umum bahwa pada sungai yang memiliki **kecepatan aliran dan debit air tinggi** cenderung memiliki **warna air coklat dan tidak bau**, sedangkan **kecepatan aliran rendah** memiliki **warna air hitam/hijau/abu-abu/putih dan berbau**. Analisis ini dilanjutkan pada tahun 2023 yang hasilnya dapat dilihat melalui **Gambar 3.27b**. Hasil analisis tahun 2023 semakin memperkuat hasil analisis yang telah dilakukan pada tahun sebelumnya.

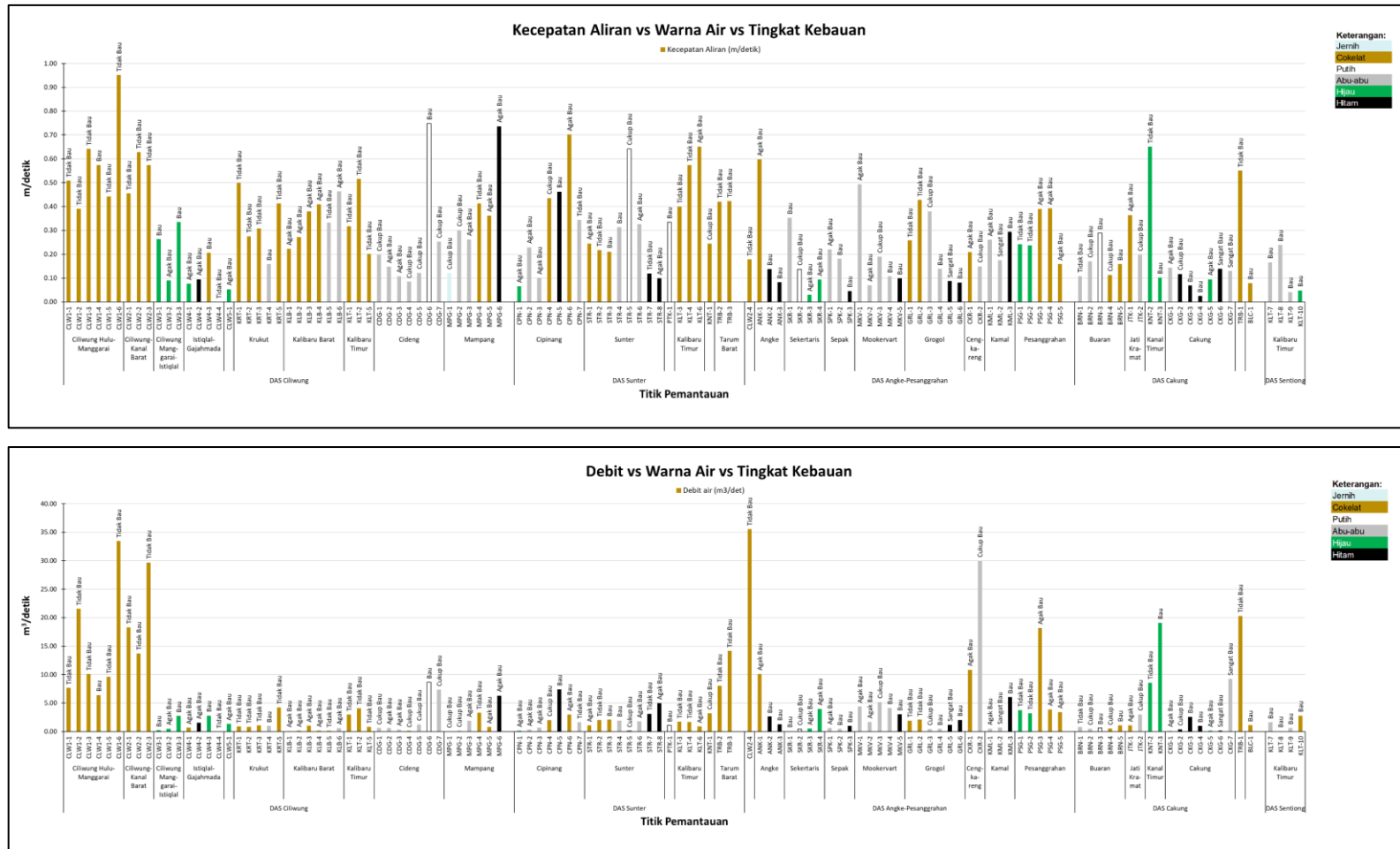
Selanjutnya dibuat grafik keterkaitan masing-masing antara nilai indeks pencemaran (IP) dengan parameter kecepatan aliran, debit air, warna tampak air, dan tingkat kebauan sungai pada seluruh titik pemantauan sungai tahun 2022 yang tersaji pada **Gambar 3.28a**. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa **nilai IP tinggi** memiliki keterkaitan dengan parameter fisik dan hidrologi yang diindikasikan beberapa faktor sebagai berikut:

1. Kecepatan aliran rendah
2. Debit air rendah
3. Warna tampak air hitam/hijau/abu-abu/putih
4. Berbau

Analisis keterkaitan ini juga dilanjutkan pada tahun 2023 yang hasilnya dapat dilihat melalui **Gambar 3.28b**. Hasil analisis pada tahun 2023 juga semakin memperkuat hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya.

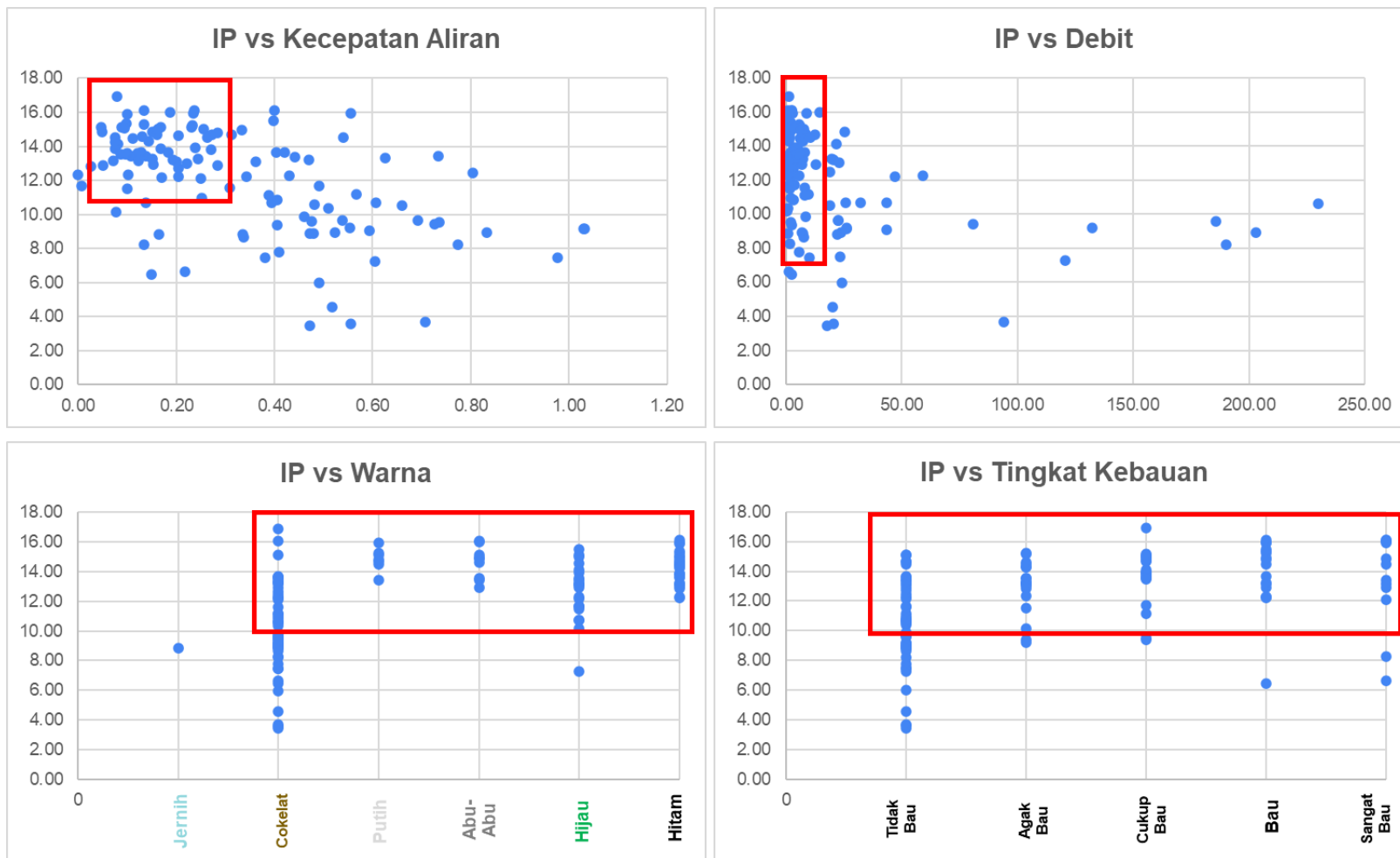


(a)

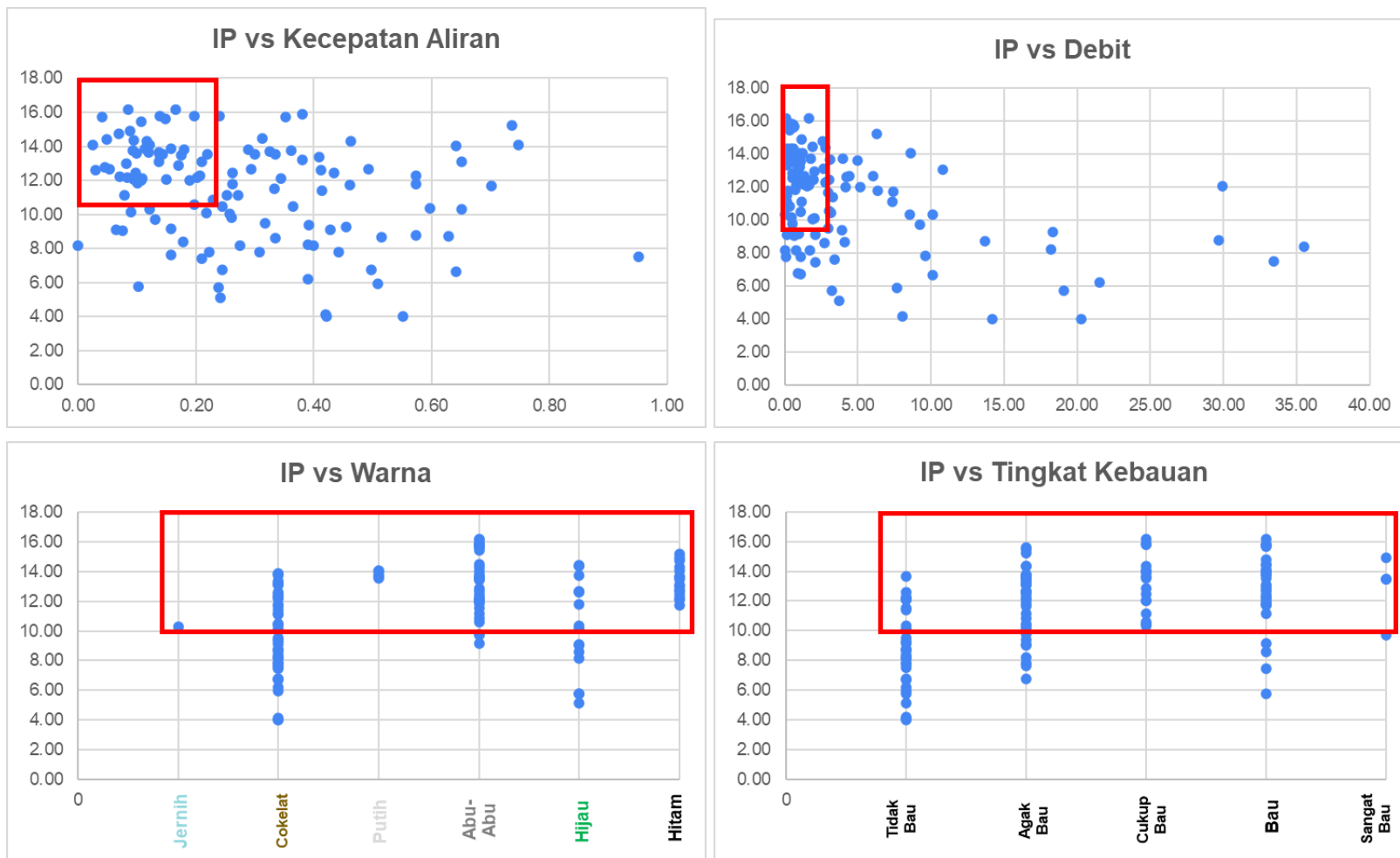


(b)

Gambar 3.27. Keterkaitan kecepatan aliran dan debit air dengan warna tampak air dan tingkat kebauan sungai di Provinsi DKI Jakarta (a) tahun 2022 dan (b) 2023.



(a)



(b)

Gambar 3.28. Keterkaitan nilai indeks pencemaran (IP) dengan parameter kecepatan aliran, debit air, warna tampak air, dan tingkat kebauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun (a) 2022 dan (b) 2023.

3.2.2. Pemenuhan Baku Mutu Kualitas Air Sungai

Subbab pemenuhan baku mutu air kualitas air sungai membahas mengenai berbagai komponen parameter kualitas air sungai meliputi komponen fisik, kimia, dan biologi yang disandingkan dengan nilai baku mutu masing-masing parameter merujuk pada baku mutu kelas 2 berdasarkan Lampiran VI (Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya) dari Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Parameter-parameter tersebut bersumber dari data hasil pemantauan tahun 2023 dan empat tahun sebelumnya yakni 2018, 2019, 2021, dan 2022. Pembahasan berbagai parameter dilakukan dengan membagi tiga kelompok besar berdasarkan pemenuhan baku mutu atau tingkat pencemaran masing-masing parameter yakni 1) Parameter Pencemar Utama, 2) Parameter Pencemar Lainnya, dan 3) Parameter yang Cenderung Memenuhi Baku Mutu.

Hasil pengelompokan parameter pencemar berdasarkan kriteria-kriteria yang dijelaskan pada Tabel 2.9 disampaikan melalui Tabel 3.6. Parameter klorin bebas dikecualikan dari kelompok parameter pencemar utama karena mengalami tren penurunan/perbaikan nilai yang sangat signifikan selama tahun 2023. 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. Beberapa parameter yang memiliki keterkaitan satu sama lain juga dibahas secara bersamaan atau komprehensif, termasuk dengan beberapa parameter hidrologi dan fisik air sungai.

Tabel 3.6. Hasil analisis pengelompokan parameter pencemar sungai berdasarkan data pemantauan tahun 2022-2023.

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>	15.623	960	100,00%	16,27	Parameter Pencemar Utama
2	<i>Total Coliform</i>	13.836	953	99,27%	14,52	
3	Amoniak	7.010	870	90,63%	8,06	
4	H ₂ S	4.382	623	64,90%	7,03	Parameter Pencemar Lainnya
5	BOD	4.147	924	96,25%	4,49	
6	Klorin Bebas	3.764	729	76,02%	5,16	
7	COD	2.969	797	83,02%	3,73	
8	Warna	2.596	798	83,13%	3,25	
9	Total P	1.843	433	45,10%	4,26	
10	DO	1.751	860	89,58%	2,04	
11	Nitrit	1.330	413	43,02%	3,22	
12	MBAS	953	343	40,83%	2,78	
13	TSS	726	269	28,02%	2,70	
14	Fenol	664	225	23,44%	2,95	
15	Sianida	613	318	33,13%	1,93	Parameter yang Cenderung Memenuhi Baku Mutu
16	Total N	276	158	32,92%	1,75	
17	Klorida	238	60	6,25%	3,97	
18	Pb	161	77	8,02%	2,09	
19	TDS	158	46	4,79%	3,43	
20	Zn	108	40	4,17%	2,69	
21	Cd	79	9	0,94%	8,74	
22	Minyak dan Lemak	71	35	3,65%	2,04	
23	Cu	37	14	1,46%	2,62	
24	Sulfat	10	3	0,31%	3,17	
25	pH	8	6	0,63%	1,31	

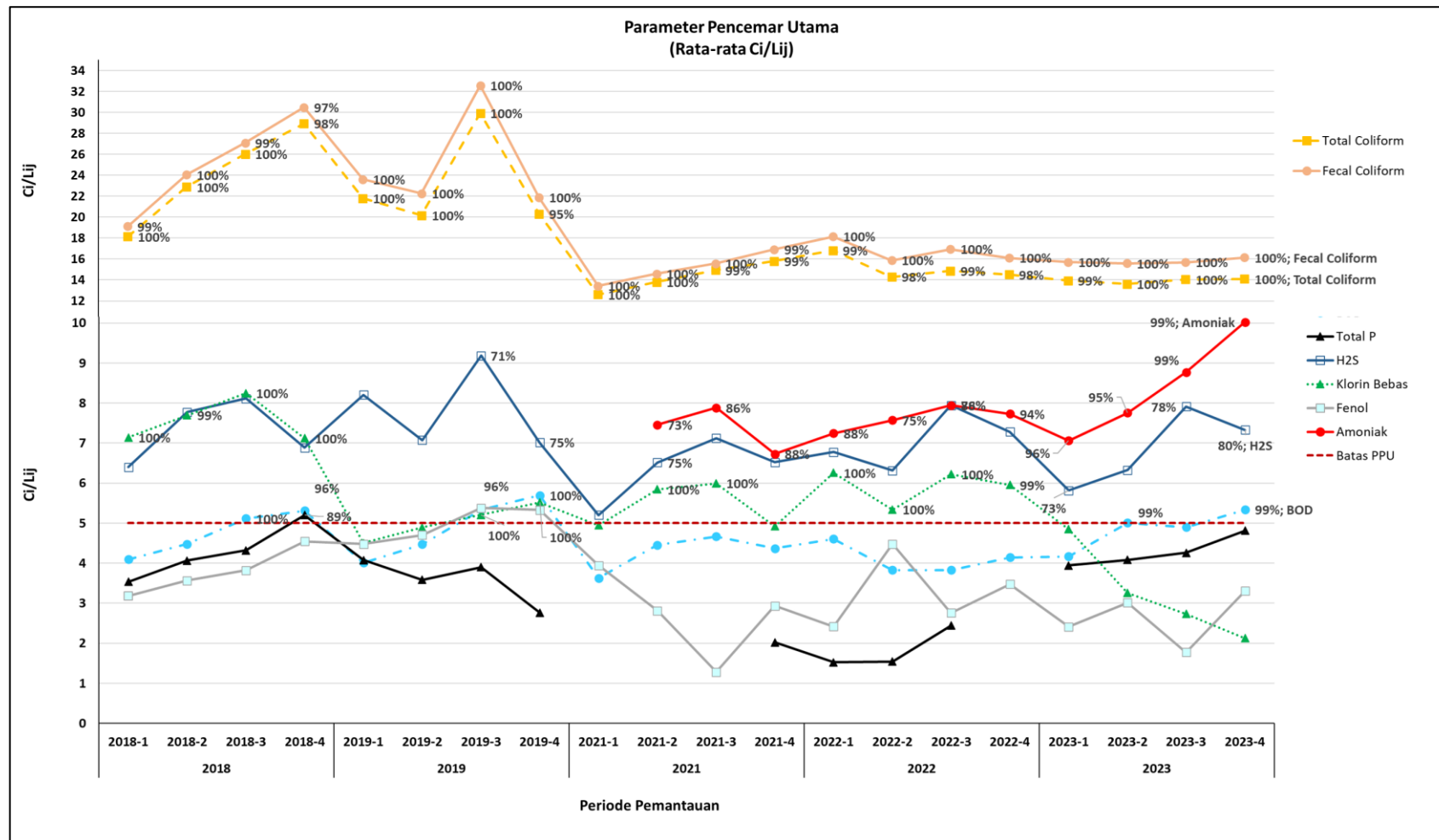
Peringkat	Parameter	Total Nilai Ci/Li>1	Kejadian Tidak Memenuhi Baku Mutu (Ci/Li>1)		Rata-rata Ci/Li>1	Kelompok Pemenuhan Baku Mutu Kualitas Air Sungai
			Frekuensi	%		
26	Hg	2	1	0,10%	1,88	
27	Ni	1	1	0,10%	1,40	
28	Nitrat	0	0	0,00%	-	
29	F	0	0	0,00%	-	
30	Cr ⁶⁺	0	0	0,00%	-	

3.2.2.1. Parameter Pencemar Utama

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. Pada subbab ini dibahas mengenai dinamika parameter pencemar utama sungai di Provinsi DKI Jakarta secara periodik selama lima tahun pemantauan (2018, 2019, 2021, 2022, dan 2023). Tabulasi hasil analisis penentuan parameter pencemar utama secara periodik selama pemantauan tahun 2018-2023 disampaikan secara rinci pada Lampiran 10 dan diilustrasikan melalui Gambar 3.29.

Gambar 3.29 dan Lampiran 10 menunjukkan bahwa parameter *fecal coliform* dan *total coliform* memiliki frekuensi kejadian melebihi baku mutu mendekati 100% sepanjang periode pemantauan 2018-2023 dengan nilai rata-rata Ci/Li>1 sebesar >10. Sementara itu, terdapat 6 (enam) parameter lainnya yang pernah terklasifikasi sebagai parameter pencemar utama pada periode 2018-2023 yaitu amoniak, H₂S, BOD, klorin bebas, total P, dan fenol dengan nilai rata-rata Ci/Li>1 sebesar 5-10. Dari keenam parameter tersebut, dua diantaranya merupakan parameter yang relatif konsisten muncul sebagai parameter pencemar utama selama periode 2018 hingga 2023, yaitu klorin bebas dan H₂S. Namun, parameter klorin bebas tidak lagi menjadi parameter pencemar utama pada tahun 2023 karena mengalami penurunan/perbaikan nilai yang sangat signifikan selama pemantauan tahun tersebut.

Parameter BOD hanya muncul sebagai parameter pencemar utama pada beberapa periode saja yakni periode 3 dan 4 tahun 2018 dan 2019, serta periode 2 dan 4 tahun 2023. Parameter amoniak langsung masuk sebagai parameter pencemar utama urutan ketiga semenjak dipantau pada periode 2 tahun 2021 dan kondisi tersebut bertahan hingga saat ini. Parameter amoniak terus mengalami tren peningkatan dan yang paling signifikan terjadi pada tahun 2023, sehingga perlu menjadi perhatian utama bersamaan dengan parameter *fecal coliform* dan *total coliform*. Sementara parameter total P dan fenol pada tahun 2018 dan 2019 pernah berada pada kelompok parameter pencemar utama, namun setelah tahun 2019 nilai kedua parameter ini mengalami penurunan yang cukup drastis baik dari nilai rata-rata Ci/Li>1 maupun persentase kejadian tidak memenuhi baku mutunya. Namun demikian, saat ini parameter total P mengalami peningkatan kembali, sehingga nilainya mendekati kondisi yang sama dengan periode 2018-2019. Sementara untuk parameter fenol, saat ini nilainya masih tetap seperti pada periode 2021-2022.



Gambar 3.29. Pemeringkatan parameter pencemar utama sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023 (beserta besaran nilai rata-rata Ci/Li > 1 dan persentase kejadian tidak memenuhi baku mutu).

3.2.2.1.1. *Fecal Coliform* dan *Total Coliform*

Fecal coliform dan *total coliform* merupakan 2 parameter teratas yang konsisten berada pada peringkat 1 dan 2 mulai dari tahun 2018 hingga 2023 (**Gambar 3.29**). Hingga 2023, *fecal coliform* ditemukan tidak memenuhi baku mutu sebanyak 2.235 data (99,69%) dari total 2.242 dataset, sementara *Total coliform* tidak memenuhi baku mutu pada 2.226 data (99,29%) (**Lampiran 10**). 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 (**Gambar 3.29**), yang artinya memberikan gambaran mengenai besarnya perbedaan antara nilai/konsentrasi parameter dari nilai baku mutunya pada seluruh titik pemantauan.

Secara umum, konsentrasi *fecal coliform* dan *total coliform* telah mengalami penurunan yang cukup signifikan sejak tahun 2021 dan bertahan hingga 2023 (**Gambar 3.29**). Berdasarkan **Gambar 3.31** dan **Gambar 3.34**, dapat diketahui bahwa kelimpahan *fecal coliform* dan *total coliform* pada periode 2018-2019 sebesar > 1 juta kali lipat dari baku mutu yang dipersyaratkan yakni 1.000 MPN/100 ml untuk *fecal coliform* dan 5.000 MPN/100 ml untuk *total coliform*. Sementara pada periode 2021-2023 terus mengalami penurunan konsentrasi mencapai kisaran 11-75 ribu kali lipat dari baku mutu yang dipersyaratkan (**Lampiran 8**). Nilai ini perlu dicermati lebih seksama untuk memastikan keberadaan bakteri *coliform* dalam sungai, dimana menurut beberapa referensi (**Tabel 3.7**) menunjukkan bahwa nilai konsentrasi bakteri *coliform* jauh di bawah rata-rata konsentrasi bakteri *coliform* yang ditemukan di sungai DKI Jakarta.

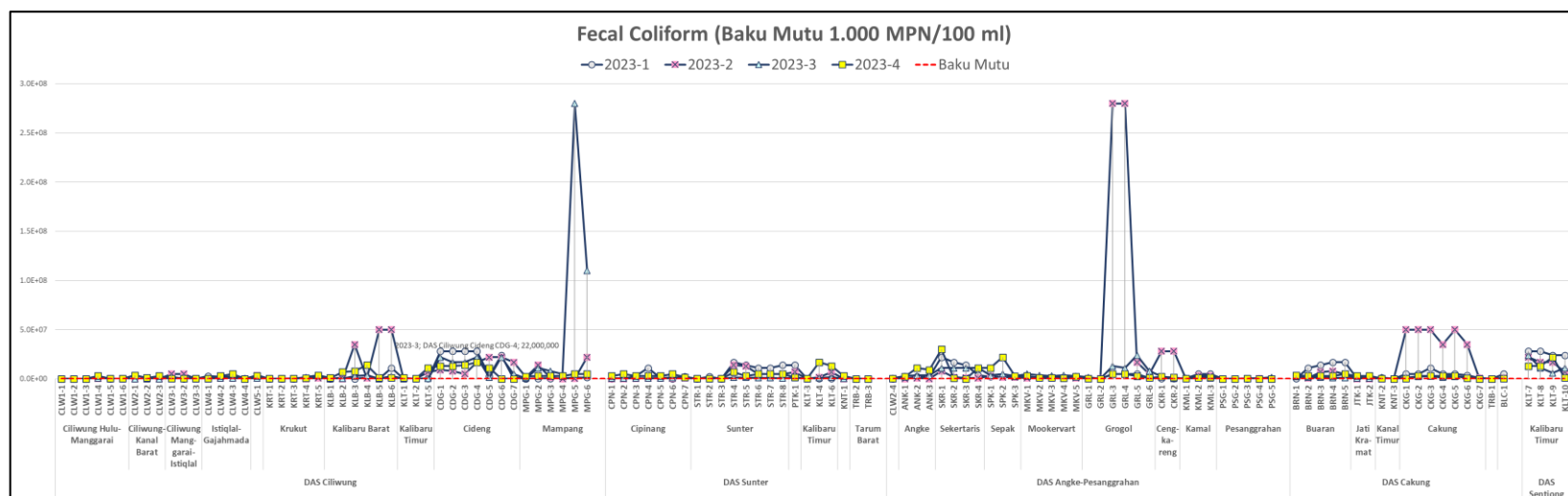
Tabel 3.7. Konsentrasi bakteri *coliform* pada beberapa sungai dan *outlet septic tank*.

Lokasi	<i>Fecal Coliform</i> (MPN/100 ml)	<i>Total Coliform</i> (MPN/100 ml)
Sungai Kuin Kota Banjarmasin (Arisanty et al. 2017)	780	-
Perairan Muara Sungai Sayung (Safitri et al. 2018)	-	4.000 – 550.000
Sungai Plumbon, Semarang (Pratiwi et al. 2019)	-	5.566 – 1.203.333
Sungai Provinsi Lampung (Adrianto 2018)	-	25.394 – 24.413
Sungai Unus Lombok (Anisafitri et al. 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

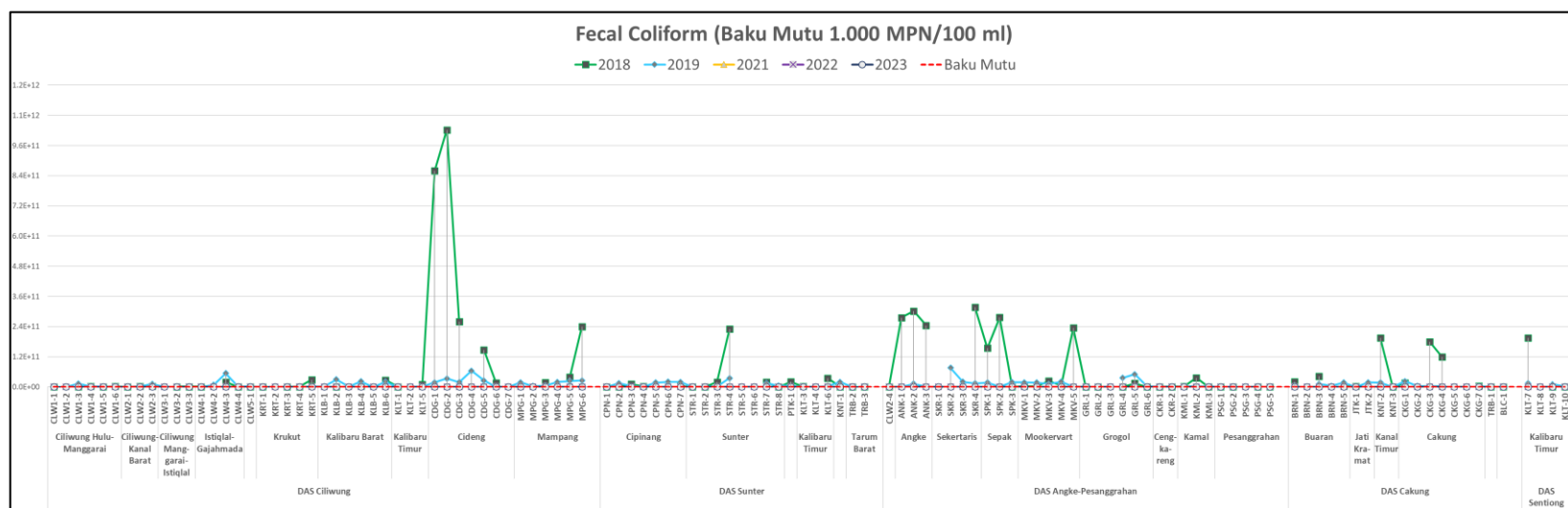
Menurut Kuswandi (2001) dalam Rompas *et al.* (2018), bakteri *fecal* (*E. coli*) masuk ke perairan sungai melalui saluran-saluran air dan limpasan air hujan, sehingga kelimpahan bakteri akan semakin tinggi pada saat hujan. Keadaan yang demikian disebabkan oleh konsentrasi materi organik (N dan P), perubahan salinitas dan suhu, maupun intensitas cahaya yang meningkat. Secara keseluruhan, kelimpahan bakteri *fecal coliform* di seluruh titik pantau selama tahun 2023 (**Gambar 3.30**) tidak memenuhi baku mutu yang ditetapkan sebesar 1.000 MPN/100 ml dengan kelimpahan tertinggi mencapai 280.000.000 MPN/100 ml yang terjadi di Sungai Mampang (MPG-5) dan Sungai Grogol (GRL-3 dan GRL-4).

Namun demikian, berdasarkan data kelimpahan bakteri *fecal coliform* selama tahun 2018-2023, terjadi penurunan kelimpahan yang cukup signifikan pada tahun 2023. Pada tahun 2018, kelimpahan bakteri *fecal coliform* mencapai 1,8 Triliun MPN/100 ml atau 1,8 miliar kali dari baku mutu (**Gambar 3.31**). 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 3.32**). Pada beberapa periode pernah terpantau lokasi yang tidak melebihi baku mutu, namun persentasenya sangat kecil antara 1-3% dari jumlah lokasi pantau pada masing-masing periode (**Gambar 3.32**).

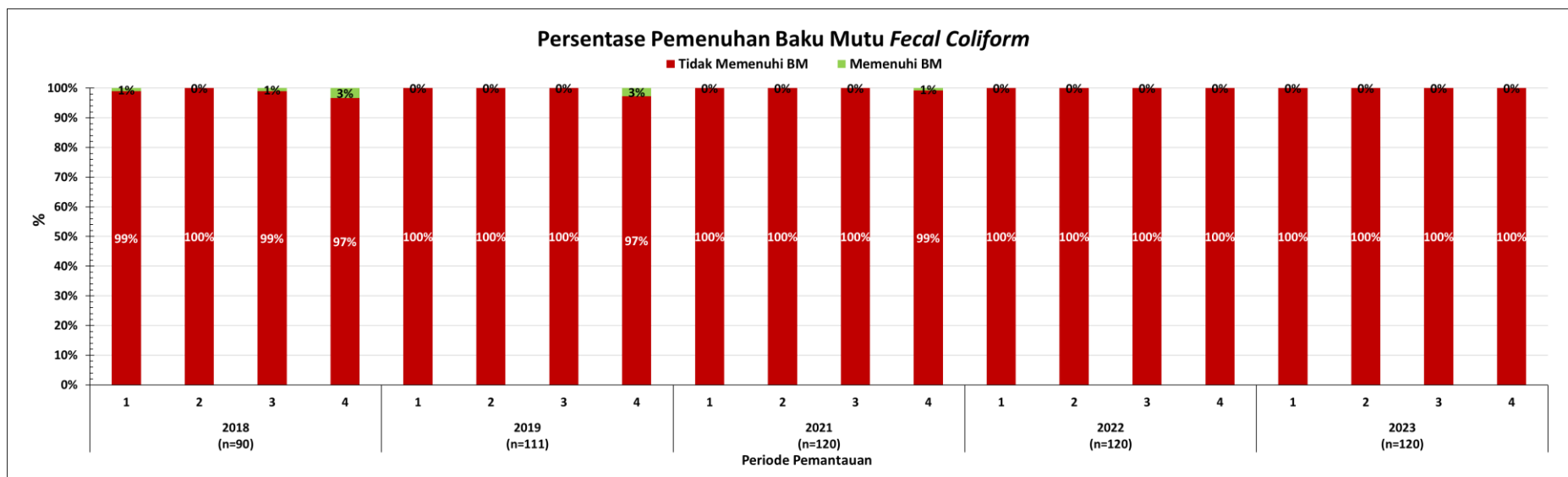
Kontaminasi bakteri *total coliform* pada air dapat berasal dari berbagai sumber yaitu bahan baku yang digunakan dari air yang sudah tercemar, pendistribusian yang kurang baik, serta tempat air yang tidak higienis. Secara umum, kelimpahan bakteri *total coliform* memiliki kecenderungan yang serupa dengan bakteri *fecal coliform*, namun umumnya akan lebih tinggi dari *fecal coliform*. Sebagai contoh, pada tahun 2023, kelimpahan tertinggi *fecal coliform* yang berada di Sungai Grogol (GRL-3 dan GRL-4) sebesar 280 juta MPN/100 ml, sementara kelimpahan *total coliform* mencapai 300-350 juta MPN/100 ml (**Gambar 3.30** dan **Gambar 3.33**). Perbedaan tersebut 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 2018-2023, kelimpahan bakteri *total coliform* terbesar terjadi di Sungai Sepak SPK-2 (Jl. Aries Permai, Kec. Kembangan Jakbar) pada periode 2018 mencapai 5 triliun MPN/100 ml atau 1 miliar kali dari baku mutu sebesar 5.000 MPN/100ml (**Gambar 3.34**). Persentase pemenuhan baku mutu tertinggi dari parameter *Total Coliform* terjadi pada periode 4 tahun 2019 sebesar 6%, sedangkan pada periode lainnya sebesar 98-100% tidak memenuhi baku mutu (**Gambar 3.35**).



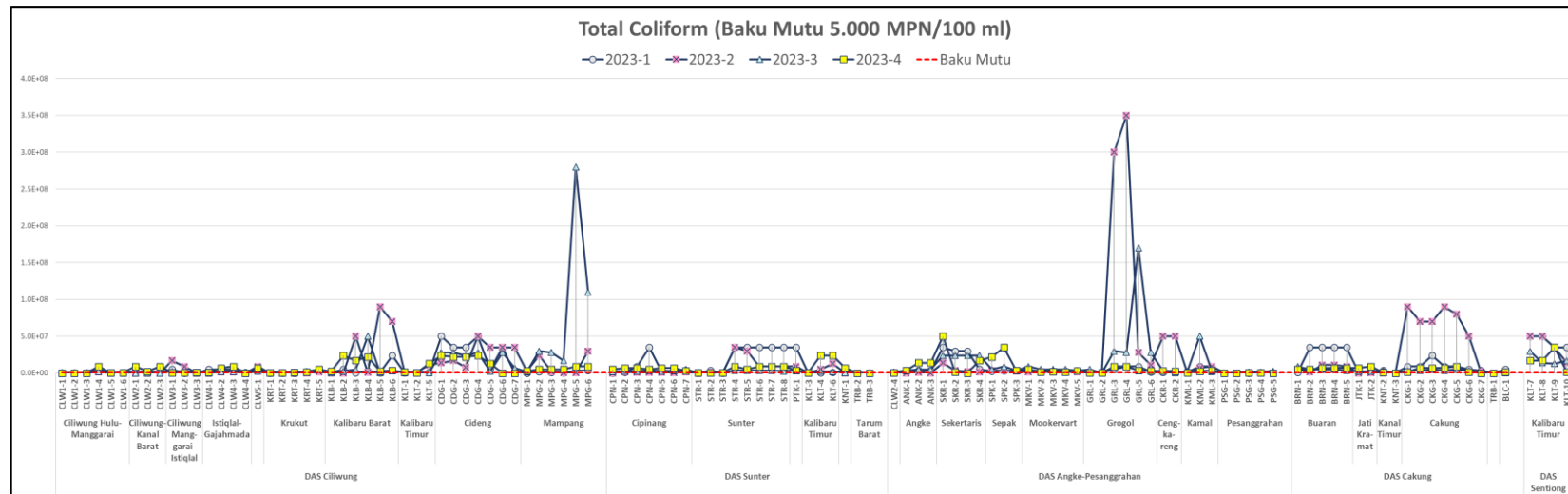
Gambar 3.30. Kelimpahan *fecal coliform* pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



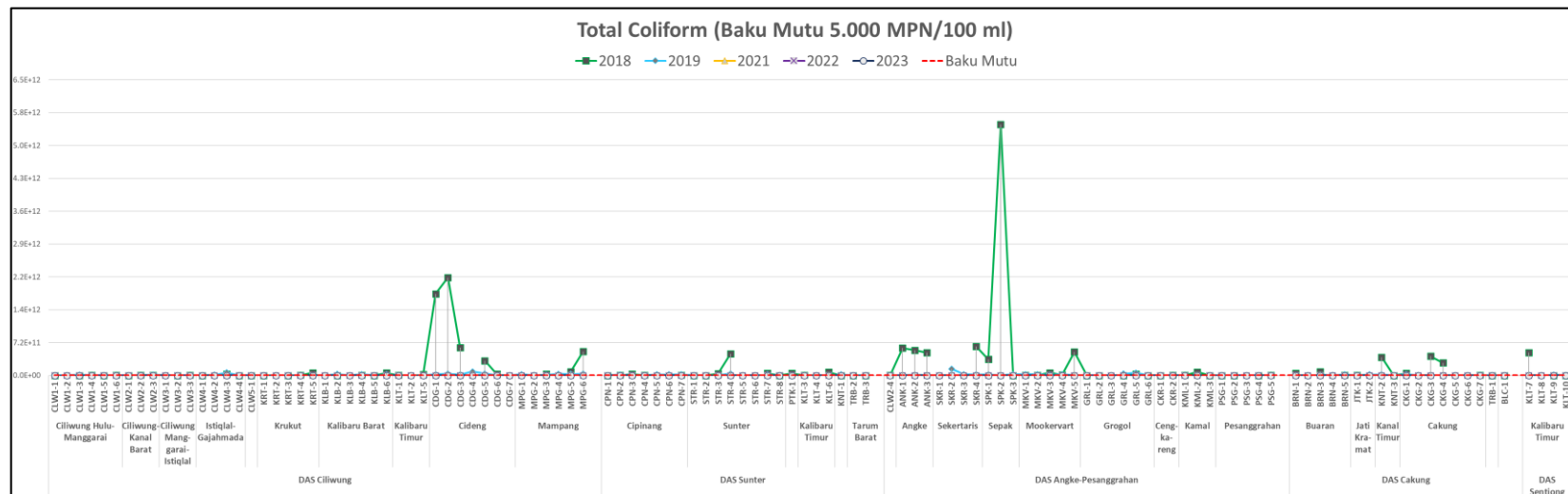
Gambar 3.31. Kelimpahan *fecal coliform* pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



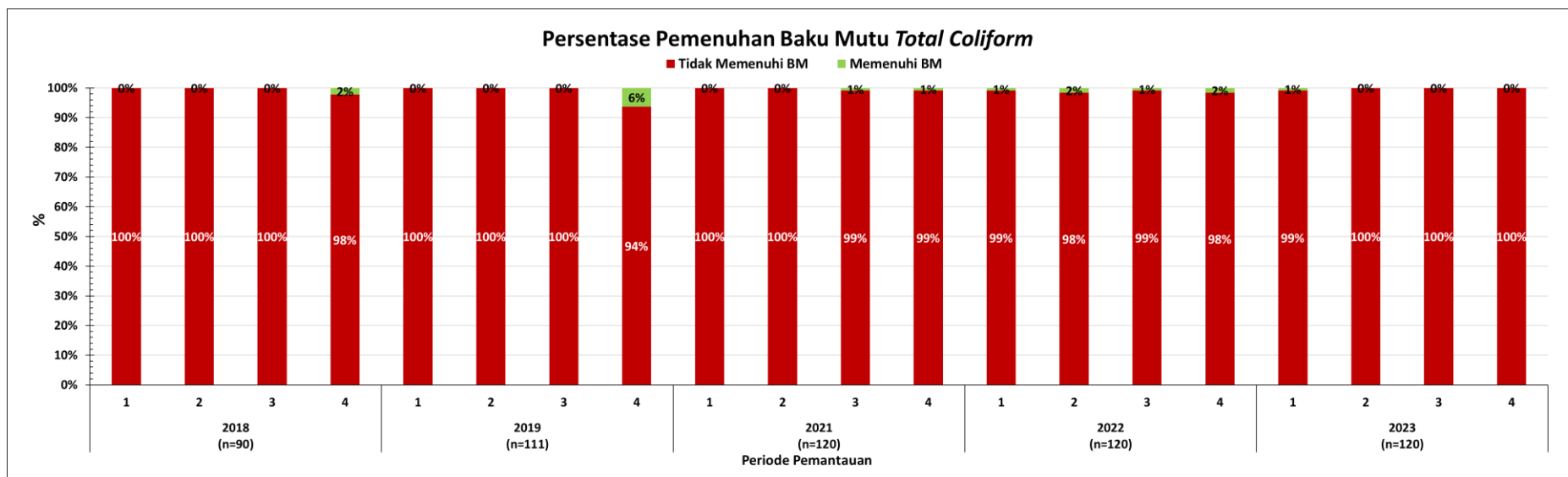
Gambar 3.32. Persentase pemenuhan baku mutu *fecal coliform* selama tahun 2018-2023.



Gambar 3.33. Kelimpahan *total coliform* pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



Gambar 3.34. Kelimpahan *total coliform* pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



Gambar 3.35. Persentase pemenuhan baku mutu *total coliform* selama tahun 2018-2023.

3.2.2.1.2. Amoniak (NH₃)

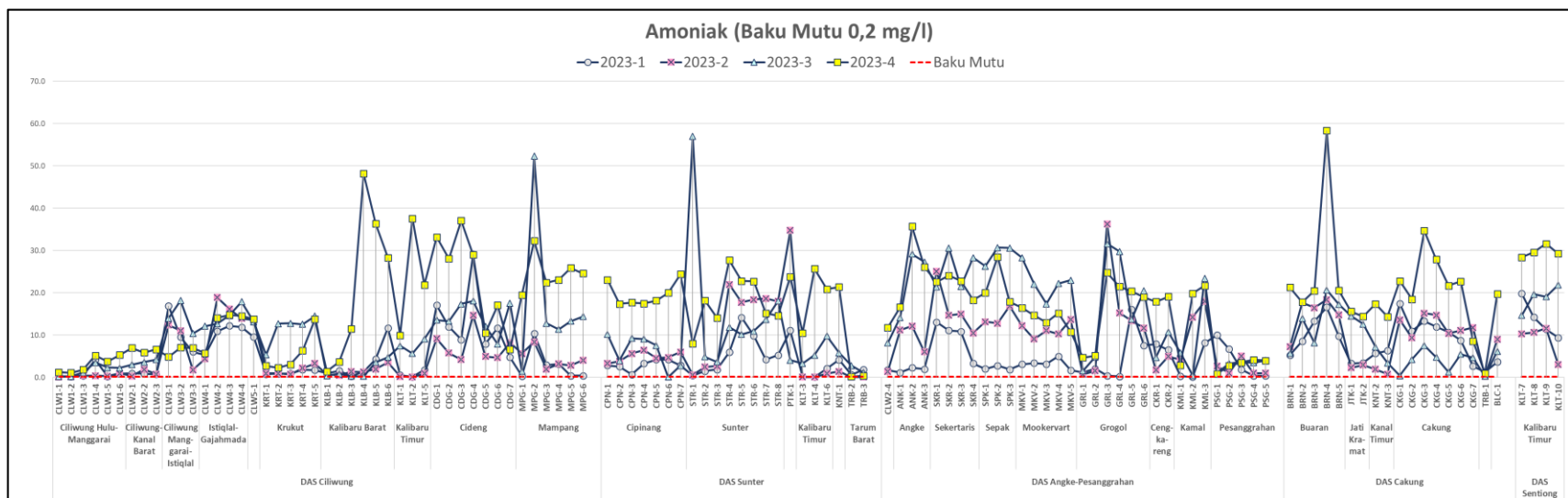
Salah satu parameter yang dapat mengindikasikan adanya pencemaran air adalah amoniak (NH₃). Amoniak merupakan unsur hara turunan dari parameter nitrogen yang termasuk dalam parameter pencemar utama, sementara unsur hara lainnya dibahas pada bagian parameter pencemar lainnya dan parameter yang cenderung memenuhi baku mutu.

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). Pemantauan parameter amoniak dimulai sejak periode 2 tahun 2021 setelah terbitnya PP 22/2021. Semenjak dipantau, parameter amoniak langsung berada pada peringkat 3 atau 4 parameter pencemar utama (**Gambar 3.29**). Dari sisi sebaran spasial wilayah maupun temporal waktu pemantauan, amoniak melebihi baku mutu pada kisaran >70% wilayah pemantauan hingga periode 4 tahun 2023. Pada tahun 2023, jumlah titik yang tidak memenuhi baku mutu meningkat secara signifikan menjadi 96-99% atau 115-119 titik pemantauan (**Gambar 3.38**).

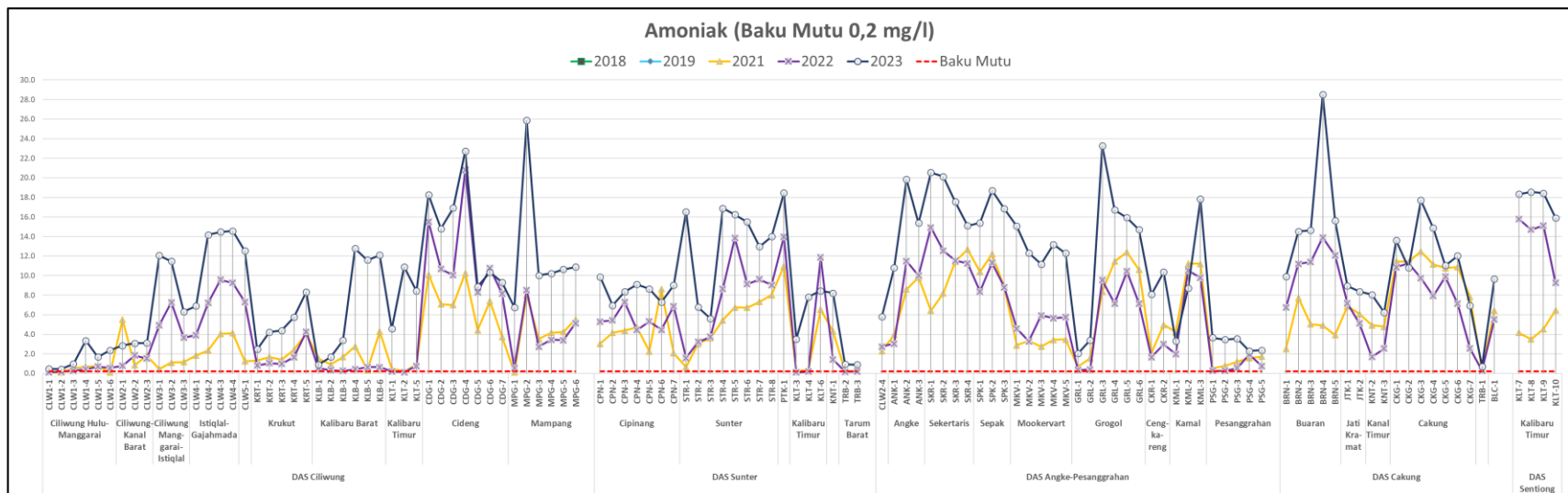
Berdasarkan hasil pemantauan pada tahun 2023 (**Gambar 3.36**), parameter amoniak yang terdeteksi memiliki konsentrasi rendah hanya terjadi DAS Ciliwung yakni Sungai Ciliwung bagian hulu (CLW1-1, CLW1-2, dan CLW1-3) dan Sungai Kalibaru Barat bagian hulu (KLB-1 dan KLB-2). Pada DAS Sunter, konsentrasi amoniak yang rendah terpantau pada dua lokasi di Sungai Tarum Barat (TRB-2 dan TRB-3). Pada DAS Angke-Pesanggrahan, konsentrasi amoniak yang rendah terpantau pada dua lokasi di Sungai Grogol (GRL-1 dan GRL 2) dan Sungai Pesanggrahan yang setiap periode cenderung rendah. Sementara pada DAS Cakung dan DAS Kalibaru Timur, terpantau hanya pada Sungai Tarum Barat (TRB-1) yang memiliki konsentrasi amoniak yang rendah. Konsentrasi tertinggi ammonia terukur di Sungai Buaran (BRN-4) yang termasuk DAS Cakung sebesar 58,80 mg/l dan Sungai Sunter (STR-1) yang termasuk DAS Sunter sebesar 57,00 mg/l (**Gambar 3.36**).

Berdasarkan data antar tahun, pola sebaran konsentrasi amoniak tahun 2023 mengalami kenaikan dari pemantauan tahun-tahun sebelumnya, namun memiliki kecenderungan yang hampir sama pada setiap lokasi (**Gambar 3.37**). Persentase lokasi yang tidak memenuhi baku mutu terus meningkat sejak tahun 2022 periode 4, bahkan mencapai jumlah tertinggi pada tahun 2023 mencapai 99% (**Gambar 3.38**). Nilai Ci/Li>1 parameter amoniak pada tahun 2023 juga mengalami peningkatan hingga mencapai kondisi tertingginya selama tiga tahun terakhir (**Gambar 3.29**).

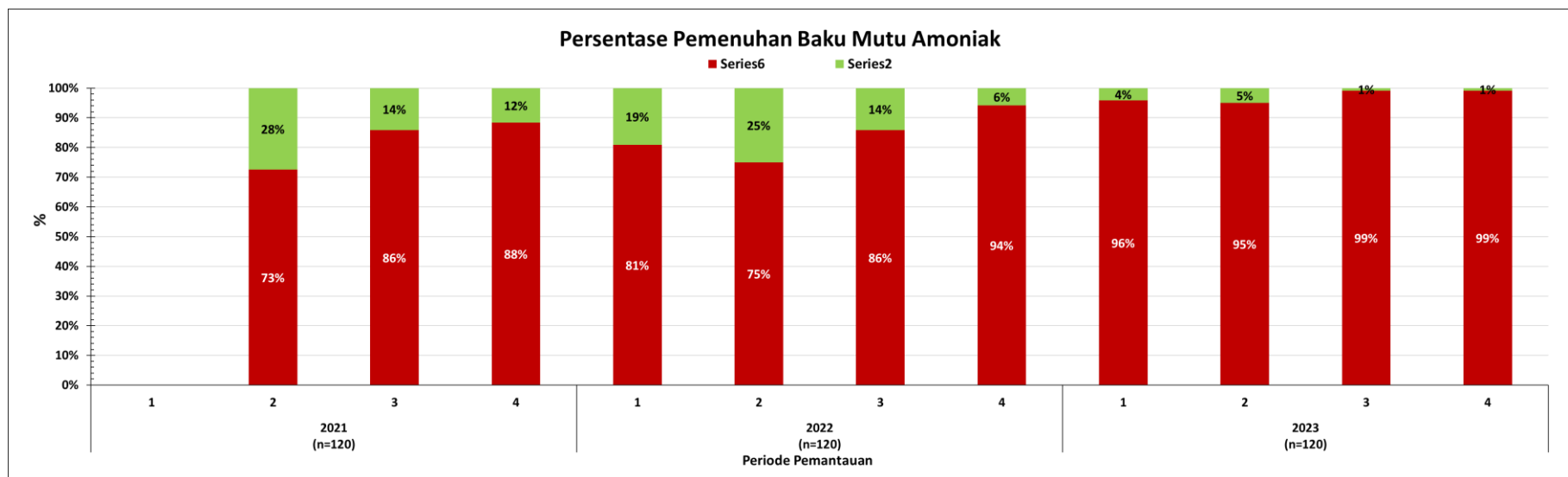
Keberadaan amoniak memiliki kaitan erat dengan timbulnya bau di perairan. Konsentrasi amoniak yang tinggi dapat menjadi penyebab bau di perairan. Hal ini juga terkonfirmasi dengan data kebauan tahun 2023 di lokasi Ciliwung segmen hulu yang cenderung tidak berbau, selaras dengan konsentrasi amoniak yang cenderung paling rendah di antara sungai lainnya (**Gambar 3.27** dan **Gambar 3.36**). Data kebauan sungai yang terpantau pada periode 1 hingga 4 tahun 2023 menunjukkan konsistensi antara kondisi fisik kebauan dengan parameter amoniak dengan persentase kondisi agak bau hingga sangat bau mencapai 86% (103 titik) (**Gambar 3.23** dan **Gambar 3.36**). Salah satu contoh pada Sungai Sekertaris yang terpantau memiliki tingkat kebauan terkategori cukup bau hingga sangat bau selama tahun 2023 dan kondisi tersebut selaras dengan konsentrasi amoniak yang tergolong tidak memenuhi baku mutu dengan rentang nilai sebesar 15,10-20,55 mg/L (**Gambar 3.23** dan **Gambar 3.37**).



Gambar 3.36. Konsentrasi amoniak (NH_3) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



Gambar 3.37. Konsentrasi amoniak (NH_3) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2023.



Gambar 3.38. Persentase pemenuhan baku mutu amoniak (NH_3) selama tahun 2021-2023.

3.2.2.2. Parameter Pencemar Lainnya

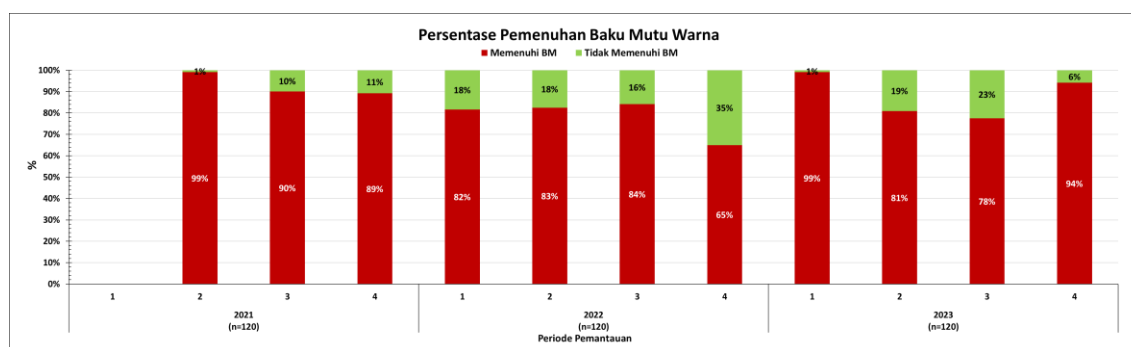
3.2.2.2.1. Warna Air

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).

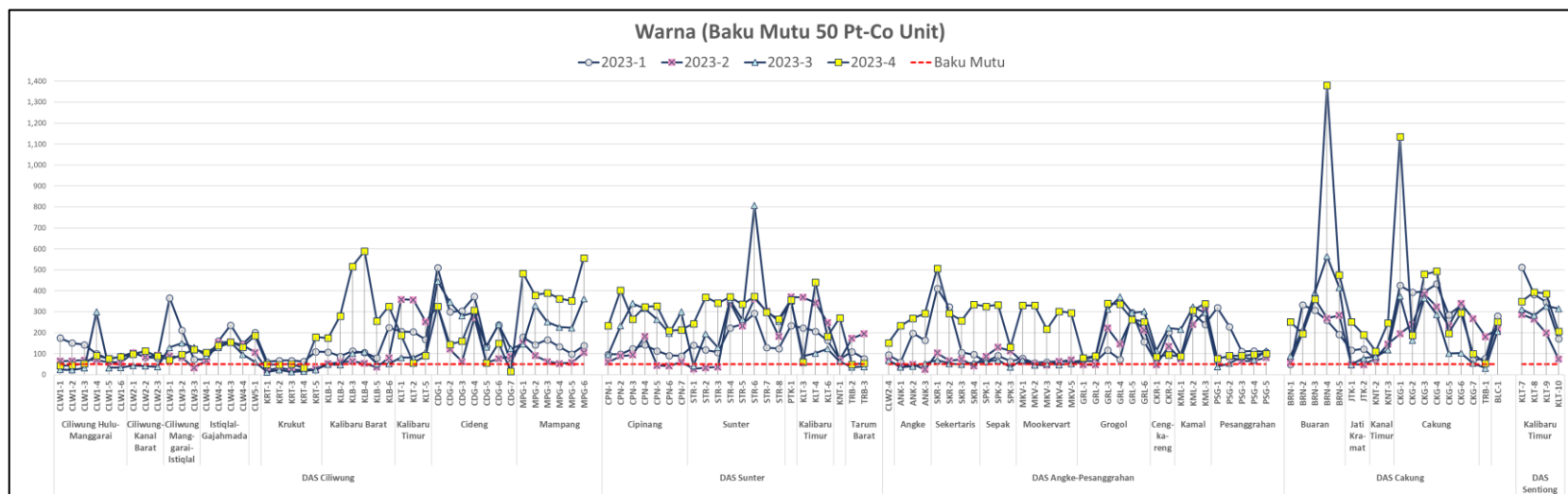
Nilai warna pertama kali diukur pada periode 2 tahun 2021 karena parameter warna baru memiliki baku mutu sejak diterbitkannya PP 22/2021. Secara keseluruhan nilai Ci/Li > 1 warna sejak 2021 hingga 2023 sebesar 3,32 dengan cakupan kejadian mencapai 85,76% (**Lampiran 10**), namun ketika tahun 2023 mengalami 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 (**Gambar 3.39**).

Berdasarkan hasil analisis laboratorium selama pemantauan tahun 2023, nilai warna perairan dominan tidak memenuhi baku mutu sebesar 50 Pt-Co dengan nilai terbesar pada DAS Cakung di Sungai Buaran (BRN-4) dan Sungai Cakung (CKG-1) sebesar lebih dari 1.100 Pt-Co (**Gambar 3.40**). Data pemantauan secara *time series* juga menunjukkan keberadaan nilai warna tertinggi cenderung ditemukan pada lokasi yang selalu sama yaitu Sungai Buaran dan Sungai Cakung (**Gambar 3.41**).

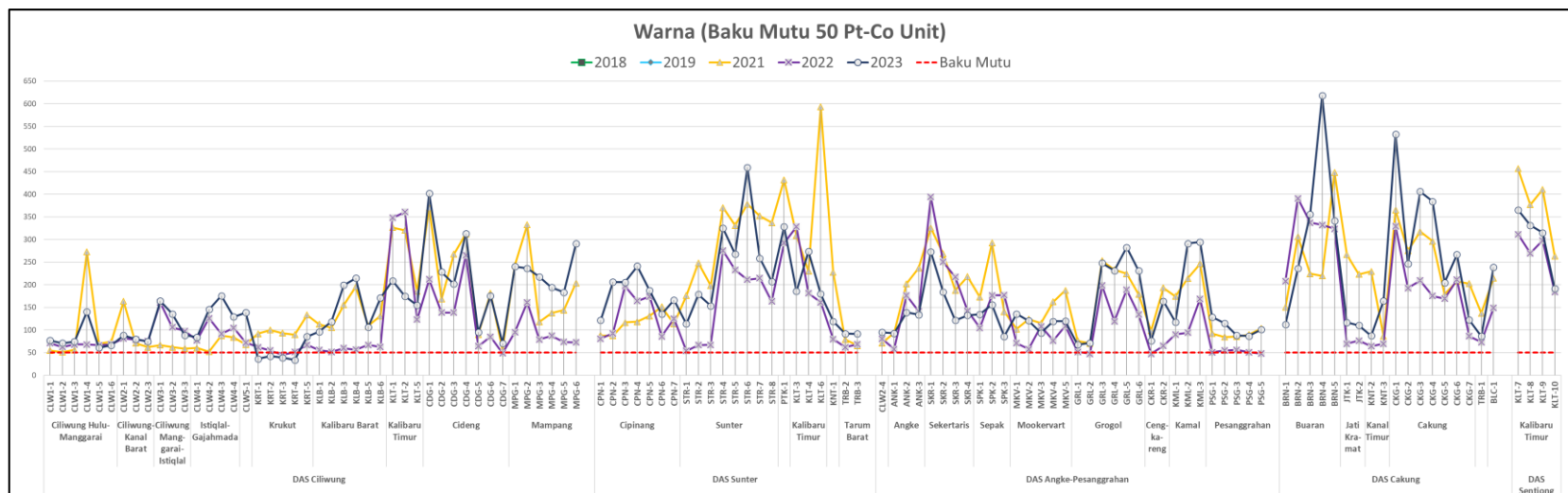
Kondisi fisik di setiap sungai pada keempat periode tahun 2023 menunjukkan bahwa secara visual warna tampak perairan di DKI Jakarta bervariasi dari jernih, cokelat, putih, abu-abu, hijau, dan hitam. Selama pemantauan tahun 2023, warna timbul yang teramati didominasi warna cokelat pada periode 1 hingga 2 yang nilainya mencapai 46% dan warna abu-abu pada periode 3 hingga 4 yang nilainya mencapai 37% (**Gambar 3.21**). Kaitan antara nilai warna dengan warna tampak air sungai selama pemantauan empat periode tahun 2023 menunjukkan bahwa warna yang mendominasi (cokelat dan abu-abu) memiliki nilai warna (Pt-Co) yang lebih tinggi (**Gambar 3.21** dan **Gambar 3.40**). Salah satu contoh kaitan tersebut dapat terlihat pada Sungai Buaran yang memiliki nilai warna relatif tinggi dengan dominasi warna tampak adalah cokelat dan abu-abu (**Gambar 3.27**, **Gambar 3.21** dan **Gambar 3.40**).



Gambar 3.39. Persentase pemenuhan baku mutu warna selama tahun 2021-2023.



Gambar 3.40. Nilai warna perairan pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



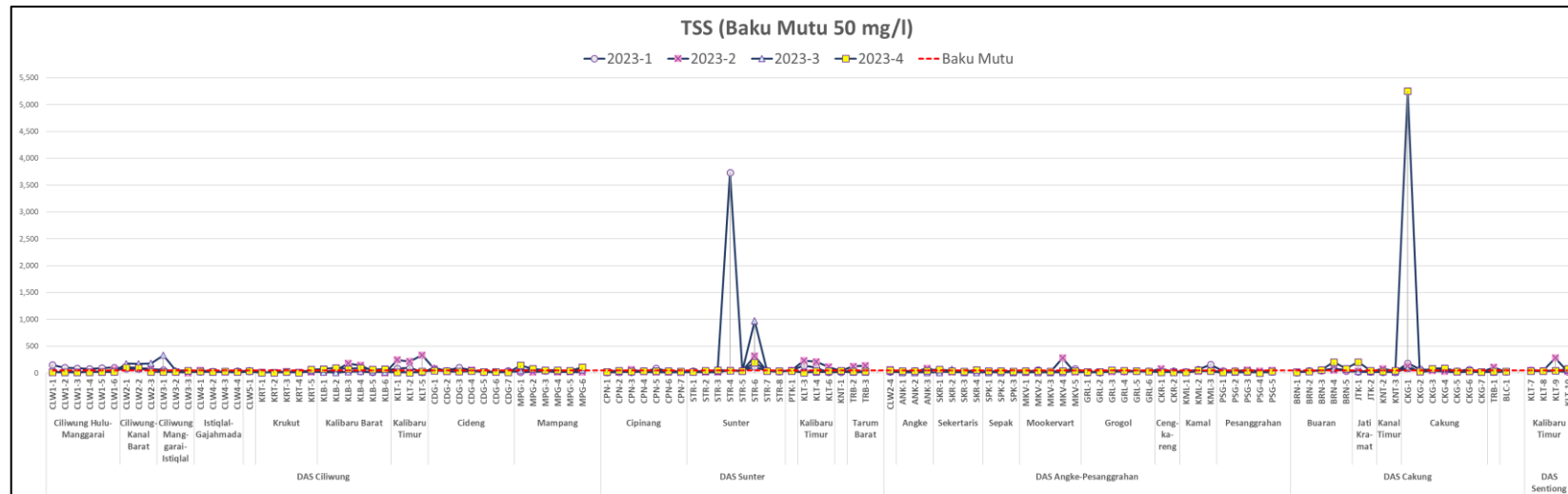
Gambar 3.41. Nilai warna perairan pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2023.

3.2.2.2.2. Total Suspended Solid/TSS

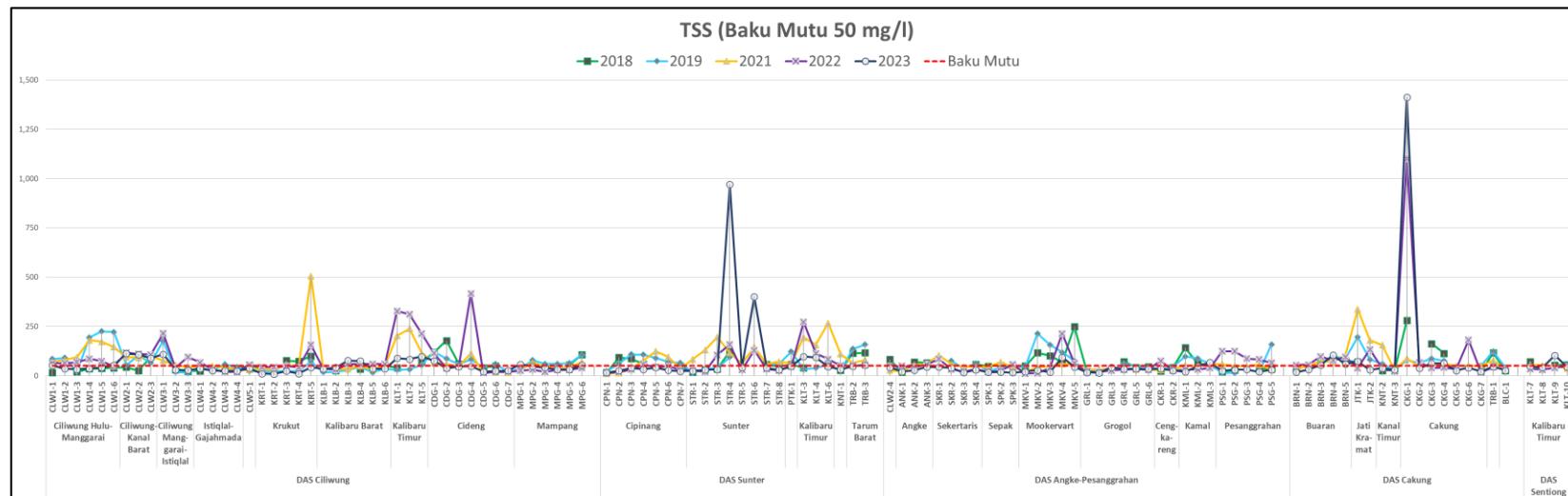
Padatan yang terkandung dalam perairan secara umum dapat dibedakan menjadi dua jenis yakni padatan terlarut total (*Total Dissolved Solid / TDS*) dan padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid / TSS*). Padatan terlarut umumnya berkaitan dengan kandungan garam dalam perairan, semakin tinggi kandungan 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 cokelat, kekeruhan tinggi, dan tingkat kecerahan rendah.

Konsentrasi TSS di titik pemantauan pada tahun 2023 cenderung dinamis, namun pada umumnya memiliki konsentrasi terbesar pada pemantauan periode 4 yang mewakili musim peralihan 2. Konsentrasi tertinggi yang pernah tercatat selama periode 4 tahun 2023 sebesar 5.250 mg/l di Sungai Cakung, CKG-1 (Jembatan Jl. Raya Pulogadung, Kel. Ujung Menteng, Kec. Cakung, Jakarta Timur). Nilai tersebut tergolong sangat tinggi atau mencapai 105 kali lebih besar dari baku mutu maksimal TSS sebesar 50 mg/l (**Gambar 3.42**). Konsentrasi TSS paling tinggi pada tahun 2023 juga merupakan konsentrasi tertinggi selama periode pemantauan tahun 2018-2023. Sebagai perbandingan, konsentrasi yang paling tinggi pada periode 2018-2022 tercatat sebesar 1.100 mg/l yang terjadi di Sungai Cakung CKG-1 pada tahun 2022 (**Gambar 3.43**). Meskipun demikian, pada periode 3 tahun 2023 terjadi penurunan terendah jumlah lokasi yang tidak memenuhi baku mutu TSS dibandingkan tahun 2018-2022 yaitu 14% dari 120 titik pemantauan (**Gambar 3.44**).

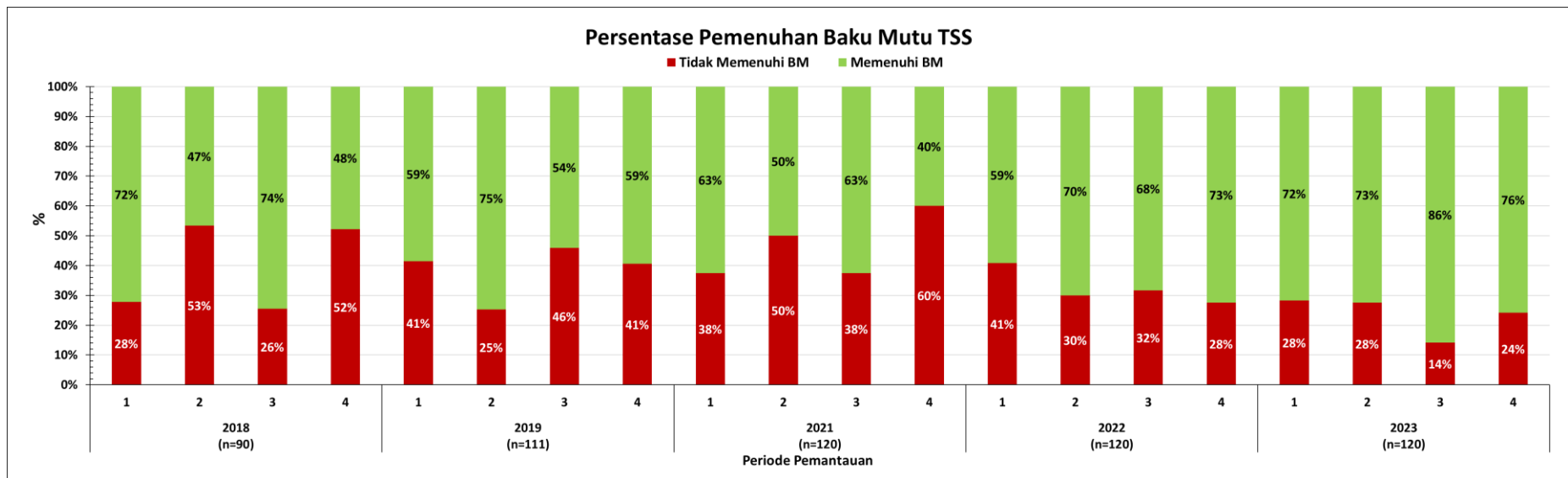
Nilai parameter TSS perairan di setiap lokasi dapat dikaitkan dengan hasil pengukuran kekeruhan sebagai gambaran *in situ* pemantauan. Nilai kekeruhan perairan pada setiap lokasi relatif berfluktuasi, dengan kondisi kekeruhan tertinggi terjadi pada Sungai Sunter (STR-4) yang berada di DAS Sunter ketika periode 1 tahun 2023 (**Gambar 3.18**). 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 anomali nilai kekeruhan di Sungai Sunter (STR-4), pada periode 1 tahun 2023 tercatat nilai kekeruhan di lokasi tersebut mencapai 825,50 NTU dengan memiliki nilai TSS sebesar 3735 mg/L (**Gambar 3.18** dan **Gambar 3.42**). Jika dibandingkan dengan nilai kekeruhan yang lebih rendah di lokasi lain, maka nilai konsentrasi TSS yang dimiliki juga relatif lebih rendah.



Gambar 3.42. Konsentrasi TSS pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



Gambar 3.43. Konsentrasi TSS pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



Gambar 3.44. Persentase pemenuhan baku mutu TSS selama tahun 2018-2023.

3.2.2.2.3. 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 3.29**). Namun, sejak tahun 2021 parameter BOD secara umum mengalami perbaikan yang diindikasikan dari turunnya nilai Ci/Li > 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 Ci/Li dengan persentase lokasi yang tidak memenuhi baku mutu sebesar 99%. Berdasarkan hasil pemantauan selama tahun 2023 periode 2 dan periode 4, hampir seluruh titik pemantauan tidak memenuhi baku mutu BOD sebesar 3 mg/l (**Gambar 3.45**). Konsentrasi BOD tertinggi selama 2023 ditemui pada lokasi CKG-1 sebesar 130,54 mg/l. Berdasarkan data runtut waktu periode 2018-2023 seperti yang tersaji pada grafik di **Gambar 3.46**, dapat dilihat pola konsentrasi BOD yang konsisten pada beberapa titik pemantauan yakni Sungai Cideng terutama pada titik CDG-1, CDG-2, dan CDG-4 dibandingkan lokasi pantau lainnya di DAS Ciliwung. Pada DAS Angke-Pesanggrahan, lokasi pantau di Sungai Mookervart 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 2018-2023 (**Gambar 3.47**).

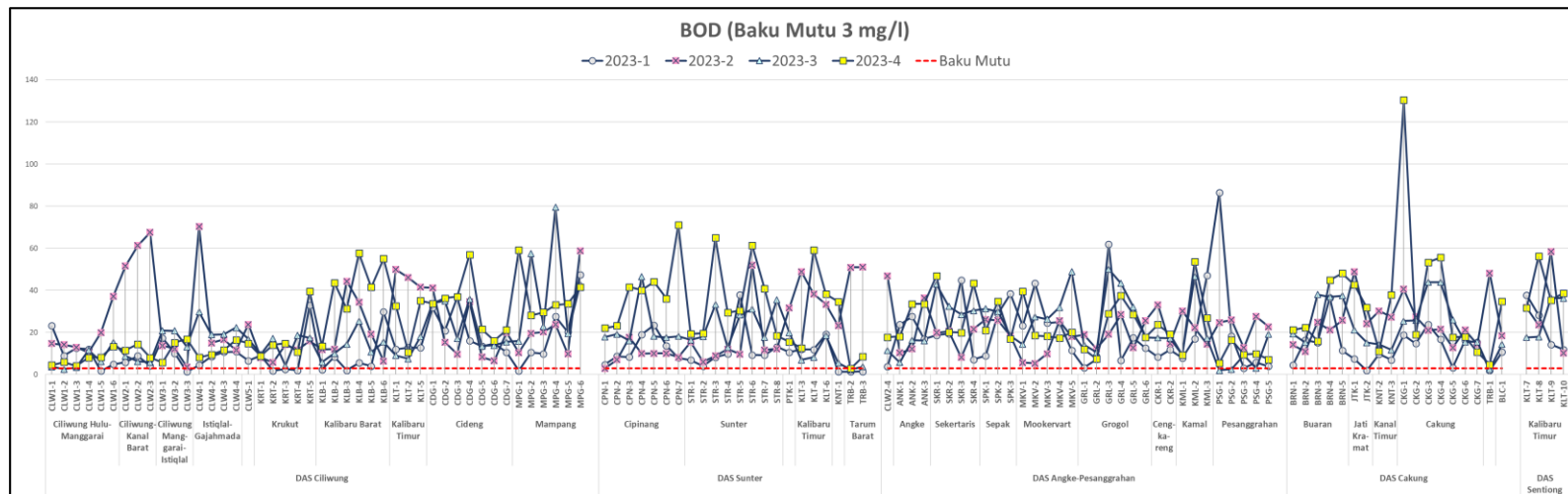
Serupa kondisinya dengan BOD, konsentrasi tertinggi COD pada tahun 2023 juga tercatat pada beberapa titik pemantauan di DAS Cakung yaitu CKG-1 (Sungai Cakung, Jl. Raya Pulogadung, Kec. Cakung, Jakarta Timur) sebesar 825 mg/l, BRN-4 (Sungai Buaran, Jl. Raya Bekasi, Kec. Cakung, Jakarta Timur) sebesar 762 mg/l, serta terdapat beberapa titik pemantauan yang mengalami peningkatan secara signifikan yaitu Sungai Kalibaru Barat (KLB-4), Sungai Mampang (MPG-1 dan MPG-6) dengan nilai 550-700 mg/l (**Gambar 3.48**). Data konsentrasi parameter COD periode 2018-2023 juga memperlihatkan pola kecenderungan yang identik dengan BOD yakni cenderung tinggi pada Sungai Cideng, Mookervart, dan Buaran (**Gambar 3.46** dan **Gambar 3.49**). 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 juga memiliki pola yang berbeda dengan periode 1 pada tahun 2018, 2019, 2021, yang biasanya menunjukkan persentase lokasi tidak memenuhi baku mutu terendah dibandingkan periode-periode lainnya. Namun kondisi BOD yang tinggi pada periode 2 dan periode 3 tahun 2023 juga berpengaruh terhadap pemenuhan baku mutu COD, yaitu terjadi peningkatan yang sangat signifikan sebesar 96-97% wilayah tidak memenuhi baku mutu COD (**Gambar 3.50**).

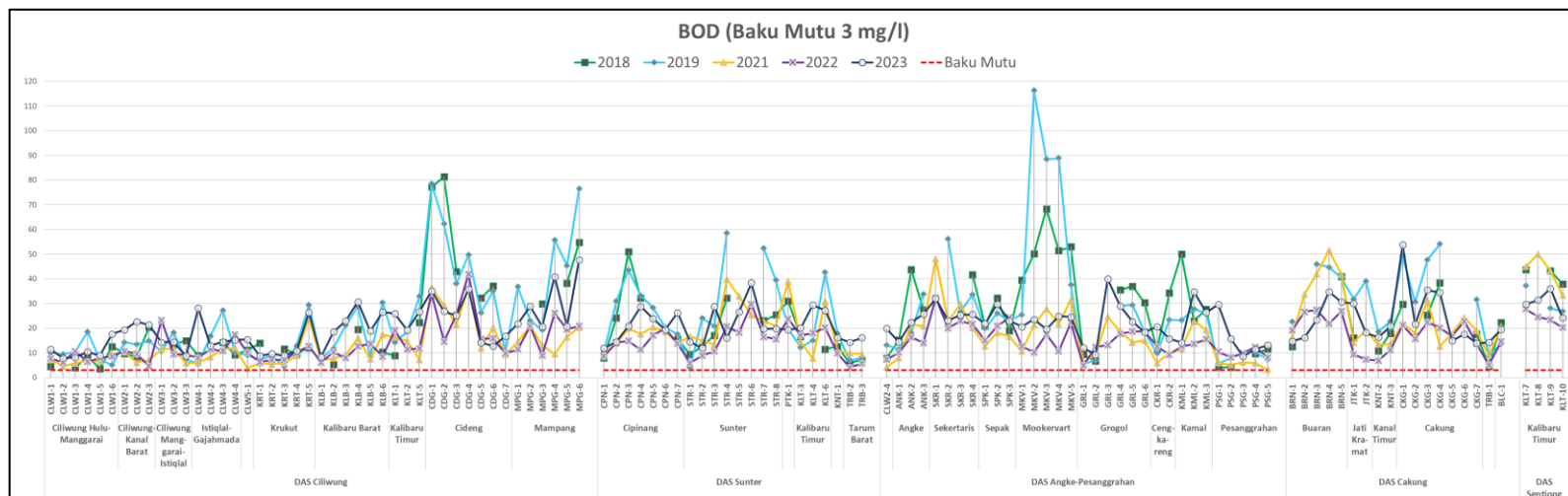
b. MBAS (Detergen)

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 2023 sangat dinamis dengan konsentrasi tertinggi terukur di Sungai Cipinang titik CPN-1 (Jalan Radar Asri, Cibubur, Jakarta Timur) senilai 16,0 mg/l dari batas maksimal baku mutu sebesar 0,2 mg/l, namun kondisi tersebut justru menggambarkan kondisi abnormal karena memiliki selisih nilai konsentrasi yang sangat besar dari periode pemantauan sebelumnya (**Gambar 3.51**). Selain itu, terdapat beberapa sungai yang terdeteksi memiliki konsentrasi MBAS yang memenuhi baku mutu sepanjang tahun 2023 yaitu Sungai Ciliwung bagian hulu, Sungai Krukut bagian hilir, dan beberapa titik di Sungai Grogol dan Sungai Pesanggrahan.

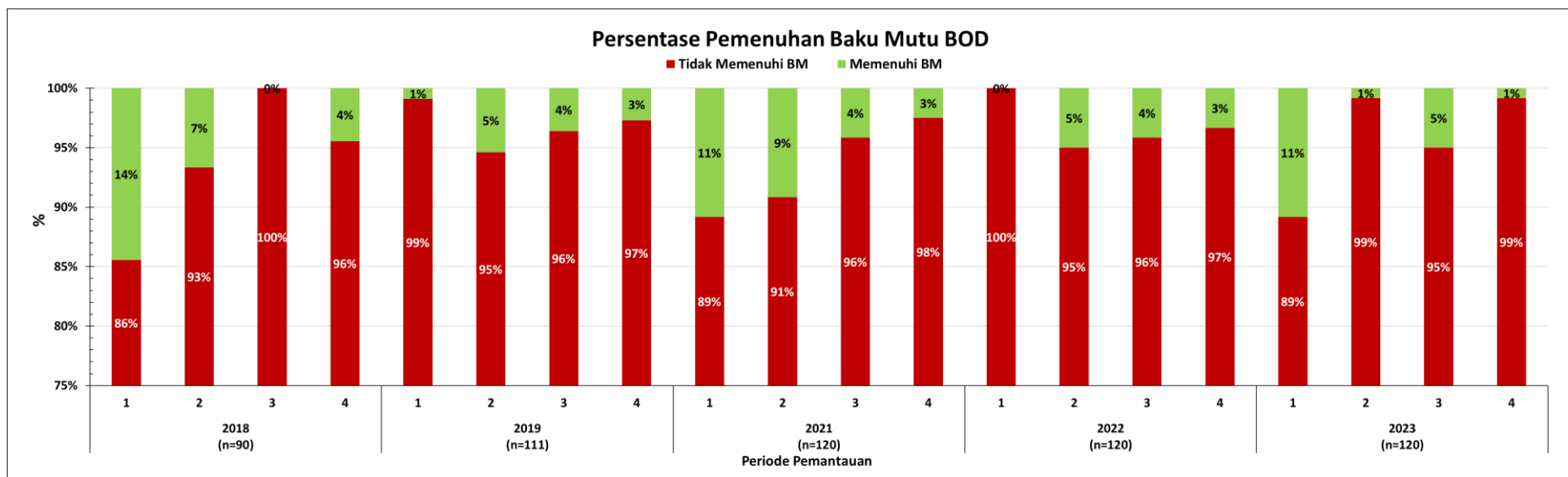
Secara *time series*, pola kecenderungan parameter MBAS di DAS Ciliwung terlihat lebih rendah pada Sungai Ciliwung, Krukut, dan Kalibaru Timur, namun memiliki konsentrasi yang tinggi pada Sungai Cideng. Sementara kondisi yang cukup berbeda pada tahun 2023 terjadi pada sungai Kalibaru Barat yang sebelumnya terpantau rendah menjadi tinggi dan Sungai Mampang yang sebelumnya tinggi menjadi rendah (**Gambar 3.52**). Pada DAS Sunter, terlihat pola yang berbeda yakni hampir seluruh titik pemantauan memiliki konsentrasi MBAS yang rendah, namun pada Sungai Tarum Barat (TRB-2 dan TRB-3) yang sebelumnya rendah menjadi tinggi (tidak memenuhi baku mutu) (**Gambar 3.52**). DAS Angke-Pesanggrahan dan DAS Cakung juga tampak mengalami perbedaan pola kecenderungan konsentrasi parameter MBAS (**Gambar 3.52**). Konsentrasi MBAS yang memiliki pola kecenderungan yang konsisten hanya terjadi di DAS Sentiong (**Gambar 3.52**). Berdasarkan persentase pemenuhan baku mutu, jumlah lokasi yang tidak memenuhi baku mutu cenderung fluktuatif yakni meningkat dari periode tahun 2018-2019, cenderung stagnan pada periode 2021-2022, dan cenderung menurun pada 2023 (**Gambar 3.53**). Titik-titik pemantauan yang memiliki nilai paling ekstrem terpantau pada Sungai Cipinang titik CPN-1 sebesar 4,13 mg/l (tahun 2023), Sungai Buaran titik BRN-3 sebesar 4,1 mg/l (tahun 2018), Sungai Petukangan titik PTK-1 sebesar 2,81 mg/l (tahun 2018), Sungai Cakung di titik CKG-7 sebesar 2,68 mg/l (tahun 2019), Sungai Sunter di titik STR-4 sebesar 2,65 mg/l, Sungai Cideng di titik CDG-4 sebesar 2,61 mg/l (tahun 2021), dan Sungai Cipinang di titik CPN-1 sebesar 8,0 mg/l (tahun 2023) (**Gambar 3.52**).



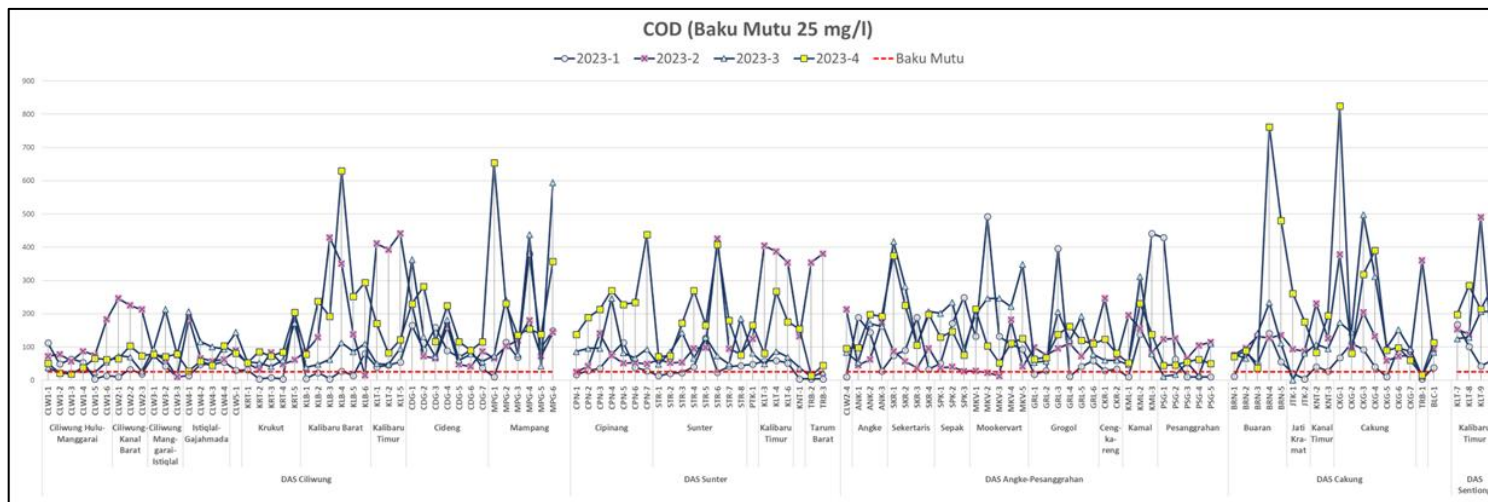
Gambar 3.45. Konsentrasi BOD pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



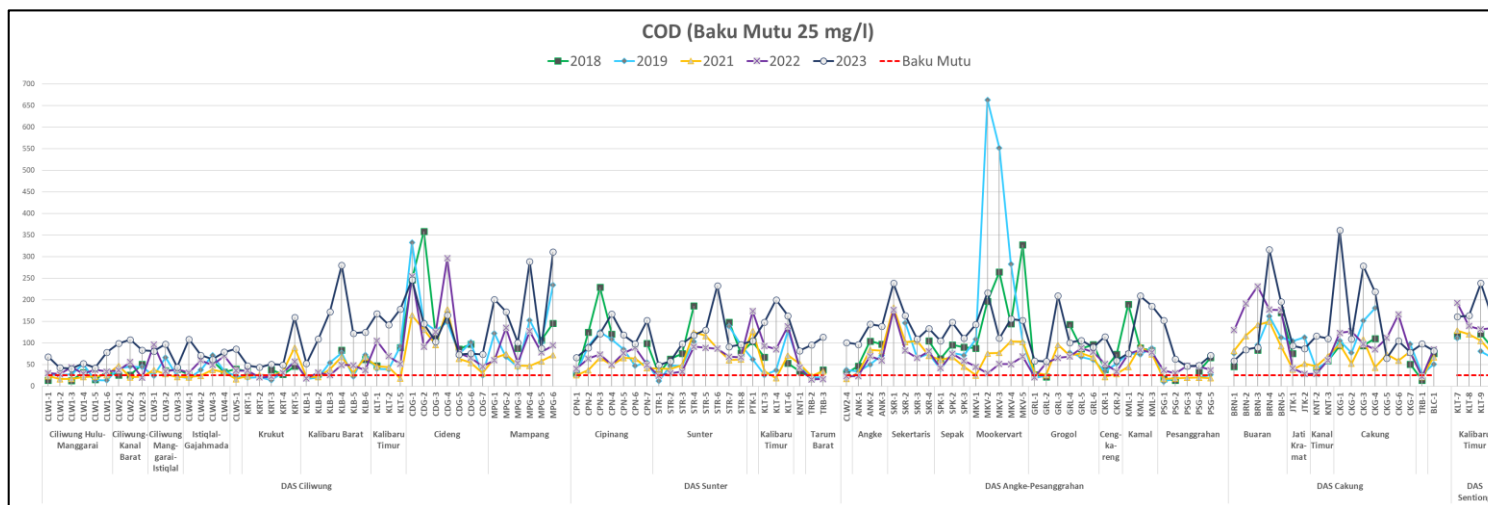
Gambar 3.46. Konsentrasi BOD pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



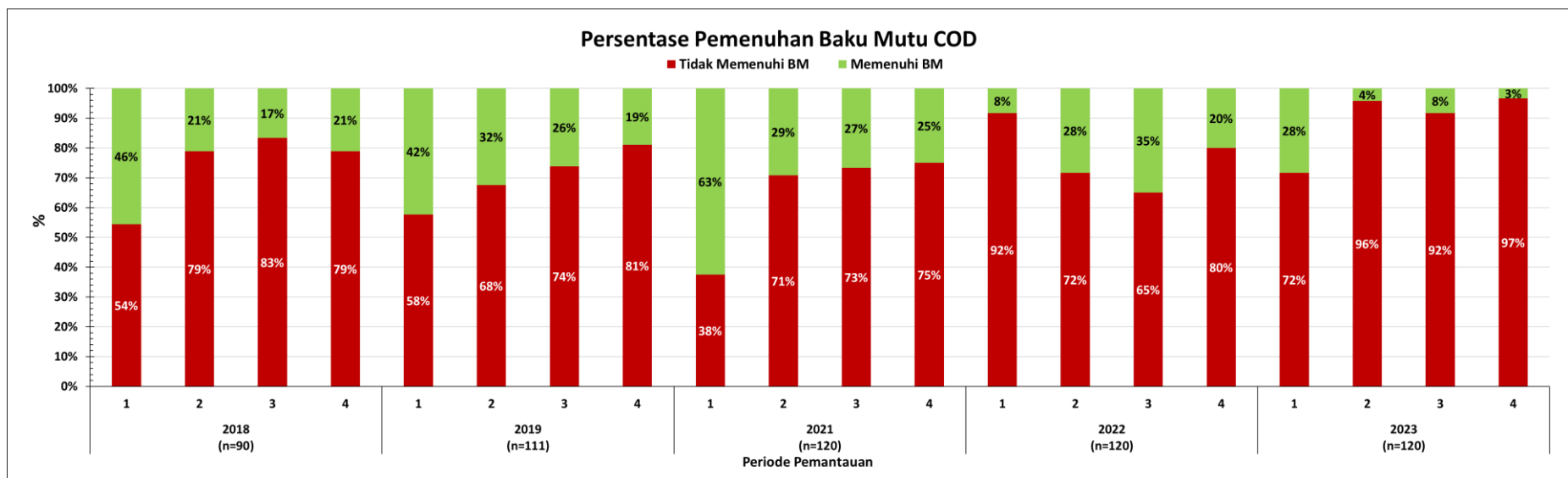
Gambar 3.47. Persentase pemenuhan baku mutu BOD selama tahun 2018-2023.



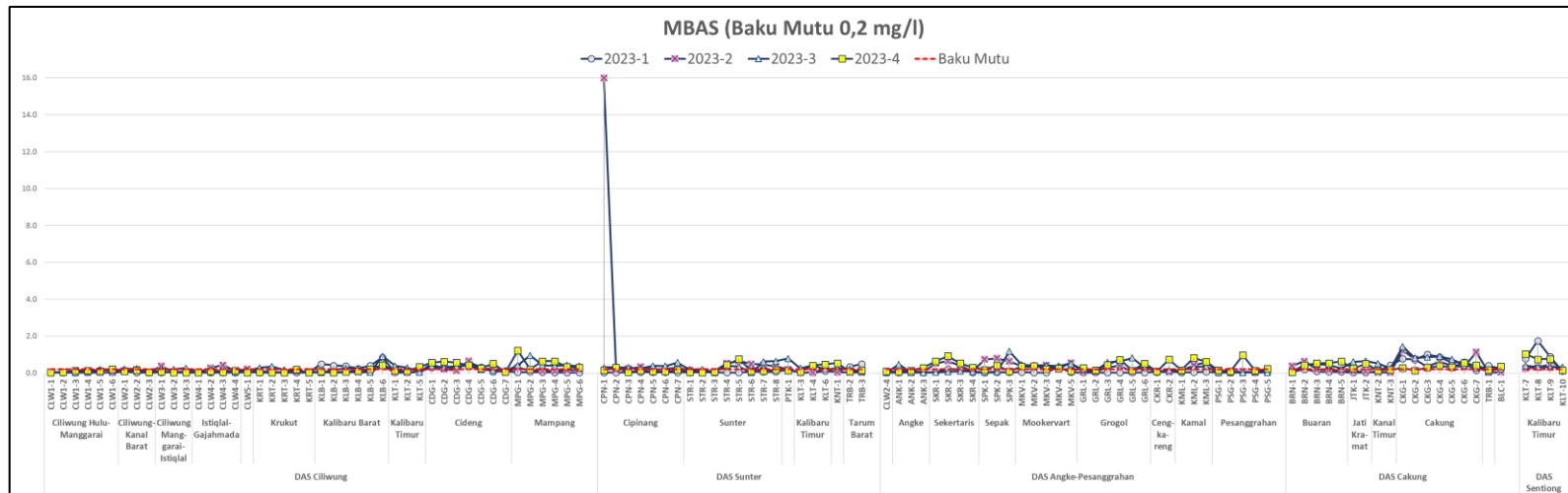
Gambar 3.48. Konsentrasi COD pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



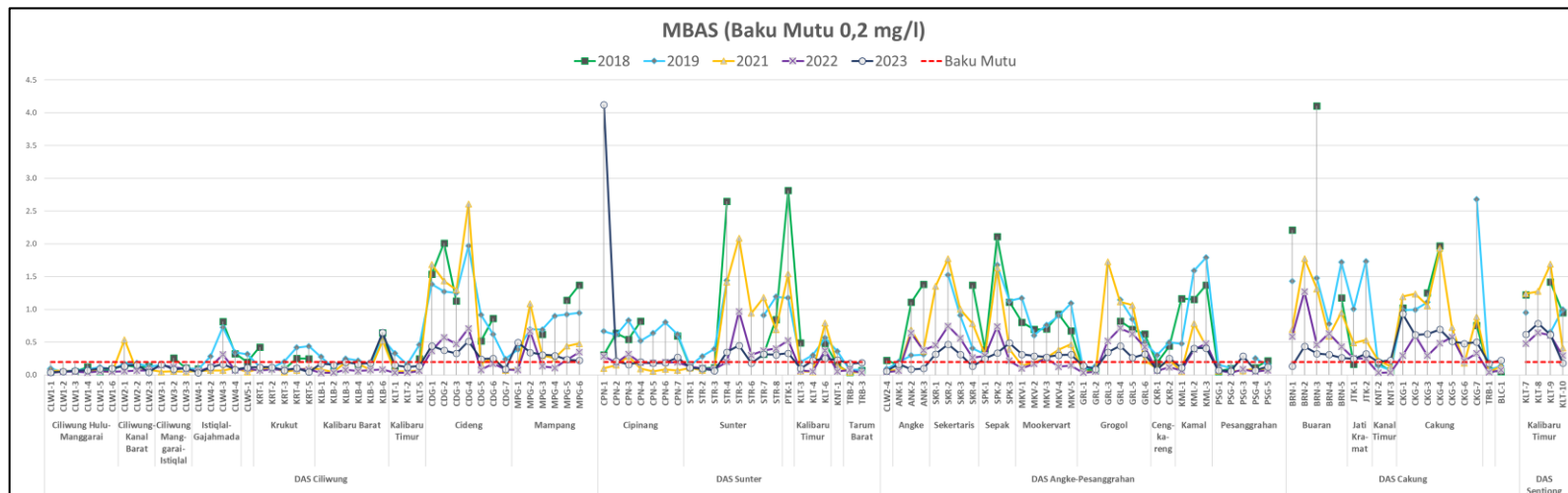
Gambar 3.49. Konsentrasi COD pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



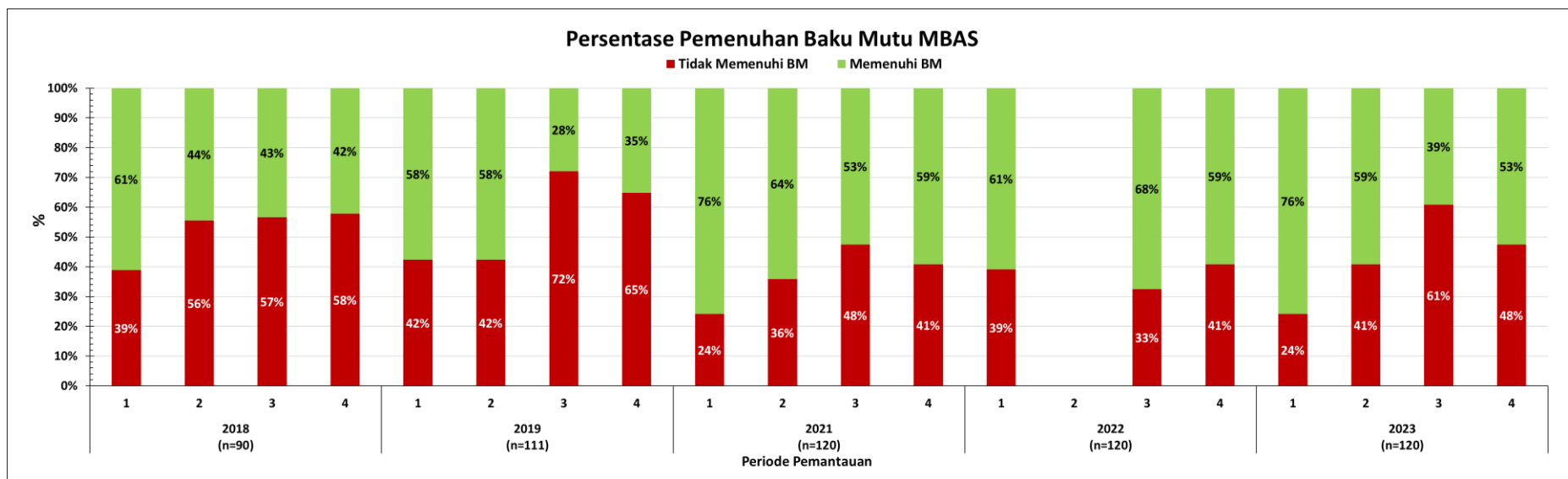
Gambar 3.50. Persentase pemenuhan baku mutu COD selama tahun 2018-2023.



Gambar 3.51. Konsentrasi MBAS (detergen) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



Gambar 3.52. Konsentrasi MBAS (detergen) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



Gambar 3.53. Persentase pemenuhan baku mutu MBAS (detergen) selama tahun 2018-2023.

c. Fenol

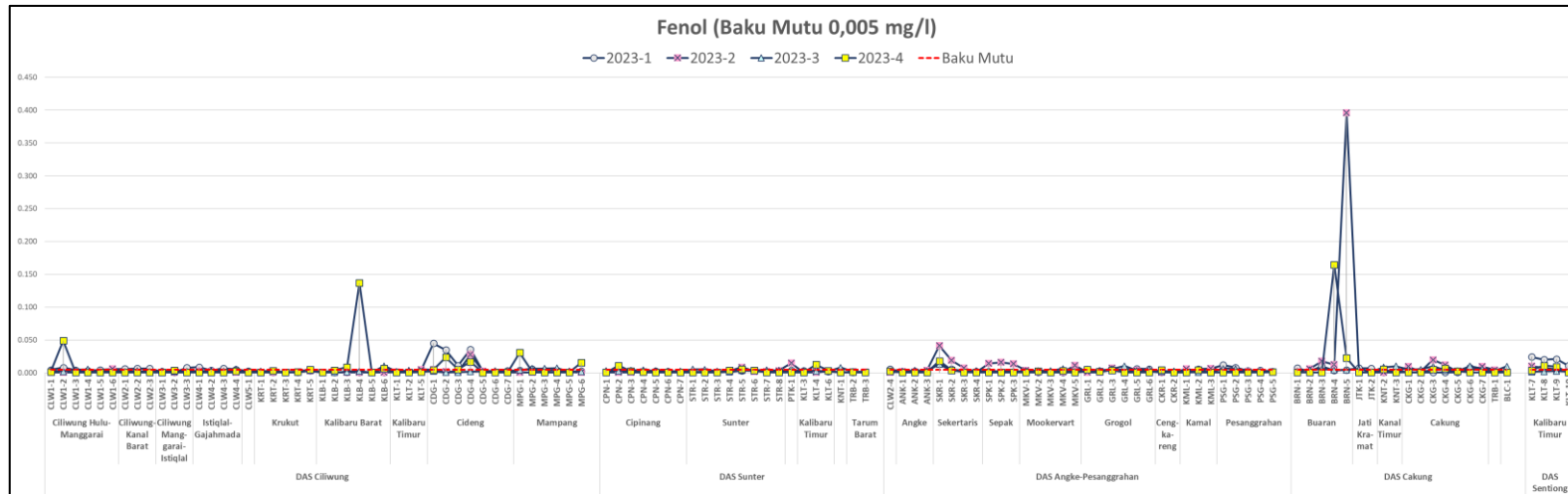
Fenol merupakan salah satu dari delapan parameter yang pernah terkategori sebagai parameter pencemar utama yakni pada periode 3 dan 4 tahun 2019 (**Gambar 3.29**). Pada tahun tersebut, konsentrasi fenol mencapai 5 (lima) kali lipat dari baku mutu sebesar 0,005 mg/l. Namun, sejak saat itu nilainya cenderung 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 3.29** dan **Lampiran 10**).

Pada pemantauan tahun 2023, terdeteksi adanya konsentrasi fenol yang sangat tinggi dengan nilai konsentrasi lebih dari 0,010 mg/l yang terjadi pada lima DAS (**Gambar 3.55**). Pada DAS Ciliwung, konsentrasi tertinggi terdapat di Sungai Kalibaru Barat (KLB-4), sedangkan titik lain yang terpantau tidak memenuhi baku mutu dan nilainya $>0,010$ mg/l adalah CLW1-2, CDG-1, CDG-2, CDG-4, MPG-1, dan MPG-6. Titik pemantauan di DAS Angke-Pesanggrahan yang konsentrasinya melebihi 0,010 mg/l ditemukan di titik SKR-1, SKR-2, SPK-1, SPK-2, SPK-3, dan MKV-5. Konsentrasi yang sangat tinggi terjadi di DAS Cakung yaitu pada titik pemantauan BRN-5 yang mencapai 0,396 mg/l. Pada DAS Sentiong yang hanya memiliki empat titik pemantauan, seluruhnya terukur beberapa kali bernilai $>0,010$ mg/l.

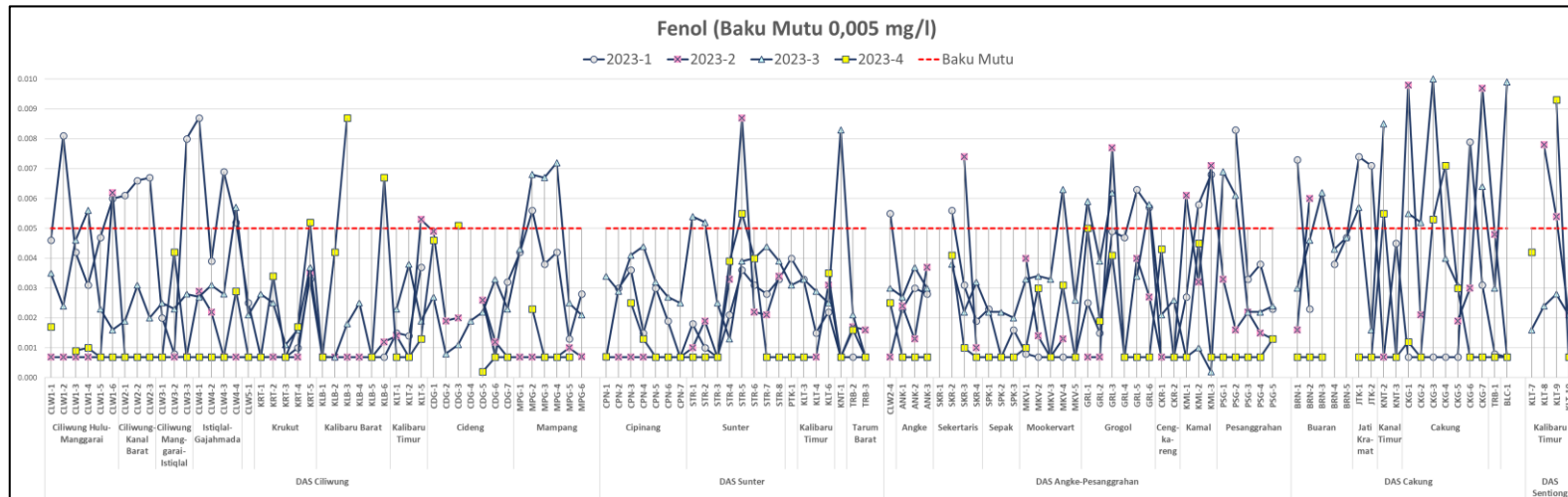
Berdasarkan data *time series*, terlihat bahwa parameter fenol pada tahun 2018-2019 memiliki nilai rata-rata tahunan yang relatif lebih tinggi (**Gambar 3.57**). Peningkatan konsentrasi parameter fenol yang ekstrem pernah terjadi pada tahun 2022 yakni di Sungai Cideng, CDG-7 (Jalan Asemka, Pinangsia, Taman Sari, Jakarta Barat) 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 2023, konsentrasi fenol relatif menurun dibandingkan tahun-tahun sebelumnya (**Gambar 3.57**). Ditinjau dari persentase pemenuhan baku mutu, periode pemantauan tahun 2018-2019 juga menunjukkan lebih banyak lokasi yang tidak memenuhi baku mutu (56-89%) dibandingkan dengan periode tahun 2021-2023 sebanyak 4-27% (**Gambar 3.58**). Titik pantau CKR-2 (Jl. Marina Raya, Kapuk Muara, Jakarta Utara) terpantau memiliki konsentrasi paling tinggi diantara lokasi pantau lainnya selama pemantauan tahun 2018 hingga 2023. Pemanfaatan lahan di sekitar lokasi pantau CKR-2 terdiri atas rumah sakit, hotel, ruko dan perumahan (**Gambar 3.54**).



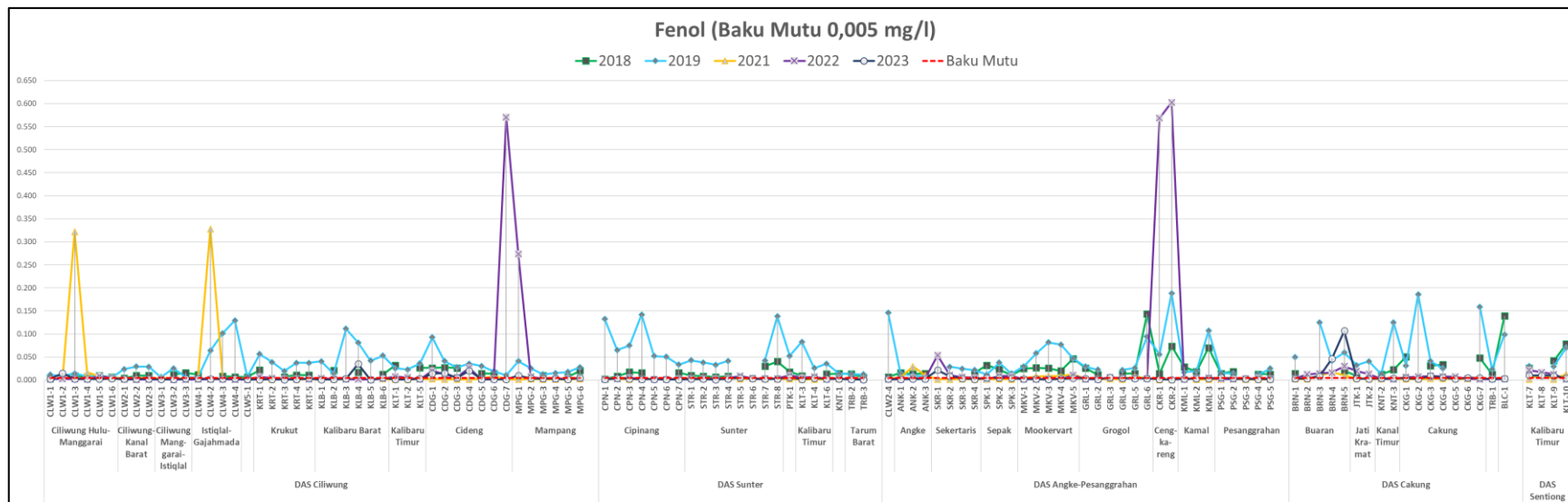
Gambar 3.54. Penggunaan lahan di sekitar titik pemantauan CKR-2.



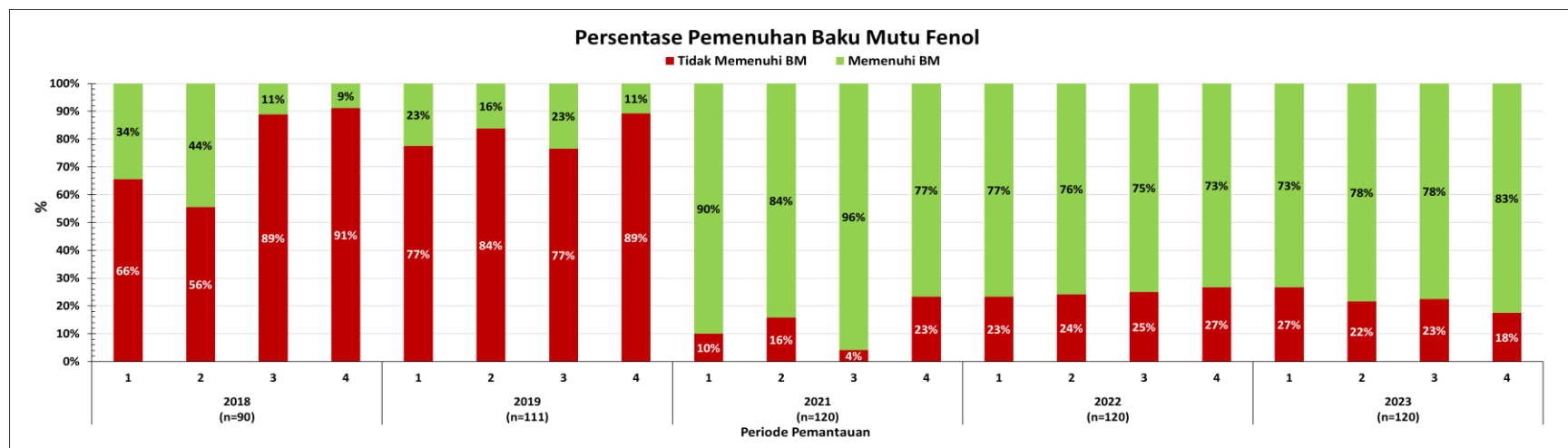
Gambar 3.55. Konsentrasi fenol pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



Gambar 3.56. Konsentrasi fenol pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023 (tanpa konsentrasi >0,010 mg/l).



Gambar 3.57. Konsentrasi fenol pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



Gambar 3.58. Persentase pemenuhan baku mutu fenol selama tahun 2018-2023.

3.2.2.2.4. 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^-), 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. 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 2023 berkisar 0,11-7,35 mg/L (**Gambar 3.59**). Nilai DO terendah tercatat di Sungai Kamal KML-3 pada periode 2 dan Sungai Mampang MPG-4 pada periode 4, sementara DO tertinggi terukur di Sungai Ciliwung CLW1-2 sebesar 7,35 mg/l.

Jumlah titik pemantauan yang tidak memenuhi baku mutu DO cenderung bertambah sekitar 10% setiap tahunnya selama pemantauan tahun 2019-2023 (**Gambar 3.61**). Pada tahun 2023, terpantau sebanyak 90-97% lokasi (108-117 dari 120 lokasi) tidak memenuhi baku mutu DO minimal 4 mg/l (**Gambar 3.61**). Apabila ditelaah lebih lanjut, terdapat 27-34 lokasi atau 22-28% lokasi yang memiliki kandungan DO <1 mg/l (**Gambar 3.59**). 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 justru relatif lebih tinggi pada tahun 2019 yang memiliki persentase pemenuhan baku mutu paling baik dibandingkan tahun lainnya (**Gambar 3.60** dan **Gambar 3.61**). Data nilai DO tahun 2018 dan 2023 yang menunjukkan pemenuhan baku mutu terburuk justru memperlihatkan data rata-rata tahunan yang lebih baik (**Gambar 3.60** dan **Gambar 3.61**). Kondisi ini cukup selaras dengan pola yang terjadi pada parameter BOD dan COD (**Gambar 3.46** dan **Gambar 3.49**). 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 2018 dan 2023, sedangkan pada tahun 2019 terakumulasi pada beberapa titik pemantauan.

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 seringkali teramati tidak memenuhi baku mutu pada 100% titik pemantauan dan secara umum bernilai 5 (lima) kali lipat dari baku mutu (**Gambar 3.29**). 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 dengan kondisi klorin bebas yang tinggi akan menahan/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 3.29**). Meskipun demikian, pada tahun 2023 parameter klorin bebas yang tidak memenuhi baku mutu cenderung mengalami penurunan yang signifikan. Penurunan terjadi pada periode 1-4 tahun 2023 dimana lokasi yang memenuhi baku mutu meningkat sebesar 15-70% (**Gambar 3.64**).

Konsentrasi klorin bebas relatif lebih tinggi pada pemantauan tahun 2018, kemudian turun secara drastis pada awal tahun 2019, namun mengalami tren peningkatan selama tahun 2019 hingga 2022. Pada tahun 2023, kondisi parameter klorin bebas mengalami perbaikan secara signifikan. Klorin bebas mengalami penurunan nilai $Ci/Li > 1$ hingga mencapai < 5 (**Gambar 3.29** dan **Lampiran 10**) dan mengalami peningkatan persentase lokasi yang memenuhi baku mutu (**Gambar 3.64**). Bahkan, terdapat titik-titik pemantauan yang sebelumnya terukur tidak memenuhi baku mutu menjadi memenuhi baku mutu sebesar 0,03 mg/l (**Gambar 3.62**). Terlihat pula pada grafik nilai rata-rata tahunan klorin bebas antar waktu 2018-2023 yang menggambarkan kondisi perbaikan nilai pada tahun 2023 dibandingkan tahun-tahun sebelumnya, terutama tahun 2018 yang hampir seluruhnya tidak memenuhi baku mutu dengan konsentrasi tertinggi mencapai 0,99 mg/l di titik CKG-3 (**Gambar 3.63**). Perbaikan nilai klorin bebas yang cukup signifikan dalam empat periode 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 2018-2022 dilakukan secara *ex situ* yakni melalui proses analisis di laboratorium.

c. **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 10**). Berdasarkan **Gambar 3.29**, 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.

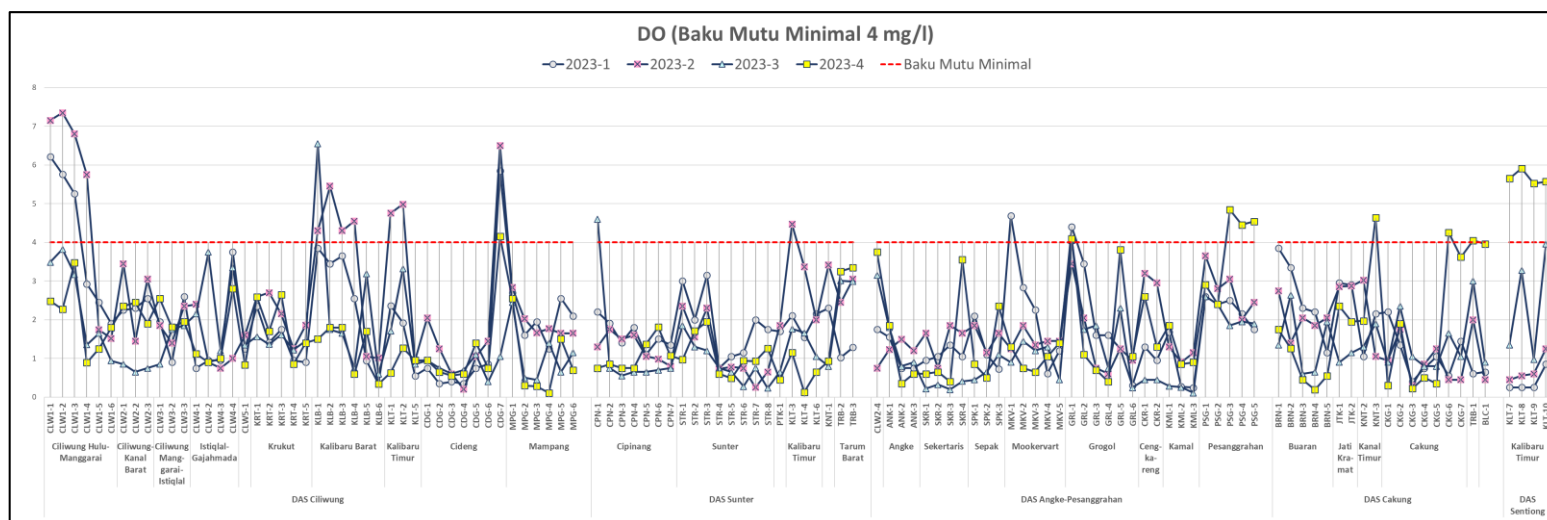
Hasil analisis parameter H_2S pada tahun 2023 cenderung berfluktuasi, namun pada lokasi-lokasi tertentu konsisten menunjukkan konsentrasi yang tinggi (**Gambar 3.65**). Lokasi-lokasi yang sering terpantau memiliki konsentrasi H_2S yang tinggi di DAS Ciliwung adalah Sungai Kalibaru Barat bagian hilir, Sungai Cideng bagian hulu, dan Sungai Mampang. Konsentrasi H_2S yang tinggi di DAS Sunter terpantau di Sungai Cipinang bagian hulu, Sungai Sunter, dan Sungai Petukangan. Beberapa kali konsentrasi H_2S yang tinggi terpantau di hampir setiap lokasi di DAS Angke-Pesanggrahan terutama di Sungai Sepak, Sungai Mookervart bagian hilir, Sungai Grogol, dan Sungai Kamal. Sementara di beberapa sungai di DAS Cakung yaitu Sungai Buaran dan Sungai Cakung serta sungai di DAS Sentiong terpantau konsisten memiliki konsentrasi H_2S yang tinggi.

Berdasarkan data runtut waktu tahunan 2018-2023, sungai-sungai tersebut juga secara konsisten memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dibanding lokasi lainnya, ditambah dengan ruas sungai lain seperti Sungai Angke (**Gambar 3.66**). Berdasarkan histogram persentase pemenuhan baku mutu, periode 1 tahun 2018 dan 2021, serta Periode 2 tahun 2022 merupakan periode yang memiliki persentase pemenuhan baku mutu tertinggi dengan kisaran 70-73% (**Gambar 3.67**). Namun demikian, persentase pemenuhan baku mutu selain pada tiga periode tersebut tergolong kecil, bahkan dominan di bawah 50%. Pada pemantauan tahun 2023, parameter H_2S mengalami kenaikan jumlah lokasi yang tidak memenuhi baku mutu dibandingkan tahun-tahun sebelumnya (**Lampiran 10 dan Gambar 3.67**).

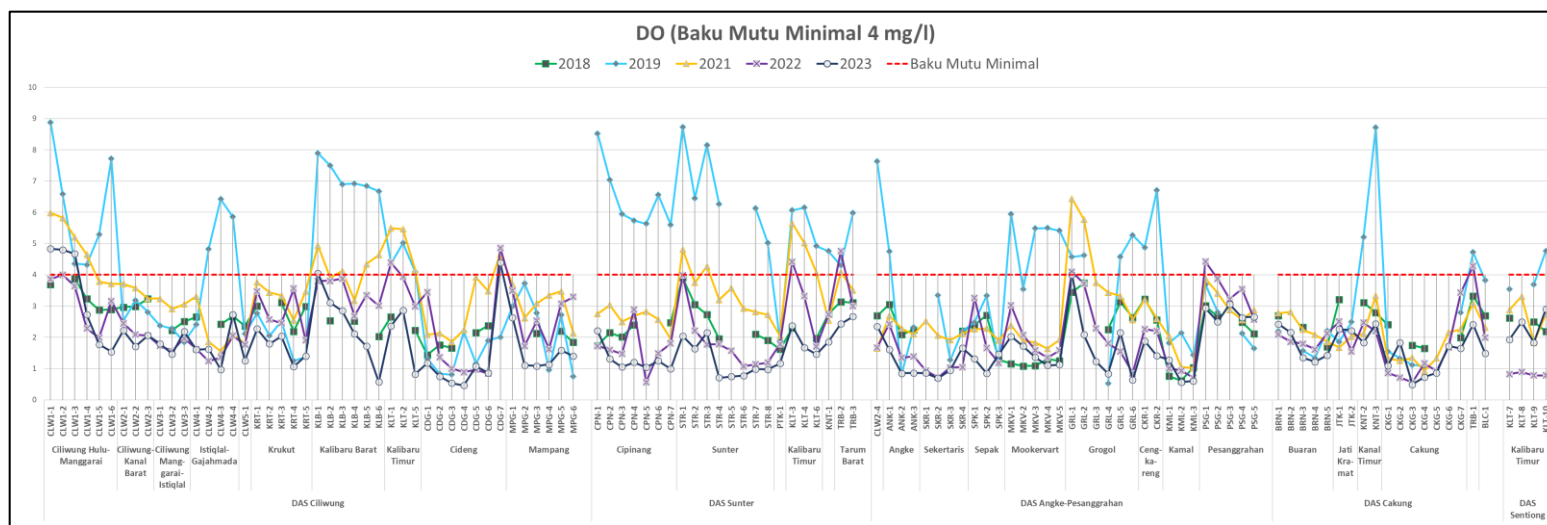
Konsentrasi H_2S pada setiap lokasi diduga memiliki keterkaitan dengan kondisi fisik tingkat kebauan (agak bau hingga sangat bau). Berdasarkan pemantauan selama empat periode tahun 2023, konsentrasi H_2S yang tidak memenuhi baku mutu mengalami konsistensi kenaikan sebesar 65-80% (**Gambar 3.67**). Jika ditinjau berdasarkan tingkat kebauan selama tahun 2023, tingkat kebauan (agak bau hingga sangat bau) mengalami peningkatan setiap periode semula 67% menjadi 86% (**Gambar 3.23**). Hal tersebut menunjukkan adanya keselarasan antara konsentrasi H_2S yang tidak memenuhi baku mutu dengan tingkat kebauan yang setiap periodenya meningkat.

d. Sianida (CN)

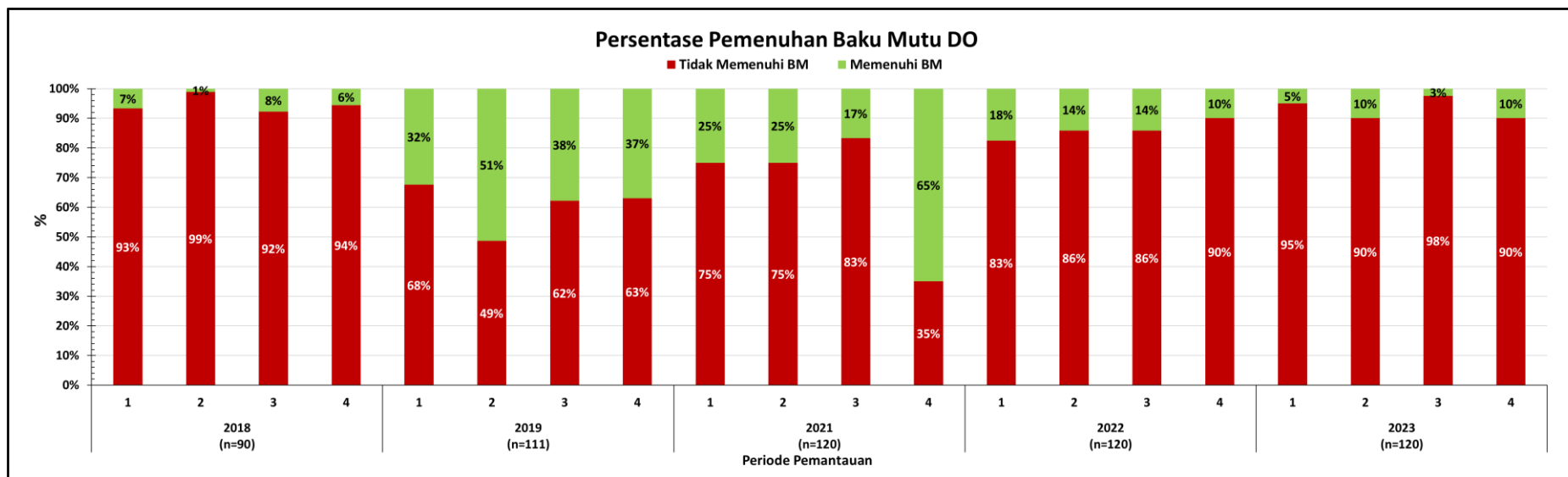
Sianida dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis antara lain sianida bebas, sianida sederhana, sianida kompleks dan senyawa turunan sianida. Sianida bukan hanya dapat berbentuk gas, cair, maupun padat, tetapi dapat pula berbentuk molekul, ion, atau polimer. Semua bahan yang dapat melepaskan ion sianida (CN^-) sangatlah toksik (Angraini dan Falahudin 2021). Data hasil pemantauan tahun 2023 memperlihatkan pola sebaran yang bervariasi dan cenderung lebih tinggi pada beberapa titik pemantauan di Sungai Cideng, Mampang, Sunter, Sekertaris, Buaran, Cakung, serta beberapa kali ditemukan pula di Sungai Krukut, Sepak, Grogol, dan segmen hilir Sungai Kalibaru Timur (**Gambar 3.68**). Perlu diketahui bahwa parameter sianida baru diukur sejak periode 1 tahun 2022, namun demikian konsentrasi pada tahun 2022 dan 2023 menunjukkan kecenderungan pola yang konsisten, kecuali pada Sungai Kalibaru Timur (KLT-1 dan KLT-5) yang semula konsentrasinya tinggi namun menurun ketika tahun 2023 (**Gambar 3.69**). Persentase pemenuhan baku mutu sianida mengalami peningkatan dari yang semula berkisar 43-74% pada tahun 2022 menjadi 70-83% pada tahun 2023 (**Gambar 3.70**).



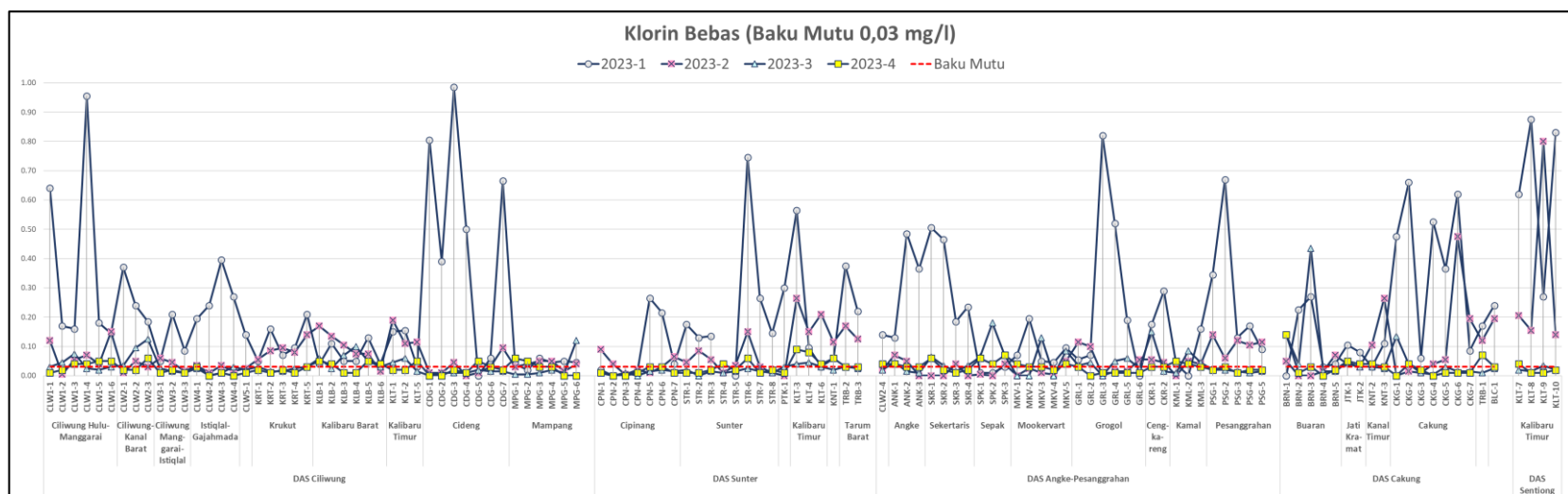
Gambar 3.59. Konsentrasi oksigen terlarut (DO) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



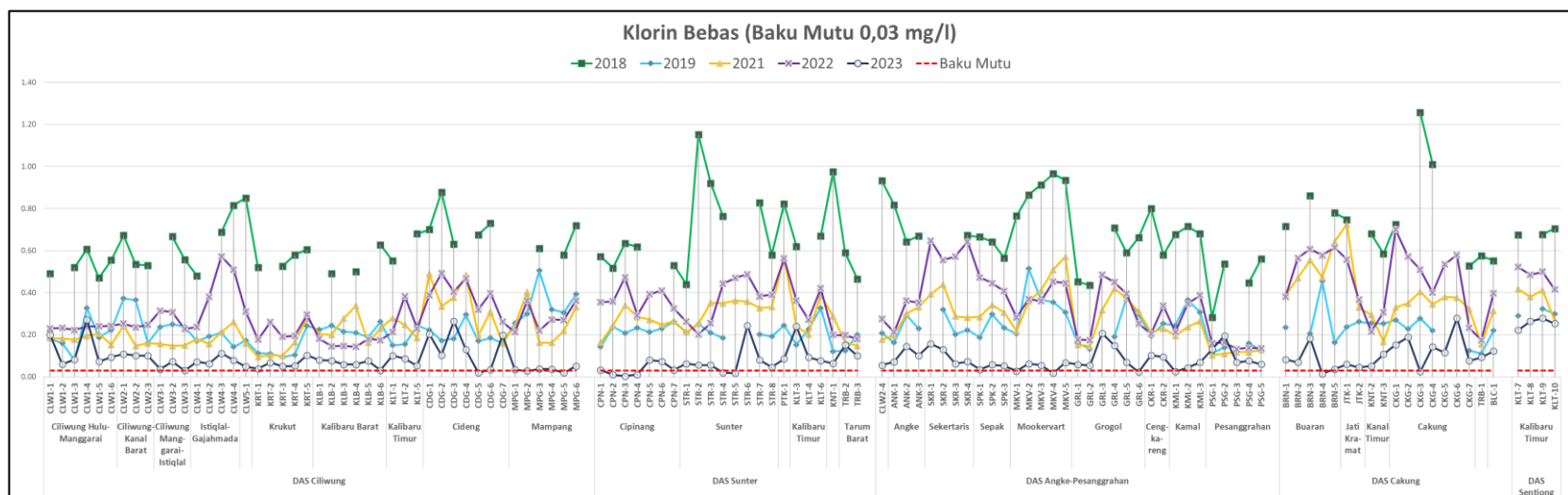
Gambar 3.60. Konsentrasi oksigen terlarut (DO) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



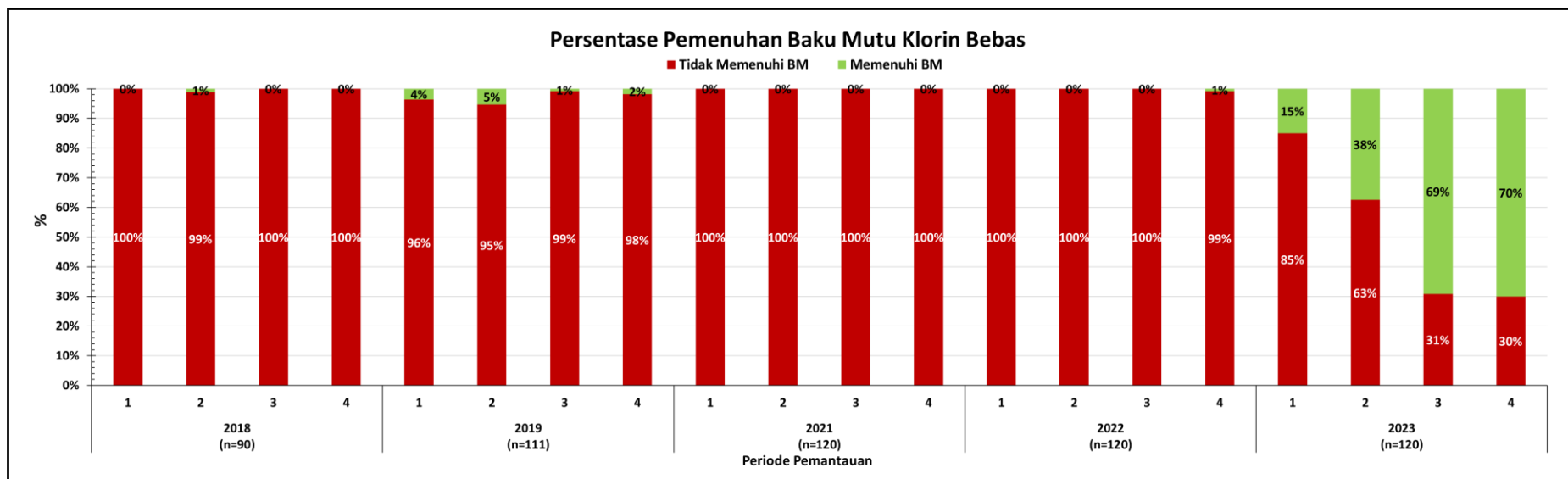
Gambar 3.61. Persentase pemenuhan baku mutu oksigen terlarut (DO) selama tahun 2018-2023.



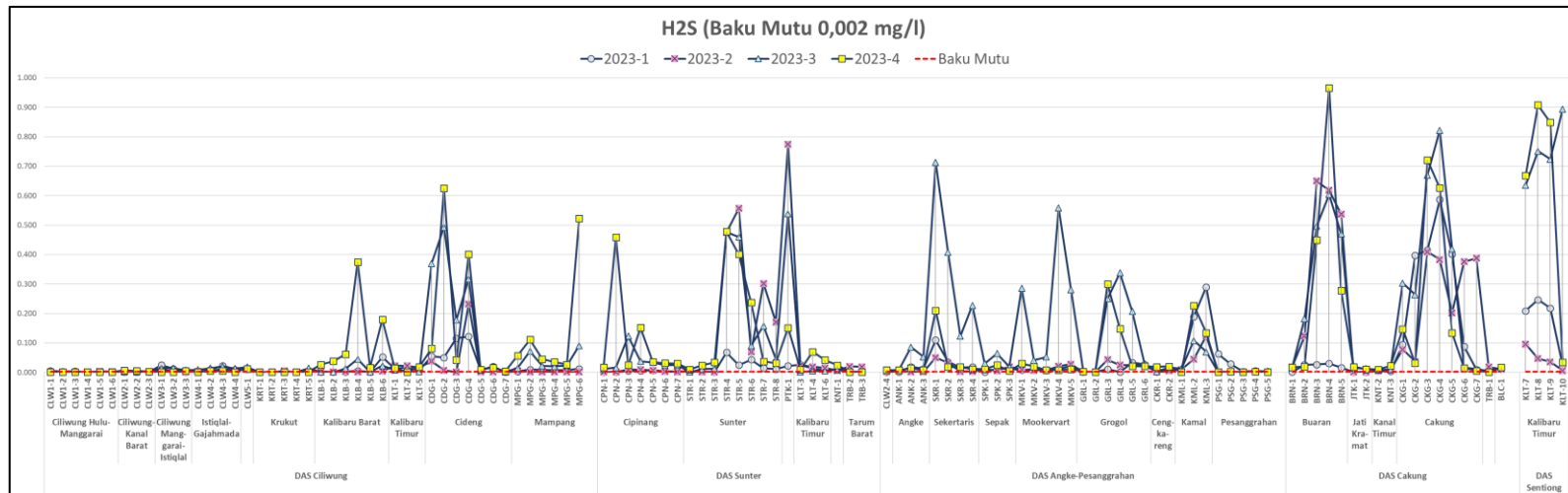
Gambar 3.62. Konsentrasi klorin bebas (Cl_2) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



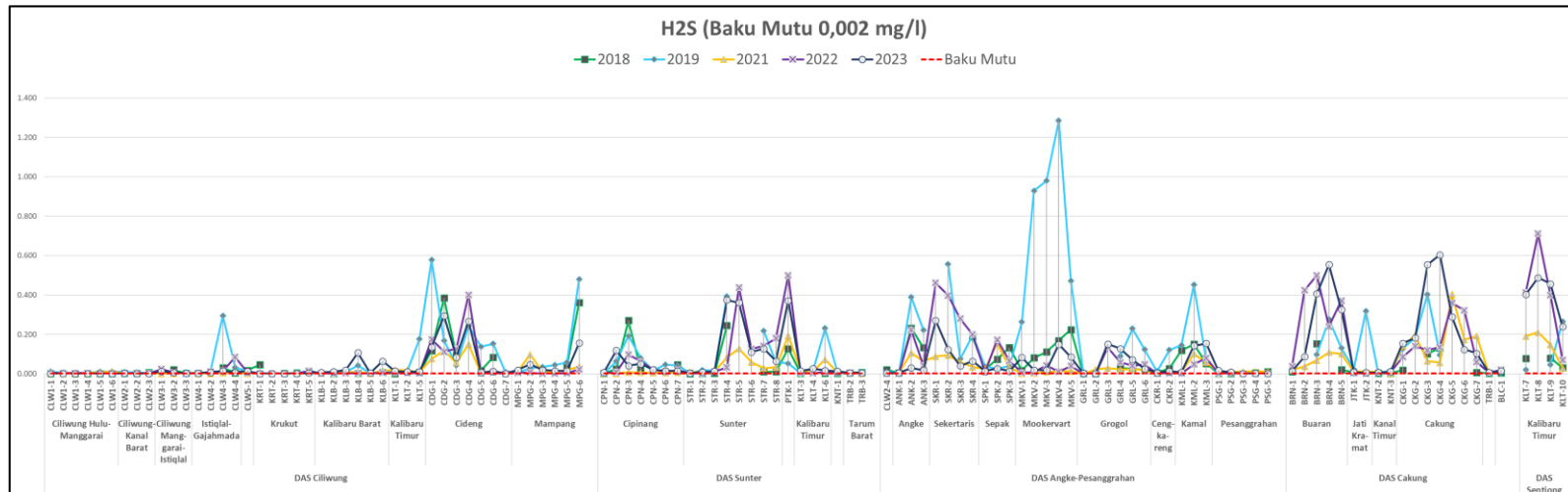
Gambar 3.63. Konsentrasi klorin bebas (Cl_2) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



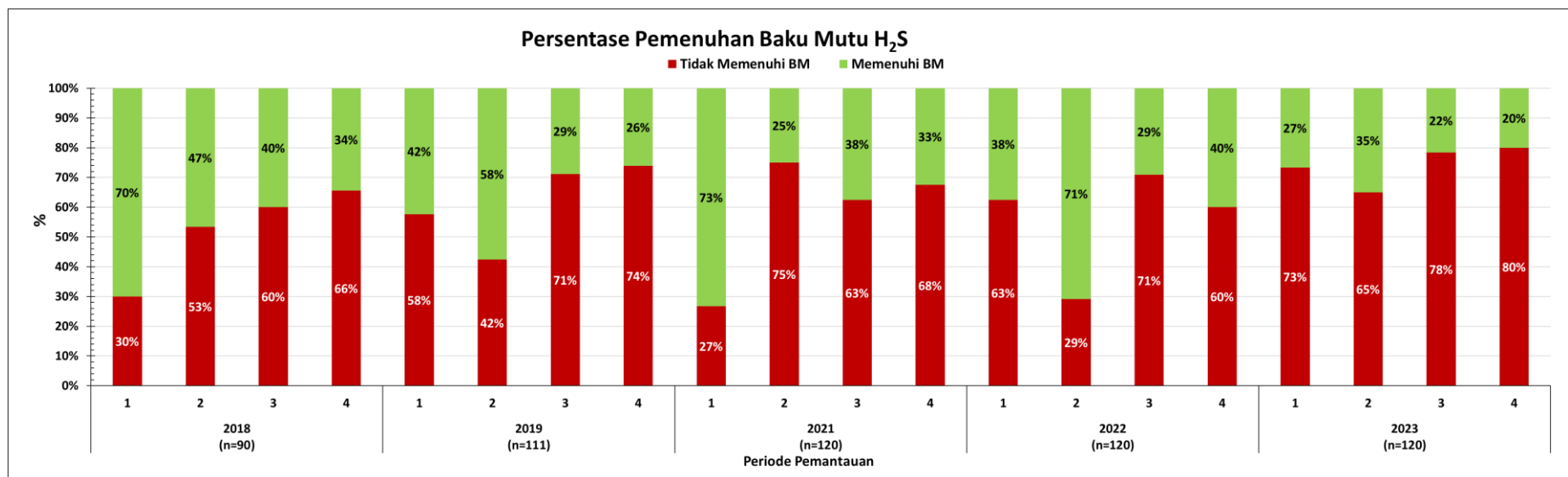
Gambar 3.64. Persentase pemenuhan baku mutu klorin bebas (Cl_2) selama tahun 2018-2023.



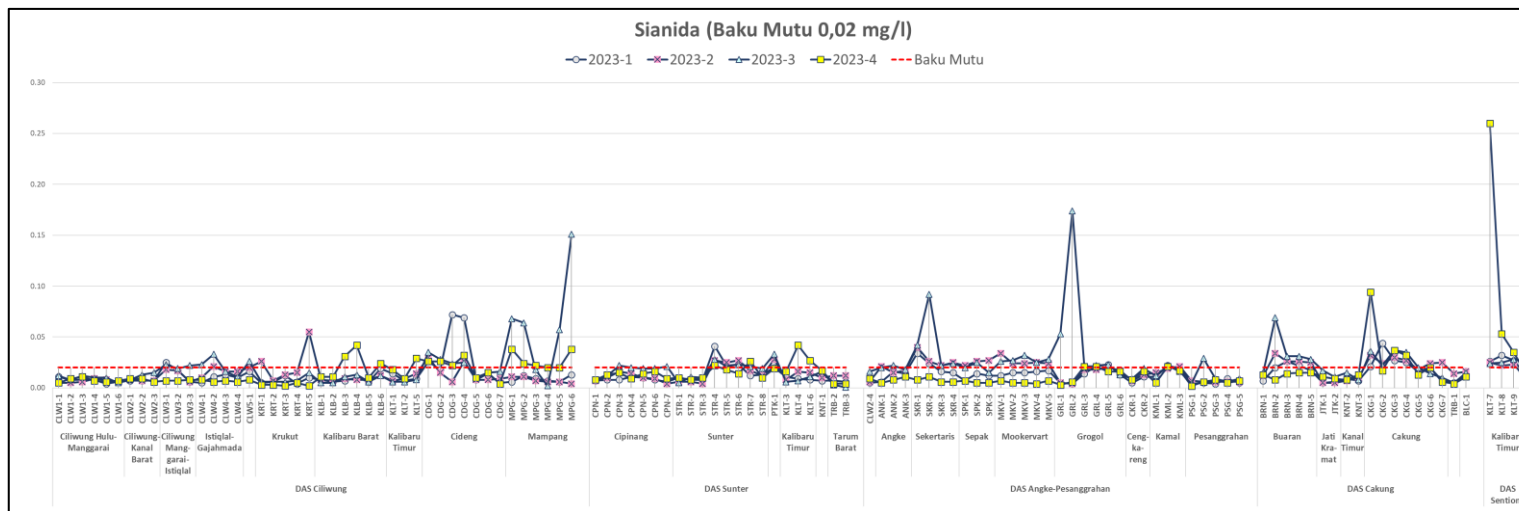
Gambar 3.65. Konsentrasi sulfida (H₂S) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



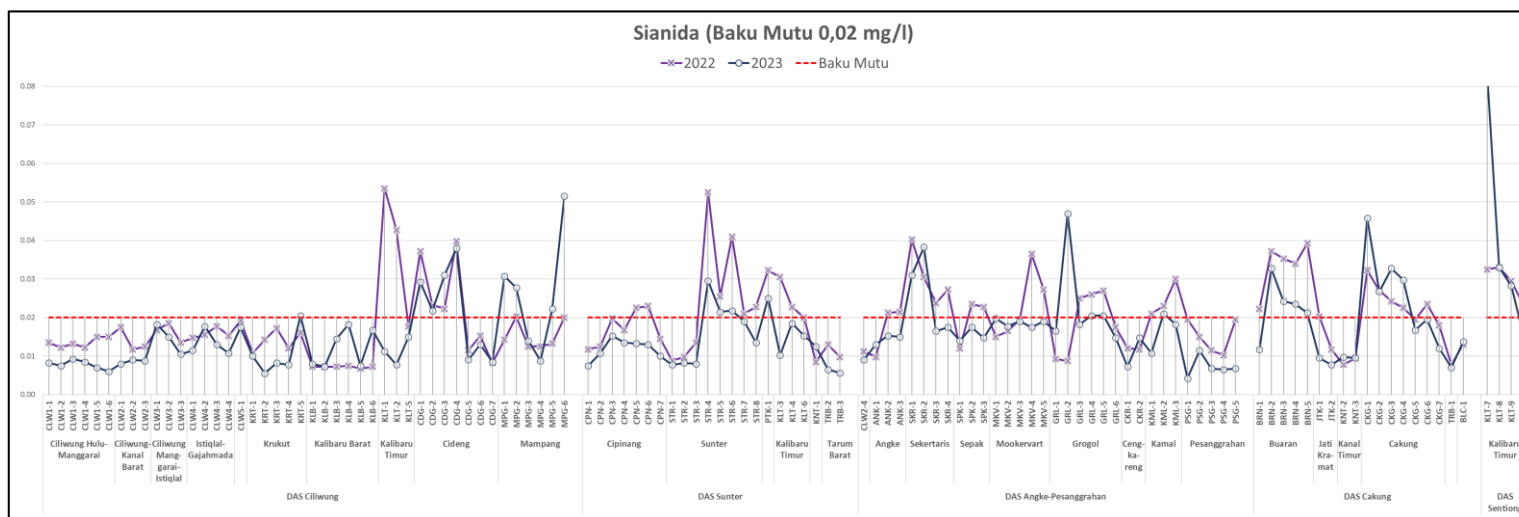
Gambar 3.66. Konsentrasi sulfida (H₂S) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



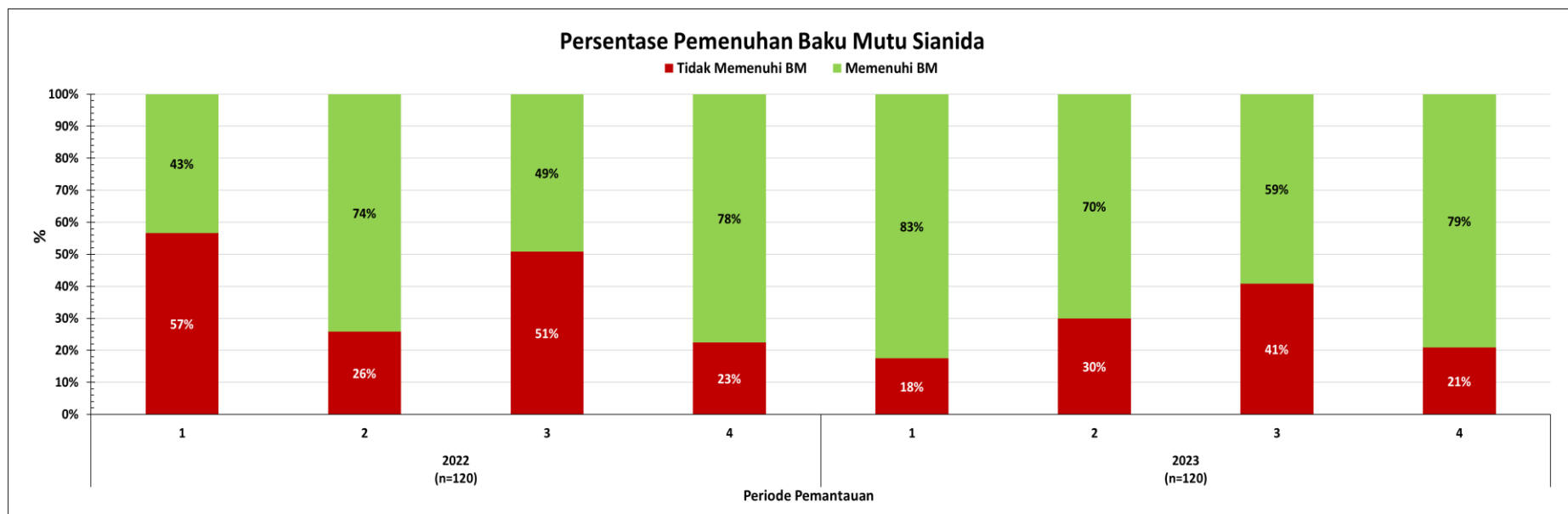
Gambar 3.67. Persentase pemenuhan baku mutu sulfida (H₂S) selama tahun 2018-2023.



Gambar 3.68. Konsentrasi sianida (CN) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



Gambar 3.69. Konsentrasi sianida (CN) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2022-2023.



Gambar 3.70. Persentase pemenuhan baku mutu sianida (CN) selama tahun 2022-2023.

3.2.2.2.5. 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 dikaitkan dengan sumber pencemaran yang berasal dari aktivitas rumah tangga. Beberapa parameter unsur hara dibahas dalam bagian parameter pencemar lainnya, sementara yang lainnya dibahas pada bagian parameter pencemar utama dan 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 3.29**). Total P terkategori sebagai parameter pencemar utama pada satu periode saja yakni 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. Meski demikian, pada 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% dan nilai Ci/Li menjadi sebesar 4-5 (**Gambar 3.29**, **Gambar 3.73**, dan **Lampiran 10**).

Konsentrasi parameter total P pada tahun 2023 cenderung meningkat dibandingkan tahun sebelumnya. Setidaknya, terdapat 6-22 lokasi yang memenuhi baku mutu sebesar 0,2 mg/l pada tahun 2023 (**Gambar 3.71**). Konsentrasi tertinggi terpantau pada Sungai Cakung, CKG-1 (Jembatan Jl. Raya Pulogadung, Kel. Ujung Menteng, Kec. Cakung, Jakarta Timur) mencapai 4,54 mg/l. Peningkatan konsentrasi (memburuk) total P terjadi pada hampir seluruh titik, meskipun nilainya tidak lebih tinggi dari tahun 2018 (**Gambar 3.72**). Konsentrasi tertinggi yang terpantau pada tahun 2018 lebih dominan terjadi pada DAS Angke-Pesanggrahan yakni Sungai Angke (ANK-2) sebesar 6,33 mg/l, Sungai Sekertaris (SKR-4) sebesar 4,81 mg/l, Sungai Sepak (SPK-2) sebesar 4,05 mg/l, Sungai Grogol (GRL-6) sebesar 2,10 mg/l, dan Sungai Cengkareng (CKR-2) sebesar 4,50 mg/l. Sementara konsentrasi tinggi total P pada DAS Ciliwung dan DAS Cakung cenderung didominasi oleh data pemantauan tahun 2023 (**Gambar 3.72**). 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.

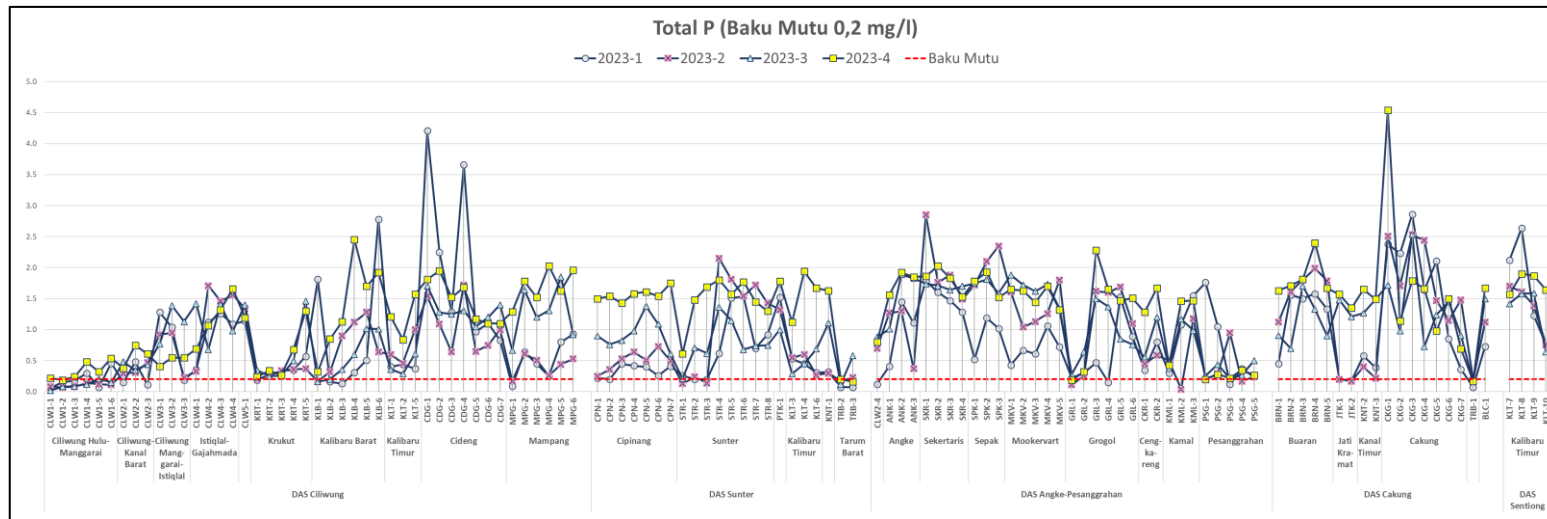
Data *time series* parameter total P menunjukkan suatu kondisi anomali konsistensi seperti halnya pada parameter fenol. Pada periode pemantauan tahun 2018, persentase lokasi yang tidak memenuhi baku mutu berada pada kisaran 63-89% dan berlanjut hingga periode 1-3 tahun 2019 dengan persentase 48-76%. Namun, sejak periode 4 tahun 2019 hingga periode 4 tahun 2022 mengalami perbaikan yang signifikan yang diindikasikan dari jumlah lokasi tidak memenuhi baku mutu yang menurun secara drastis menjadi hanya 1-5% dan bahkan pada periode 1-3 tahun 2021 dan periode 4 tahun 2022 memenuhi baku mutu pada seluruh titik pemantauan (**Gambar 3.73**).

Apabila dicermati secara seksama, hanya parameter total P dan fenol yang secara konsisten turun (membaik) setelah periode 4 tahun 2019 (**Gambar 3.29**), sehingga kedua parameter ini perlu dicermati dengan lebih seksama. Namun demikian, pada pemantauan terbaru tahun 2023 nilai parameter total P kembali mengalami peningkatan yang drastis mendekati kondisi yang sama dari periode tahun 2018-2019, bahkan terjadi peningkatan presentasi sebesar 82-95% lokasi terpantau tidak memenuhi baku mutu (**Gambar 3.73**).

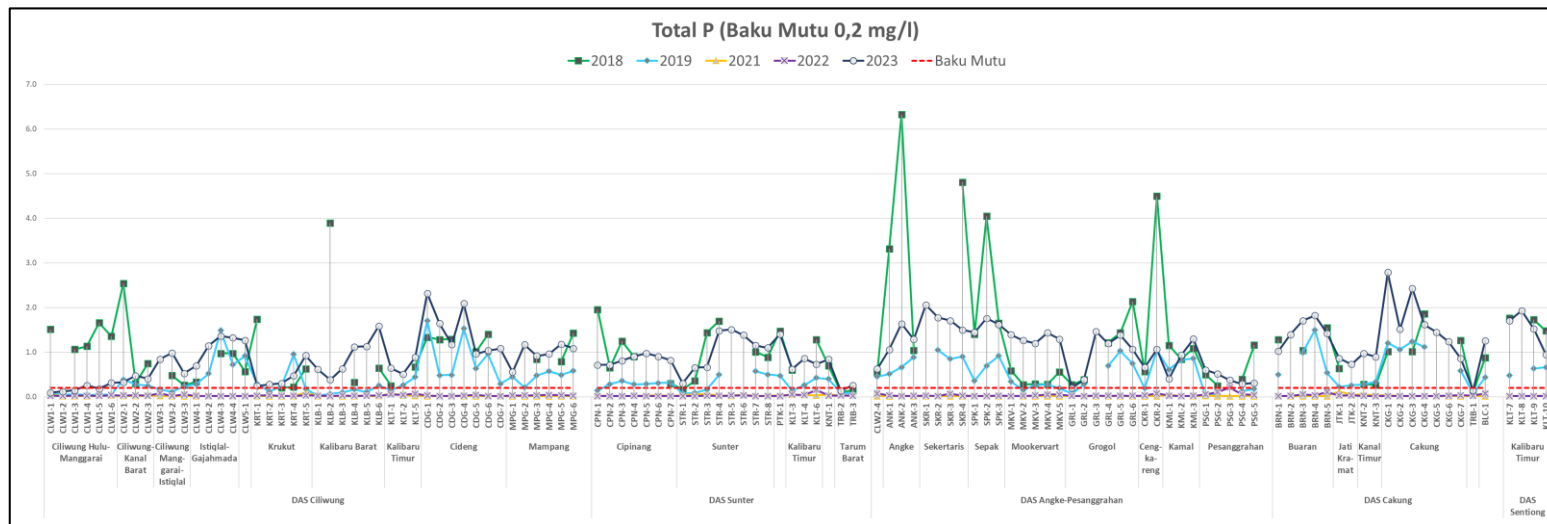
b. Nitrit (NO₂)

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 pada suasana oksigen yang sangat rendah (Effendi 2003). Nitrit dapat berasal dari limbah industri dan domestik (Effendi 2003). Konsentrasi nitrit di titik-titik pemantauan sungai pada pemantauan tahun 2023 teramati cukup bervariasi, terutama di ruas Sungai Cideng, Krukut, Pesanggrahan, Mampang, dan beberapa lokasi di Sungai Ciliwung dan Kalibaru Timur yang memiliki variasi konsentrasi paling besar antar titiknya (**Gambar 3.74**). Sementara pada sungai lainnya yang cenderung seragam memenuhi baku mutu terdapat di Sungai Angke dan Sekertaris (DAS Angke-Pesanggrahan) dan Sungai Cakung (DAS Cakung).

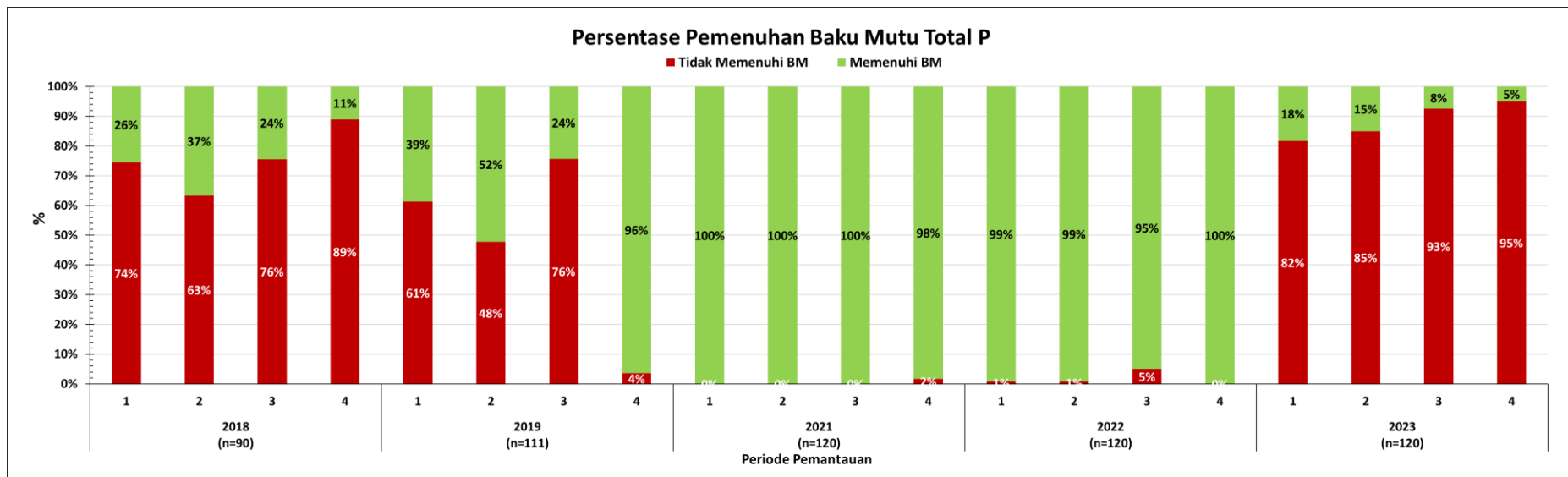
Berdasarkan data antar waktu, pemantauan tahun 2021 menunjukkan konsentrasi nitrit yang lebih tinggi pada seluruh DAS, kecuali DAS Sentiong (**Gambar 3.75**). Lokasi yang paling sering terukur nitrit dalam konsentrasi tinggi selama lima tahun terakhir berada di Sungai Cipinang yang termasuk ke dalam DAS Sunter (**Gambar 3.75**). Nilai paling ekstrem yang pernah dicapai pada tahun 2023 sebesar 1,04 mg/l di titik CDG-5 (Jembatan Jl. Gading Raya Lestari, Kec. Cilincing, Jakarta Utara) (**Gambar 3.74**). 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 3.76**). Pada pemantauan tahun 2023, titik pemantauan yang tidak memenuhi baku mutu nitrit terpantau sebanyak 30-51% atau 36-61 lokasi (**Gambar 3.76**). Jumlah tersebut masih termasuk ke dalam kisaran persentase lokasi tidak memenuhi baku mutu yang pernah tercatat selama lima tahun terakhir.



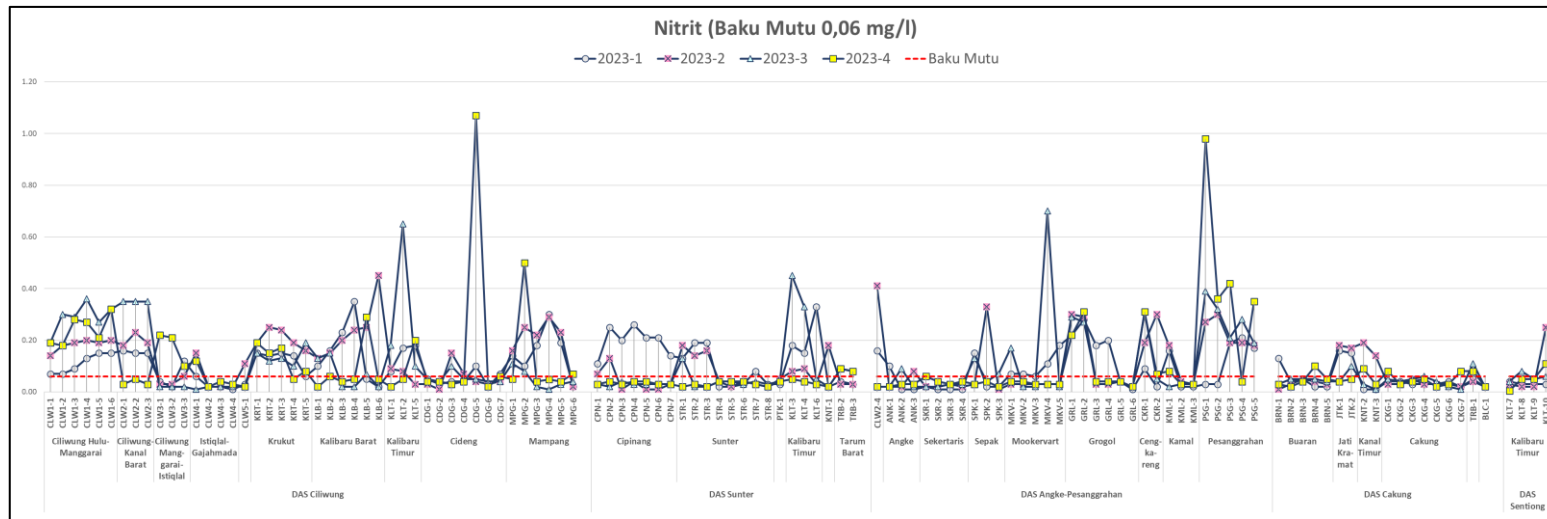
Gambar 3.71. Konsentrasi total P pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



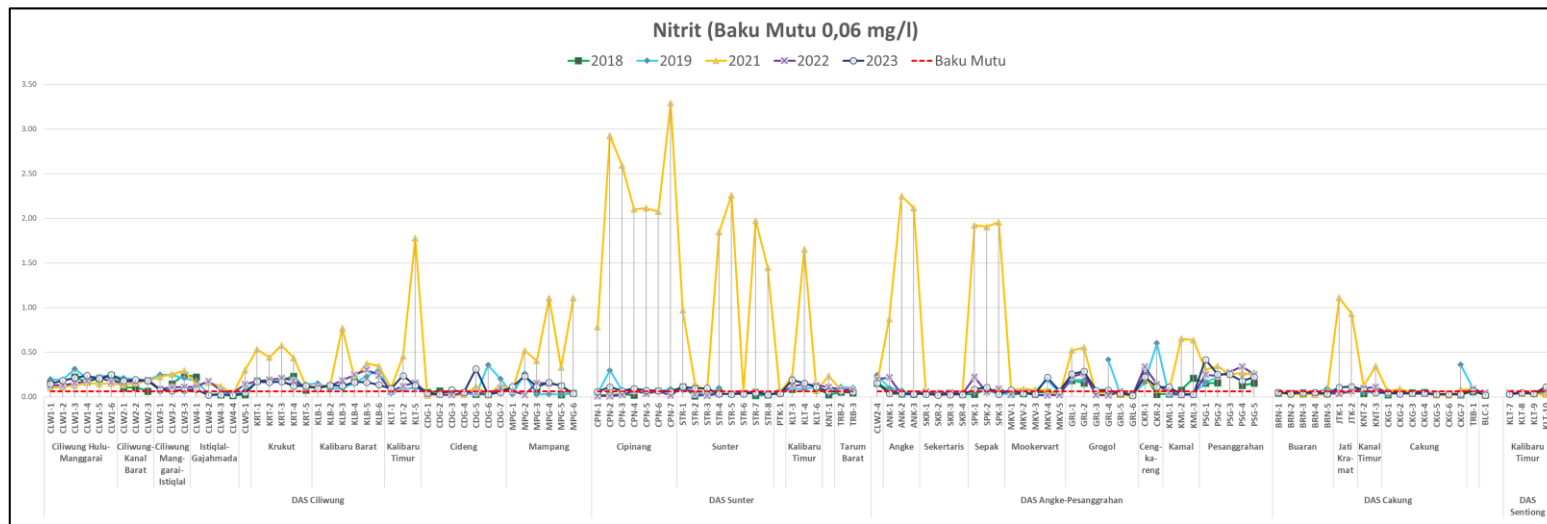
Gambar 3.72. Konsentrasi total P pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



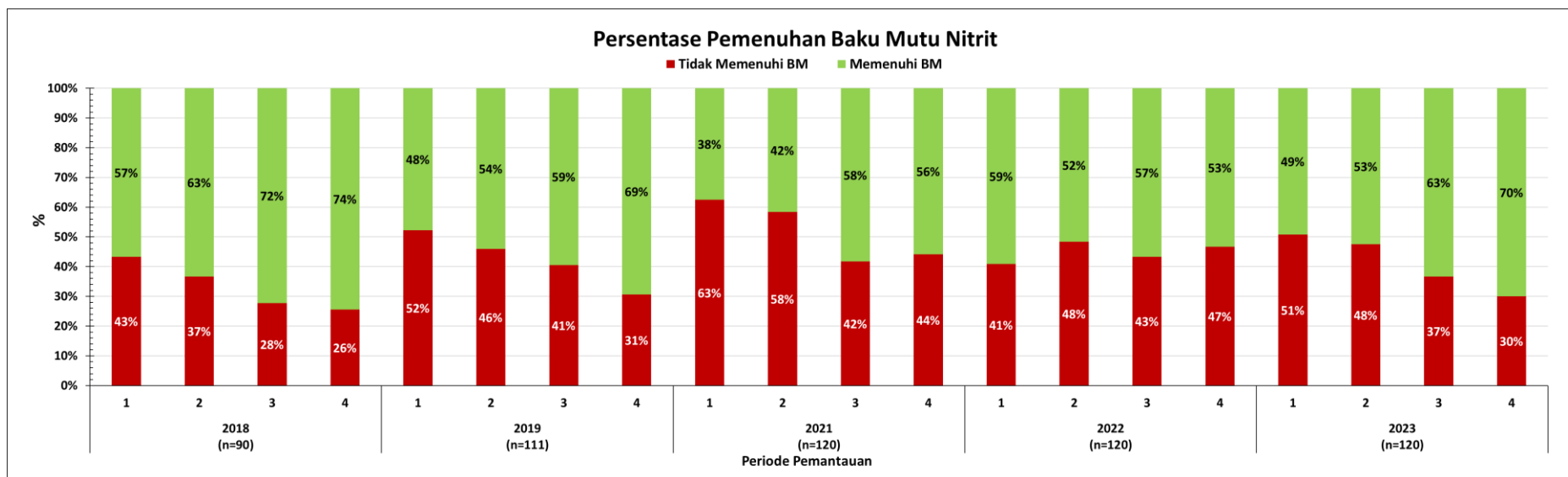
Gambar 3.73. Persentase pemenuhan baku mutu total P selama tahun 2018-2023.



Gambar 3.74. Konsentrasi nitrit (NO_2) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



Gambar 3.75. Konsentrasi nitrit (NO_2) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.

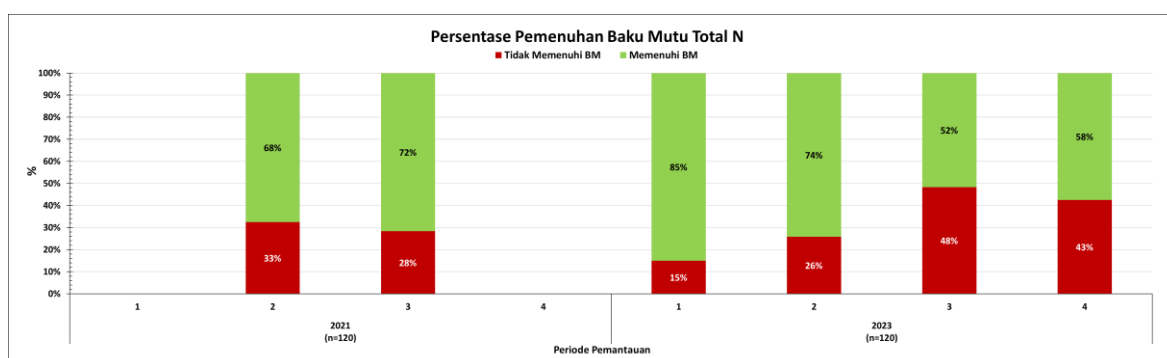


Gambar 3.76. Persentase pemenuhan baku mutu nitrit (NO_2) selama tahun 2018-2023.

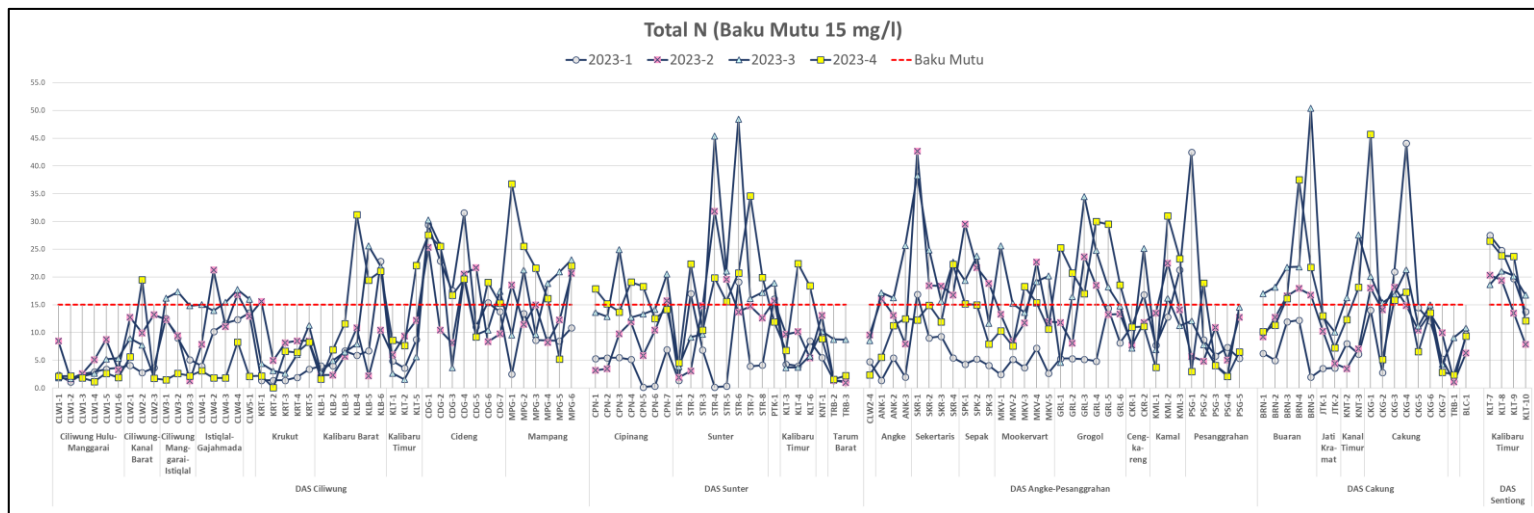
c. Total Nitrogen (Total N)

Total nitrogen (Total N) merupakan akumulasi keseluruhan unsur nitrogen dalam perairan yang dapat terombak secara alamiah menjadi komponen amoniak dan kemudian teroksidasi menjadi nitrit dan nitrat (Effendi 2003). Pengukuran konsentrasi total N terhitung sangat jarang dilakukan selama pemantauan lima tahun, yaitu pengukuran pertama dilakukan pada tahun 2021 (periode 2-3) dan kembali dilakukan pengukuran pada 2023. Konsentrasi total N yang terdeteksi pada tahun 2023 lebih dominan memenuhi nilai baku mutu sebesar 15 mg/l. Beberapa titik pemantauan yang terpantau tidak memenuhi baku mutu terjadi pada beberapa ruas sungai di DAS Ciliwung yang didominasi oleh Sungai Cideng (CDG-1, CDG-2, CDG-3, CDG-4, dan CDG-6) dan satu lokasi di Sungai Kalibaru Barat (KLB-6), DAS Sunter yakni di Sungai Sunter (STR-2, STR-4, STR-6, dan STR-7), DAS Angke-Pesanggrahan yakni di Sungai Sekertaris (SKR-1), Sungai Sekertaris, Sungai Cengkareng (CKR-2), Sungai Grogol, Sungai Kamal (KML-3), dan Sungai Pesanggrahan (PSG-1), DAS Cakung yakni terjadi pada Sungai Buaran (BRN-3, BRN-4, dan BRN-5), Sungai Cakung (CKG-1, CKG-3 dan CKG-5), serta DAS Sentiong pada titik KLT-7, KLT-8, dan KLT-9 (**Gambar 3.78**).

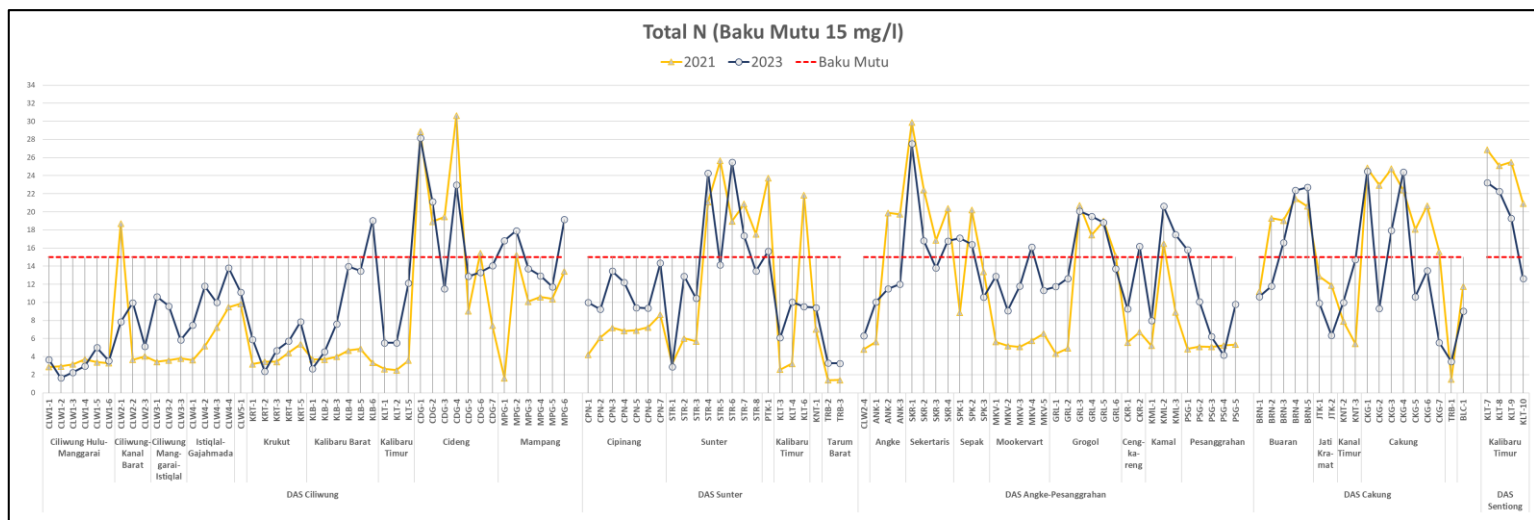
Kecenderungan konsentrasi total N pada tahun 2021 dan 2023 teramati cukup stabil, kecuali pada beberapa lokasi seperti di Sungai Ciliwung (CLW2-1), Sungai Kalibaru Barat (KLB-6), Sungai Cideng (CDG-1 dan CDG-4), Sungai Sunter (STR-4, STR-5, STR-7, STR-8), Sungai Angke (ANK-2 dan ANK-3), Sungai Mookervart (MKV-1, MKV-2, MKV-3), Sungai Grogol (GRL-3 dan GRL-4), Sungai Cengkareng (CKR-1 dan CKR-2), Sungai Kamal (KML-3), dan Sungai Pesanggrahan (PSG-1 dan PSG-2), Sungai Buaran (BRN-2), dan Sungai Cakung (CKG-4) (**Gambar 3.79**). Apabila dicermati, konsentrasi total N tahun 2021 cenderung lebih tinggi dibandingkan tahun 2023. Persentase pemenuhan baku mutu total N pada tahun 2023 menunjukkan mengalami penurunan persentase lokasi yang tidak memenuhi baku mutu yang lebih rendah dari tahun sebelumnya yaitu mencapai 15%, namun pada tahun yang sama persentase lokasi tersebut juga mengalami peningkatan yang tertinggi selama pemantauan yang mencapai 48% (**Gambar 3.77**). Namun perlu dicermati bahwa pengukuran pada tahun 2021 tersebut tidak mencakup keseluruhan titik pemantauan (hanya sebagian), sementara pada tahun 2023 mencakup keseluruhan titik pemantauan.



Gambar 3.77. Persentase pemenuhan baku mutu total N selama tahun 2021-2023.



Gambar 3.78. Konsentrasi total N pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



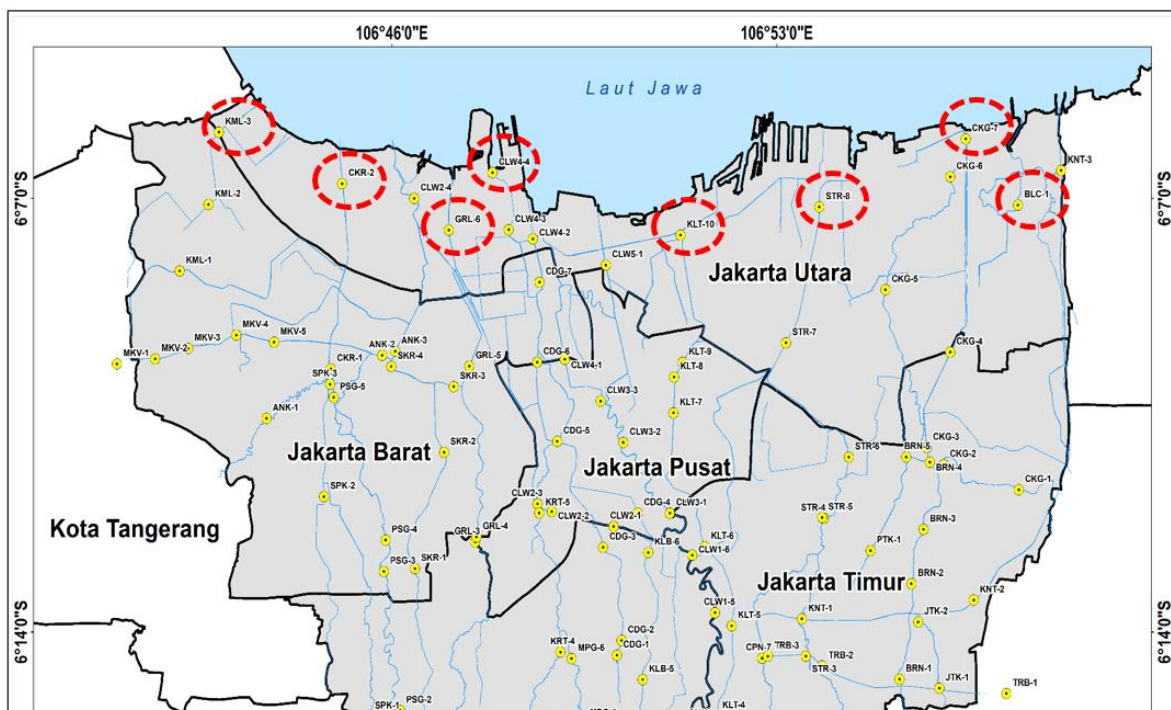
Gambar 3.79. Konsentrasi total N pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2023.

3.2.2.3. Parameter Yang Cenderung Memenuhi Baku Mutu

3.2.2.3.1. *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 2023, 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 3.80**). Sungai Ciliwung CLW-4-4 (Outlet Pompa Waduk Pluit, Jakarta Utara) yang berada di DAS Ciliwung, Sungai Sunter STR-8 (Jembatan Sindang, Kali Sunter, 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 Blencong BLC-1 (Jl. Raya Gudang Peluru Marunda, 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 3.81**). Perbandingan hasil pengukuran kedua parameter yang dapat dilihat pada **Gambar 3.81** dan **Gambar 3.15** menunjukkan bahwa lokasi yang memiliki nilai TDS tinggi juga memiliki nilai salinitas yang tinggi pula.



Gambar 3.80. Titik pemantauan sungai dengan konsentrasi TDS tinggi.

Selain enam lokasi yang konsisten memiliki konsentrasi TDS tinggi, pada periode pemantauan tahun 2018-2023 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 3.82**). 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. Meskipun dari sisi persentase terdapat penurunan jumlah lokasi yang tidak memenuhi baku mutu TDS dari periode 2018-2019 (1-9%) ke periode 2021-2023 (3-7%), namun dikarenakan jumlah lokasi pantau yang lebih sedikit pada tahun 2018-2019 (90-111 lokasi) dibandingkan tahun 2021-2023 (120 lokasi), jika dihitung jumlah lokasi aktual yang tidak memenuhi baku mutu cenderung sama (**Gambar 3.83**).

3.2.2.3.2. 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 2023, secara umum masih memenuhi baku mutu kelas 2 pada rentang 6-9, namun mengalami peningkatan lokasi yang tidak memenuhi baku mutu yaitu pada periode 3 (KLB-3 dan CDG-7) (**Gambar 3.84**). Apabila ditinjau berdasarkan data periodik selama tahun 2018-2023, jumlah titik pemantauan yang tidak memenuhi baku mutu pH paling banyak terjadi pada periode 4 tahun 2019 dan periode 2 tahun 2022 sebanyak empat titik pemantauan. Selain pada periode tersebut, tercatat satu lokasi tidak memenuhi baku mutu pH pada periode 1 tahun 2019 di titik MKV-3 (5,75) dan periode 2 tahun 2019 di titik KNT-3 (9,10). Meskipun sempat mengalami perbaikan yaitu kondisi pH secara konsisten memenuhi baku mutu sejak periode 3 tahun 2022, namun pada periode 3 tahun 2023 mengalami peningkatan sebanyak 2% atau sebanyak dua titik yang tidak memenuhi baku mutu. Rekapitulasi nilai pH pada periode 2018-2023 disajikan pada **Gambar 3.85**, sementara rekapitulasi persentase lokasi pemenuhan baku mutu pH selama pemantauan tahun 2018-2023 disajikan pada **Gambar 3.86**.

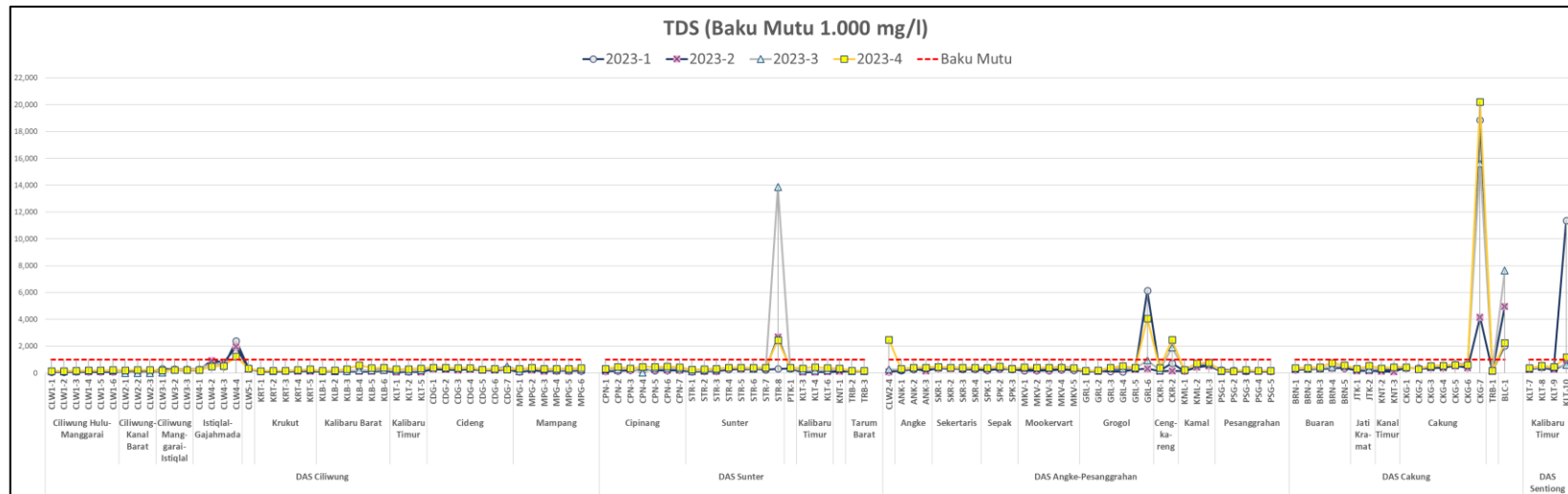
3.2.2.3.3. Minyak dan Lemak

Parameter minyak dan lemak sering kali dikaitkan dengan limbah rumah tangga. Pada tahun 2023, kandungan minyak dan lemak pada perairan lebih banyak terukur memenuhi baku mutu dan bahkan dominan berada di bawah deteksi limit metode analisis. Jumlah lokasi yang tidak memenuhi baku mutu senilai 1 mg/l pada tahun 2023 terdeteksi pada beberapa titik diantaranya adalah Sungai Mampang (MPG-1 dan MPG-6), Sekertaris (SKR-2), Mookervart (MKV-4), Grogol (GRL-3 dan GRL-5), Kamal (KML-2 dan KML-3), Pesanggrahan (PSG-1), dan Cakung (CKG-1) (**Gambar 3.87**). Namun demikian, konsentrasi minyak-lemak yang terdeteksi tinggi secara konsisten selama pemantauan tahun 2018-2023 pada Sungai Cideng (CDG-1, CDG-2, dan CDG-4) dan Kamal (KML-1 dan KML-3) (**Gambar 3.88**).

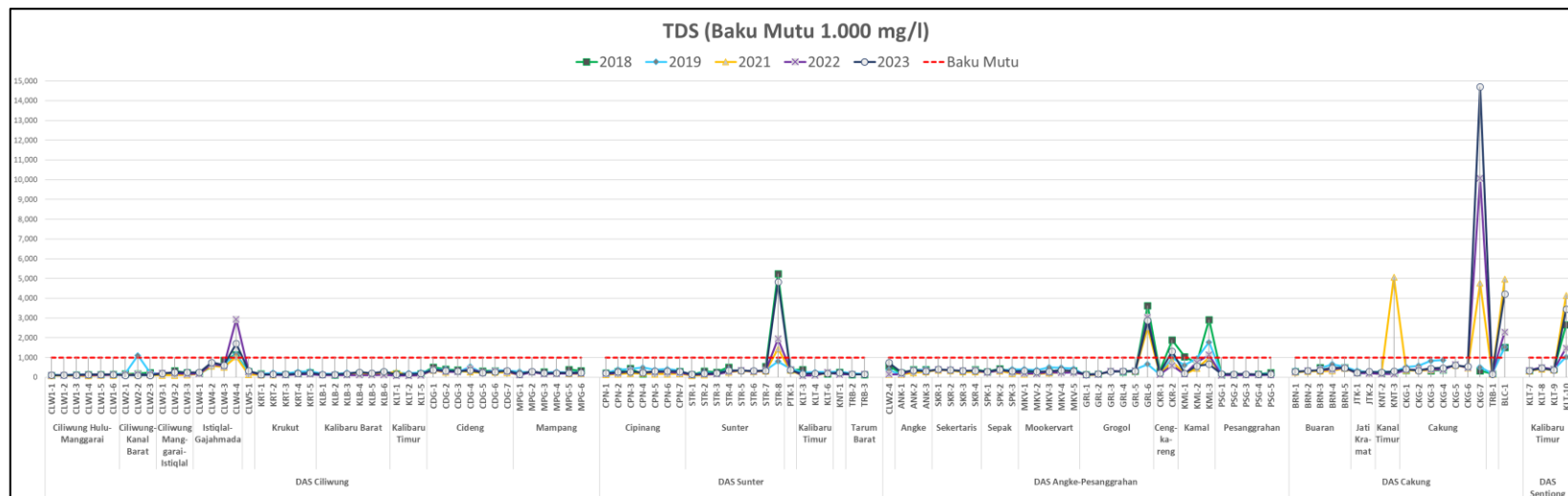
Pemantauan yang dilakukan secara visual mendeteksi adanya keberadaan lapisan minyak-lemak pada sebagian besar titik pemantauan, bahkan kondisi tersebut juga terpantau pada keempat periode selama pemantauan tahun 2023 (**Gambar 3.19**). Meskipun demikian, jika dilakukan perbandingan terhadap pemenuhan baku mutu parameter minyak-lemak, maka keberadaan lapisan minyak di badan air sungai tidak selalu menjadi penciri terdeteksinya kandungan minyak lemak dalam perairan (**Gambar 3.89**). Perbedaan data ketampakan lapisan minyak dan konsentrasi minyak-lemak menjelaskan bahwa keberadaan lapisan minyak di permukaan badan air sungai secara tidak langsung dapat mempengaruhi kualitas air jika terdapat dalam jumlah yang relatif banyak. Selain itu, hal tersebut juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti tingkat kelarutan dan emulsi jenis minyak/lemak.

3.2.2.3.4. Nitrat (NO_3)

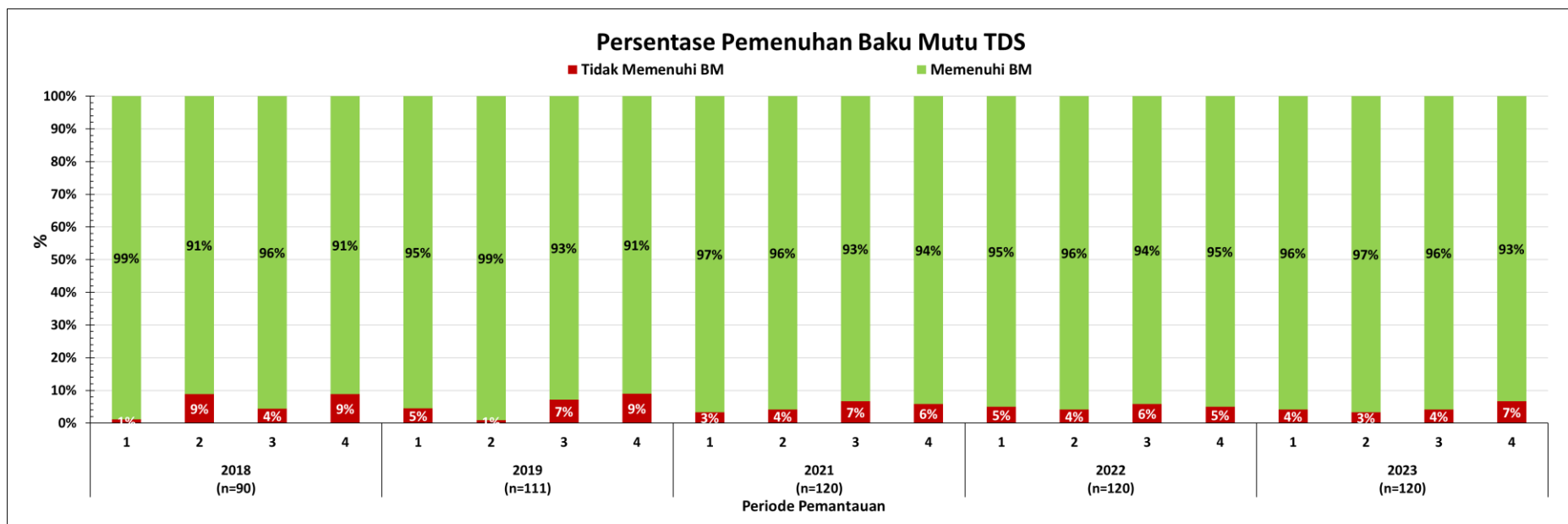
Nitrat (NO_3) merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan menjadi nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan *algae* (Effendi 2003). Nitrat memiliki sifat yang sangat mudah larut dan stabil dalam air (Effendi 2003). Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. 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 2023 seluruhnya memenuhi baku mutu sebesar 10 mg/l dengan kisaran nilai sebesar 0,54-8,20 mg/l (**Gambar 3.90**). Secara *time series*, konsentrasi nitrat selalu terukur pada kisaran nilai yang memenuhi baku mutu (**Gambar 3.91** dan **Gambar 3.92**). Nilai rata-rata tahunan parameter nitrat fluktuatif selama tahun 2018-2023, namun pada tahun 2023 teramati mengalami peningkatan di Sungai Grogol (GRL-4) dan Sungai Pesanggrahan (PSG-3) (**Gambar 3.91**).



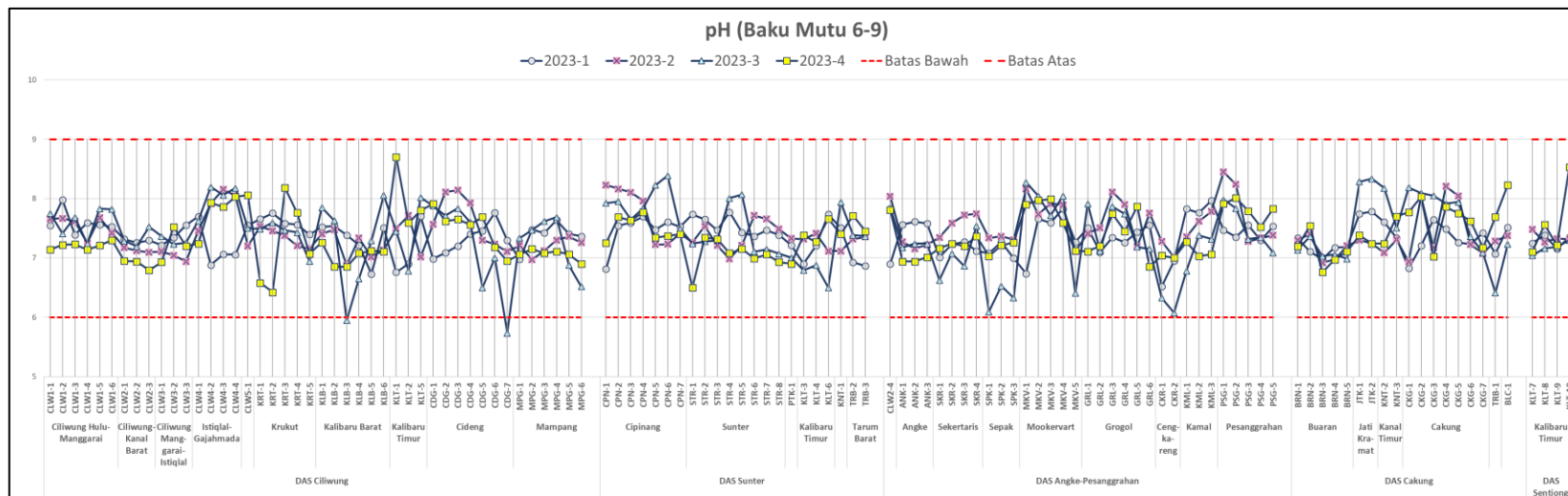
Gambar 3.81. Konsentrasi TDS pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



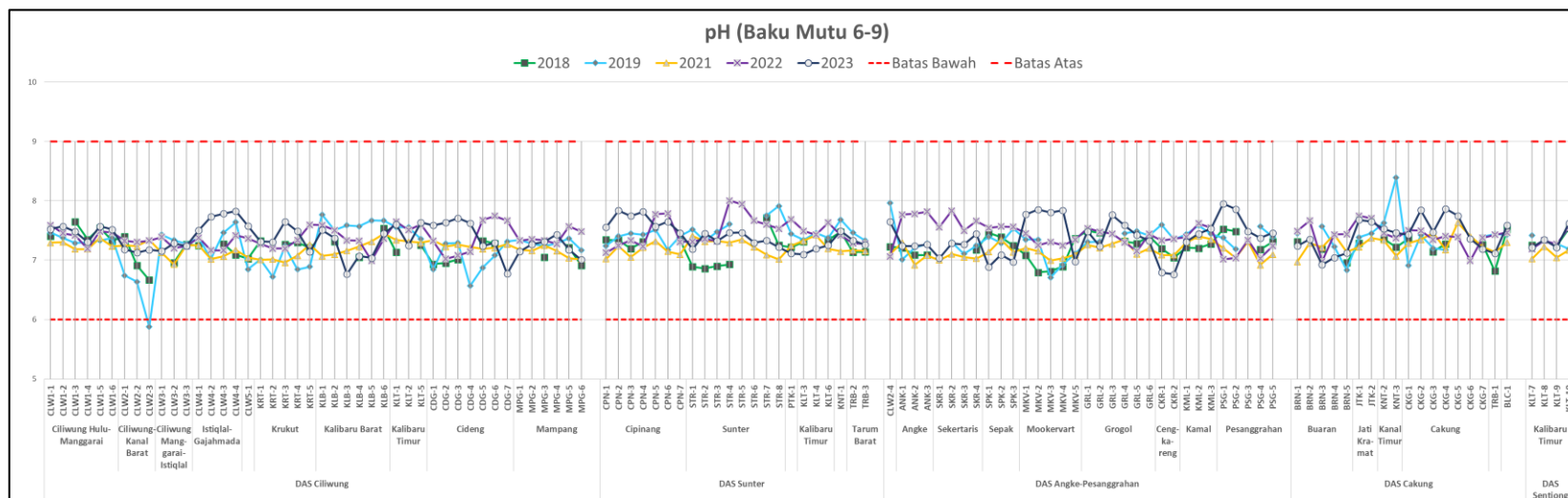
Gambar 3.82. Konsentrasi TDS pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



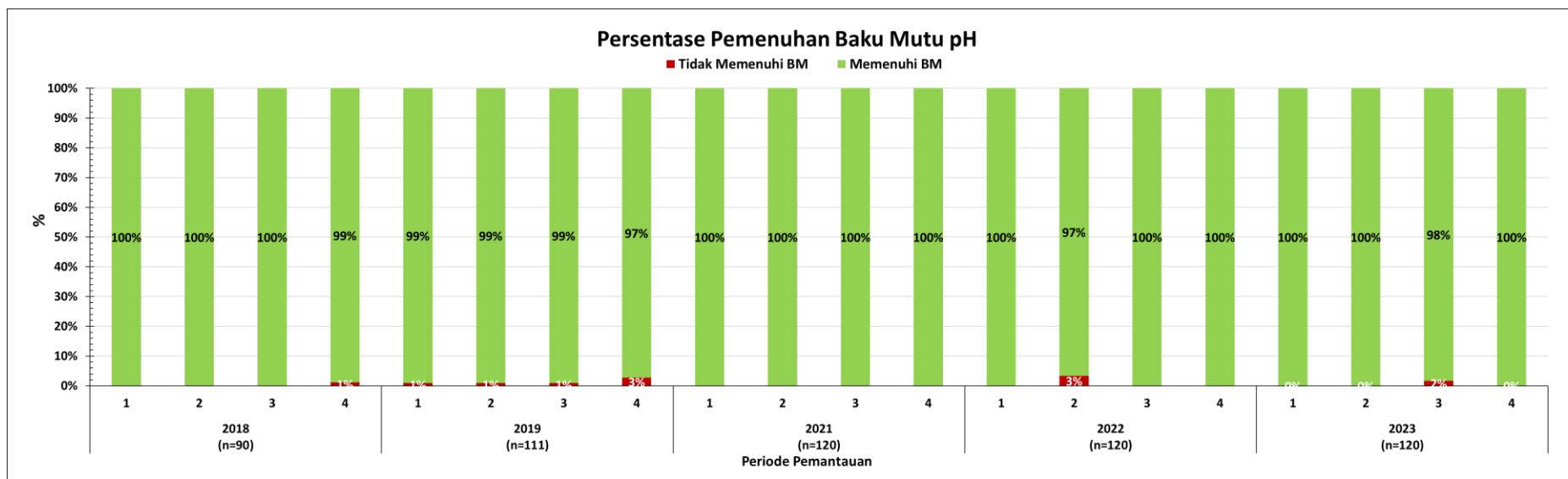
Gambar 3.83. Persentase pemenuhan baku mutu TDS selama tahun 2018-2023.



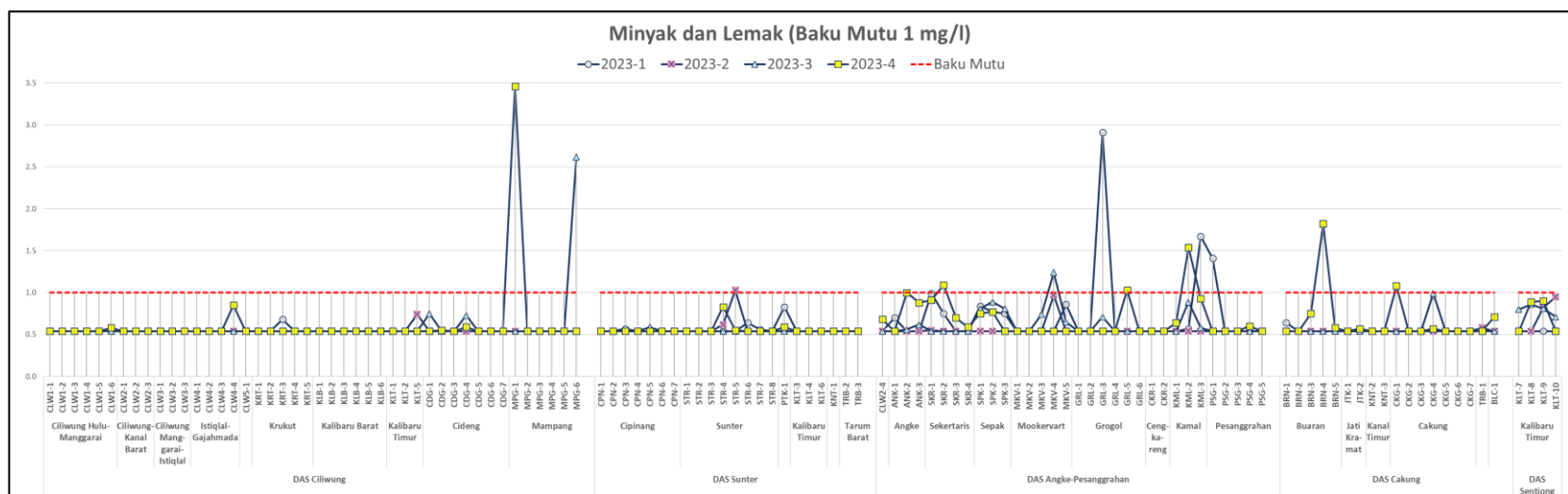
Gambar 3.84. Nilai pH pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



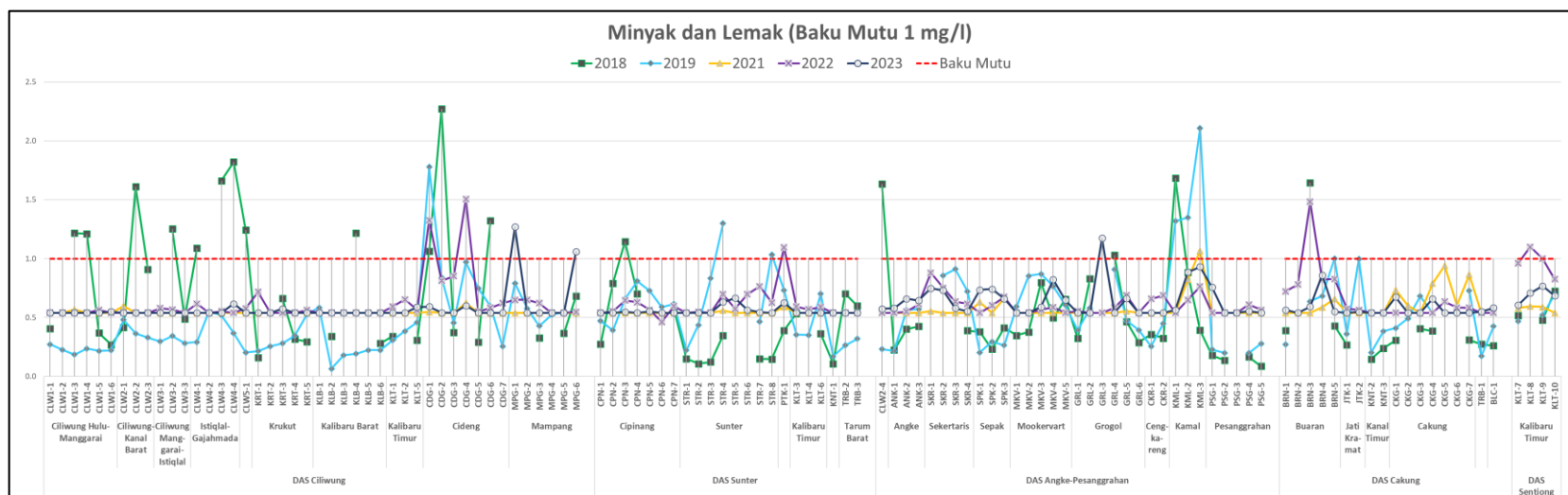
Gambar 3.85. Nilai pH pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



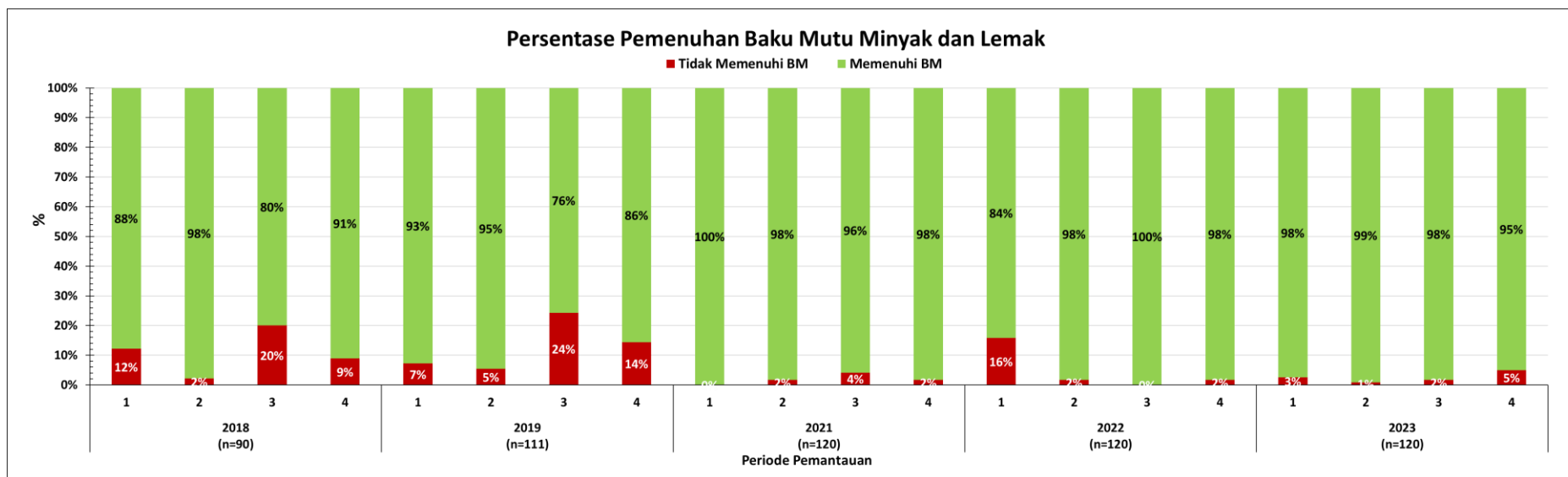
Gambar 3.86. Persentase pemenuhan baku mutu pH selama tahun 2018-2023.



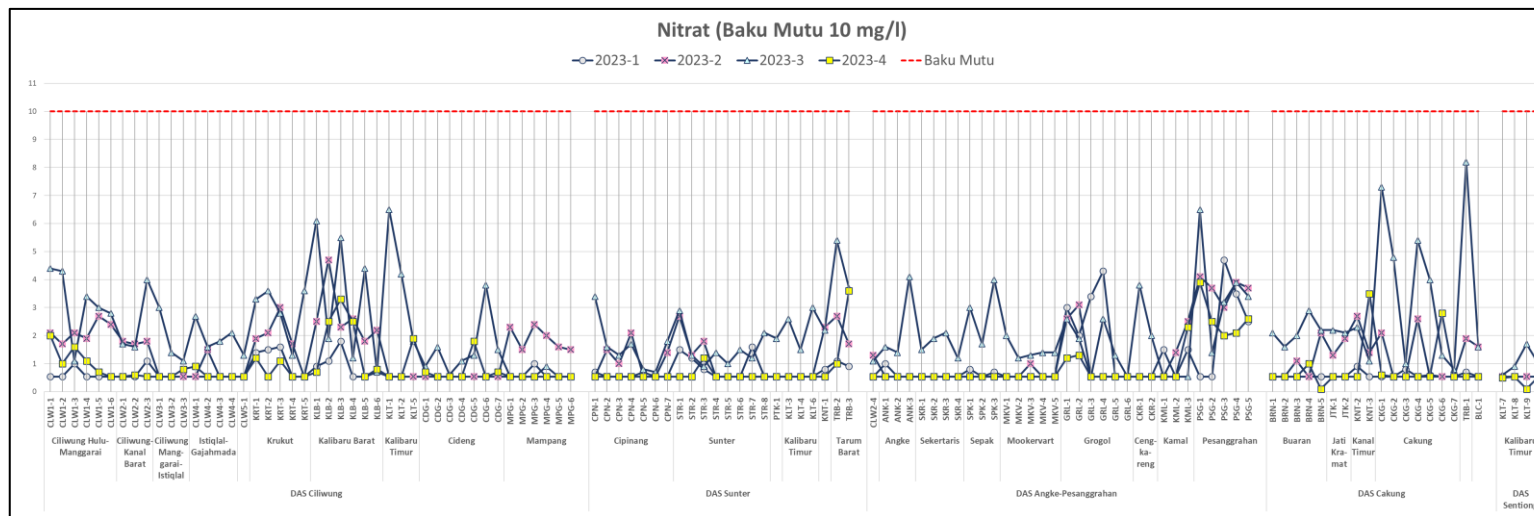
Gambar 3.87. Konsentrasi minyak dan lemak pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



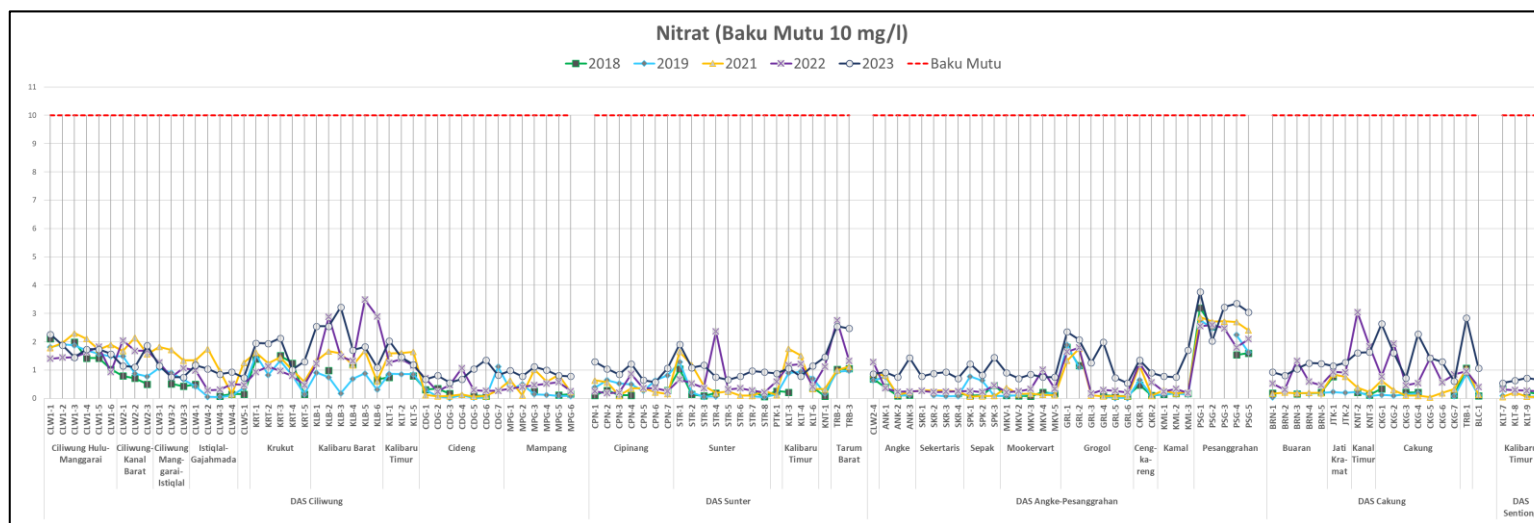
Gambar 3.88. Konsentrasi minyak dan lemak pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



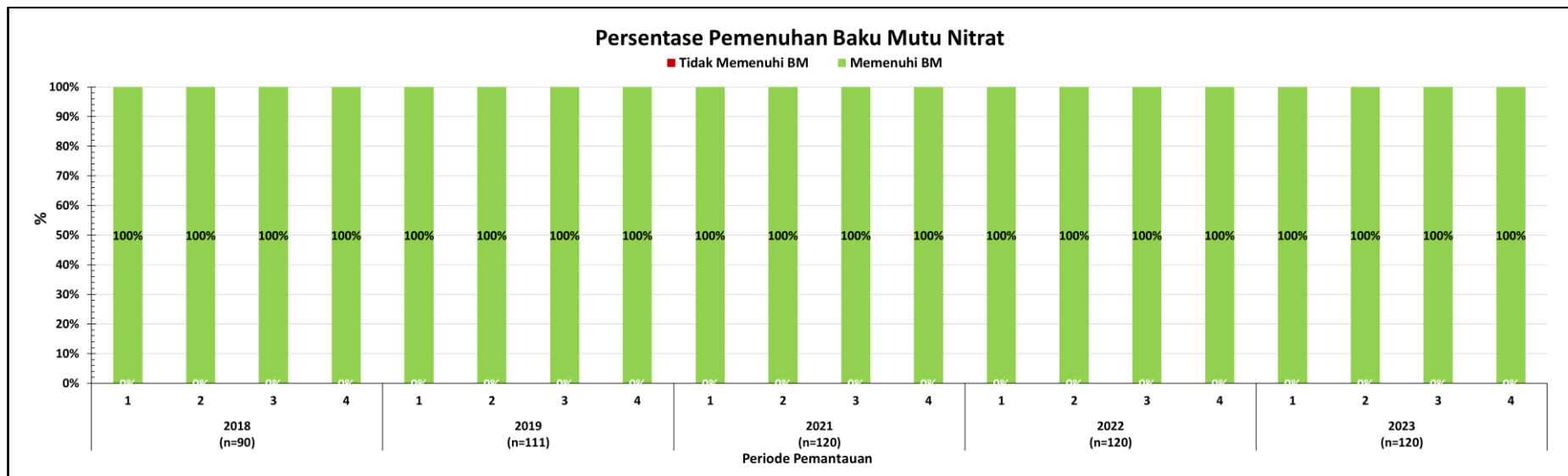
Gambar 3.89. Persentase pemenuhan baku mutu minyak dan lemak selama tahun 2018-2023.



Gambar 3.90. Konsentrasi nitrat (NO_3) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



Gambar 3.91. Konsentrasi nitrat (NO_3) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



Gambar 3.92. Persentase pemenuhan baku mutu nitrat (NO_3) selama tahun 2018-2023.

3.2.2.3.5. 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^-), 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 2023 seluruhnya memenuhi baku mutu sebesar 1,5 mg/l dengan nilai yang cukup bervariasi berkisar 0,02–1,42 mg/L (**Gambar 3.95**). Konsentrasi fluorida tertinggi terdapat pada Sungai Cakung (CKG-7) sebesar 1,42 mg/l pada periode 4 dan pada periode 3 sebesar 1,26 mg/l. Lokasi lain yang terdeteksi tinggi terdapat di CKG-6 saat pemantauan periode 2 yaitu sebesar 1,40 mg/l (**Gambar 3.95**). Lokasi-lokasi tersebut mewakili segmen hilir dan terletak di dekat laut.

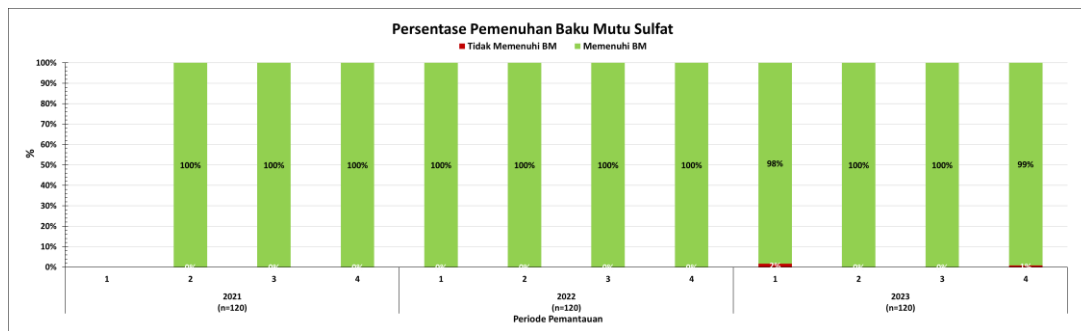
Berdasarkan data rata-rata tahunan selama pemantauan tahun 2018-2023, secara umum nilai fluorida di sungai DKI Jakarta memenuhi baku mutu. Hanya pada dua lokasi saja yang pernah teramati tidak memenuhi baku mutu yakni di Sungai Kalibaru Timur yang termasuk ke dalam DAS Sentiong (KLT-7=3,29 mg/l dan KLT-9=1,87 mg/l) pada tahun 2018 (**Gambar 3.96**). Persentase pemenuhan baku mutu fluorida selama lima tahun terakhir juga menggambarkan kondisi yang baik karena hampir selalu menunjukkan lokasi memenuhi baku mutu sebanyak 100%, kecuali pada periode 4 tahun 2018 dan periode 1 tahun 2021 sebanyak 98% (**Gambar 3.97**).

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 *et al.* 2021).

Konsentrasi sulfat yang terpantau selama tahun 2023 hampir seluruhnya memenuhi nilai baku mutu sebesar 300 mg/l, kecuali pada dua titik pemantauan yaitu di Sungai Cakung (CKG-7) pada periode 1 dan 4 sebesar 770,64 dan 1.440 mg/l, serta di Sungai Kalibaru Timur (KLT-10) pada periode 1 sebesar 487,55 mg/l (**Gambar 3.98**). Lokasi ditemukannya nilai sulfat yang tinggi pada tahun 2023 menunjukkan keselarasan dengan lokasi yang memiliki nilai fluorida tinggi yakni pada lokasi-lokasi pantau yang terletak di hilir atau dekat dengan laut (**Gambar 3.95** dan **Gambar 3.98**). Dengan demikian, kedua parameter ini memiliki keterkaitan satu sama lain.

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 2021-2023, 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 3.99**). Persentase pemenuhan baku mutu sulfat selama pemantauan tahun 2021-2023 juga menggambarkan kondisi yang baik (dominan memenuhi baku mutu sebesar 100%) (**Gambar 3.93**).

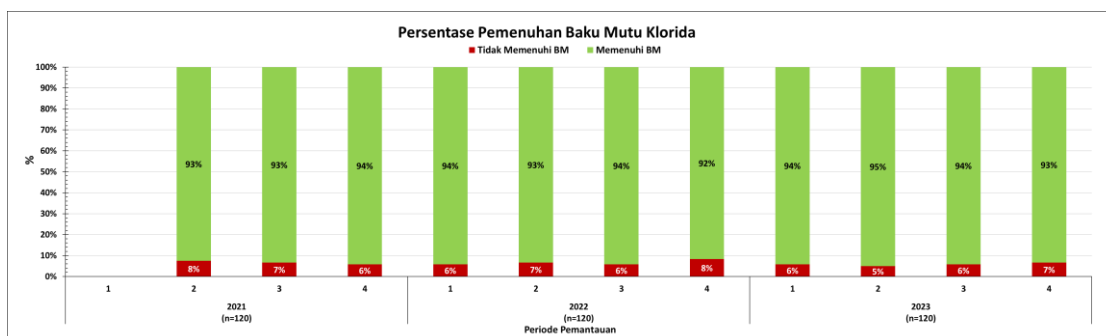


Gambar 3.93. Persentase pemenuhan baku mutu sulfat (SO_4^{2-}) selama tahun 2021-2023.

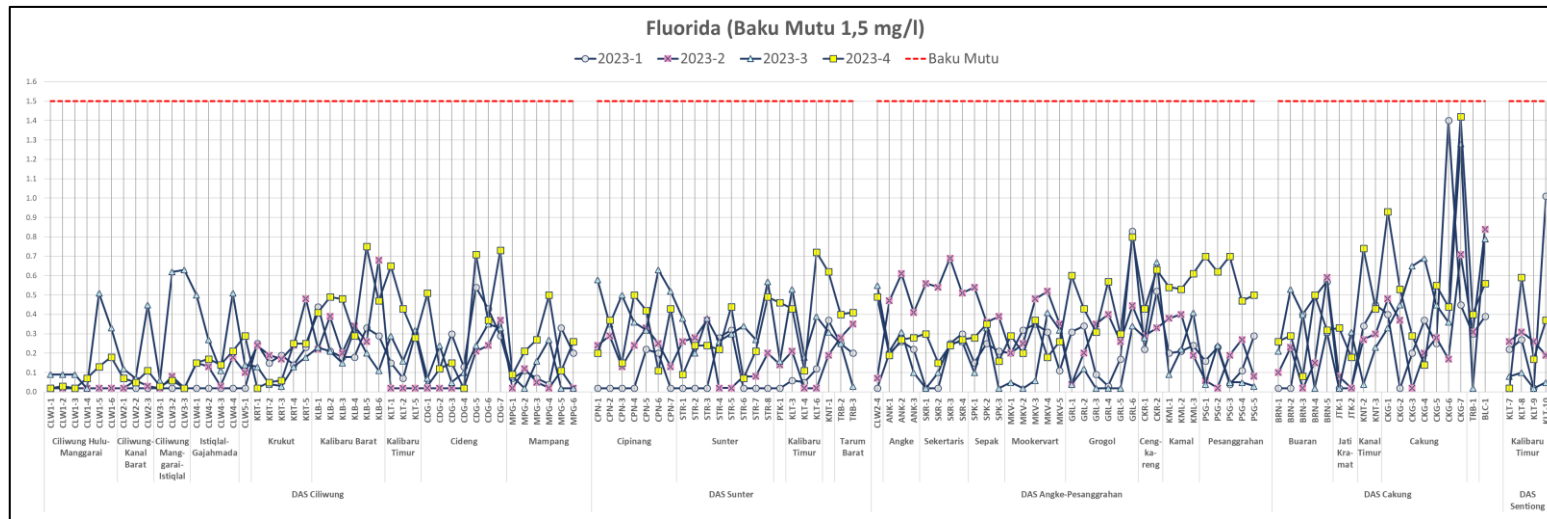
c. Klorida (Cl^-)

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 2023 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 Grogol GRL-6 (Jl. Pluit Selatan Raya, Penjaringan, Jakarta Utara), Sungai Cakung CKG-7 (Jl. Raya Cilincing (Jembatan Cilincing), dan Sungai Kalibaru Timur KLT-10 (UPK Rumah Pompa dan Pengerukan Sampah Sunter Agung, Jakarta Utara) (**Gambar 3.100**). Hal ini selaras dengan lokasi ditemukannya nilai sulfat dan fluorida yang tinggi (**Gambar 3.95**, **Gambar 3.98**, dan **Gambar 3.100**). Dengan demikian, ketiga parameter yakni fluorida, sulfat, dan klorida memiliki kecenderungan yang sama yaitu terkait atau dipengaruhi oleh pasang surut air laut.

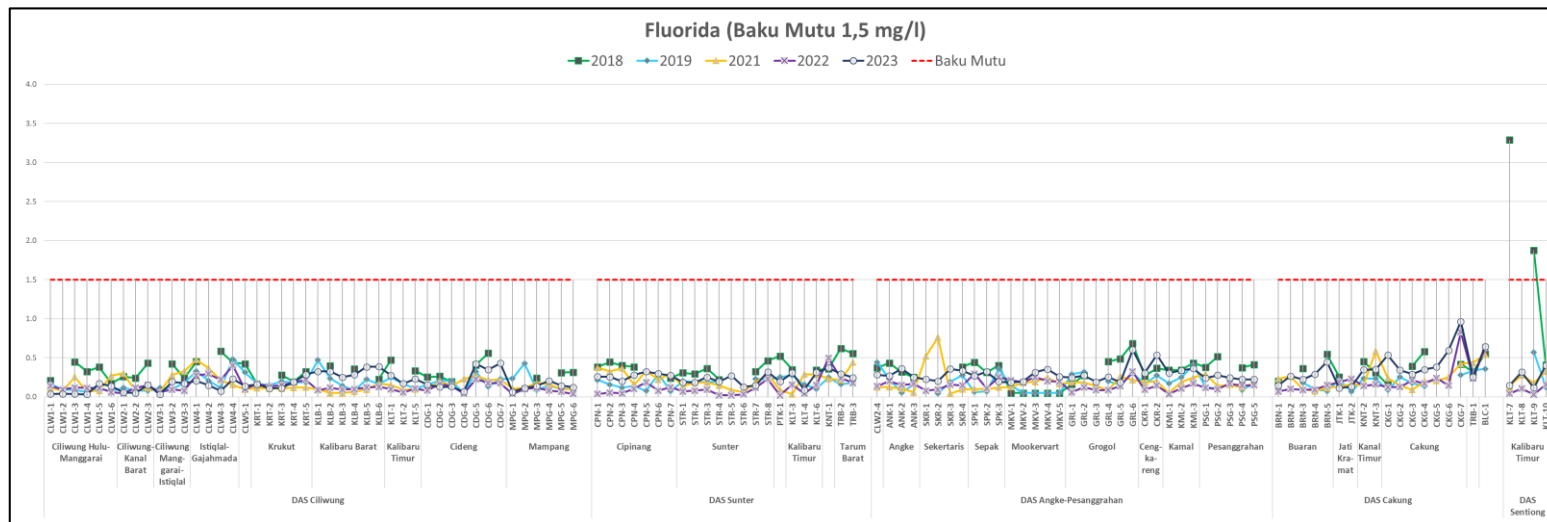
Data antar waktu tahun 2021 hingga 2023 juga memperlihatkan kecenderungan nilai yang lebih tinggi pada empat lokasi yang telah disebutkan sebelumnya, bahkan pada titik CKG-7 pernah mencapai nilai sebesar 28.645,34 mg/l (baku mutu sebesar 300 mg/l) (**Gambar 3.101**). Konsistensi tersebut menguatkan indikasi 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 92-95% dari total 120 titik pemantauan selama periode tahun 2021-2023 (**Gambar 3.94**).



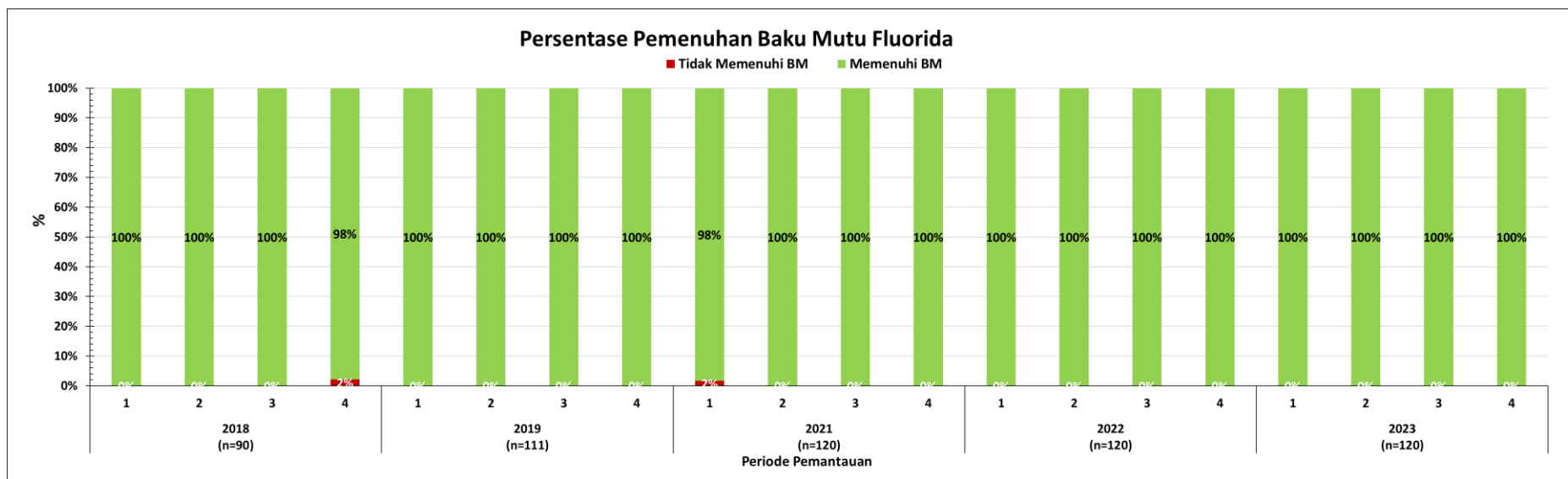
Gambar 3.94. Persentase pemenuhan baku mutu klorida (Cl^-) selama tahun 2021-2023.



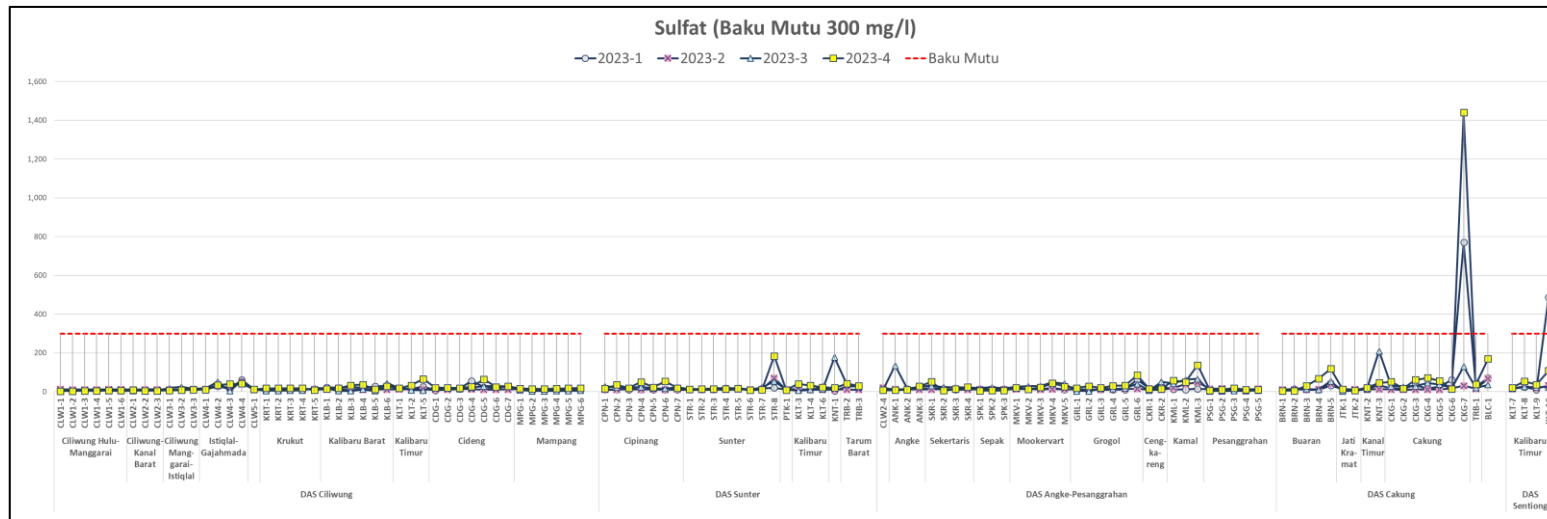
Gambar 3.95. Konsentrasi fluorida (F⁻) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



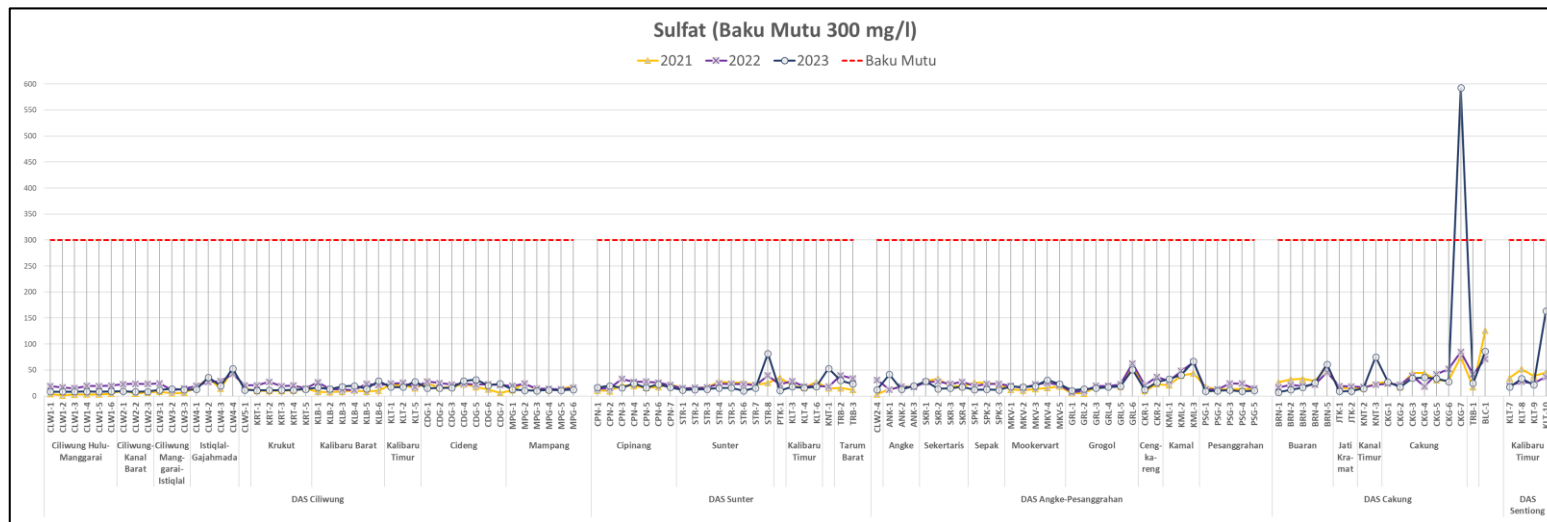
Gambar 3.96. Konsentrasi fluorida (F⁻) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



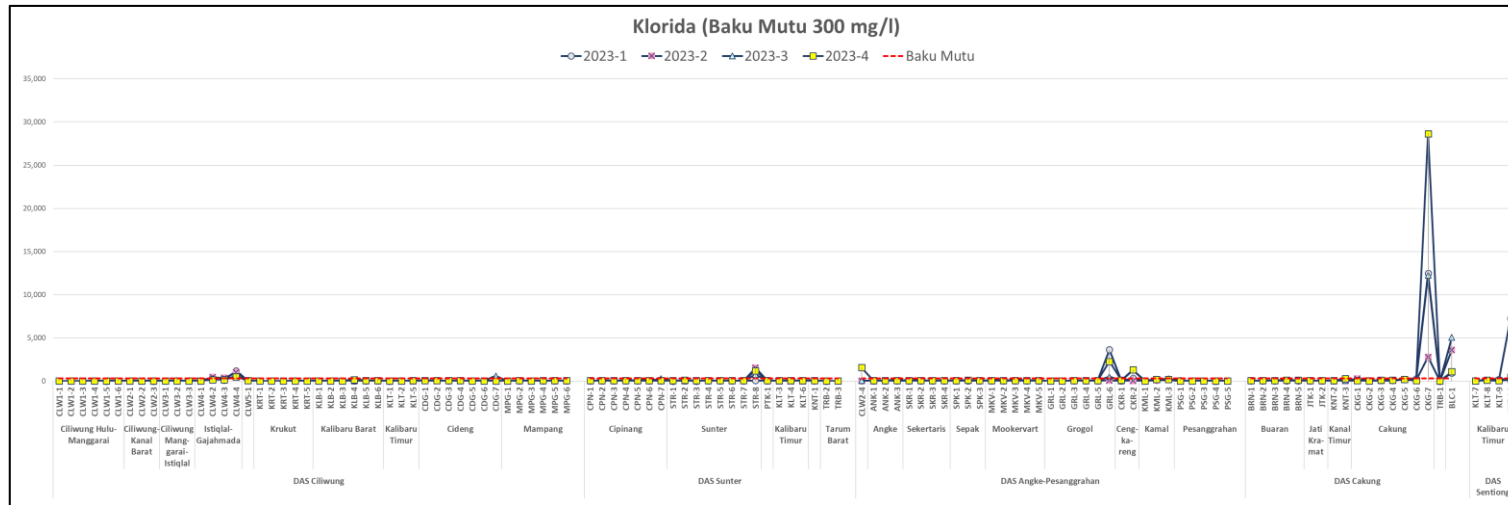
Gambar 3.97. Persentase pemenuhan baku mutu fluorida (F⁻) selama tahun 2018-2023.



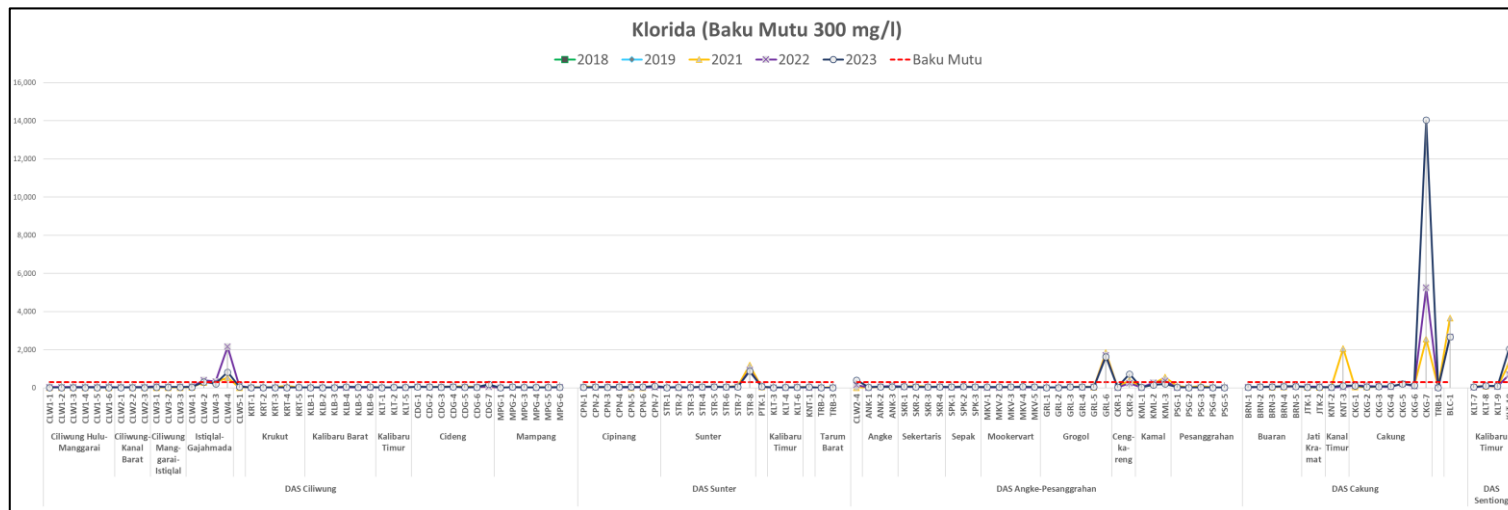
Gambar 3.98. Konsentrasi sulfat (SO_4^{2-}) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



Gambar 3.99. Konsentrasi sulfat (SO_4^{2-}) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2023.



Gambar 3.100. Konsentrasi klorida (Cl^-) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



Gambar 3.101. Konsentrasi klorida (Cl^-) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2023.

3.2.2.3.6. Logam

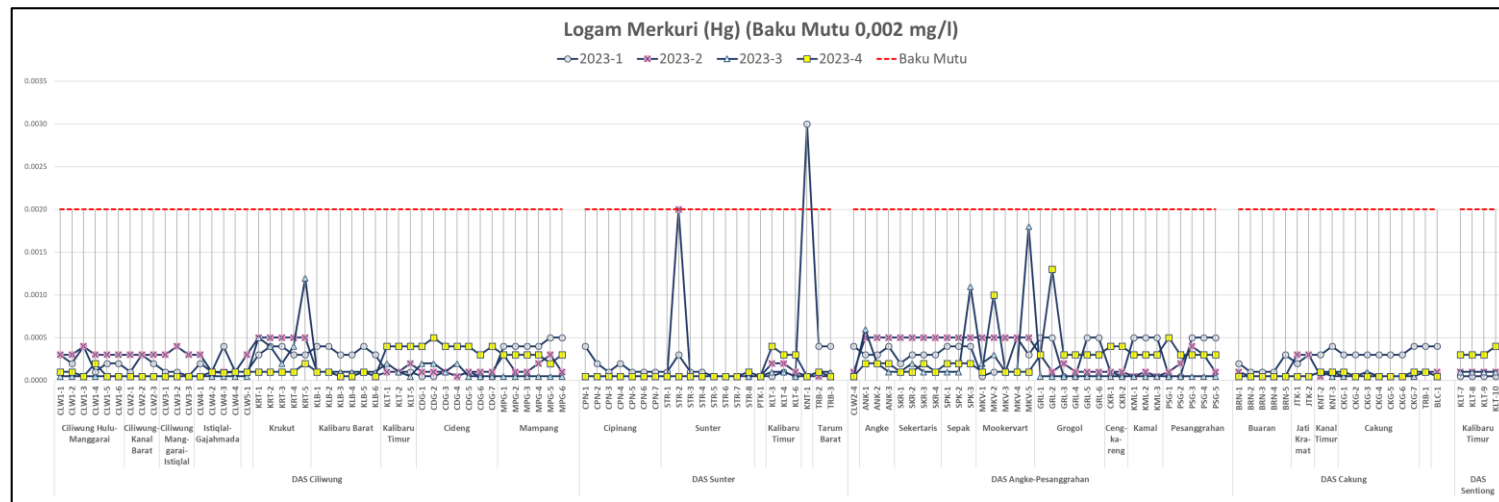
a. Merkuri (Hg)

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 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).

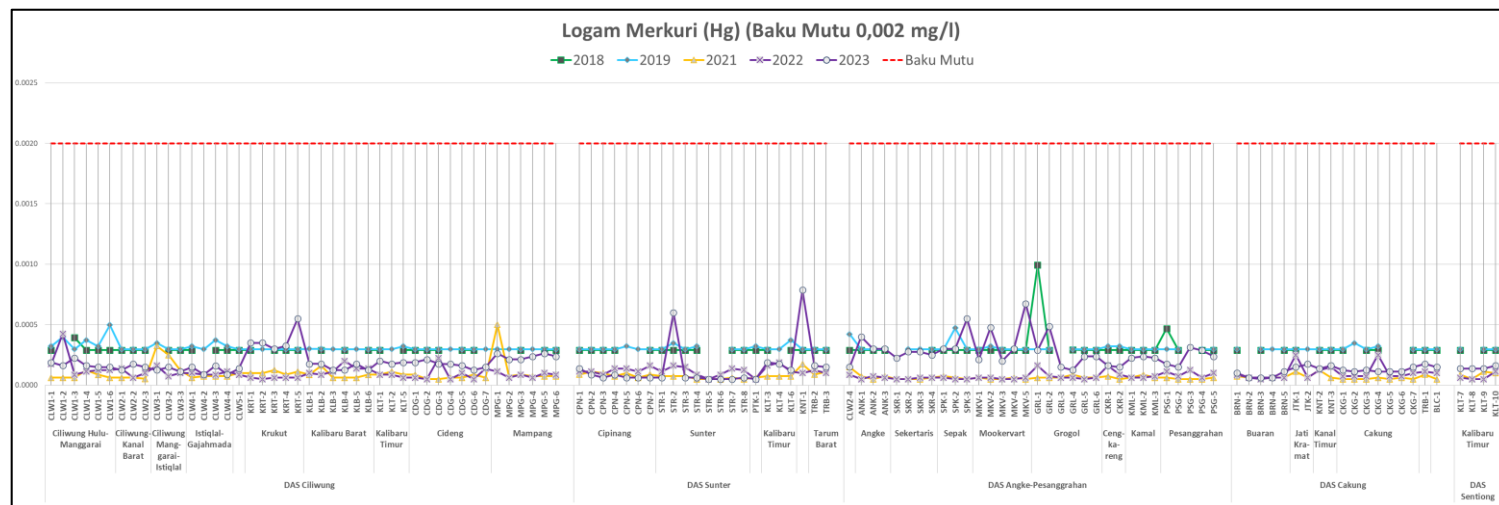
Hasil pemantauan logam merkuri selama pemantauan tahun 2018-2023 secara umum menunjukkan kondisi memenuhi baku mutu sebesar 0,002 mg/l dengan variasi nilai baik secara spasial maupun temporal (**Gambar 3.103**). Namun, pada pemantauan tahun 2023, ditemukan nilai merkuri yang tidak memenuhi baku mutu yaitu sebesar 0,003 mg/l di Sungai Kanal Timur titik KNT-1 (Jalan Pelita Raya, Pondok Bambu, Duren Sawit, Jakarta Timur) yang termasuk ke dalam DAS Sunter (**Gambar 3.102** dan **Gambar 3.103**). Parameter merkuri cenderung ditemukan memenuhi baku mutu pada 100% titik pemantauan selama tahun 2018-2023, kecuali pada periode-4 tahun 2018 dan periode 1 tahun 2023 yang tercatat pada 99% lokasi saja (**Gambar 3.104**).

b. Kadmium (Cd)

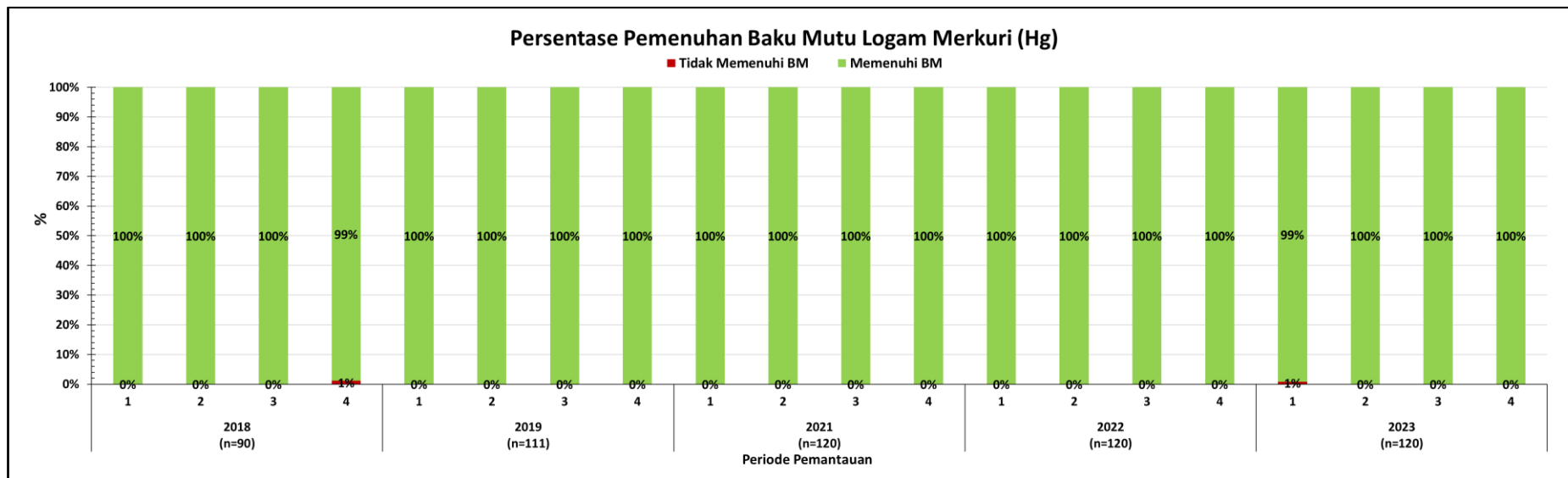
Kadmium (Cd) adalah unsur kedua dalam Golongan IIB dari tabel periodik yang memiliki nomor atom 48, berat atom 112,41, dan valensi 2. Konsentrasi logam Cd selama pemantauan tahun 2018-2023 secara umum menunjukkan kondisi memenuhi baku mutu sebesar 0,01 mg/l dan bahkan hampir seluruhnya berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium (**Gambar 3.106**). Pada pemantauan tahun 2023 juga hanya terdapat terdapat lonjakan kenaikan lokasi yang tidak memenuhi baku mutu Cd terutama pada periode 4 yaitu di Sungai Angke (ANK-1, ANK-2, dan ANK-3), Sungai Sepak (SPK-1, SPK-2, SPK-3), Sungai Mookervart (MKV-1 dan MKV-5). Lokasi lain yang terdeteksi nilai Cd yakni di titik CPN-5 (Sungai Cipinang), sedangkan sisanya berada di bawah *detection limit* (**Gambar 3.105**). Namun demikian berdasarkan data pemantauan antar tahun, terdapat satu lokasi yang mengalami lonjakan konsentrasi Cd yang signifikan pada periode 3 tahun 2021 di lokasi Sungai Krukut KRT-3 (Jl Puri Mutiara V, Cilandak, Jakarta Selatan) senilai 0,02 mg/l, sehingga tidak memenuhi baku mutu yang disyaratkan (**Gambar 3.106**). Terkait dengan hal tersebut persentase pemenuhan baku mutu pada 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 2018-2023 mencapai 100% (**Gambar 3.107**).



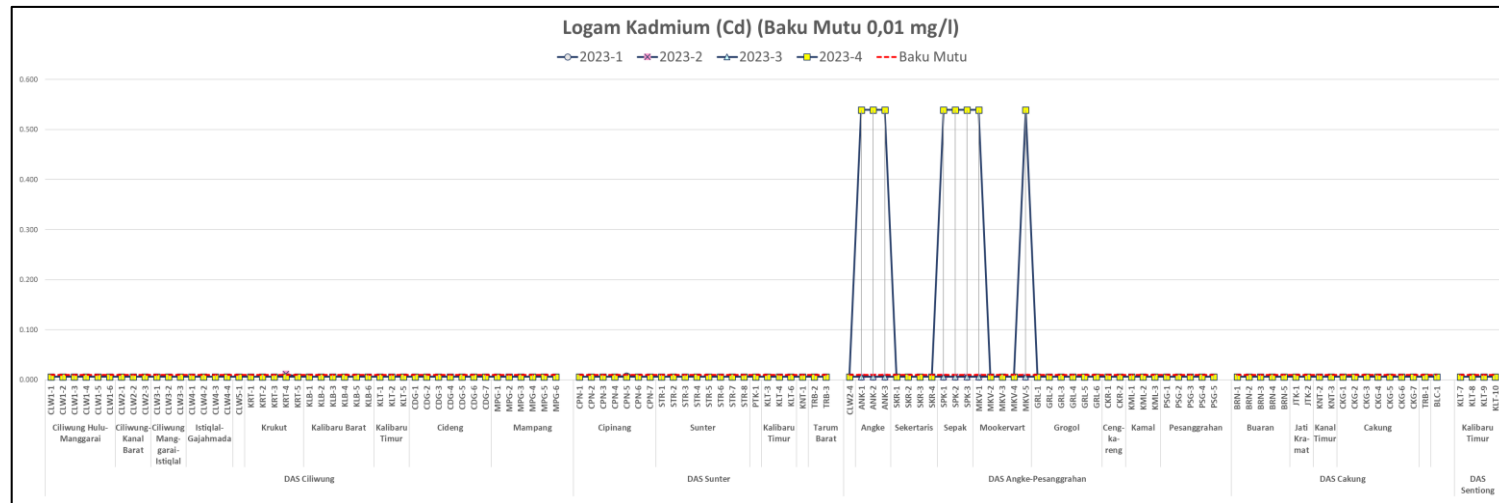
Gambar 3.102. Konsentrasi merkuri (Hg) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



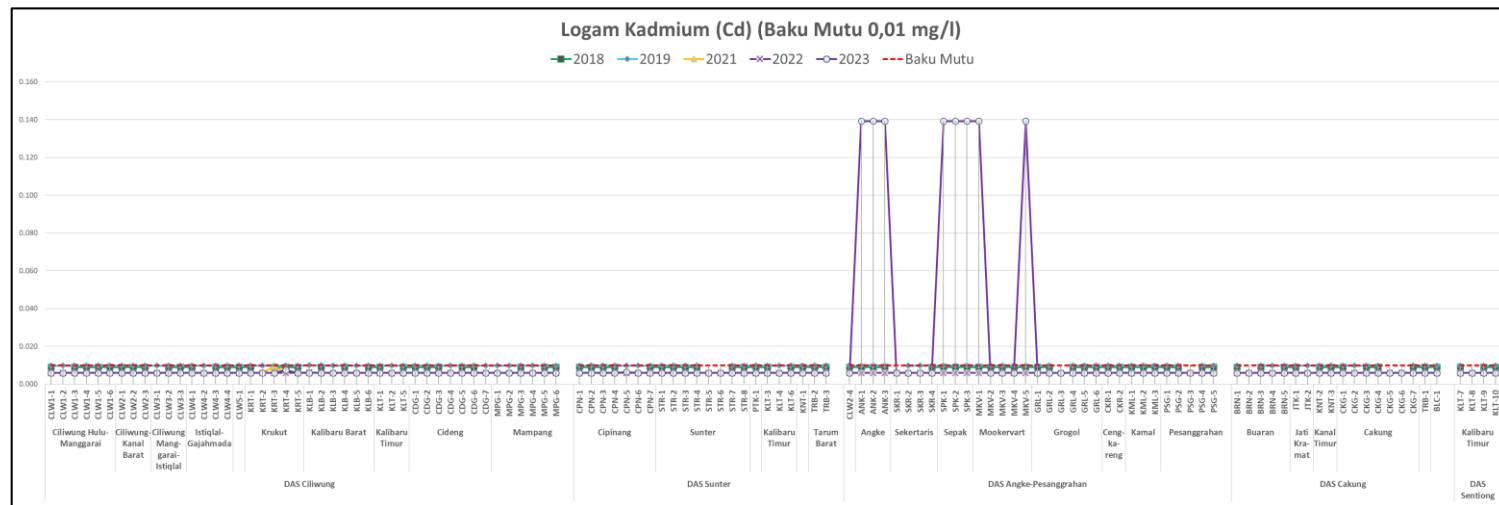
Gambar 3.103. Konsentrasi merkuri (Hg) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



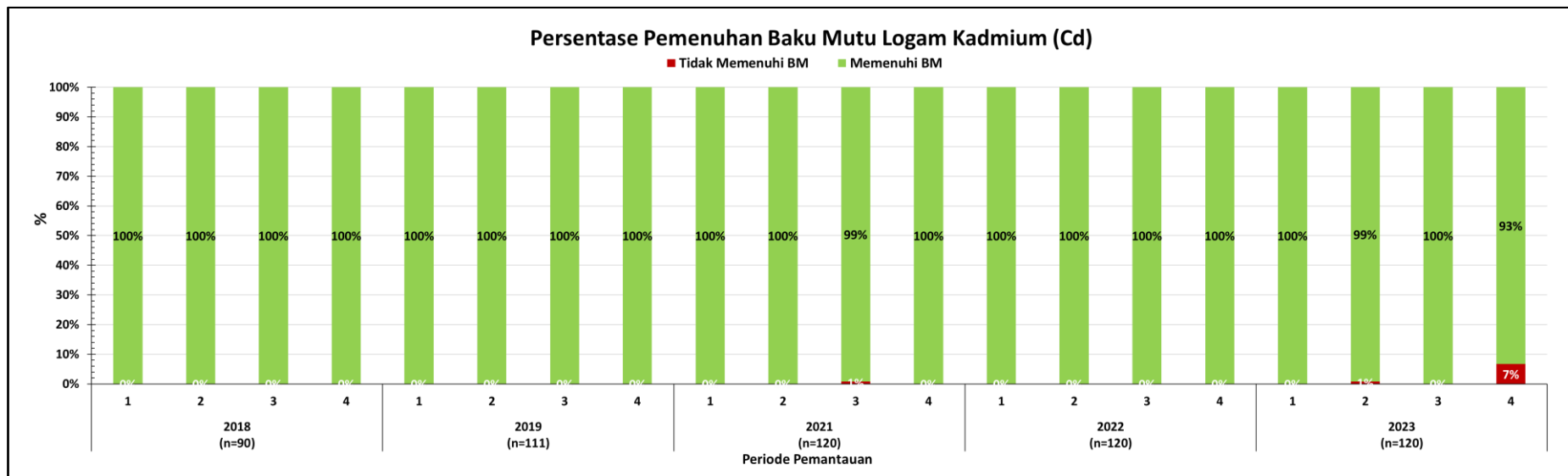
Gambar 3.104. Persentase pemenuhan baku mutu merkuri (Hg) selama tahun 2018-2023.



Gambar 3.105. Konsentrasi kadmium (Cd) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



Gambar 3.106. Konsentrasi kadmium (Cd) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



Gambar 3.107. Persentase pemenuhan baku mutu kadmium (Cd) selama tahun 2018-2023.

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).

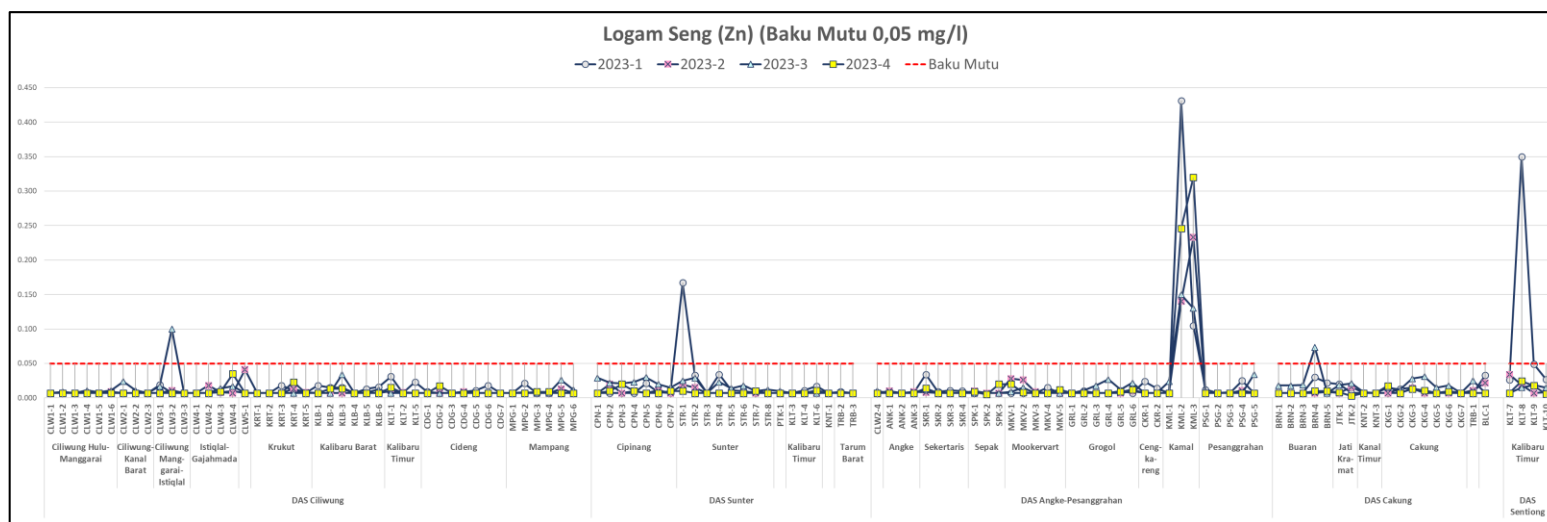
Hasil pemantauan pada tahun 2023 lebih banyak menunjukkan konsentrasi rendah, kecuali pada empat lokasi yaitu di Sungai Sunter (STR-1), Sungai Kamal (KML-2 dan KML-3), dan Sungai Kalibaru Timur (KLT-8) yang memiliki konsentrasi Zn mencapai 0,43 mg/l (tidak memenuhi baku mutu Zn sebesar 0,05 mg/l) (**Gambar 3.108**). Bahkan konsentrasi Zn yang terdeteksi di Sungai Kamal (KML-2 dan KML-3) tersebut secara konsisten tidak memenuhi baku mutu selama empat periode di tahun 2023. Berdasarkan data antar waktu tahun 2019-2023, terlihat pola konsentrasi rata-rata tahunan Zn yang sangat fluktuatif ditinjau dari lokasi maupun waktu pemantauan (**Gambar 3.109**). Sungai Kamal (bagian dari DAS Angke Pesanggrahan) konsisten memiliki konsentrasi tinggi dibandingkan dengan lokasi-lokasi lainnya (**Gambar 3.109**). Tingginya konsentrasi Zn di Sungai Kamal dapat bersumber dari lepasan logam yang berada di dalam tanah atau sedimen yang kemudian terlarut ke dalam air. Persentase pemenuhan baku mutu Zn selama tahun 2018-2023 juga sangat fluktuatif pada kisaran 84-98% dan yang terendah terjadi pada periode 3 tahun 2018 (**Gambar 3.110**).

d. Tembaga (Cu)

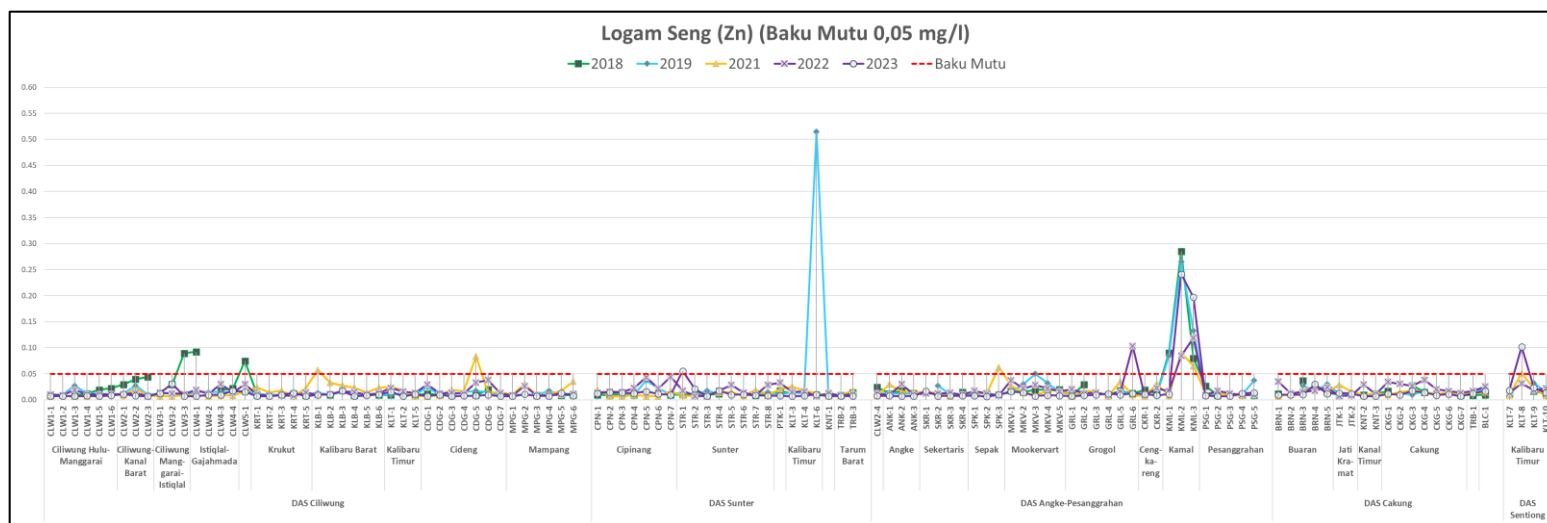
Tembaga (Cu) merupakan salah satu logam berat esensial untuk kehidupan makhluk hidup sebagai elemen mikro. Cu secara alami masuk ke perairan melalui peristiwa erosi atau pengikisan batuan mineral dan melalui persenyawaan Cu di atmosfer yang dibawa turun melalui hujan, sedangkan akibat aktivitas manusia 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 2023 menunjukkan kondisi memenuhi baku mutu dan bahkan hampir seluruhnya berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium (**Gambar 3.111**). Namun, terdapat satu lokasi yang terpantau tinggi dan tidak memenuhi baku mutu pada periode 1 tahun 2023 yaitu Sungai Blencong di titik BLC-1 (Jalan Raya Gudang Peluru, Marunda Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara) sebesar 0,03 mg/l. Bahkan pada periode 4 tahun 2023, terjadi penambahan lokasi yang tidak memenuhi baku mutu diantaranya Sungai Ciliwung (CLW1-6, CLW4-3), Cideng (CDG-3), Angke (ANK-2), Jati Kramat (JTK-2), dan Cakung (CKG-3) (**Gambar 3.111**). Jika dicermati lebih lanjut pada data antar waktu tahun 2018-2023, maka terdapat beberapa titik yang memiliki konsentrasi Cu tidak memenuhi baku mutu yakni Sungai Ciliwung (CLW5-1), Cipinang (CPN-7), Sekertaris (SKR-2), Grogol (GRL-2), Pesanggrahan (PSG-5), Buaran (BRN-3), Jati Kramat (JTK-2), dan Blencong (BLC-1) (**Gambar 3.112**).

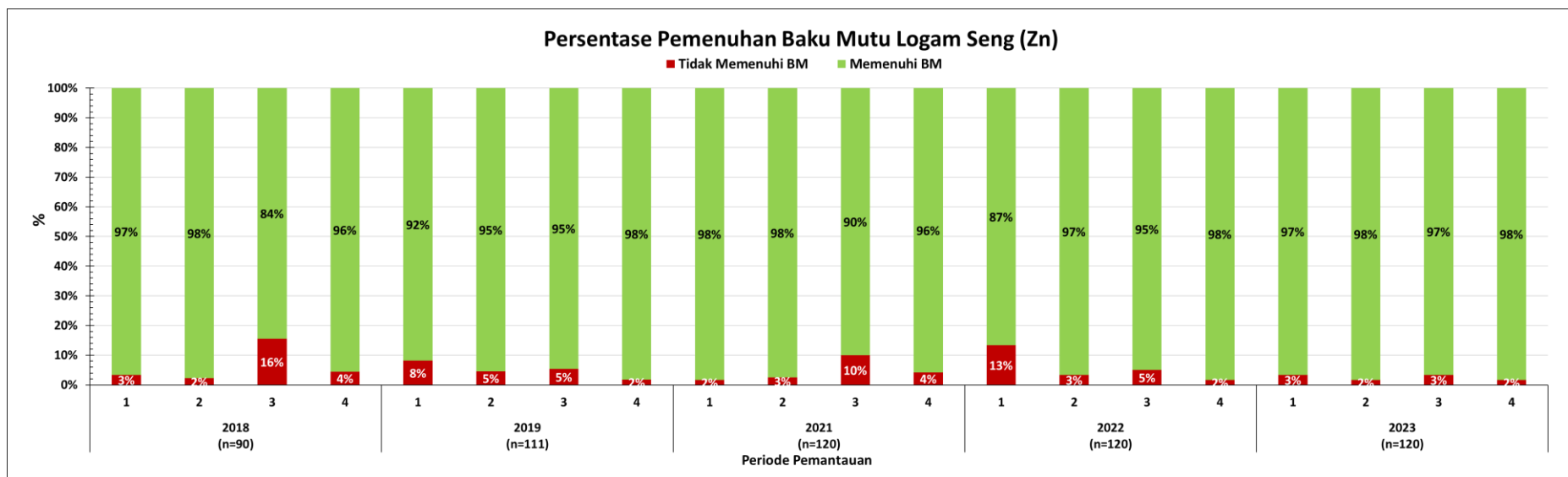
Persentase pemenuhan baku mutu Cu selama tahun 2018-2023 tergolong sangat baik dan hampir selalu mencapai 100% (seluruh lokasi memenuhi baku mutu), namun selama periode 2-2021 hingga periode 1-2022 berada dalam kondisi terendahnya (kisaran 96-98%). Meskipun demikian, lokasi yang tidak memenuhi baku mutu Cu mencapai jumlah tertingginya pada periode 4 tahun 2023 (**Gambar 3.113**).



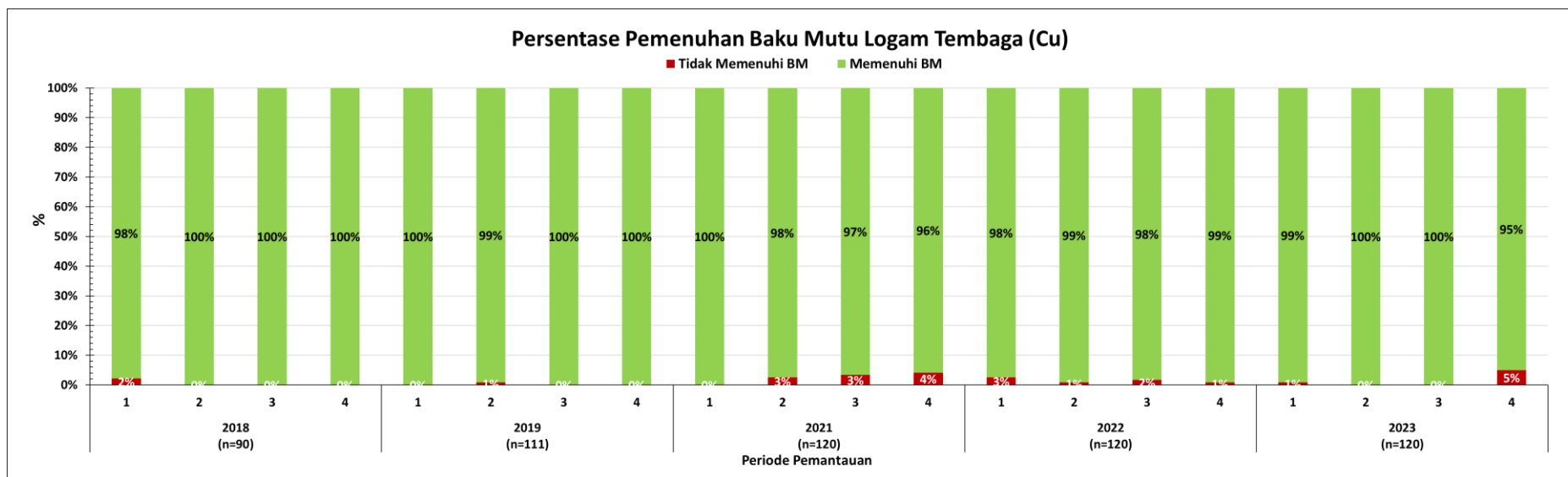
Gambar 3.108. Konsentrasi seng (Zn) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



Gambar 3.109. Konsentrasi seng (Zn) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



Gambar 3.110. Persentase pemenuhan baku mutu seng (Zn) selama tahun 2018-2023.



Gambar 3.113. Persentase pemenuhan baku mutu tembaga (Cu) selama tahun 2018-2023.

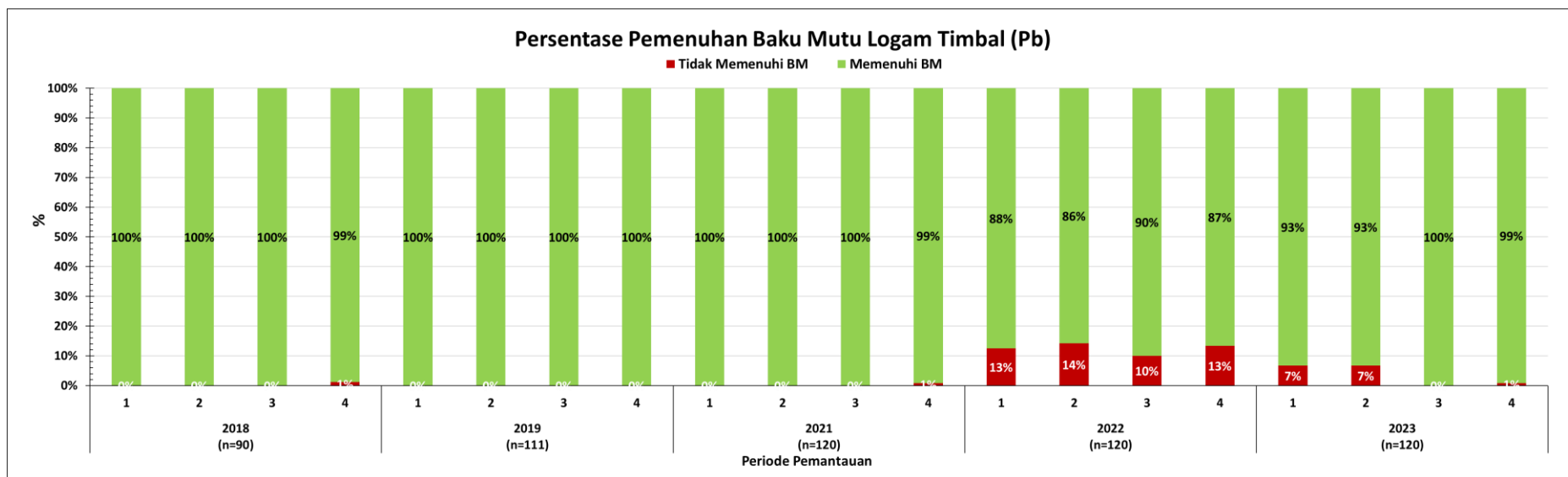
e. **Timbal (Pb)**

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 2023 juga ditemukan lebih banyak yang berada di bawah batas deteksi atau *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium. Namun, jumlah lokasi yang terdeteksi nilai Pb lebih banyak dibandingkan unsur logam lainnya. Titik-titik pemantauan yang memiliki nilai Pb tinggi dan bahkan tidak memenuhi baku mutu sebesar 0,03 mg/l diantaranya adalah Sungai Mampang (DAS Ciliwung), Grogol dan Kamal (DAS Angke-Pesanggrahan) yang memiliki konsentrasi Pb mencapai 0,21 mg/l (**Gambar 3.114**).

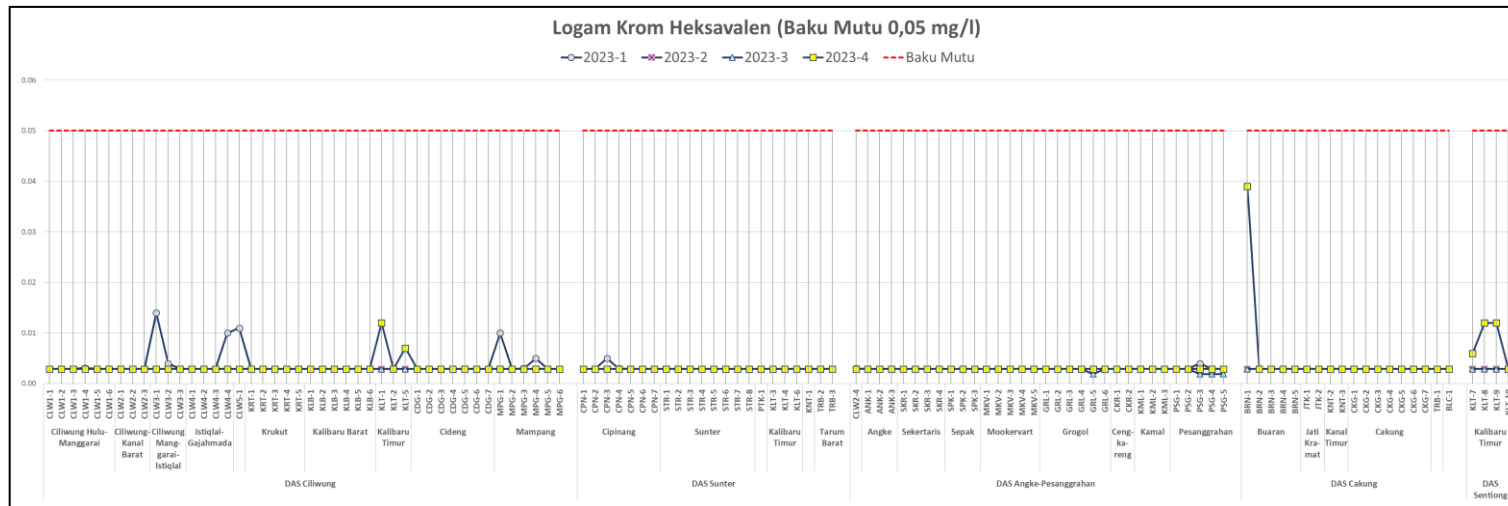
Berdasarkan data antar tahun 2018-2023, fluktuasi konsentrasi logam Pb umumnya terjadi pada tahun 2022 yang mengalami lonjakan peningkatan lokasi tidak memenuhi baku mutu yaitu 10-14% (**Gambar 3.115** dan **Gambar 3.116**). Pada tahun 2022-2023, terpantau pula nilai Pb rata-rata tahunan yang relatif lebih tinggi dibandingkan periode tahun 2018-2021. Perlu dicermati bahwa terjadi anomali konsistensi pemenuhan baku mutu pada tahun 2022-2023 yang menghasilkan persentase pemenuhan baku mutu sebesar 87-90%, padahal selama 2018-2021 tidak pernah kurang dari 99% dan mayoritas mencapai 100% (**Gambar 3.116**). Meskipun demikian, mulai periode 3 tahun 2023 persentase pemenuhan baku mutu Pb kembali mendekati kondisi pada tahun 2018-2021 (**Gambar 3.116**).

f. **Krom Heksavalen (Cr⁶⁺)**

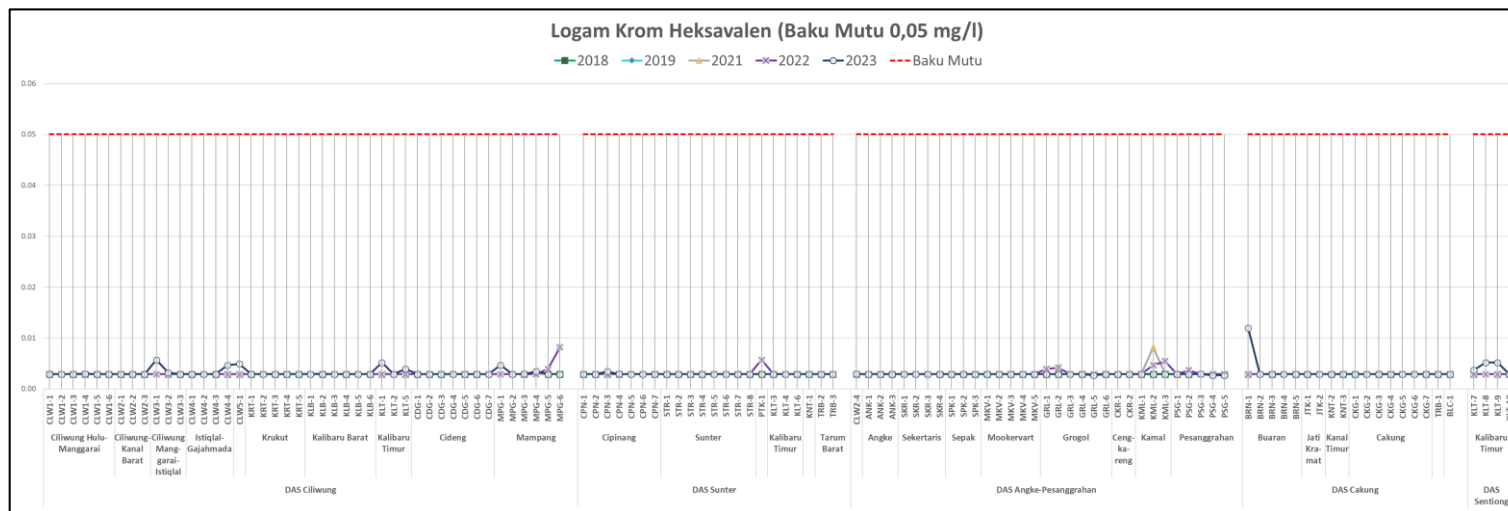
Kromium (Cr) adalah unsur pertama dalam Golongan VIB pada tabel periodik yang memiliki nomor atom 24, berat atom 51,99, dan valensi 0 dan 2 hingga 6. Kromium termasuk unsur yang jarang ditemukan pada perairan alami (Effendi 2003). Selama pemantauan tahun 2018-2023, logam krom heksavalen selalu terukur dalam konsentrasi sangat rendah dan bahkan berada di bawah *detection limit* dari metode dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium (**Gambar 3.118**). Dengan demikian, persentase pemenuhan baku mutu kromium heksavalen seluruhnya mencapai 100% (**Gambar 3.119**). Nilai logam Cr⁶⁺ pada pemantauan tahun 2023 relatif lebih tinggi dibandingkan tahun-tahun sebelumnya, terutama pada Sungai Ciliwung (CLW3-1, CLW4-4, dan CLW5-1), Mampang (MPG-1 dan MPG-4), dan Cipinang (CPN-3) (**Gambar 3.117**).



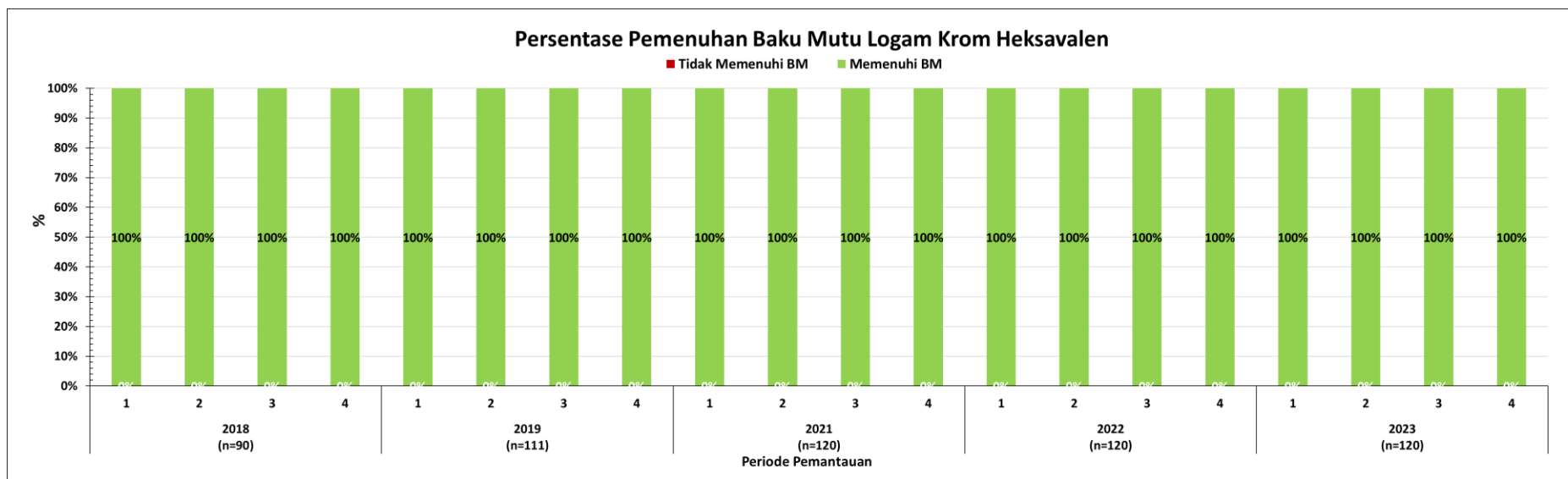
Gambar 3.116. Persentase pemenuhan baku mutu timbal (Pb) selama tahun 2018-2023.



Gambar 3.117. Konsentrasi krom heksavalen pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



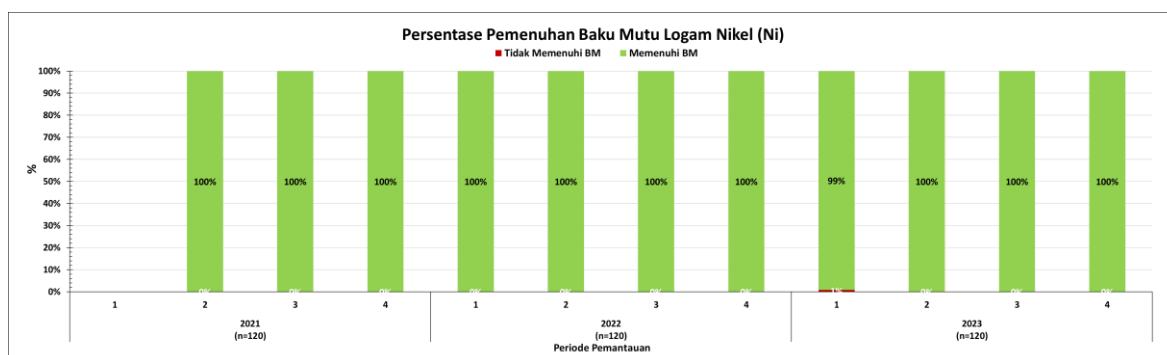
Gambar 3.118. Konsentrasi krom heksavalen (Cr^{6+}) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.



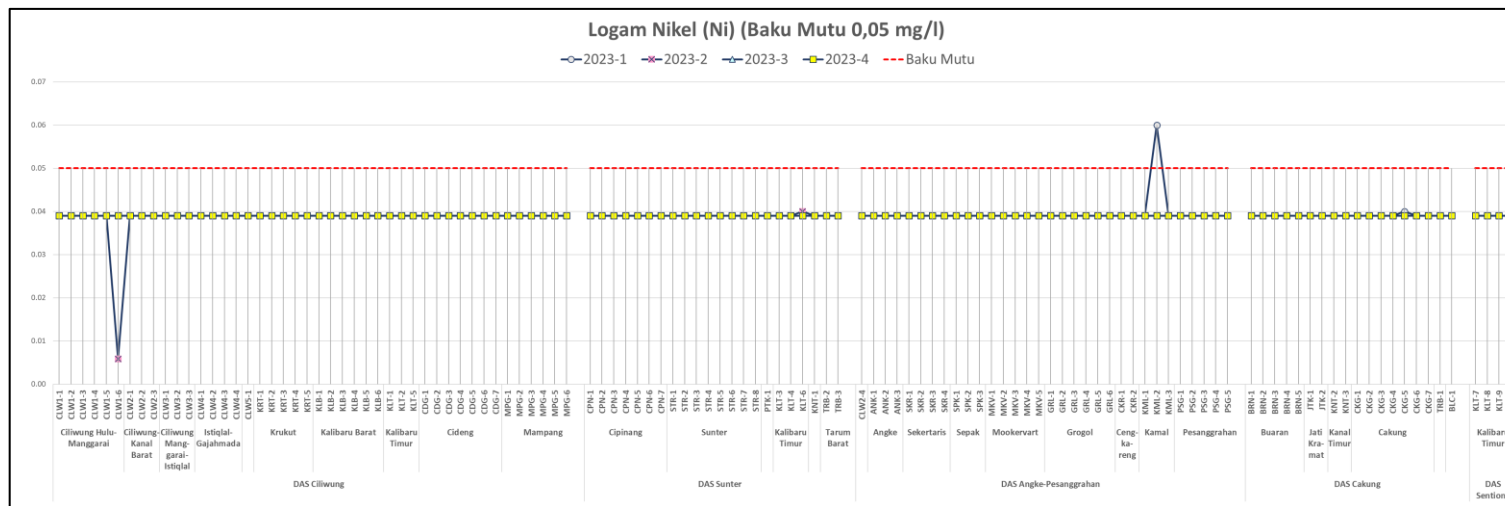
Gambar 3.119. Persentase pemenuhan baku mutu krom heksavalen (Cr⁶⁺) selama tahun 2018-2023.

g. Nikel (Ni)

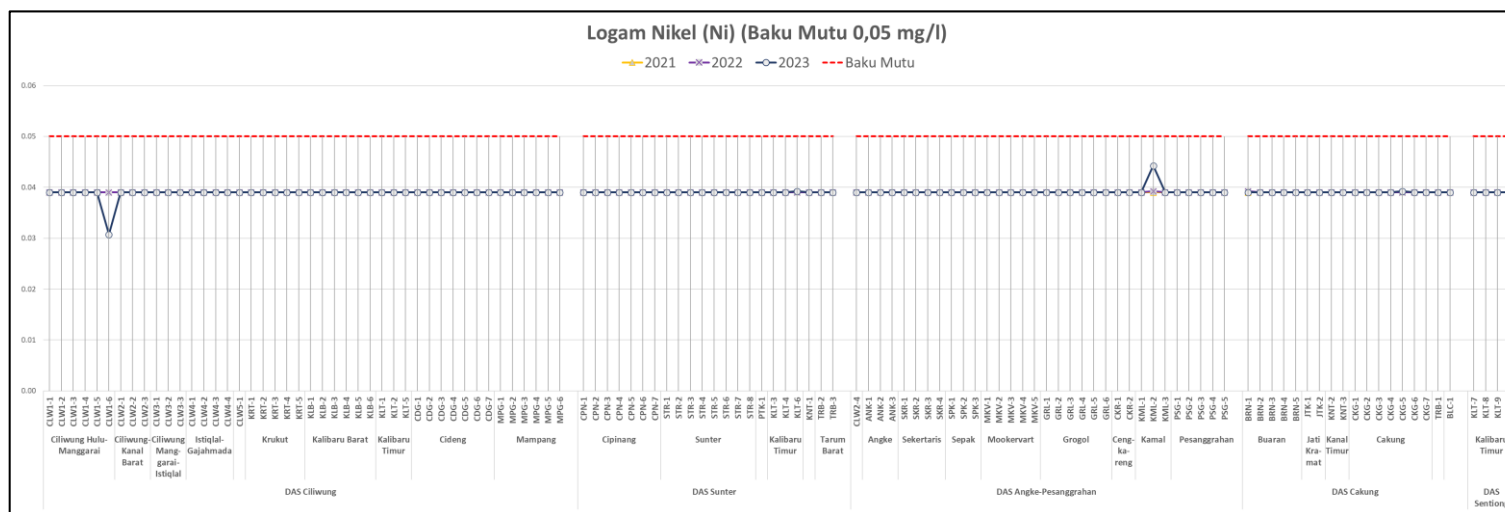
Nikel (Ni) adalah unsur ketiga dalam Golongan VIII pada tabel periodik yang memiliki nomor atom 28, berat atom 58,69, serta valensi umum 2 dan lebih jarang 1, 3, atau 4. Logam ini merupakan elemen esensial untuk tumbuhan dan hewan (Anke *et al.* 1984; Fabiano *et al.* 2015). Pemantauan logam nikel dimulai 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 (**Gambar 3.120**). Berdasarkan data *series* tahun 2021-2023, 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**). Hanya pada tahun 2023 di Sungai Kamal (KML-2) pernah terdeteksi nilai krom heksavalen hingga tidak memenuhi baku mutu yakni sebesar 0,06 mg/l (**Gambar 3.121**). Pada titik pemantauan yang sama juga terpantau memiliki konsentrasi logam Zn yang tinggi dan konsisten sejak tahun 2018 (**Gambar 3.109**).



Gambar 3.120. Persentase pemenuhan baku mutu nikel (Ni) selama tahun 2021-2023.



Gambar 3.121. Konsentrasi nikel (Ni) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



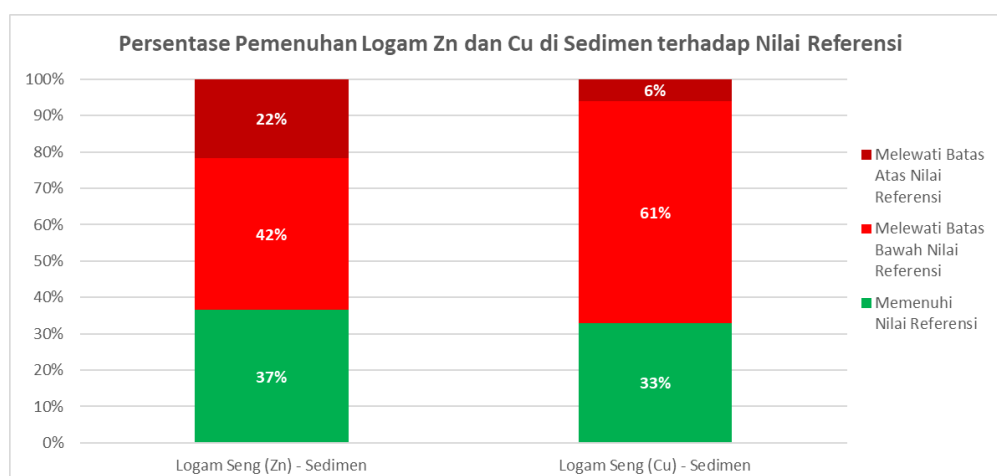
Gambar 3.122. Konsentrasi nikel (Ni) pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2021-2023.

3.3. Logam Berat di Sedimen Sungai

Pada kegiatan pemantauan kualitas air sungai DKI Jakarta tahun 2023, dilakukan analisis terhadap logam berat Zn dan Cu di sedimen. Pengambilan sampel sedimen sungai dilakukan di 120 titik pemantauan kualitas air sungai pada periode 3 dan 4. Pada pelaksanaannya, sebanyak enam 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-4 (Sungai Kalibaru Timur), serta MPG-4 dan MPG-6 (Sungai Mampang). Dengan demikian, alokasi pengambilan sampel sedimen pada enam titik pemantauan tersebut dialihkan pada titik-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. Titik-titik pemantauan pengganti atau memperoleh pengulangan pengukuran yaitu titik PTK-1 (Sungai Petukangan), GRL-3 dan GRL-5 (Sungai Grogol), KML-2 dan KML-3 (Sungai Kamal), serta BRN-5 (Sungai Buaran) dilakukan pengukuran pada periode 4.

3.3.1. Logam Seng (Zn) di Sedimen Sungai

Berdasarkan hasil analisis logam di sedimen pada titik-titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta, terungkap bahwa sebagian besar (64% lokasi) konsentrasi logam seng (Zn) telah melewati nilai referensi kualitas sedimen yang dikeluarkan oleh ANZECC/ARMCANZ (Simpson *et al.* 2013). Pada logam Zn, sebanyak 42% atau 50 titik pemantauan telah melewati batas bawah nilai referensi dan bahkan 22% atau 26 titik pemantauan telah melewati batas atas nilai referensi (**Gambar 3.123**). Nilai paling ekstrem ditemukan pada Sungai Blencong (BLC-1) sebesar 3.231 mg/kg atau 8 (delapan) kali lipat dari batas atas nilai referensi (**Gambar 3.124**). Belum dapat diketahui pasti penyebab tingginya nilai Zn di sedimen pada titik BLC-1, namun aktivitas industri yang relatif padat di DAS Cakung diduga memiliki andil terhadap kondisi ini. 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 dapat bersumber 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).



Gambar 3.123. Persentase pemenuhan baku mutu logam seng (Zn) dan tembaga (Cu) di sedimen pada tahun 2023.



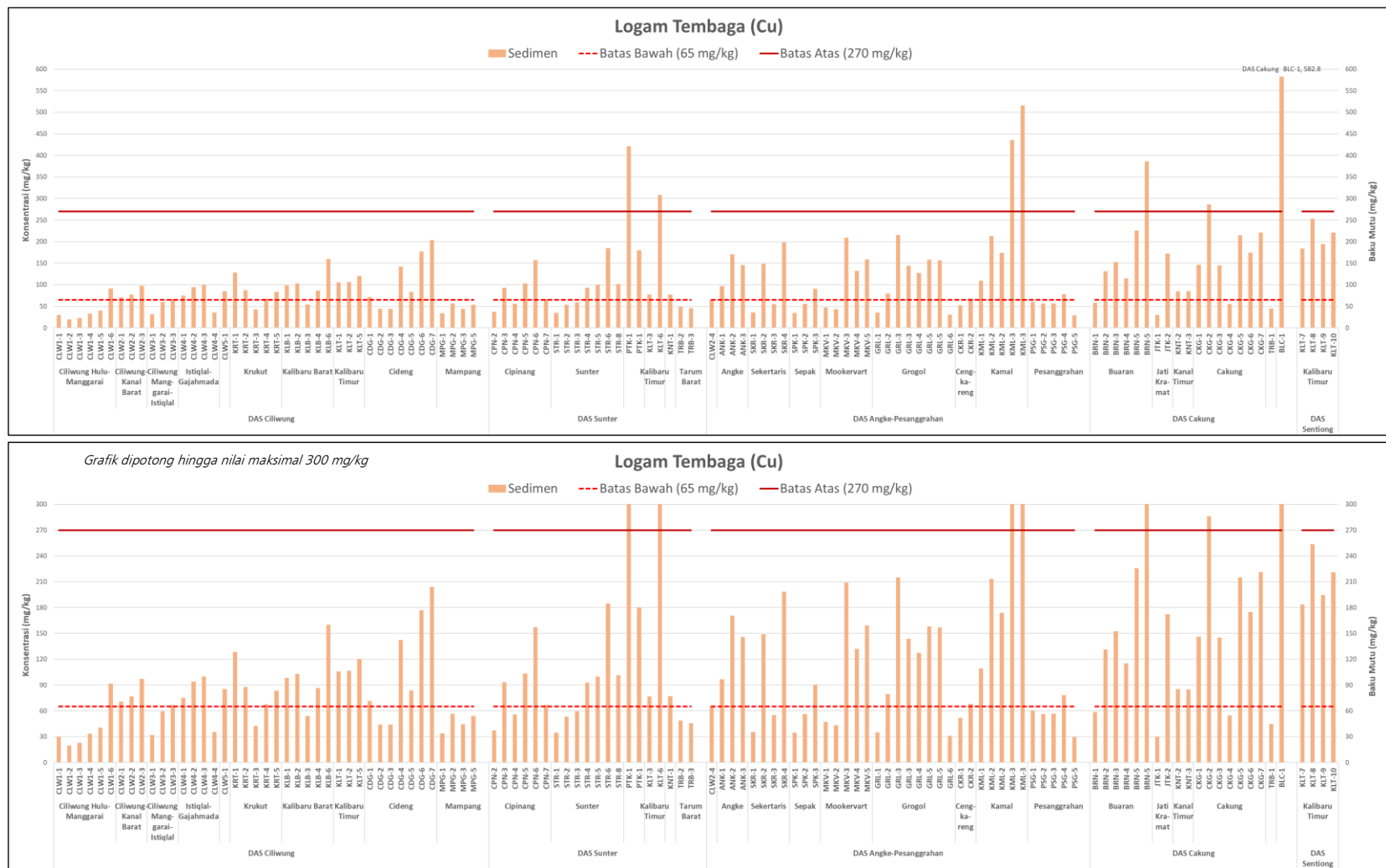
Gambar 3.124. Konsentrasi logam seng (Zn) di sedimen pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023 dan perbandingan terhadap nilai referensi kualitas sedimen.

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 Sungai Grogol, Kamal, segmen hilir Sungai Buaran, segmen hilir Sungai Cakung, Blencong, dan segmen hilir Sungai Kalibaru Timur (**Gambar 3.124**). Fakta lain yang ditunjukkan oleh data pengukuran mengindikasikan bahwa nilai yang masih memenuhi nilai referensi (37% lokasi) juga hampir mencapai batas bawah atau bernilai >100 mg/kg (nilai batas bawah = 200 mg/kg) (**Lampiran 11**, **Lampiran 12** dan **Gambar 3.124**). 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 masukan 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 Sunter, Cengkareng, dan Jati Kramat (**Gambar 3.124**).

3.3.2. Logam Tembaga (Cu) di Sedimen Sungai

Hasil pengukuran nilai logam tembaga (Cu) di sedimen menunjukkan kondisi yang serupa dengan logam Zn di sedimen yakni didominasi oleh nilai yang telah melewati batas bawah nilai referensi sebanyak 61% atau 73 titik pemantauan (**Gambar 3.123**). Perbedaannya terletak pada persentase nilai yang melewati batas atas yakni ditemukan lebih sedikit dari logam Zn di sedimen yaitu sebanyak 6% atau tujuh titik pemantauan. Nilai Cu paling ekstrem juga ditemukan pada titik pemantauan yang sama yaitu di Sungai Blencong (BLC-1) sebesar 582,8 mg/kg atau 2 (dua) kali lipat dari batas atas nilai referensi dan 9 (sembilan) kali lipat dari batas bawah nilai referensi (**Gambar 3.125**). Belum dapat diketahui pasti penyebabnya tingginya nilai logam Cu di sedimen pada titik BLC-1, namun aktivitas industri yang relatif padat di DAS Cakung diduga memiliki andil terhadap kondisi ini. Logam Cu biasanya terikat kuat pada bahan organik yang akan menurunkan mobilitasnya di perairan, sehingga menjadi lebih mudah mengendap di sedimen (Supriyanti 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.



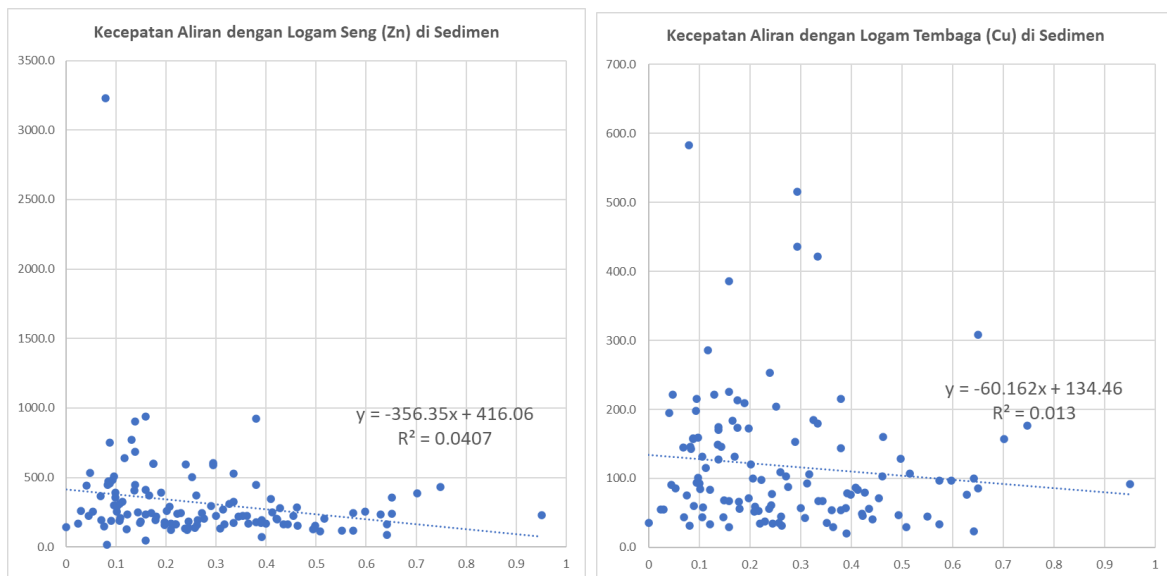
Gambar 3.125. Konsentrasi logam tembaga (Cu) di sedimen di sedimen pada seluruh titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023 dan perbandingan terhadap nilai referensi kualitas sedimen.

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 logam di sedimen yang melewati batas atas mengindikasikan bahwa kondisi tersebut dapat menimbulkan dampak negatif biologis yang besar (Simpson *et al.* 2013). Dengan demikian, sebanyak tujuh titik pemantauan yang melewati batas atas nilai referensi yaitu titik PTK-1, KLT-6, KML-3 (2x pengukuran), BRN-5, CKG-2, dan BLC-1 perlu mendapat perhatian yang sangat intens dari para pengguna dan pengelola perairan sungai agar lebih peduli dan mengelolanya dengan lebih baik, khususnya terhadap masukan cemaran logam Cu (Prayoga *et al.* 2021). Beberapa ruas sungai yang memiliki nilai Cu di sedimen tinggi dan perlu mendapat perhatian lebih memiliki kemiripan dengan ruas-ruas sungai yang tercatat tinggi logam Zn di sedimen yakni Sungai Petukangan, Kamal, segmen hilir Sungai Buaran, segmen hilir Sungai Cakung, Blencong, dan segmen hilir Sungai Kalibaru Timur (**Gambar 3.125**).

Berbeda dengan logam Zn di sedimen, nilai-nilai pengukuran Cu di sedimen yang masih memenuhi nilai referensi (33% lokasi) terlihat masih cukup jauh dari batas bawah nilai referensi (nilai batas bawah = 65 mg/kg) (**Lampiran 11**, **Lampiran 12** dan **Gambar 3.125**), sehingga dapat dikatakan bahwa kondisinya sedikit lebih baik. Pada **Gambar 3.125**, diketahui bahwa DAS dan ruas-ruas sungai yang memiliki nilai relatif rendah atau baik terlihat cukup identik dengan kondisi pada logam Zn di sedimen yakni pada DAS Ciliwung (berdasarkan DAS), serta Sungai Ciliwung (sub jaringan Ciliwung Hulu-Manggarai), Mampang, segmen hulu Sunter Tarum Barat, dan Pesanggrahan (berdasarkan ruas sungai).

3.3.3. Keterkaitan Logam di Sedimen dengan Kecepatan Aliran Sungai

Merujuk pada sebaran data ruas sungai yang memiliki nilai logam tinggi dan rendah di sedimen yang disampaikan pada pembahasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi nilai logam di sedimen (baik Zn maupun Cu) memiliki keterkaitan yang berbanding terbalik dengan kecepatan aliran sungai. 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 3.11** dan **Gambar 3.126**). 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 3.11**, **Gambar 3.124**, dan **Gambar 3.125**). 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 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 0,0407 (logam Zn) dan 0,0130 (logam Cu) (**Gambar 3.126**).

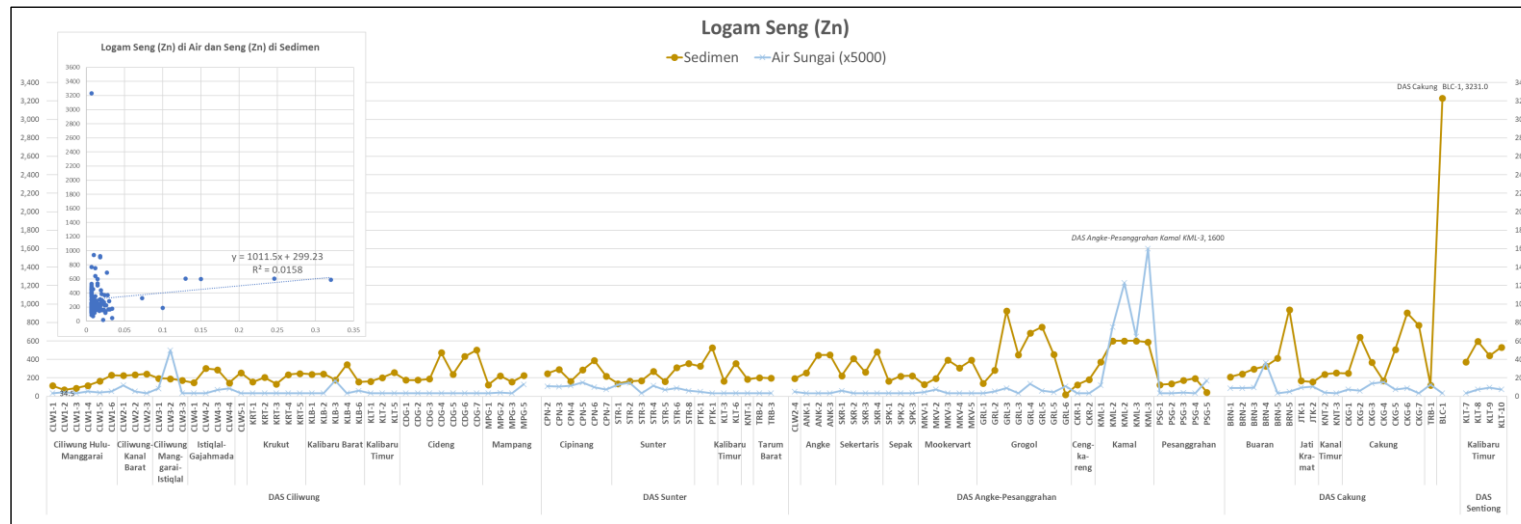


Gambar 3.126. Plot nilai hasil pengukuran seng (Zn) dan tembaga (Cu) di sedimen dengan kecepatan aliran pada masing-masing titik pemantauan.

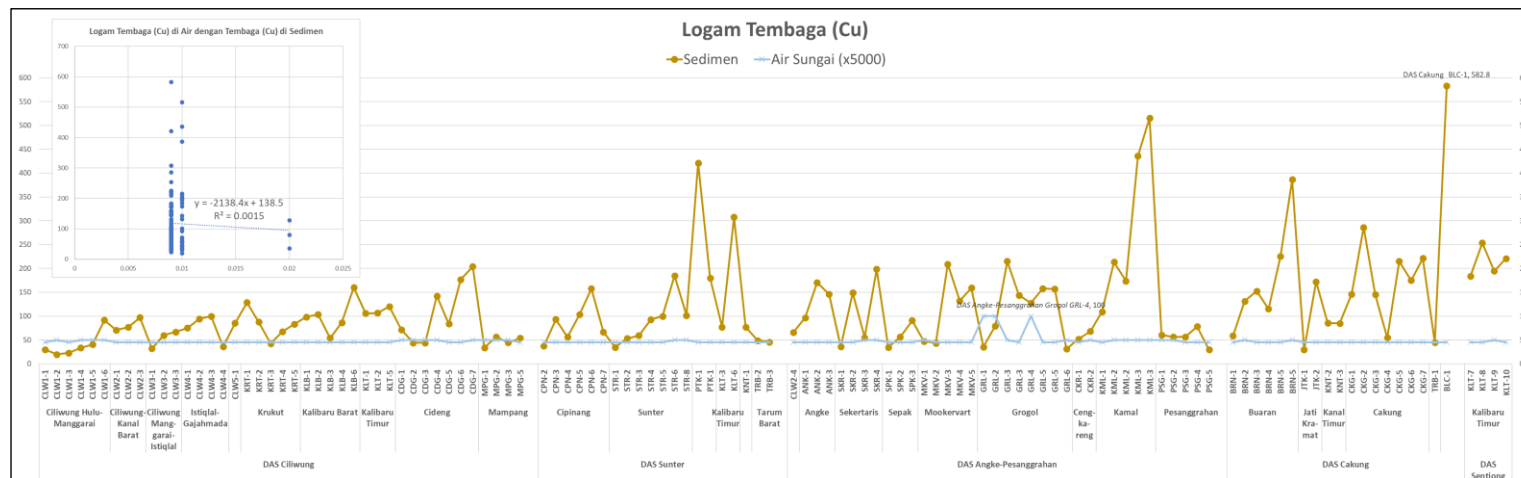
3.3.4. Keterkaitan Logam di Sedimen dengan Logam di Air Sungai

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 2.7**). Berdasarkan penyandingan antara data logam di sedimen dengan logam di air untuk masing-masing parameter dan 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 3.127** dan **Gambar 3.128**).

Pada **Gambar 3.127** dan **Gambar 3.128**, konsentrasi logam di air dikalikan 5.000 untuk tujuan visualisasi agar lebih mudah dalam melakukan perbandingan terhadap data logam di sedimen. Terlihat jelas pada grafik tersebut bahwa garis logam di air yang tampil tidak memiliki pola yang sama dengan garis data logam di sedimen. 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. 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. 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 3.127. Konsentrasi seng (Zn) di sedimen dan air pada titik-titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.



Gambar 3.128. Konsentrasi tembaga (Cu) di sedimen dan air pada titik-titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

3.4. Keterkaitan Rasio BOD/COD dengan Parameter Organik dan Anorganik

Rasio BOD/COD dihitung sebagai pendekatan untuk mengetahui beban pencemaran dari bahan organik mudah terurai dan organik sulit terurai, serta menentukan rekomendasi teknik pengelolaan di sungai. Nilai rasio BOD/COD memiliki keterkaitan dengan tipe limbah yang masuk ke perairan. Jika rasio BOD/COD $>0,6$, maka direkomendasikan untuk melakukan pengelolaan menggunakan teknik biologi, sedangkan jika rasio $\leq 0,6$, maka disarankan untuk melakukan pengelolaan dengan teknik kombinasi fisika-kimia-biologi (Tchobanoglous *et al.* 2004).

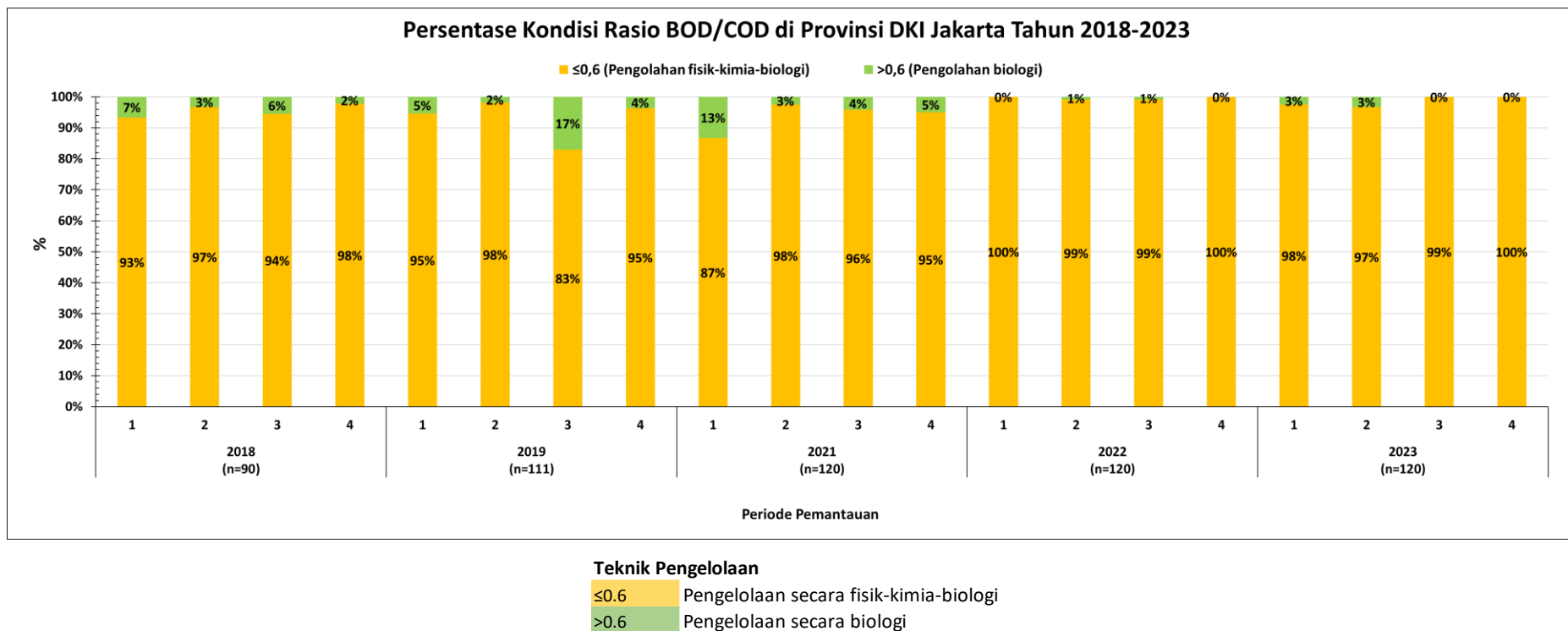
Parameter organik yang digunakan dalam analisis ini adalah BOD, COD, Minyak-Lemak, MBAS, Fenol, *Total Coliform*, dan *Fecal Coliform*. Sementara untuk parameter anorganik adalah pH, DO, Nitrat, Nitrit, Total P, F, H_2S , Klorin Bebas, Hg, Cd, Zn, Cu, Pb, Cr^{6+} , Warna, Sulfat, Klorida, Amoniak, Total N, Ni, dan Sianida. Kedua kelompok parameter ini digunakan untuk menganalisis dengan asumsi rasio BOD/COD akan setara dengan rasio Ci/Li parameter organik terhadap parameter organik+anorganik.

Berdasarkan **Lampiran 13** dan **Gambar 3.129**, tampak bahwa rasio BOD/COD pada 97-100% lokasi saat pemantauan tahun 2023 berada di bawah atau sama dengan nilai 0,6. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa nilai COD jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan BOD. Hal ini sejalan dengan kondisi nilai Ci/Li parameter anorganik yang sebagian bernilai >1 yang artinya telah melebihi baku mutu. Kondisi tersebut berlangsung secara konsisten dari tahun 2018 hingga 2023 seperti ditunjukkan dalam **Gambar 3.129** dan **Lampiran 13**, bahkan jumlah titik yang memiliki nilai rasio BOD/COD di bawah atau sama dengan nilai 0,6 semakin bertambah.

Namun demikian, nilai Ci/Li untuk masing-masing parameter organik jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan nilai Ci/Li masing-masing parameter anorganik. Oleh karenanya diperlukan suatu pendekatan untuk menguji kesesuaian dari nilai-nilai Ci/Li parameter organik. Hal ini dapat didekati dengan menggunakan nilai rasio BOD/COD yang seyogyanya akan setara dengan nilai rasio total Ci/Li parameter organik terhadap total Ci/Li parameter organik + anorganik.

Hasil analisis pada tahun 2022 menginformasikan adanya 5 (lima) parameter kualitas air yang terindikasi mengalami anomali yaitu *fecal coliform*, *total coliform*, *klorin bebas*, *total P*, dan *fenol* (DLH DKI Jakarta 2022). Sebagai upaya untuk mengonfirmasi data yang terindikasi anomali tersebut, dilakukan telaah lebih lanjut melalui pengambilan *split sample* pada titik-titik pemantauan yang terpilih dengan kriteria sebagai berikut:

1. Menggunakan penjumlahan dan rentang maksimum-minimum dari konsentrasi BOD dan COD sebagai perwakilan parameter organik, serta logam (Hg, Cd, Zn, Cu, Pb, Cr^{6+} , Ni) sebagai perwakilan parameter anorganik pada tahun 2022
2. Memilah titik-titik pemantauan berdasarkan poin 1 menjadi beberapa kelompok berdasarkan kecenderungan nilai yang terukur dari parameter-parameter tersebut sebagai kelompok baik (jumlah skor rendah), sedang (jumlah skor sedang), buruk (jumlah skor tinggi), dan tidak stabil (rentang maksimum-minimum tinggi)
3. Mengambil 3 (tiga) lokasi dari masing-masing kelompok sebagai titik-titik pemantauan terpilih.



Gambar 3.129. Kondisi rasio BOD/COD di sungai Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018-2023.

Titik-titik pemantauan terpilih berdasarkan kriteria-kriteria tersebut tersaji pada **Tabel 3.8**. Parameter-parameter yang diuji secara *split* meliputi 10 (sepuluh) parameter yaitu *Total Coliform*, *Fecal Coliform*, COD, Total P, Cr^{6+} , Cu, Cd, Ni, Zn, dan Pb. Laporan hasil uji laboratorium terhadap *split sample* disampaikan melalui **Lampiran 14**.

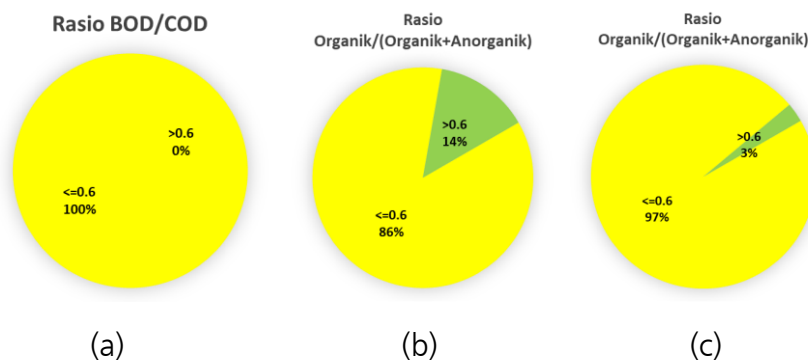
Tabel 3.8. Titik-titik pemantauan terpilih untuk pengambilan *split sample*.

No	Titik Pemantauan	Sungai	Alamat	Kelompok
1	CLW2-3	Ciliwung	Jl. Tenaga Listrik, Kebon Melati, Jakarta Pusat	Baik
2	GRL-1	Grogol	Jl. H. Ipin, Lebak Bulus, Jakarta Selatan	
3	TRB-2	Tarum Barat	Jl. Caman Raya, Jatibening, Jakarta Timur	
4	MKV-1	Mookervart	Jl. Raya Daan Mogot, Batuceper, Tangerang	Sedang
5	GRL-3	Grogol	Jl. Palmerah Barat, Grogol, Jakarta Pusat	
6	PSG-4	Pesanggrahan	Jl. H. Kelik, Kebun Jeruk, Jakarta Barat	Buruk
7	CDG-1	Cideng	Jl. Taman Patra, Setiabudi, Kuningan, Jakarta Selatan	
8	CDG-4	Cideng	Jl. Surabaya, Menteng, Kec. Menteng, Jakarta Pusat	
9	BRN-3	Buaran	Jl. H. Jubris, Jatinegara, Kec. Cakung, Jakarta Timur	Tidak Stabil
10	SPK-3	Sepak	Jl. Terate No.22, Kembangan Utara, Jakarta Barat	
11	SKR-1	Sekertaris	Jl. Raya Pos Pengumben, Kebon Jeruk, Jakarta Barat	
12	BRN-2	Buaran	Jl. Kelapa Kopyor Raya, Duren Sawit, Jakarta Timur	

Gambar 3.130a menunjukkan hasil perhitungan rasio BOD/COD pada 12 titik pemantauan terpilih. Berdasarkan **Gambar 3.130a**, seluruh data menghasilkan nilai rasio BOD/COD $\leq 0,6$, sedangkan untuk rasio Ci/Li parameter organik dengan Ci/Li parameter organik+anorganik menunjukkan persentase sebesar 86% yang bernilai rasio $\leq 0,6$ (**Gambar 3.130b**). Data yang ditunjukkan melalui **Gambar 3.130b** membuktikan bahwa beberapa nilai Ci/Li parameter organik lebih besar dari Ci/Li parameter anorganik. Padahal merujuk pada **Gambar 3.130a**, nilai BOD yang dianggap setara dengan parameter organik nilainya jauh lebih kecil dibandingkan nilai COD yang dianggap setara dengan gabungan parameter organik dan anorganik.

Apabila ditinjau lebih mendalam, tampak bahwa nilai Ci/Li bakteri *coliform* menunjukkan nilai yang jauh lebih tinggi dari nilai Ci/Li parameter organik lainnya. Hasil *split sample* bakteri *coliform* dipertukarkan dengan hasil pemantauan untuk digunakan dalam menghitung ulang rasio Ci/Li parameter organik dengan Ci/Li parameter organik+anorganik dan hasilnya menunjukkan bahwa 97% dari 12 titik pemantauan terpilih memiliki rasio $\leq 0,6$ (**Gambar 3.130c**). Hal tersebut menunjukkan fakta lain bahwa nilai pengukuran bakteri *coliform* pada hasil pemantauan saat ini berada pada posisi melebihi nilai yang setara dengan nilai rasio BOD/COD.

Pada **Lampiran 15**, disajikan secara rinci perbandingan antara hasil pemantauan dan hasil *split sample* meliputi nilai rata-rata, minimum, dan maksimum selama empat periode pemantauan tahun 2023 pada 12 titik pemantauan terpilih. Secara umum, nilai yang diperoleh dari hasil pemantauan sesuai dengan nilai yang diperoleh dari hasil *split sample*. Namun demikian, merujuk pada **Tabel 3.9** yang menginformasikan rasio masing-masing parameter secara rata-rata, nampak bahwa parameter bakteri *coliform* hasil pemantauan bernilai jauh lebih besar mencapai > 1.680 kali lipat dari hasil analisis *split sample*. Sementara untuk delapan parameter lainnya hanya berkisar antara 0,20 hingga 4,04 kali lipat dari hasil analisis *split sample*.



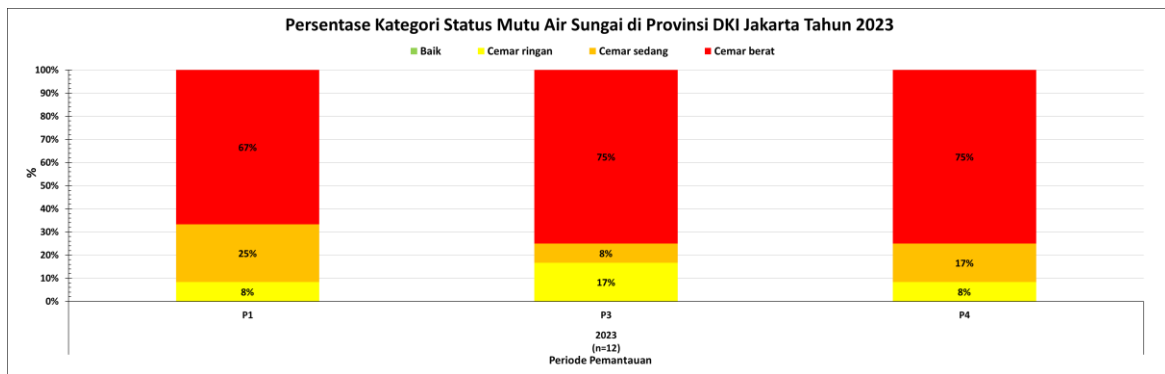
Gambar 3.130. Perbandingan (a) rasio BOD/COD, (b) rasio parameter organik/(organik+anorganik), dan (c) rasio parameter organik/(organik + anorganik) dengan nilai bakteri *coliform* dari *split sample* pada 12 titik pemantauan terpilih.

Tabel 3.9. Rasio perbandingan data beberapa parameter hasil pemantauan terhadap *split sample* pada 12 titik pemantauan terpilih.

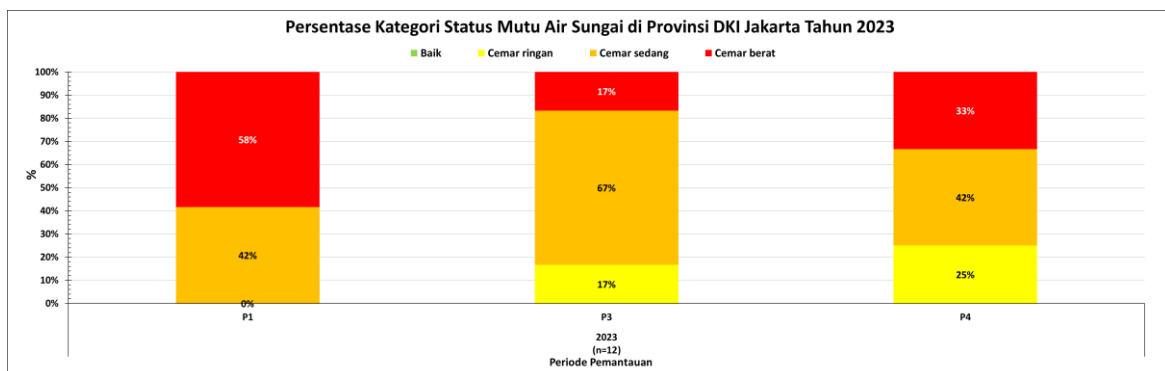
No	Parameter	Rasio Hasil Pemantauan Terhadap <i>Split sample</i> (kali lipat)	No	Parameter	Rasio Hasil Pemantauan Terhadap <i>Split sample</i> (kali lipat)
1	COD	3,16	6	Ni	4,04
2	Total P	0,20	7	Zn	0,76
3	Cr ⁶⁺	0,31	8	Pb	0,88
4	Cu	1,64	9	<i>Total Coliform</i>	2.194,40
5	Cd	3,56	10	<i>Fecal Coliform</i>	1.680,86

Selanjutnya, **Gambar 3.131** menampilkan proporsi perbandingan kondisi status mutu air sungai hasil pemantauan pada periode 1, 3 dan 4 tahun 2023 pada 12 titik pemantauan terpilih, dimana pada **Gambar 3.131a** menggunakan data hasil pemantauan dan **Gambar 3.131b** menggunakan data hasil pemantauan namun mengganti nilai bakteri *coliform* dengan hasil *split sample*. Berdasarkan **Gambar 3.131**, diketahui bahwa penggantian bakteri *coliform* dengan menggunakan data hasil *split sample* membuat status mutu air sungai mengalami perbaikan yang diindikasikan dari berubahnya status mutu cemar berat menjadi cemar sedang pada satu lokasi (periode 1), tujuh lokasi (periode 3), dan lima lokasi (periode 4).

Perhitungan nilai IP pada 12 titik pemantauan terpilih disajikan pada **Tabel 3.10**. Nilai IP yang disajikan pada **Tabel 3.10** merupakan nilai IP rata-rata dari periode 1, 3, dan 4. IP hasil pemantauan merupakan hasil penghitungan IP dengan menggunakan seluruh data hasil pemantauan, sedangkan IP *split sample A* menggunakan data hasil pemantauan yang sama namun data parameter *fecal coliform* dan *total coliform* dipertukarkan dengan data *split sample*, sementara IP *split sample B* menggunakan data hasil pemantauan yang sama namun data parameter COD, logam (Hg, Cd, Zn, Cu, Pb, Cr⁶⁺, Ni), *total coliform*, dan *fecal coliform* dipertukarkan dengan data *split sample*. IP hasil pemantauan menunjukkan nilai yang lebih besar bila dibandingkan dengan IP *split sample* (**Tabel 3.10**). Nilai IP yang relatif sama terjadi pada lokasi dengan status mutu cemar ringan (TRB-2) dan nilai IP yang jauh berbeda terjadi pada lokasi dengan status mutu cemar berat (CDG-1 dan CDG-4). Hanya satu dari 12 titik yang memiliki nilai IP relatif sama, selebihnya nilai IP hasil pemantauan lebih besar bila dibandingkan dengan IP *split sample*.



(a)



(b)

Gambar 3.131. Perbandingan kondisi (a) status mutu air sungai hasil pemantauan dan (b) status mutu air sungai menggunakan nilai bakteri *coliform* dari *split sample* pada 12 titik pemantauan sungai terpilih tahun 2023.

Tabel 3.10. Tabulasi perbandingan antara nilai IP hasil pemantauan dengan nilai IP *split sample* pada 12 titik pemantauan sungai terpilih tahun 2023.

No	Titik Pemantauan	Sungai	IP Hasil Pemantauan		IP <i>Split Sample</i> A ^a		IP <i>Split sample</i> B ^b	
			Nilai IP ^c	Kategori Status Mutu	Nilai IP ^c	Kategori Status Mutu	Nilai IP ^c	Kategori Status Mutu
1	CLW2-3	Ciliwung	9,85	Cemar sedang	7,12	Cemar sedang	7,11	Cemar sedang
2	SKR-1	Sekertaris	16,10	Cemar berat	9,18	Cemar sedang	9,18	Cemar sedang
3	SPK-3	Sepak	12,94	Cemar berat	9,84	Cemar sedang	9,72	Cemar sedang
4	MKV-1	Mookervart	9,03	Cemar sedang	7,61	Cemar sedang	7,61	Cemar sedang
5	GRL-1	Grogol	10,38	Cemar berat	9,67	Cemar sedang	9,66	Cemar sedang
6	GRL-3	Grogol	14,48	Cemar berat	12,21	Cemar berat	12,20	Cemar berat
7	BRN-2	Buaran	13,44	Cemar berat	10,95	Cemar berat	10,94	Cemar berat
8	BRN-3	Buaran	13,61	Cemar berat	10,62	Cemar berat	10,62	Cemar berat
9	CDG-1	Cideng	16,14	Cemar berat	8,02	Cemar sedang	8,01	Cemar sedang
10	CDG-4	Cideng	16,27	Cemar berat	8,15	Cemar sedang	8,15	Cemar sedang
11	TRB-2	Tarum Barat	3,59	Cemar ringan	4,18	Cemar ringan	4,52	Cemar ringan
12	PSG-4	Pesanggrahan	9,51	Cemar sedang	5,16	Cemar sedang	5,17	Cemar sedang
Rata-Rata			12,11	Cemar berat	8,56	Cemar sedang	8,57	Cemar sedang

Keterangan:

^a Perhitungan IP menggunakan data hasil pemantauan yang sama, namun data parameter fecal coliform dan total coliform dipertukarkan dengan data *split sample*

^b Perhitungan IP menggunakan data hasil pemantauan yang sama, namun data parameter COD, logam (Hg, Cd, Zn, Cu, Pb, Cr⁶⁺, Ni), total coliform, dan fecal coliform dipertukarkan dengan data *split sample*

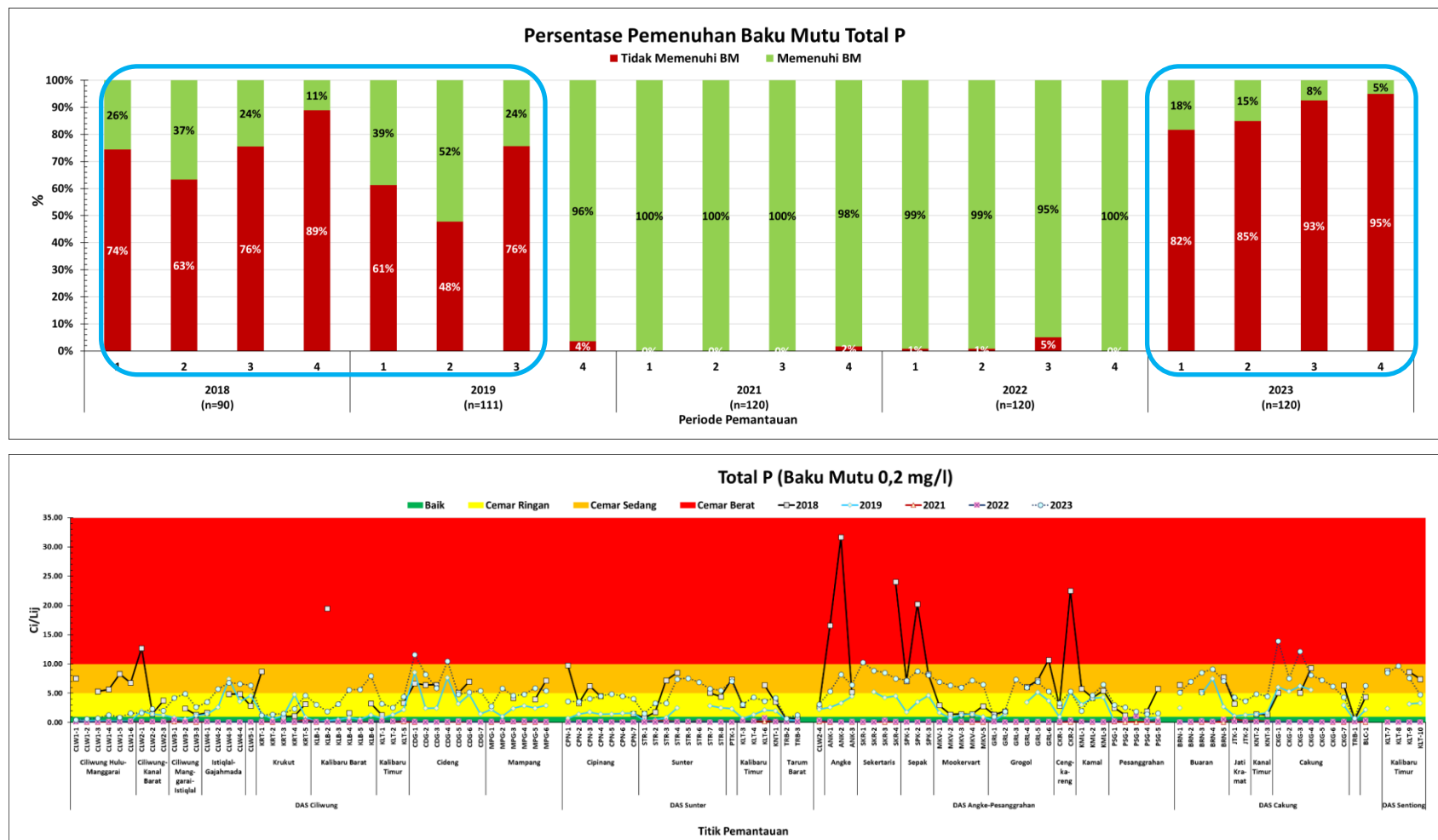
^c Nilai IP merupakan rata-rata dari nilai IP pada periode 1, 3, dan 4

Secara rata-rata, nilai IP hasil pemantauan sebesar 12,11, sedangkan rata-rata nilai IP *split sample A* sebesar 8,56 dan rata-rata nilai IP *split sample B* sebesar 8,57 (Tabel 3.10). Hal ini menunjukkan bahwa nilai IP hasil pemantauan lebih tinggi sebesar 3,54-3,55 poin dibandingkan dengan nilai IP *split sample* dan di sisi lain nilai IP *split sample A* dan IP *split sample B* memiliki nilai yang relatif sama. Dengan demikian, nilai parameter pada *split sample* dan hasil pemantauan hanya berbeda nyata pada parameter *total coliform* dan *fecal coliform*. Hal ini menunjukkan bahwa nilai pengukuran bakteri *coliform* hasil pemantauan lebih tinggi bila dibandingkan dengan hasil *split sample*. Sebagaimana yang telah disampaikan sebelumnya pada Tabel 3.9, rata-rata rasio nilai bakteri *coliform* hasil pemantauan terhadap hasil *split sample* juga menunjukkan rasio yang sangat besar yakni sebesar 2.194 kali lipat untuk *total coliform* dan 1.680 kali lipat untuk *fecal coliform*.

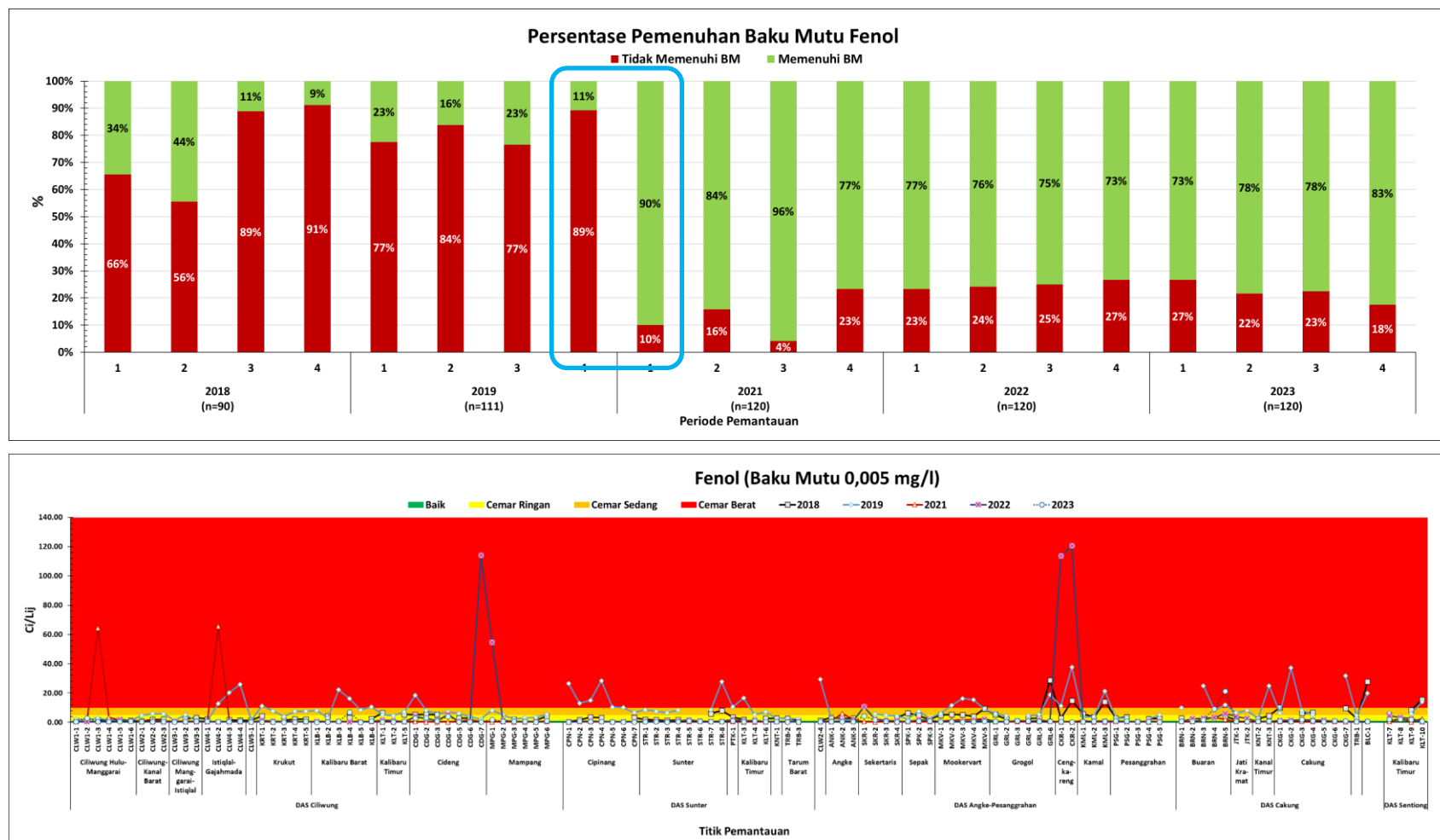
Gambar 3.130, Gambar 3.131, Tabel 3.9, dan Tabel 3.10 menginformasikan bahwa nilai konsentrasi bakteri *coliform* hasil pemantauan saat ini lebih besar dari yang seharusnya, sehingga mengakibatkan rasio BOD/COD tidak selaras dengan rasio Ci/Li parameter organik terhadap Ci/Li parameter organik + anorganik dan juga menjadikan nilai IP hasil pemantauan lebih tinggi dibandingkan dengan IP *split sample*. Oleh karenanya, diperlukan kecermatan yang lebih pada masa mendatang dalam pengukuran bakteri *coliform*. Selain itu, berdasarkan hasil simulasi (Tabel 3.10) dapat diambil strategi penyelesaian masalah pencemaran sungai yang ada di Provinsi DKI Jakarta dengan berfokus pada penyelesaian limbah domestik rumah tangga hingga limbah domestik kegiatan/usaha jasa seperti hotel, perkantoran, dan rumah sakit.

Merujuk pada paragraf awal dalam subbab ini yang menjelaskan mengenai anomali data pada hasil analisis tahun 2022 (DLH DKI Jakarta 2022), terdapat parameter lain selain bakteri *coliform* yaitu *klorin bebas*, *total P*, dan *fenol*. Anomali hasil pemantauan pada ketiga parameter tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.132, Gambar 3.133, dan Gambar 3.134. Berdasarkan hasil pemantauan tahun 2023, parameter *total P* kembali memiliki kecenderungan yang sama dengan hasil pemantauan tahun 2018 dan 2019, dimana pada 2021-2022 terjadi perubahan yang sangat drastis (Gambar 3.132). Sementara untuk parameter *fenol* yang juga mengalami perubahan sangat drastis pada 2021-2022 tidak menunjukkan adanya perubahan layaknya *total P* pada tahun 2023. Parameter *klorin bebas* mengalami perbaikan nilai yang sangat signifikan pada pengukuran tahun 2023 yang artinya nilai tersebut lebih sesuai korelasinya terhadap kondisi bakteri *coliform* yang tinggi (Gambar 3.134). Penurunan atau perbaikan konsentrasi *klorin bebas* yang cukup signifikan dalam empat periode terakhir dikarenakan perubahan metode pengukuran *klorin bebas* menjadi *in situ*. Pengukuran tersebut berbeda dibandingkan tahun 2018-2022 yang dilakukan melalui analisis di laboratorium.

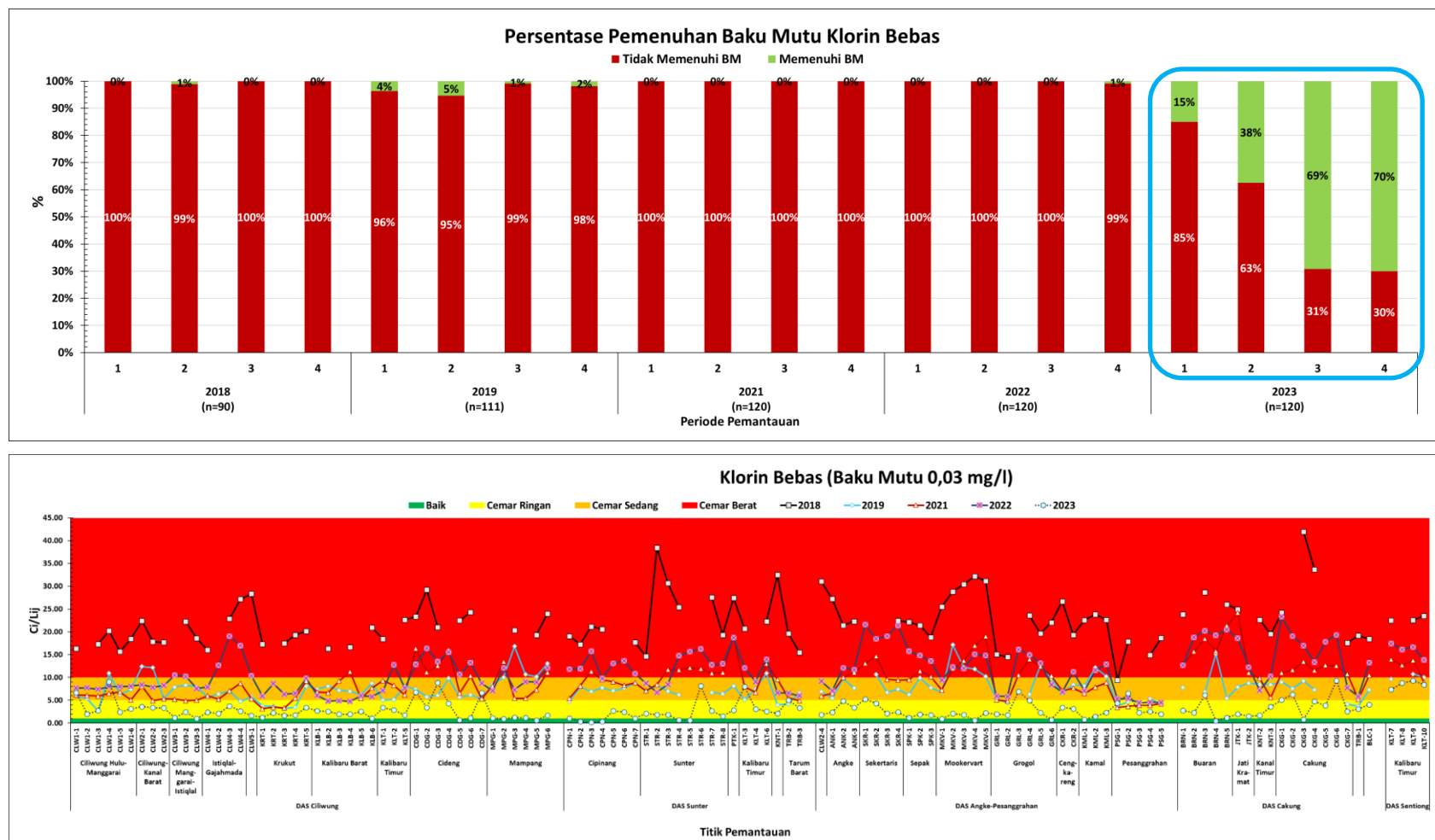
Dengan demikian, parameter *fecal coliform*, *total coliform*, dan *fenol* perlu mendapatkan perhatian khusus dari sisi persiapan dan pengambilan sampel, serta persiapan dan analisis laboratorium. Untuk memastikan hasil uji pada ketiga parameter tersebut, perlu dilakukan uji yang lebih teliti atau menggunakan sampel *split* yang diuji pada dua laboratorium yang berbeda.



Gambar 3.132. Kondisi parameter pencemar utama sungai (total P) selama tahun 2018-2023.



Gambar 3.133. Kondisi parameter pencemar utama sungai (fenol) selama tahun 2018-2023.



Gambar 3.134. Kondisi parameter pencemar utama sungai (klorin bebas) selama tahun 2018-2023.

3.5. Profil Titik Pemantauan Sungai

Profil titik pemantauan berisi informasi lengkap tentang kondisi sungai pada suatu titik pemantauan. Profil lengkap titik pemantauan sungai terdiri dari berbagai informasi penting seperti; 1) ilustrasi penampang melintang sungai; 2) ringkasan data hasil pemantauan selama tahun berjalan (2023) meliputi dokumentasi pemantauan, besaran debit air sungai, nilai parameter-parameter *insitu*, nilai indeks pencemaran (IP), dan informasi 5 (lima) parameter pencemar utama sungai di lokasi tersebut, serta 3) peta titik pemantauan yang dilengkapi dengan informasi penggunaan lahan eksisting, luas DTA, kepadatan penduduk, lokasi dan jumlah unit UMKM, lokasi IPAL atau SPALD terbangun, serta lokasi dan besaran debit izin pembuangan limbah cair. Pada tahun 2023, profil lengkap titik pemantauan ditambahkan pula dengan informasi visual warna aliran sungai berdasarkan kondisi status mutu air sungai di DTA titik pemantauan tersebut.

Ilustrasi penampang melintang sungai yang ditampilkan pada profil titik pemantauan menggambarkan kedalaman/tinggi muka air dan lebar 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, titik-titik pemantauan yang mengalami pergeseran lokasi pada tahun 2023, dilakukan pengukuran ulang untuk memperbaharui data. Data hasil pengukuran penampang melintang pada seluruh titik pemantauan disampaikan melalui **Lampiran 16**.

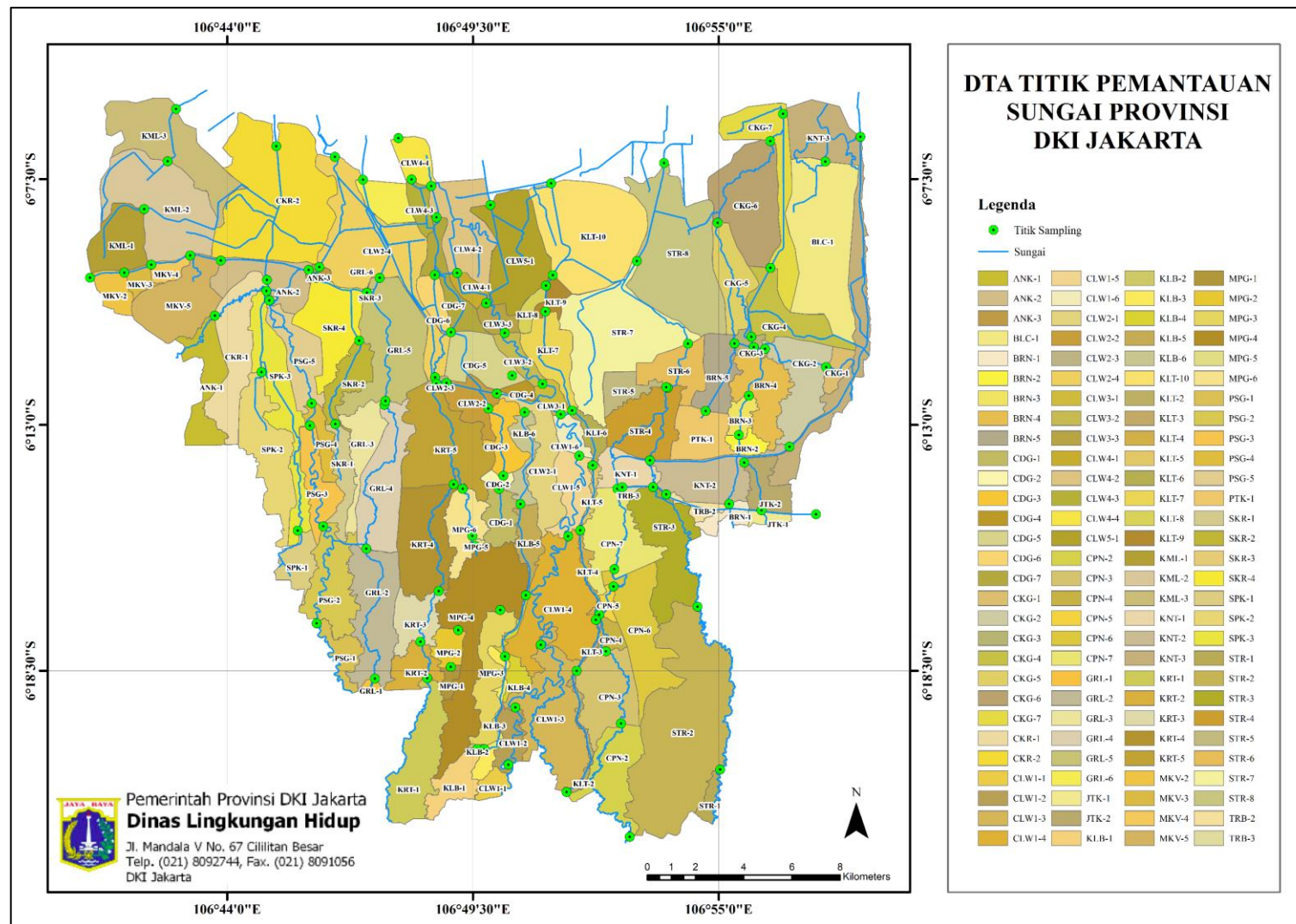
Sebelum melangkah pada proses pemetaan titik pemantauan yang dilengkapi berbagai informasi, tahapan awal yang dilakukan adalah mengestimasi atau melakukan delineasi daerah tangkapan air (DTA) dengan menggunakan peta dasar topografi atau *digital elevation model* (DEM) dan peta jaringan saluran drainase 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. Informasi luasan dan gambaran visual 116 DTA pada masing-masing titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta dapat dilihat pada **Tabel 3.11** dan **Gambar 3.135**.

Setelah mengetahui DTA masing-masing titik pemantauan, selanjutnya adalah melakukan *overlay* berbagai variabel kondisi lingkungan sekitar (**Tabel 2.17**) dengan DTA masing-masing titik pemantauan. Langkah terakhir adalah menyusun secara lengkap profil titik pemantauan yang berisi tiga poin sebagaimana yang dijelaskan pada paragraf awal. Profil lengkap titik pemantauan dibuat untuk masing-masing titik pemantauan yakni sebanyak 120 profil titik pemantauan yang dapat dilihat secara lengkap pada **Lampiran 17**.

Profil lokasi dari beberapa titik pemantauan sungai juga ditampilkan pada badan tulisan laporan ini dan. Lokasi-lokasi tersebut ditampilkan sebagai contoh dari profil titik pemantauan yang memiliki status mutu terburuk tahun 2023 (GRL-3) melalui **Gambar 3.136**, terburuk tahun 2018-2023 (CDG-1) melalui **Gambar 3.137**, serta terbaik tahun 2023 dan 2018-2023 (TRB-2) melalui **Gambar 3.138**.

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	123,40	48	STR-4	706,84	95	CDG-3	325,54
2	CLW1-2	255,22	49	STR-5	234,13	96	CDG-4	75,11
3	CLW1-3	1.162,94	50	STR-6	440,38	97	CDG-5	519,53
4	CLW1-4	1.242,83	51	STR-7	1.617,63	98	CDG-6	204,82
5	CLW1-5	404,63	52	STR-8	1.811,37	99	CDG-7	392,51
6	CLW1-6	178,33	53	KRT-1	800,28	100	MPG-1	75,95
7	CLW2-1	566,39	54	KRT-2	306,63	101	MPG-2	177,59
8	CLW2-2	338,11	55	KRT-3	389,85	102	MPG-3	493,94
9	CLW2-3	23,65	56	KRT-4	931,49	103	MPG-4	1.492,00
10	CLW2-4	1.609,60	57	KRT-5	1.190,82	104	MPG-5	18,92
11	CLW3-1	136,35	58	CKR-1	835,36	105	MPG-6	405,27
12	CLW3-2	196,65	59	CKR-2	2.291,53	106	TRB-2	112,92
13	CLW3-3	168,42	60	BRN-1	142,93	107	TRB-3	41,31
14	CLW4-1	138,40	61	BRN-2	120,14	108	KML-1	535,50
15	CLW4-2	804,78	62	BRN-3	149,93	109	KML-2	1.405,87
16	CLW4-3	172,57	63	BRN-4	579,86	110	KML-3	1.076,32
17	CLW4-4	252,22	64	BRN-5	423,23	111	PSG-1	237,05
18	CLW5-1	1.005,74	65	PTK-1	452,08	112	PSG-2	694,79
19	CPN-2	654,73	66	JTK-1	88,11	113	PSG-3	412,56
20	CPN-3	759,45	67	JTK-2	315,74	114	PSG-4	195,38
21	CPN-4	124,63	68	KLB-1	329,33	115	PSG-5	531,01
22	CPN-5	79,78	69	KLB-2	14,31	116	BLC-1	1.673,46
23	CPN-6	855,05	70	KLB-3	194,17			
24	CPN-7	784,15	71	KLB-4	181,29			
25	ANK-1	536,38	72	KLB-5	257,59			
26	ANK-2	527,71	73	KLB-6	256,67			
27	ANK-3	51,11	74	KLT-2	101,86			
28	SKR-1	305,10	75	KLT-3	28,16			
29	SKR-2	352,59	76	KLT-4	86,51			
30	SKR-3	9,56	77	KLT-5	71,18			
31	SKR-4	723,98	78	KLT-6	162,60			
32	SPK-1	285,28	79	KLT-7	483,74			
33	SPK-2	843,29	80	KLT-8	104,63			
34	SPK-3	854,43	81	KLT-9	138,17			
35	MKV-2	220,23	82	KLT-10	1.691,51			
36	MKV-3	120,92	83	KNT-1	323,37			
37	MKV-4	110,35	84	KNT-2	690,51			
38	MKV-5	816,02	85	KNT-3	1.478,46			
39	GRL-1	37,62	86	CKG-1	148,34			
40	GRL-2	950,27	87	CKG-2	712,24			
41	GRL-3	404,92	88	CKG-3	108,69			
42	GRL-4	901,75	89	CKG-4	619,29			
43	GRL-5	1.193,95	90	CKG-5	511,50			
44	GRL-6	957,20	91	CKG-6	1.097,47			
45	STR-1	109,34	92	CKG-7	790,52			
46	STR-2	2.647,08	93	CDG-1	285,02			
47	STR-3	921,47	94	CDG-2	67,47			



Gambar 3.135. Daerah tangkapan air (DTA) pada masing-masing titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta.

3.6. Status Prioritas dan Tindakan Pengelolaan Daerah Tangkapan Air (DTA) 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*. Delineasi DTA dari titik-titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta 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).

Analisis skoring 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 dilakukan pada setiap daerah tangkapan air (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/kapasitas produksi kegiatan usaha mikro kecil dan menengah (UMKM), dan besaran debit izin pembuangan limbah cair.

Berdasarkan kondisi perubahan kualitas air hulu ke hilir (PHH, **Tabel 2.14**) dan beban pencemaran (BP, **Tabel 2.15**) *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.

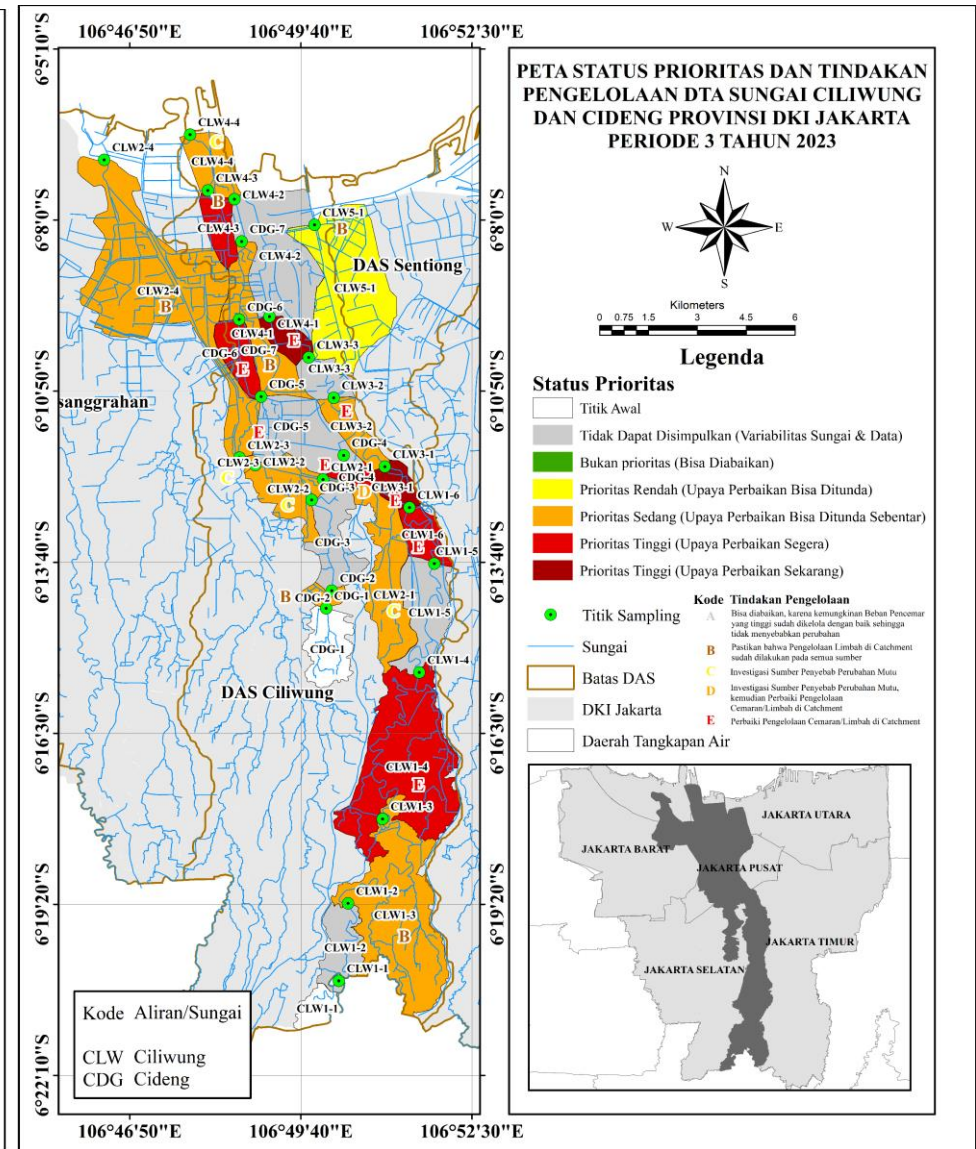
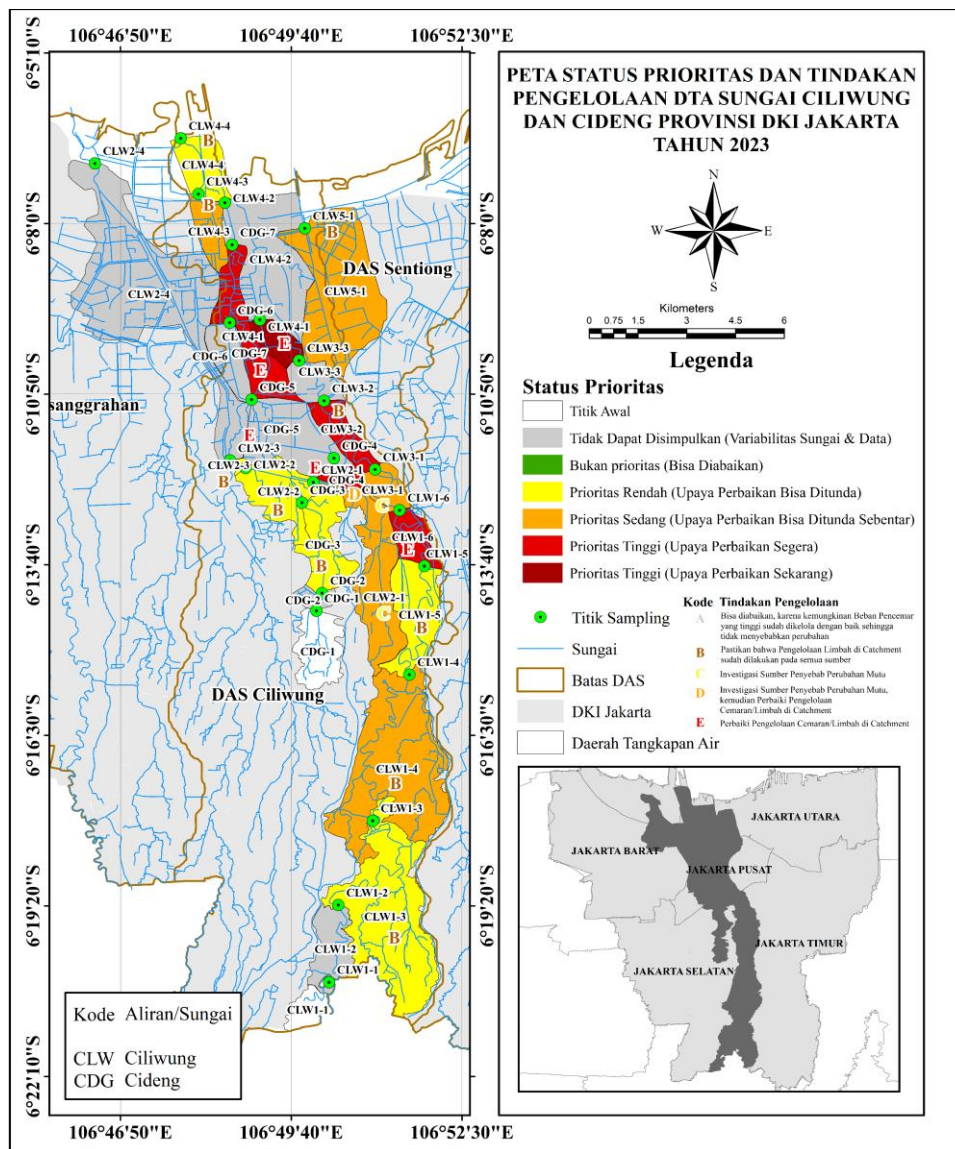
Selain itu, dari sisi tindakan pengelolaan yang perlu dilakukan dalam rangka menjaga atau memperbaiki kualitas air sungai, terdapat **5 (lima) jenis tindakan pengelolaan** DTA sungai yang dapat dilakukan, yaitu:

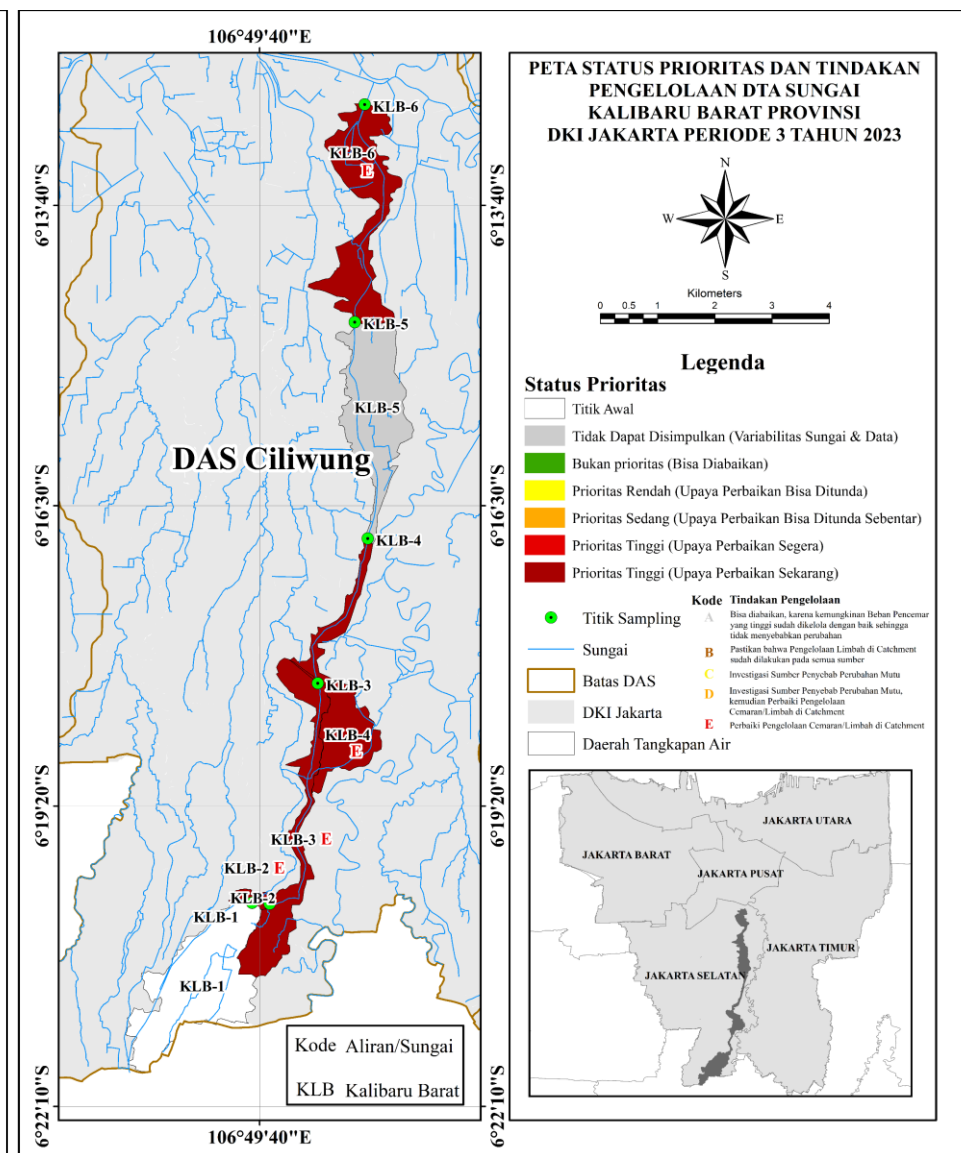
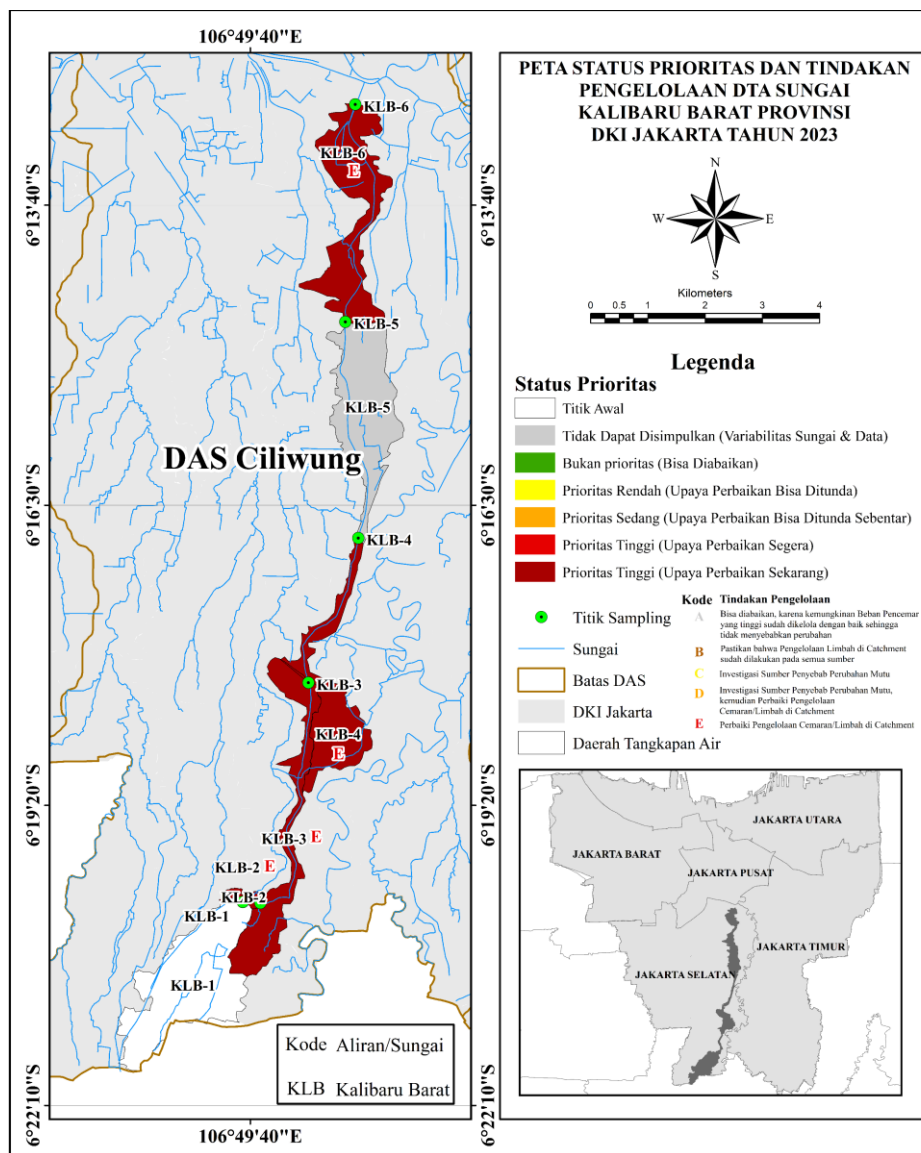
- A. **Bisa diabaikan, karena kemungkinan beban pencemar yang tinggi sudah dikelola dengan baik sehingga tidak menyebabkan perubahan.** DTA tidak mengalami perubahan kualitas air hulu ke hilir (nilai PHH bernilai nol (0) atau kelas 1 PHH) pada semua kelas beban pencemaran (BP) pada DTA tersebut
- B. **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

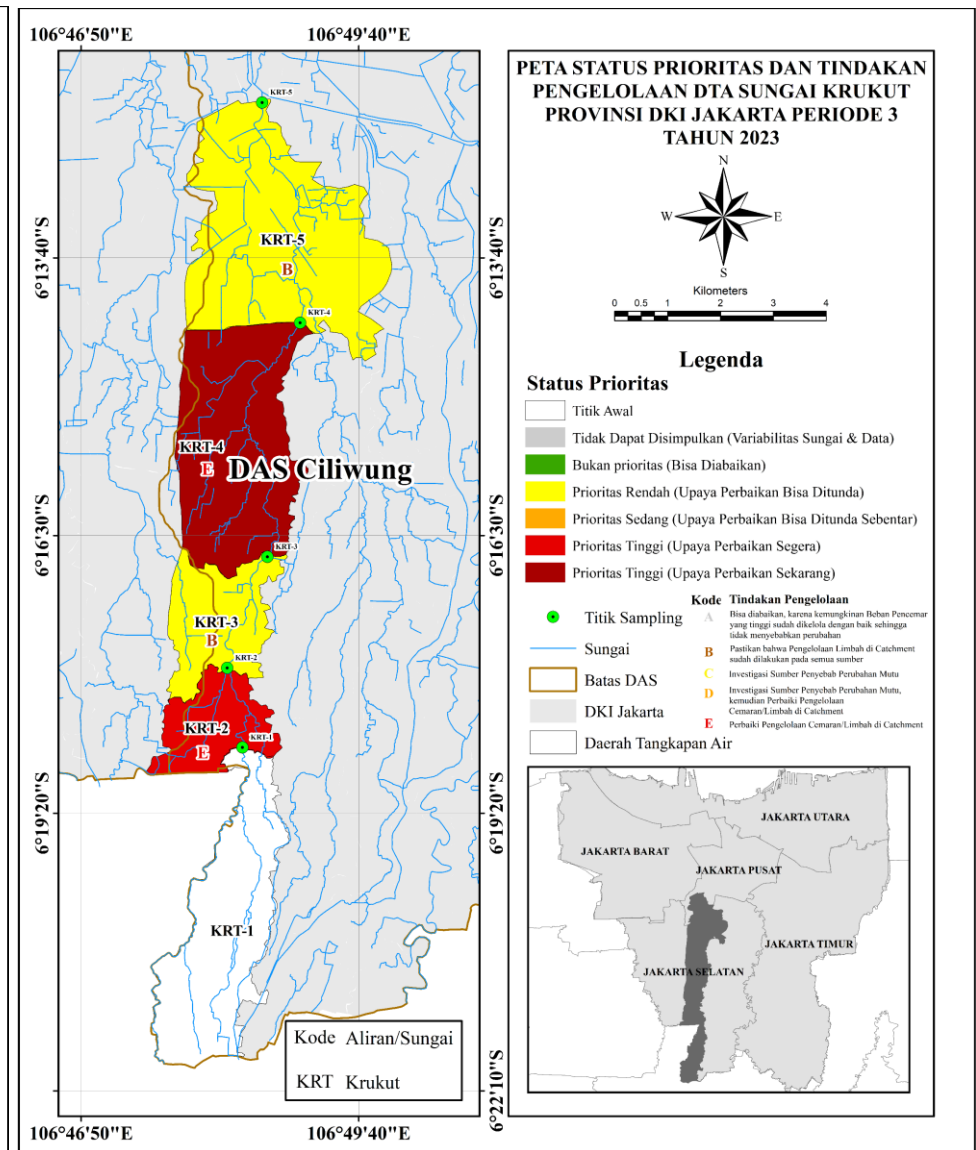
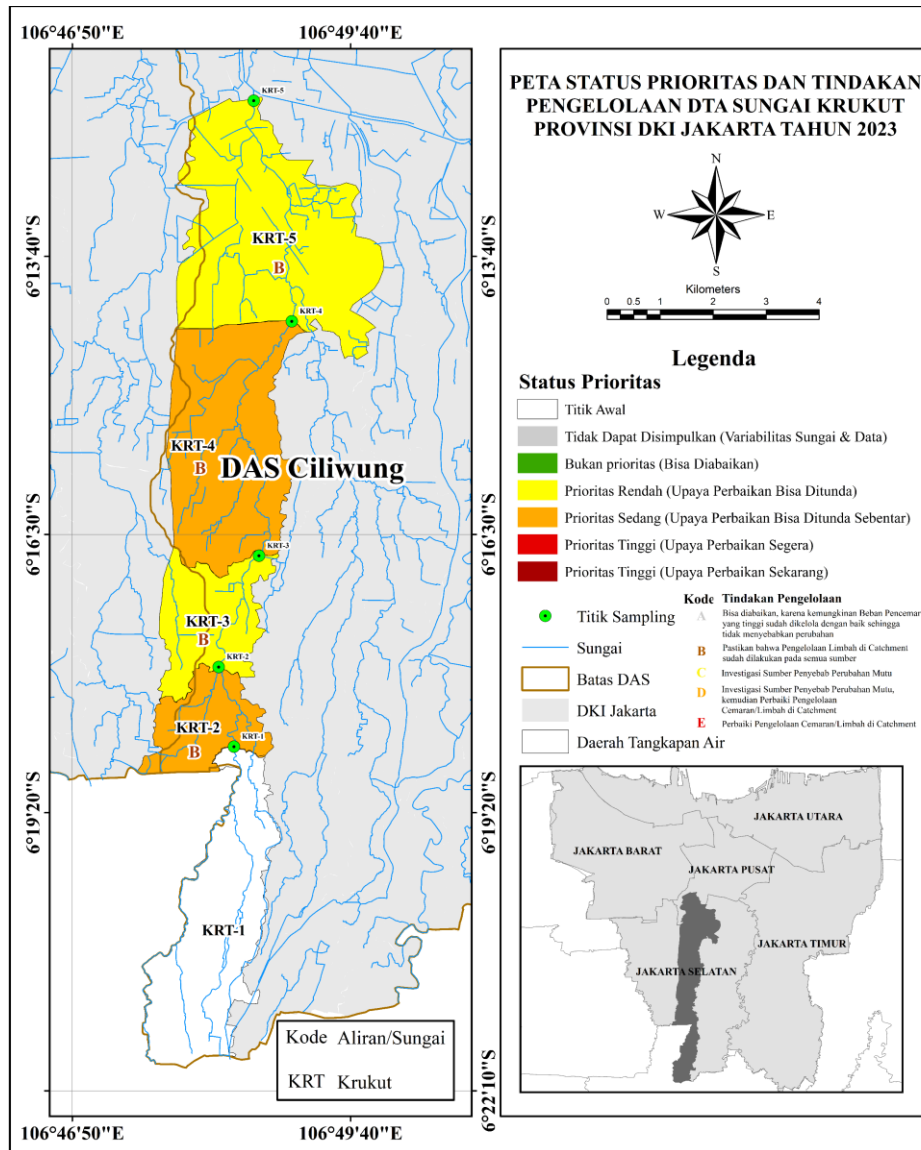
Peta sebaran spasial status prioritas dan tindakan pengelolaan DTA sungai disusun menggunakan data hasil analisis skoring berdasarkan aturan baku yang disampaikan pada **Tabel 2.16**. Analisis skoring dilakukan dengan menganalisis perubahan kualitas air beberapa parameter kunci (BOD, COD, dan TSS) dari hulu ke hilir berdasarkan hasil pemantauan dengan dan kondisi beban pencemaran. Data-data pendukung yang diperlukan untuk menganalisis alokasi beban pencemaran berupa jumlah penduduk, kegiatan usaha mikro kecil dan menengah (UMKM), dan izin pembuangan limbah cair. Sumber untuk data-data tersebut telah disampaikan sebelumnya pada **Tabel 2.17**. Kondisi status prioritas dan tindakan pengelolaan DTA sungai divisualisasikan di dalam peta dalam tampilan warna yang berbeda-beda sesuai dengan warna yang ditampilkan pada tabel aturan baku (**Tabel 2.16**). Dengan demikian, peta sebaran status prioritas dan tindakan pengelolaan DTA tahun berjalan (2023) menjadi informatif.

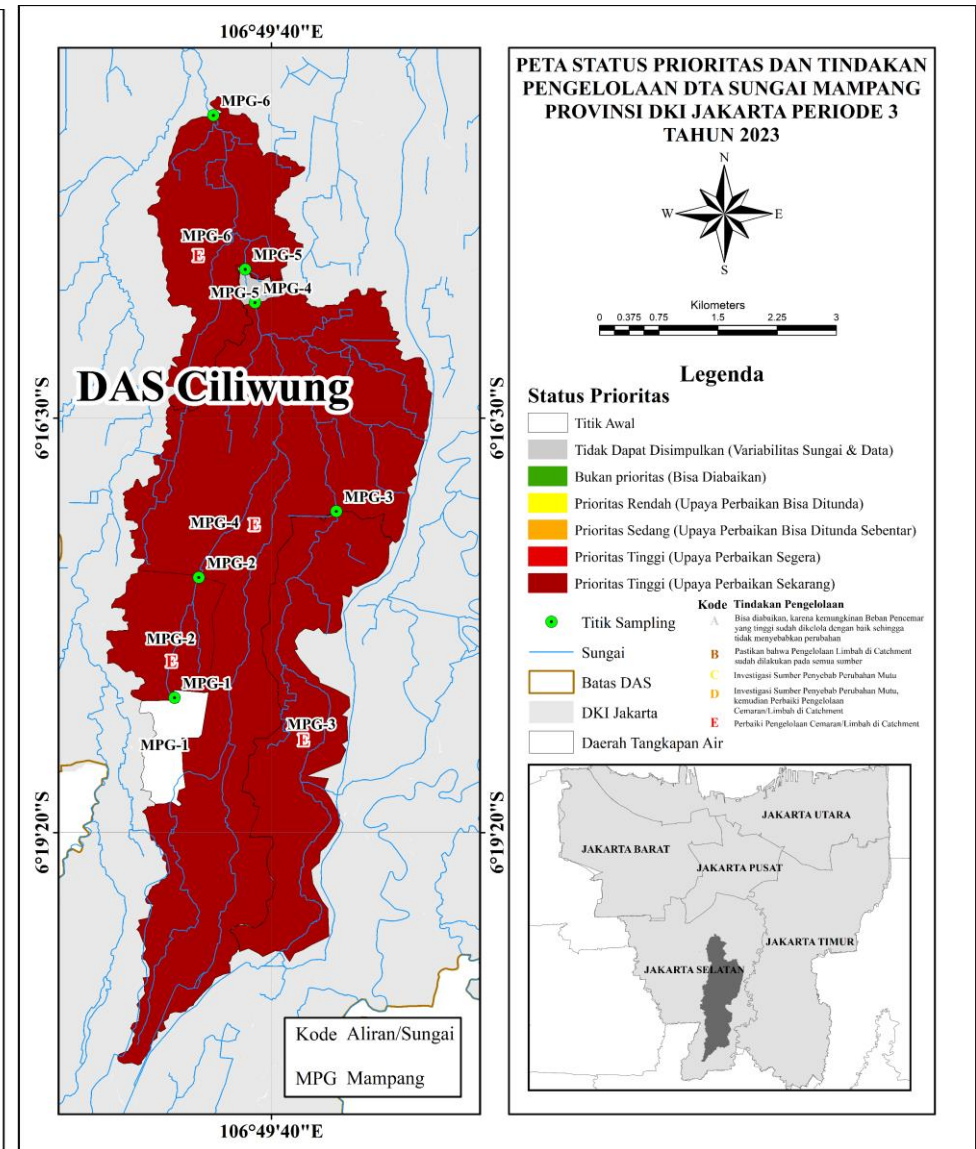
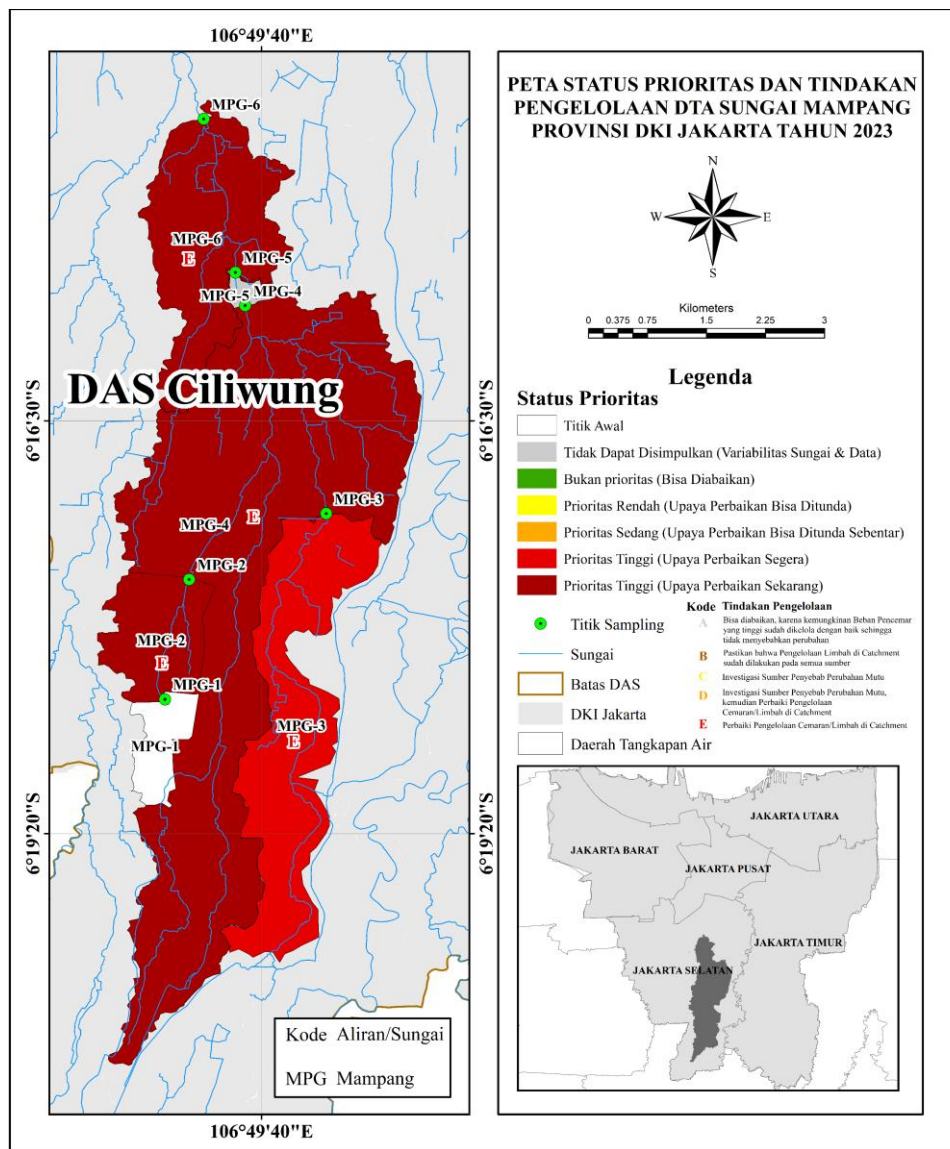
Hasil analisis status prioritas dan tindakan pengelolaan DTA sungai pada 116 DTA sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023 berdasarkan aturan baku (**Tabel 2.16**) disajikan secara lengkap dan spasial pada **Gambar 3.139**. Sama halnya dengan peta sebaran spasial kondisi status mutu air berdasarkan nilai IP rata-rata tahun 2023 menurut ruas sungai (**Gambar 3.3**), terdapat ruas-ruas sungai (terutama yang berukuran besar) yang saling terkoneksi dengan beberapa ruas sungai lainnya, sehingga sebaran spasial status prioritas dan tindakan pengelolaan DTA sungai menurut ruas sungai masing-masing divisualisasikan ke dalam 13 peta spasial meskipun terdapat total 23 ruas sungai. Visualisasi 13 peta spasial tersebut adalah (1) Ciliwung-Cideng, (2) Kalibaru Barat, (3) Krukut, (4) Mampang, (5) Kalibaru Timur, (6) Angke-Cengkareng-Sekertaris-Grogol, (7) Pesanggrahan, (8) Sepak, (9) Mookervart-Kamal, (10) Sunter-Kanal Timur-Buaran-Petukangan-Cakung-Blencong, (11) Cipinang, (12) Jati Kramat, dan (13) Tarum Barat.

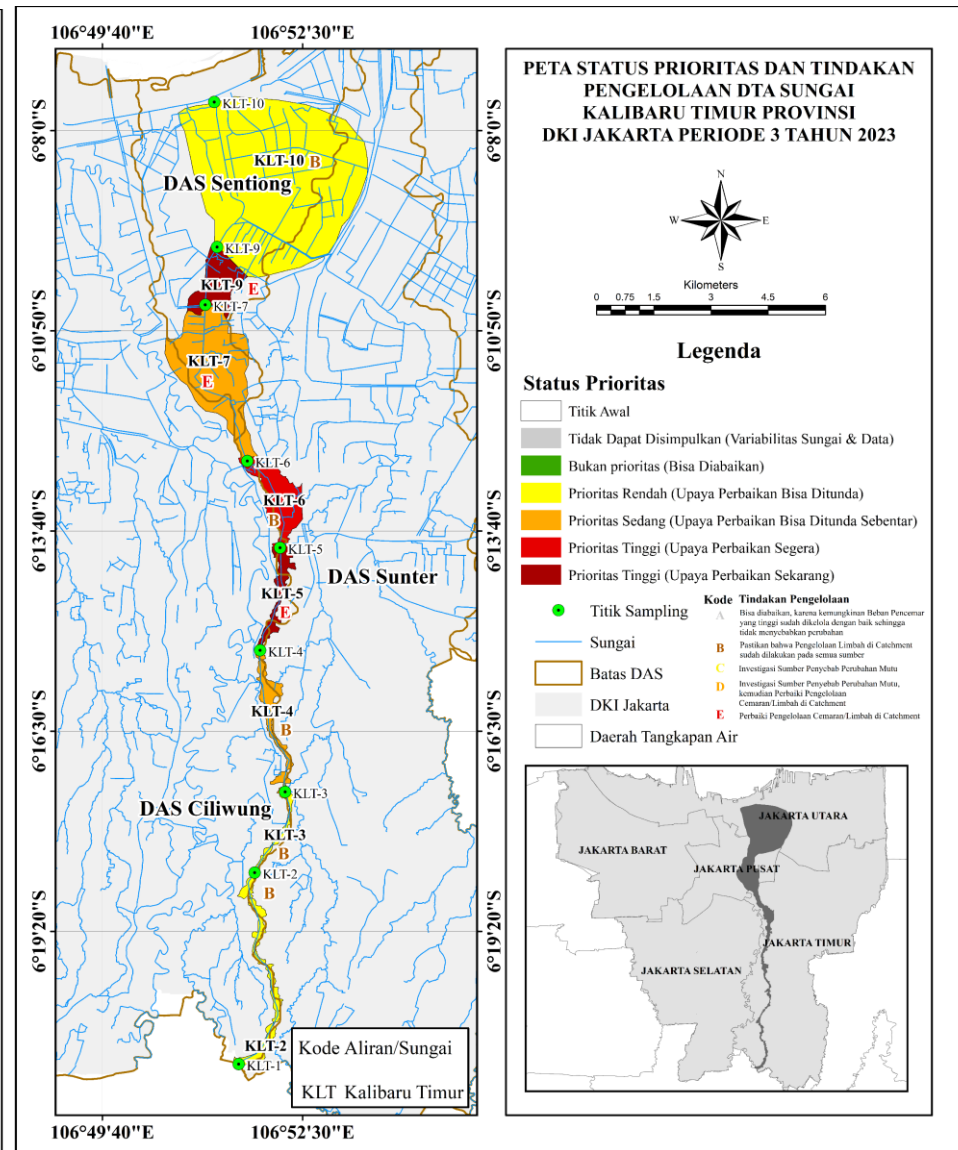
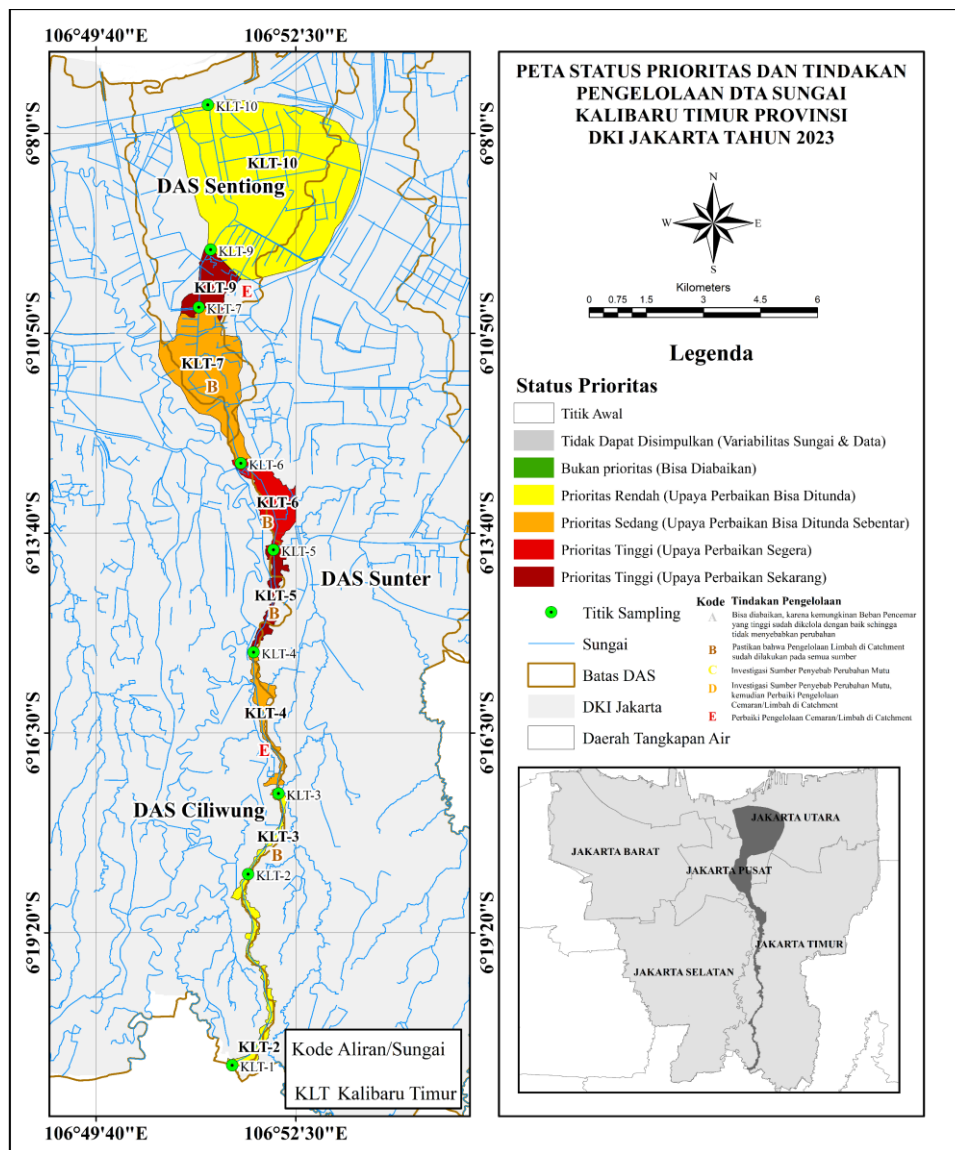
Pada **Gambar 3.139** disajikan 13 peta spasial status prioritas dan tindakan pengelolaan DTA sungai yang disajikan dalam dua versi yakni berdasarkan data setahun 2023 (kiri) dan data satu periode yakni periode 3 tahun 2023 (kanan). Hal ini dimaksudkan untuk memperlihatkan perbedaan status prioritas dan tindakan pengelolaan DTA sungai apabila didasarkan pada data setahun yang mewakili banyak kondisi dengan data sesaat saja.

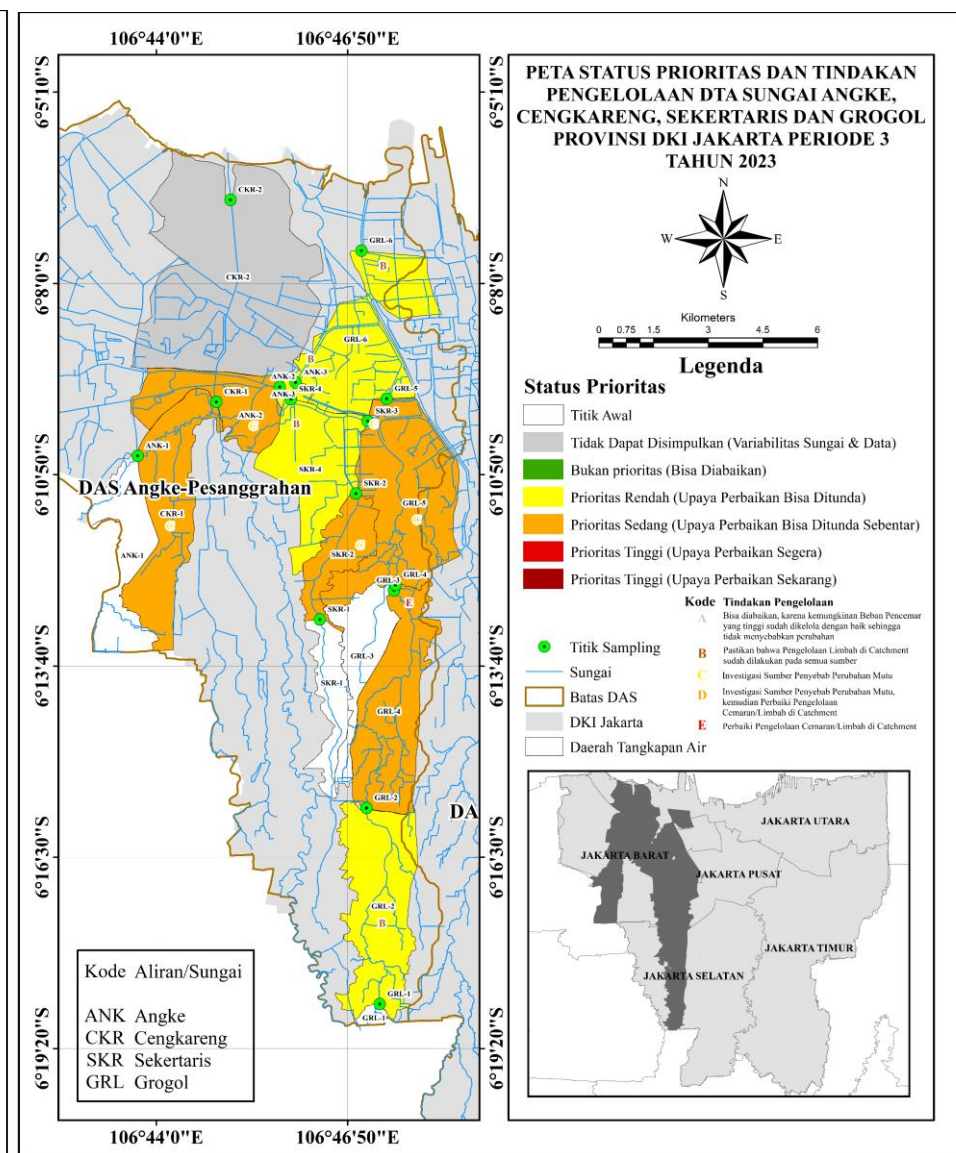
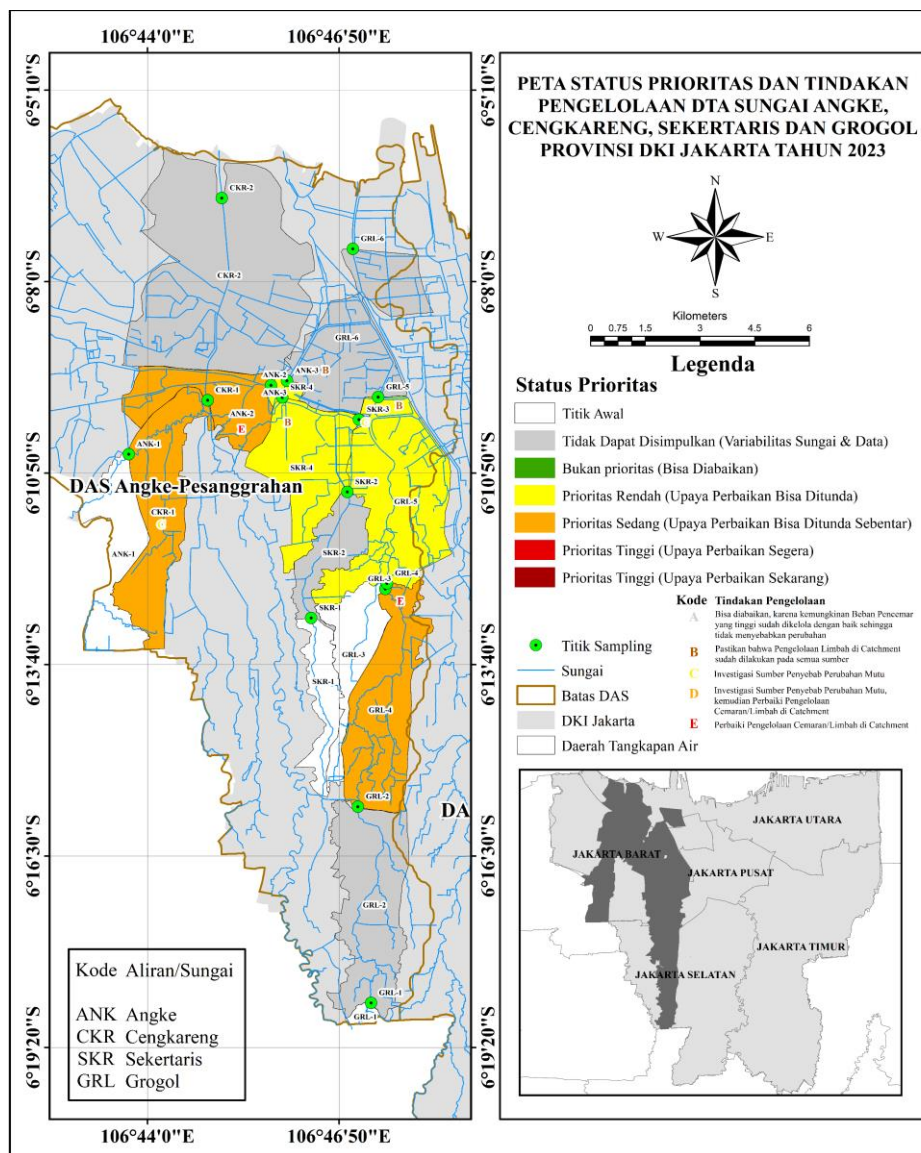


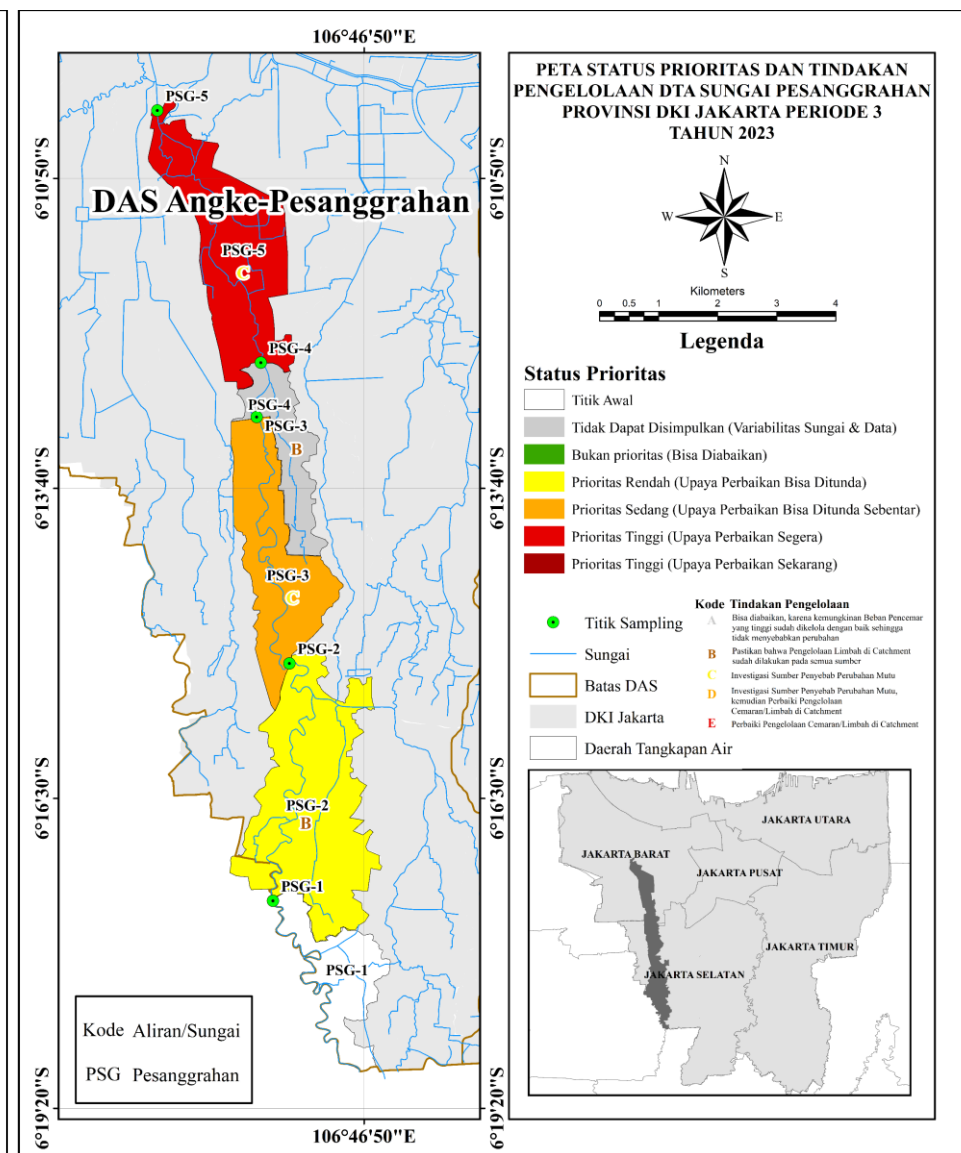
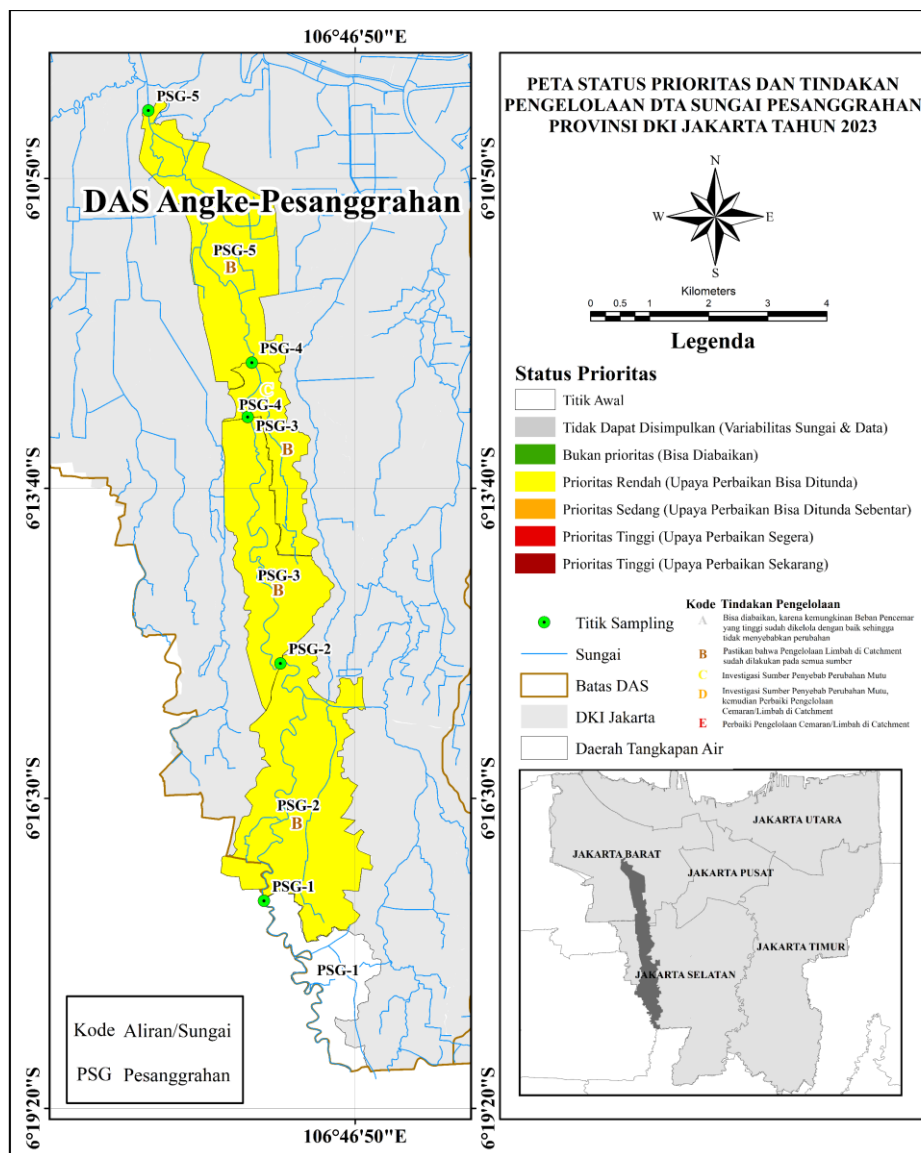


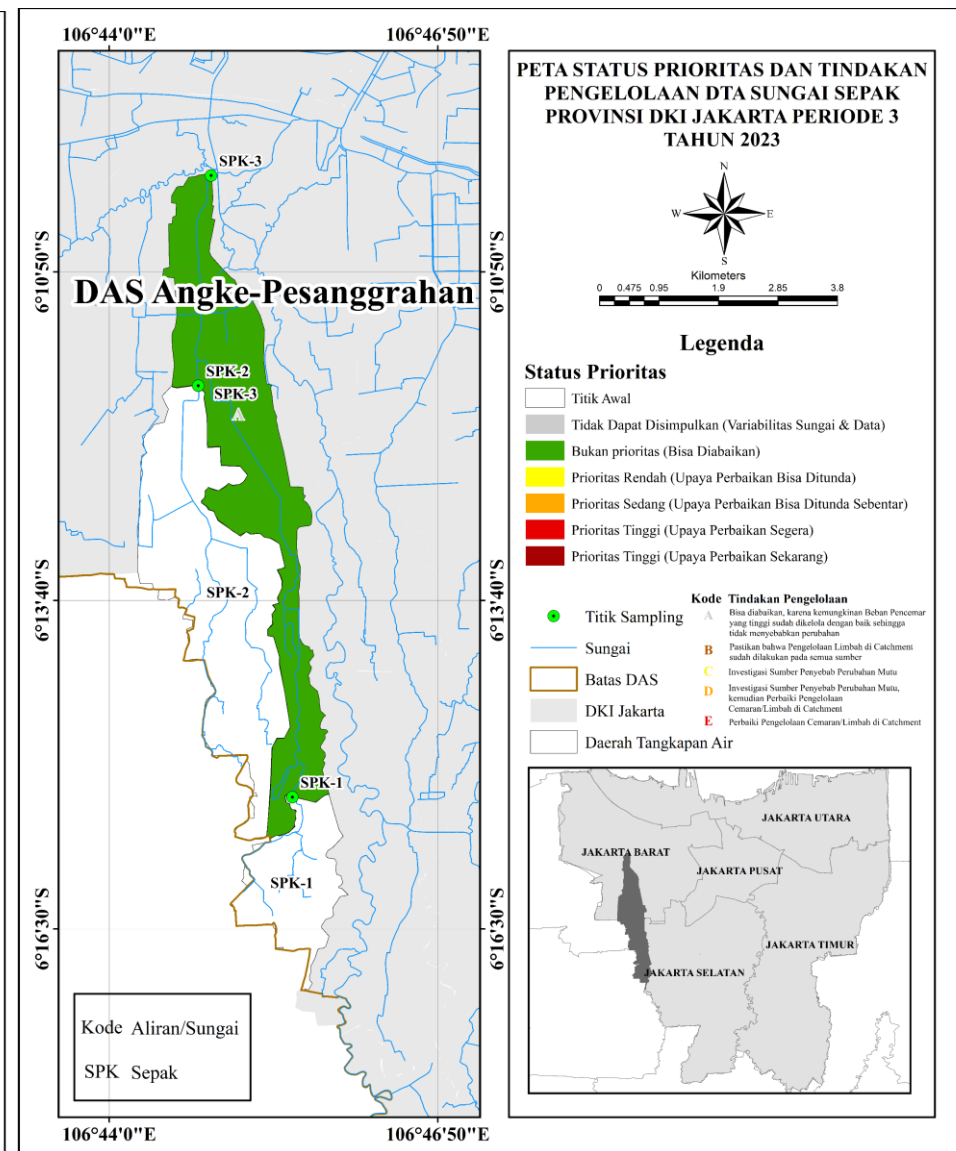
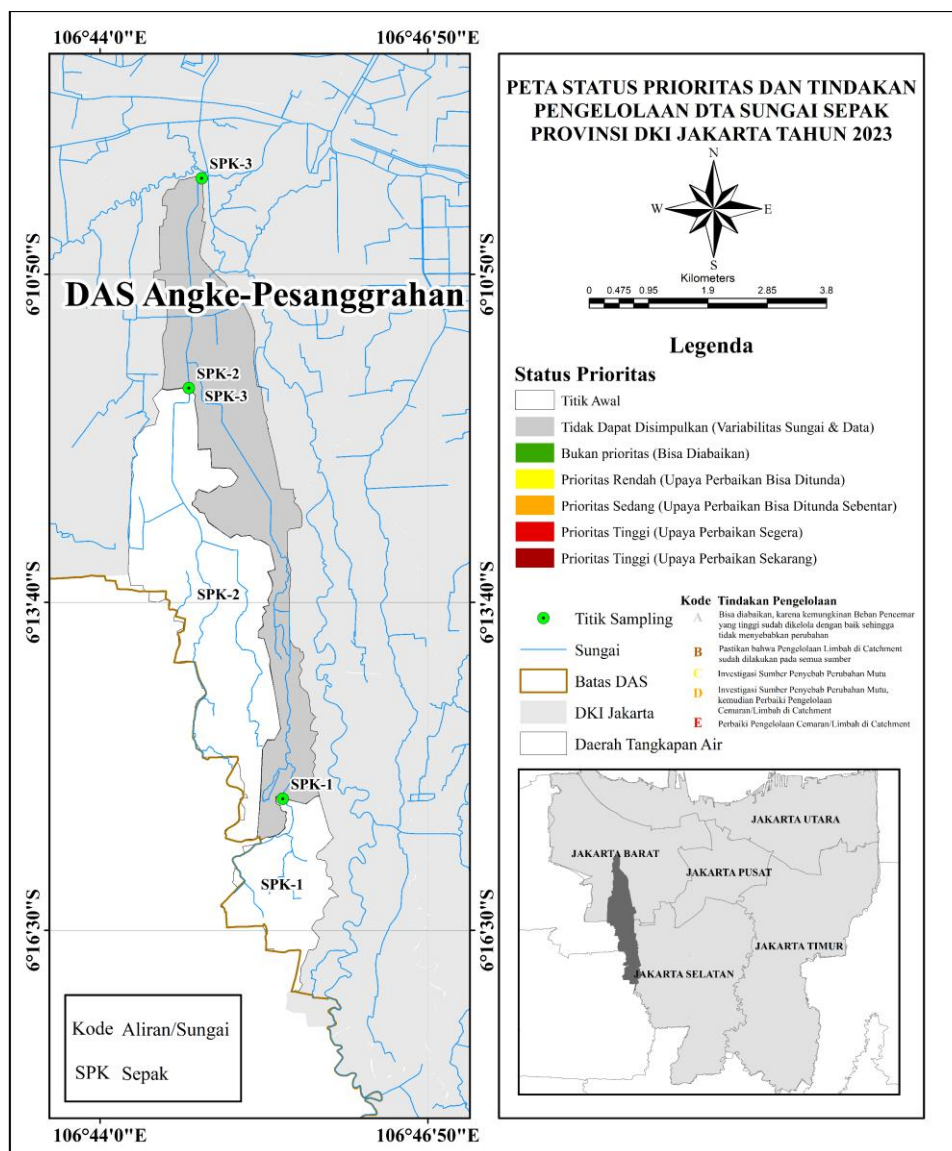


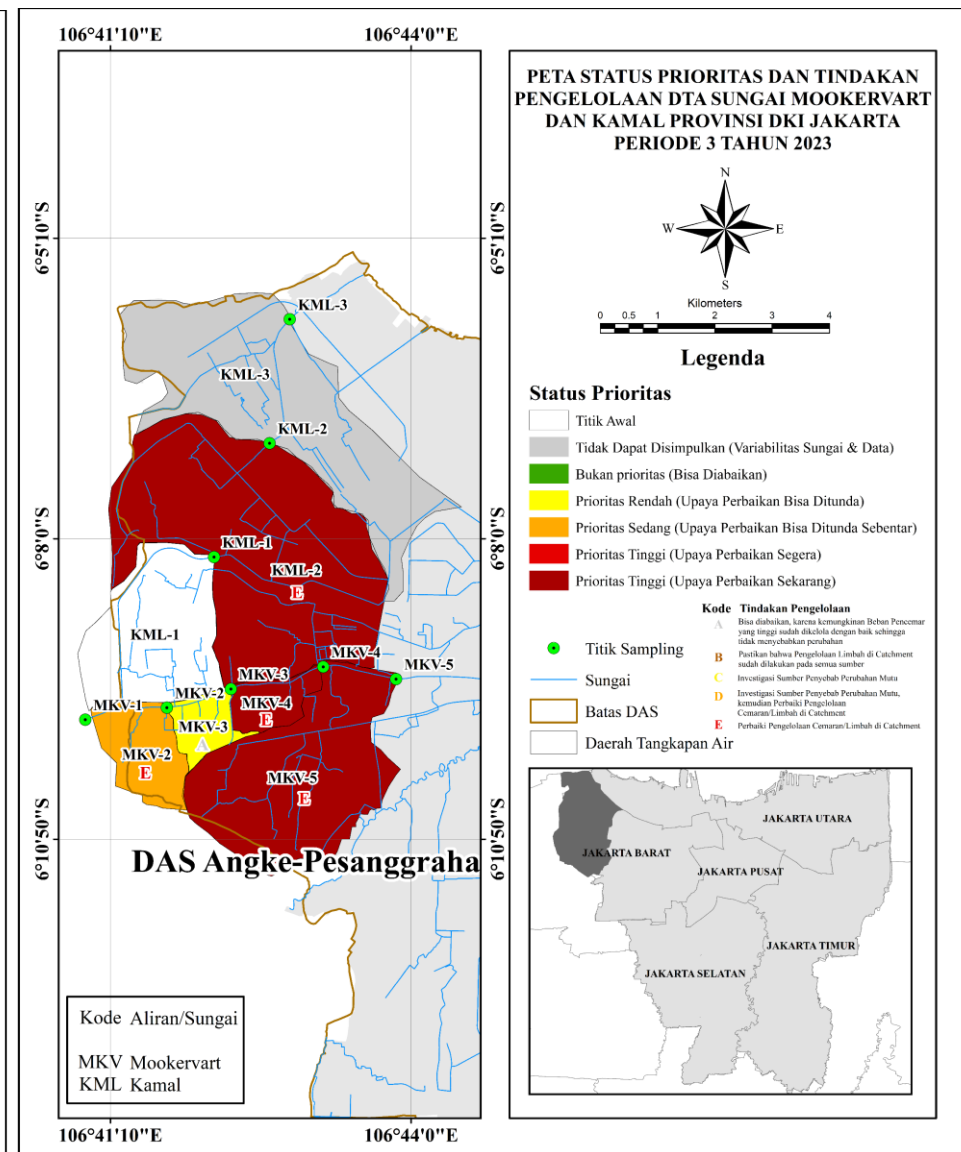
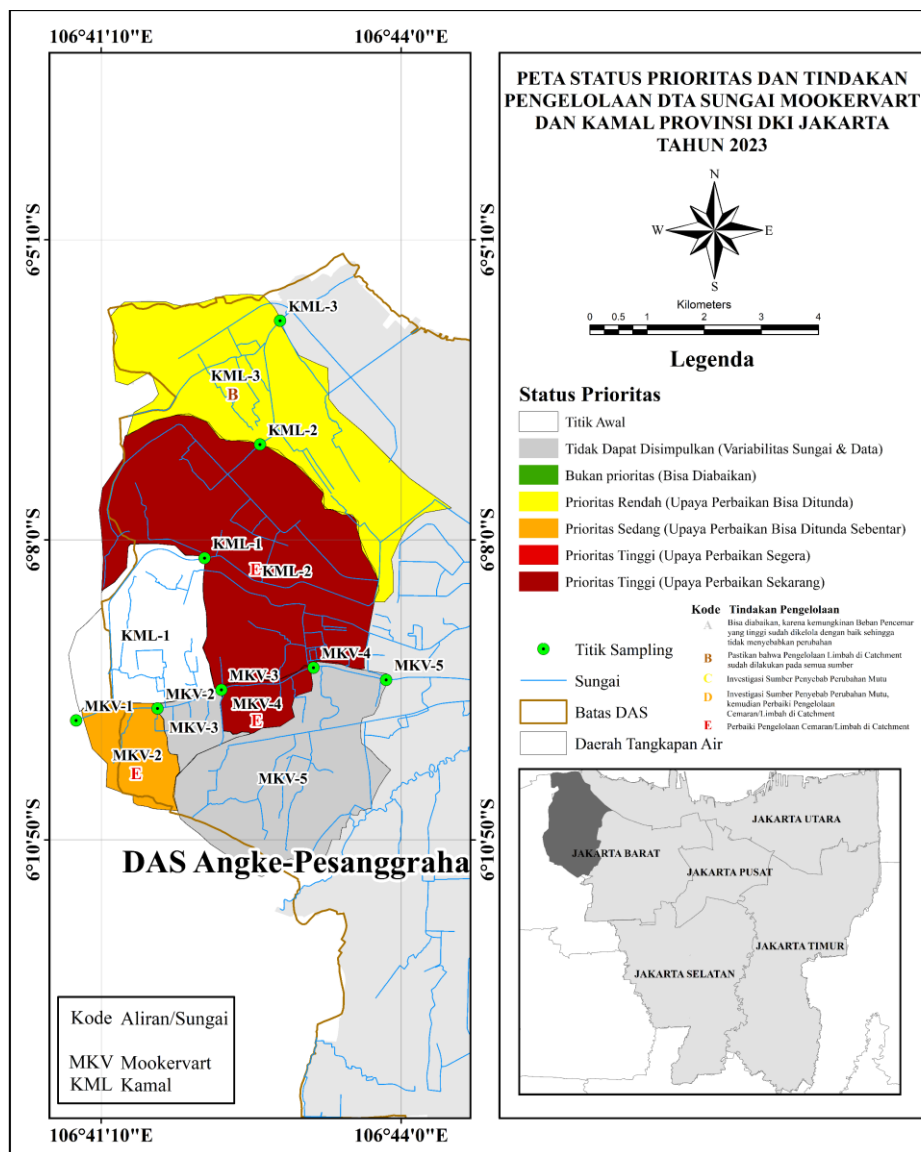


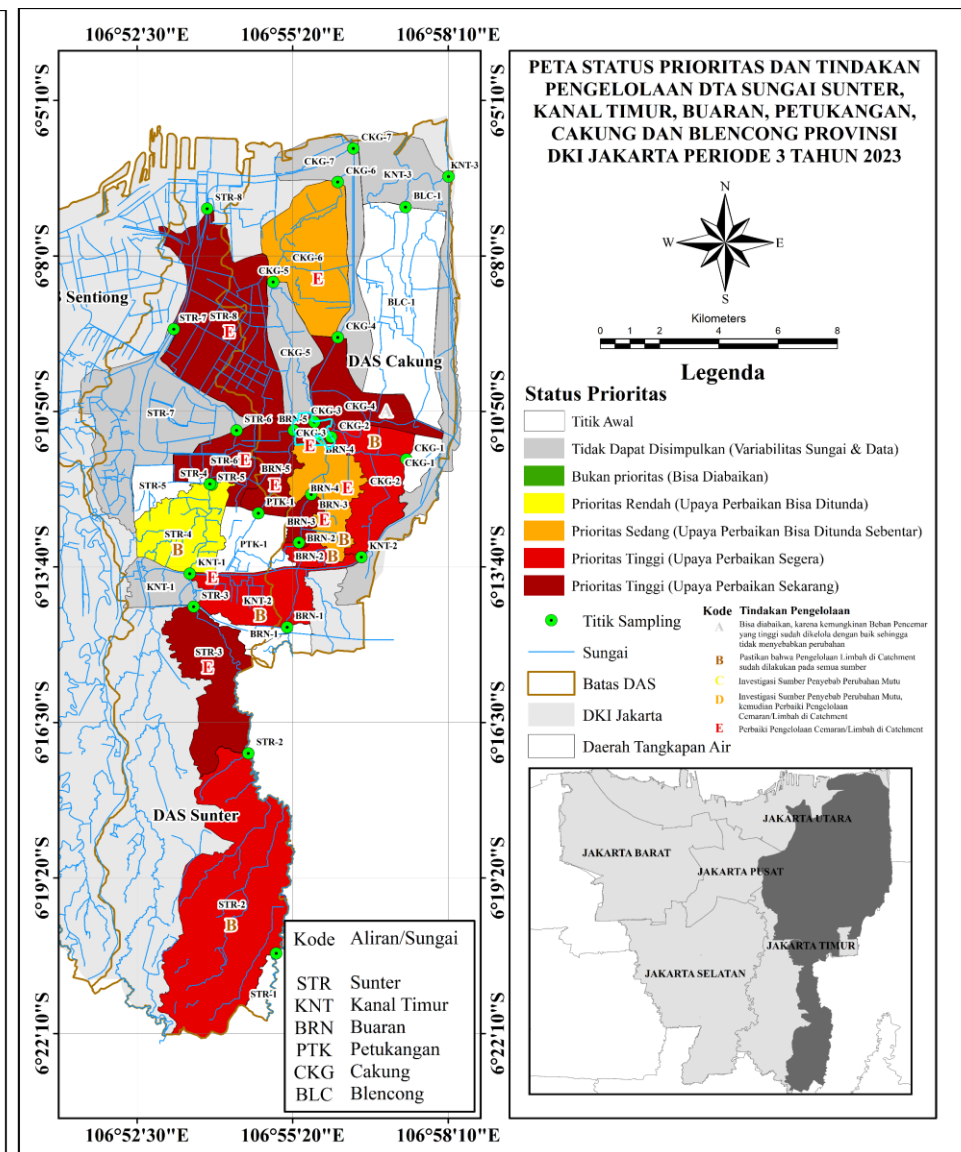
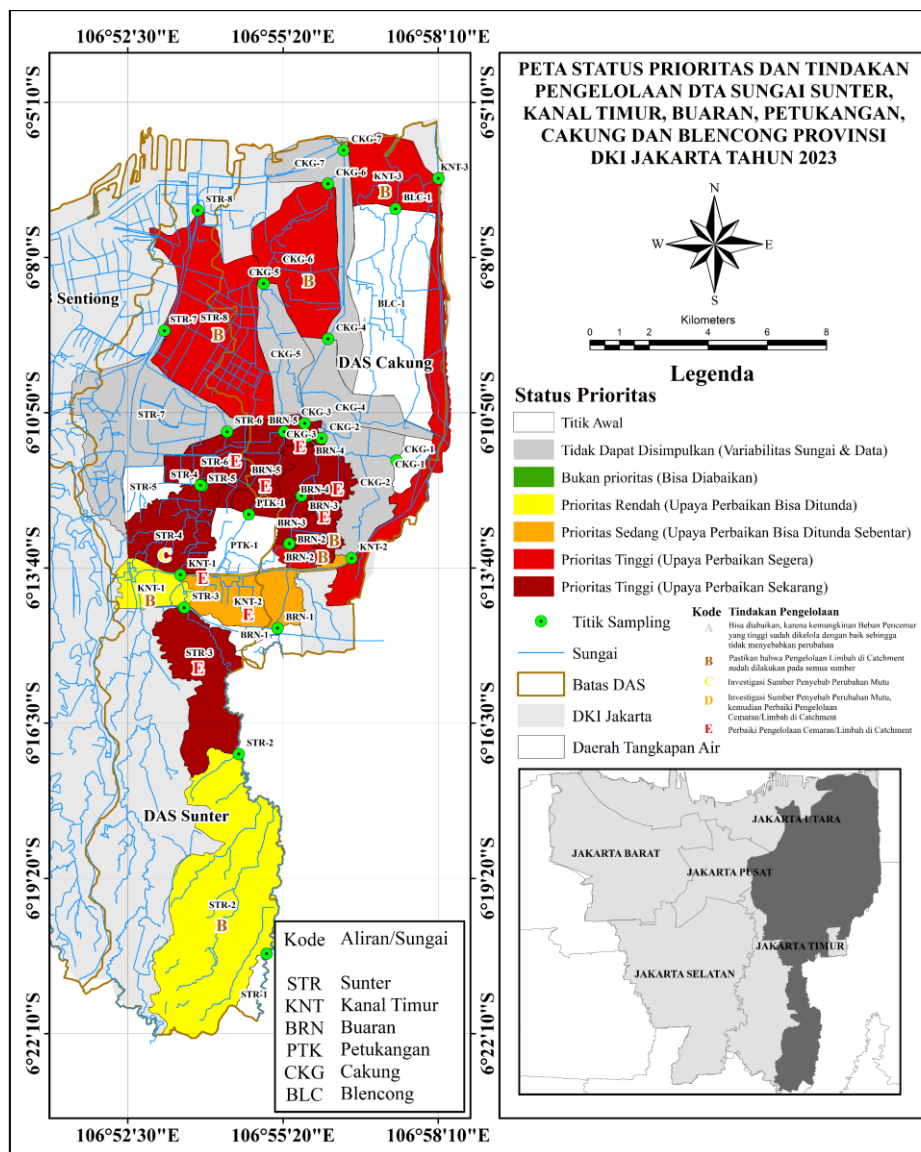


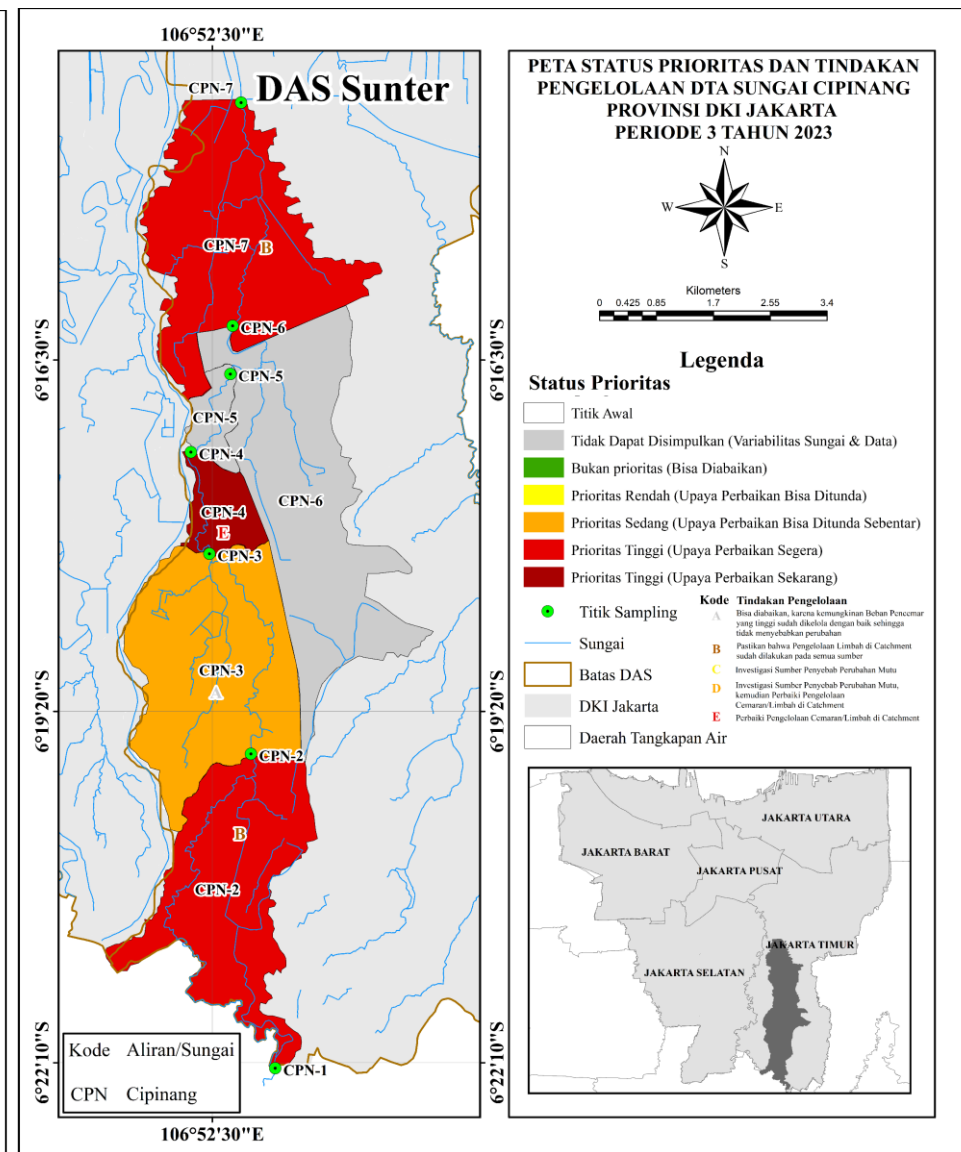
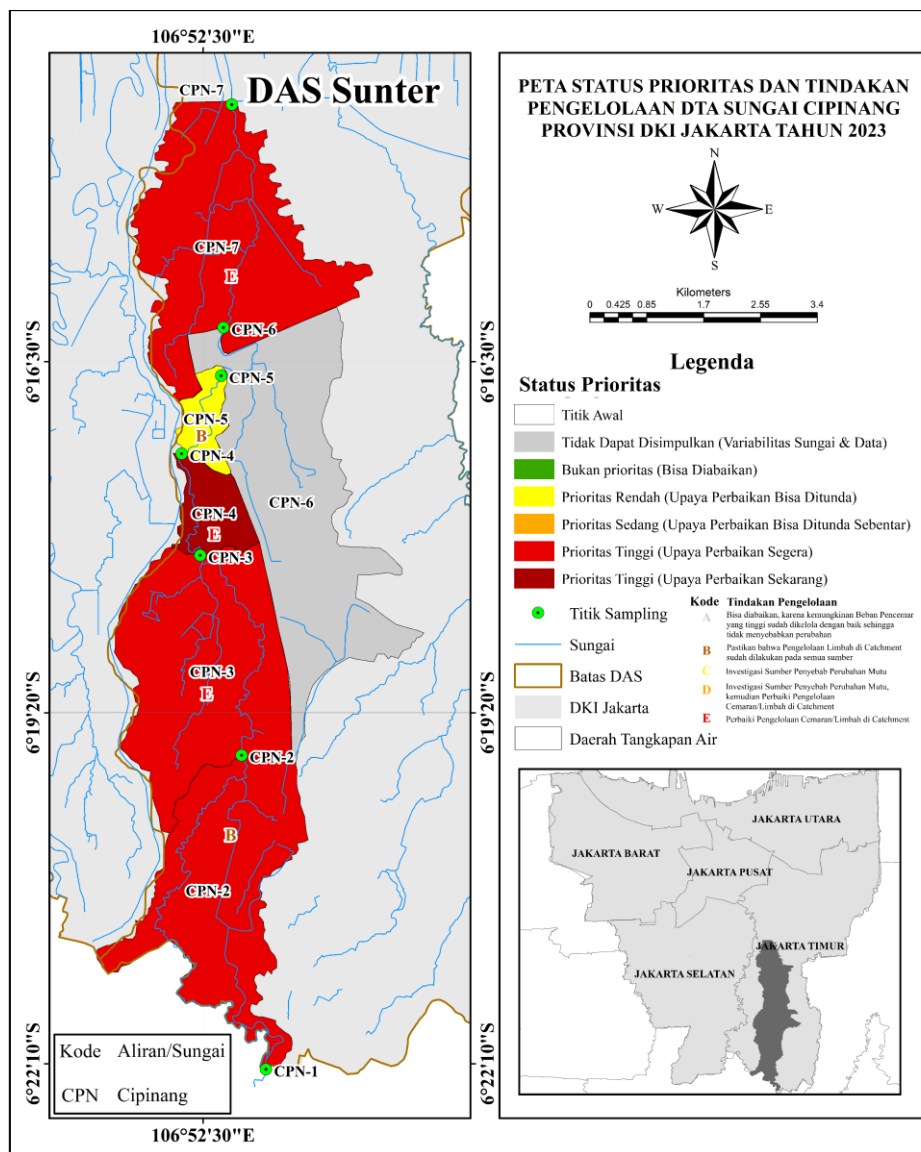


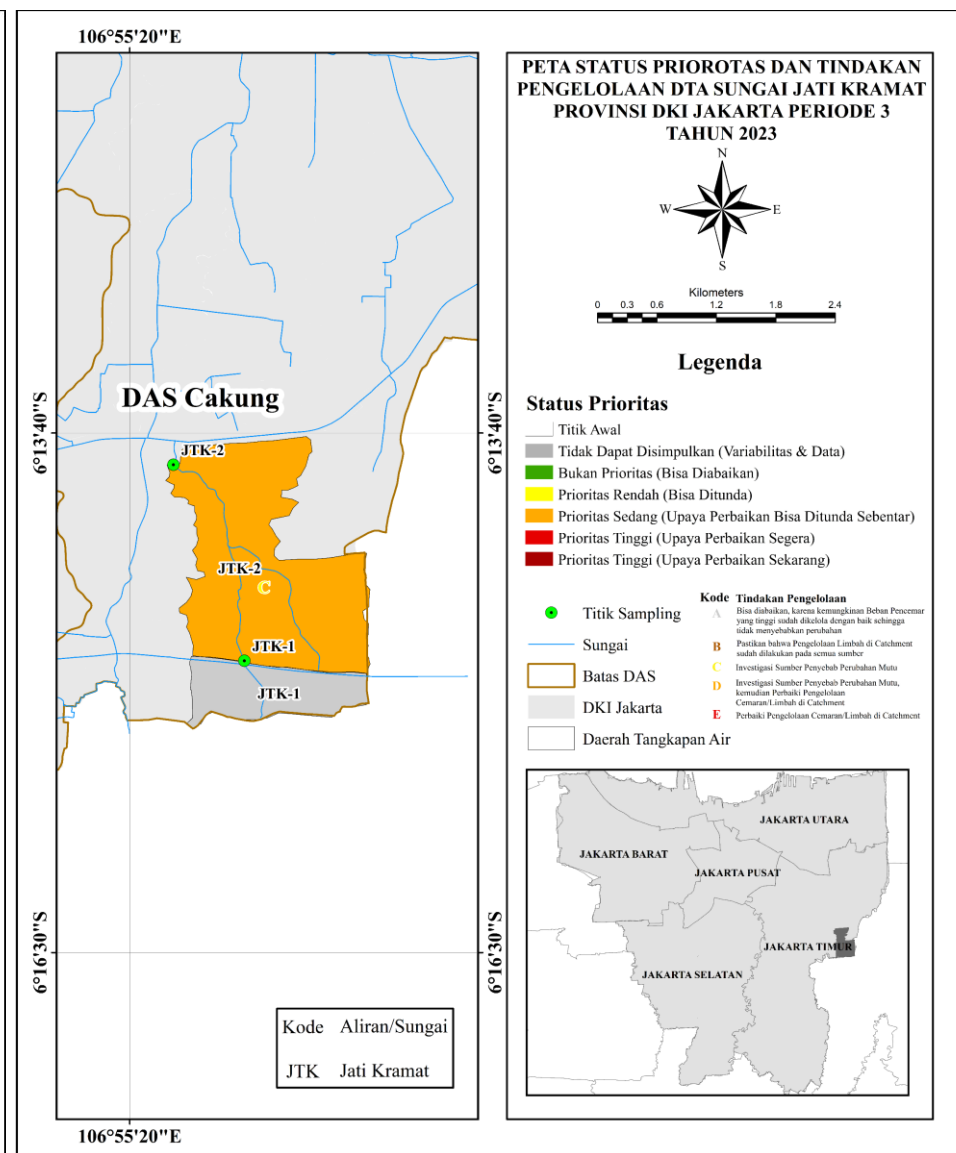
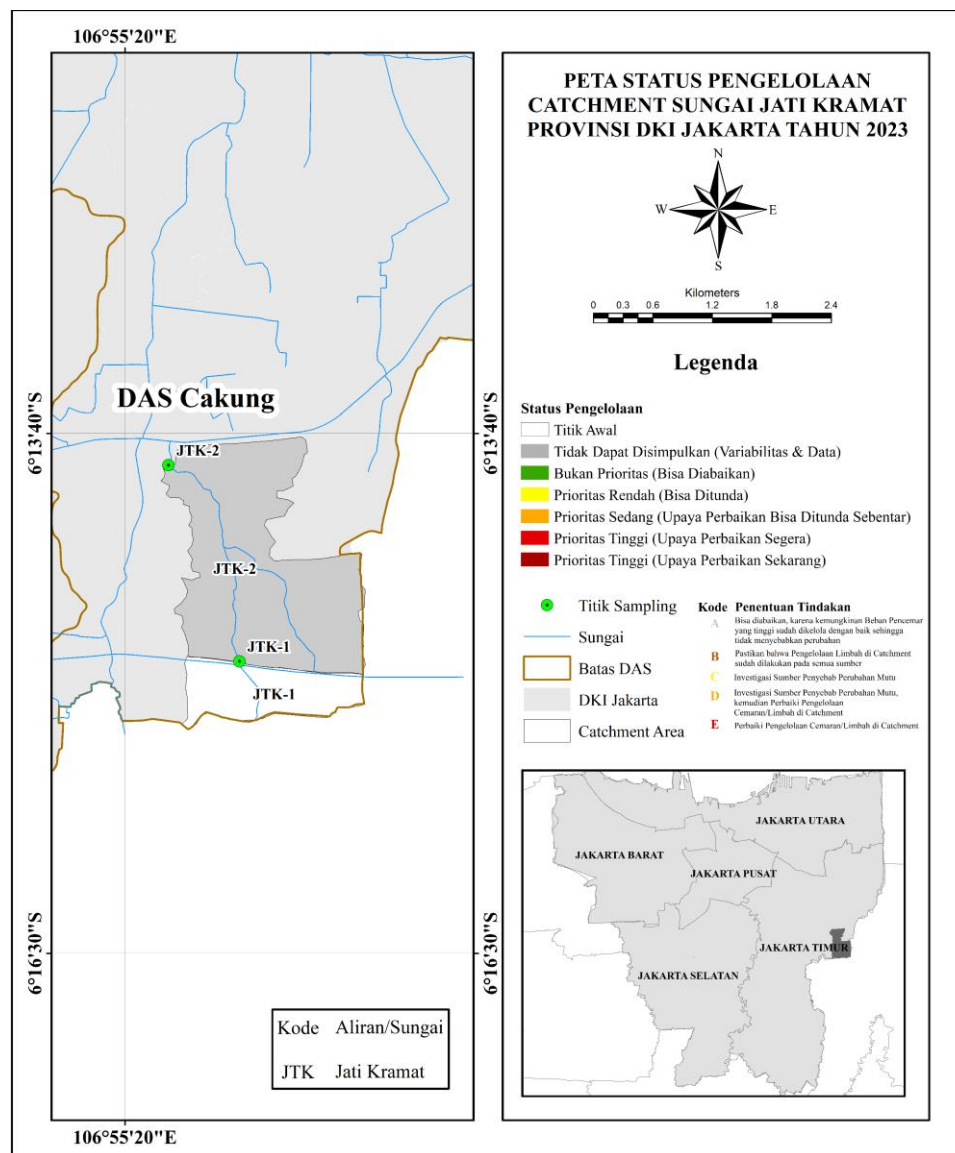


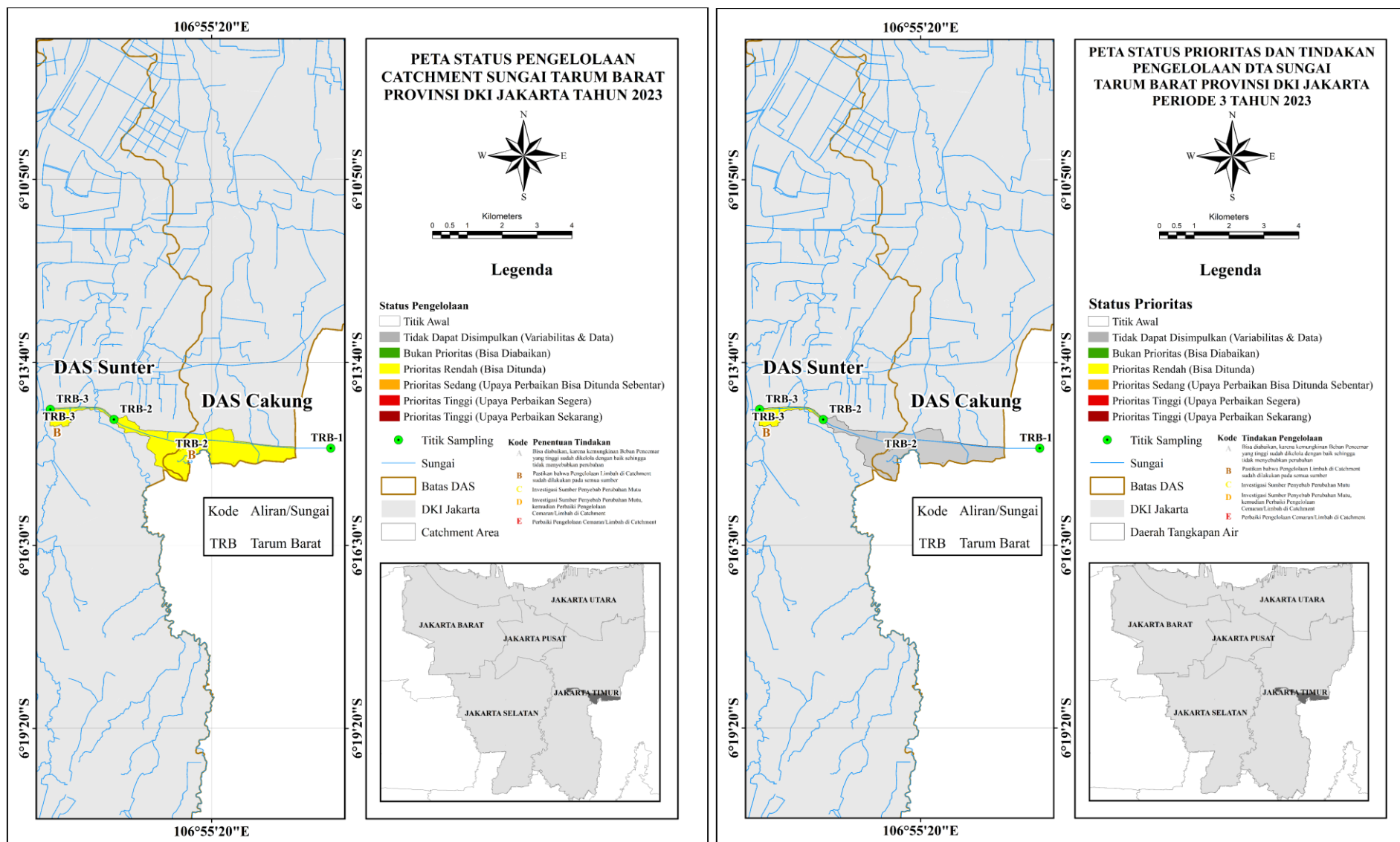












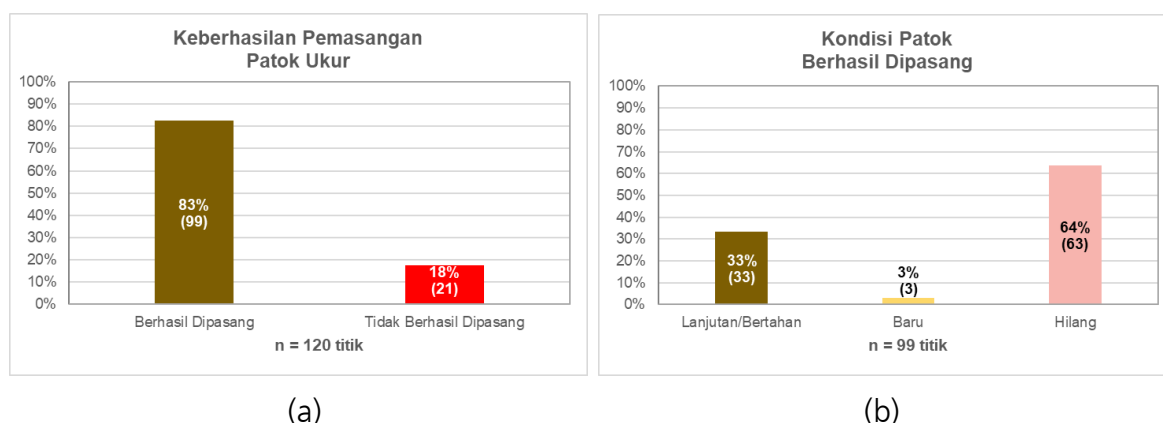
Gambar 3.139. Status prioritas dan tindakan pengelolaan pada masing-masing daerah tangkapan air (DTA) sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023 (kiri) dan periode 3 tahun 2023 (kanan).

3.7. Laju Sedimentasi

3.7.1. Pengukuran Langsung Laju Sedimentasi

Pengukuran langsung laju sedimentasi tahun 2023 dilakukan dengan menggunakan patok ukur yang terbuat dari besi sebagai evaluasi/perbaikan terhadap alat ukur yang digunakan pada tahun 2022 yang menggunakan bambu. Patok ukur dipasang permanen pada saat pelaksanaan pengambilan sampel periode 1 tahun 2023 yang kemudian diamati dan diukur perubahan dasar tanah/sungainya pada pelaksanaan pemantauan periode-periode selanjutnya. Perbaikan alat ukur ini diharapkan dapat memperbaiki kendala utama yang dihadapi pada tahun 2022 yakni hilangnya patok ukur yang telah dipasang akibat tercabut/hanyut atau patah oleh arus sungai atau sampah yang mengalir, maupun oleh faktor lainnya. Kendala lainnya yaitu medan atau akses yang berbahaya menuju titik lokasi penancapan juga dapat diatasi dengan adanya bantuan dari pihak UPS Badan Air yang membantu menancapkan patok ukur ke titik lokasi penancapan.

Hasil pelaksanaan pengukuran langsung laju sedimentasi pada tahun 2023 (periode 1-4) menunjukkan bahwa sebanyak 83% atau 99 titik pemantauan berhasil dilakukan pemasangan patok ukur (**Gambar 3.140a** dan **Tabel 3.12**). Sebanyak 18% atau 21 titik pemantauan tidak berhasil dipasang karena sulit mencapai dasar sungai dan memiliki substrat dasar sungai berupa batuan/beton. Namun demikian, sebanyak 64% (63 titik) dari 99 titik yang berhasil dipasang pada tahun 2023 tidak dapat dipantau dengan baik karena hilang yang disebabkan oleh dua hal utama yakni gangguan manusia dan tercabut/hanyut akibat besarnya debit sungai (**Gambar 3.140b**). Sejauh ini, hanya 27,5% (33 dari total 120 titik pemantauan sungai) yang bertahan dan dapat menghasilkan data perubahan nilai sedimentasi. Di sisi lain, jumlah patok yang berhasil diukur tahun ini bertambah dibandingkan dengan tahun sebelumnya yaitu sebanyak 33 patok (titik pemantauan) pada 2023 dan hanya 10 patok (titik pemantauan) pada tahun 2022 (DLH DKI Jakarta 2022).



Gambar 3.140. Data (a) keberhasilan pemasangan patok ukur dan (b) kondisi patok ukur yang berhasil dipasang pada pengukuran langsung laju sedimentasi tahun 2023.

Perubahan nilai yang berhasil terukur dari patok-patok ukur yang bertahan pada 33 titik pemantauan tersebut berkisar dari -26,5 hingga 27,0 cm (**Tabel 3.12**). Nilai positif menandakan terjadinya kenaikan sedimentasi selama kurun waktu periode 1 (Februari) hingga periode 4 (September), sedangkan nilai negatif menyatakan hal sebaliknya yakni terjadi erosi/penggerusan. Kenaikan nilai sedimentasi tertinggi terjadi pada segmen hulu Sungai Ciliwung (CLW1-1 dan CLW2-2), Cakung (CKG-1), Pesanggrahan (PSG-1), dan Blencong (BLC-1) (**Tabel 3.12**).

Apabila dikonversi secara rata-rata dari hasil pengukuran menjadi mm/tahun, titik-titik pemantauan tersebut juga terhitung memiliki nilai laju sedimentasi paling besar dengan mayoritas bernilai >500 mm/tahun (**Tabel 3.12**). Merujuk pada tabel yang sama, terdapat 38 titik pemantauan yang terpantau mengalami sedimentasi selama periode pemantauan 2023 dengan rata-rata sebesar 195 mm/tahun. Selain itu, tercatat juga terdapat 25 titik pemantauan yang mengalami erosi dasar sungai dengan rata-rata erosi dasar sungai sebesar 158 mm/tahun.

Evaluasi terhadap pelaksanaan pemasangan/pengukuran patok ukur pada empat periode pemantauan yang telah berjalan selama tahun 2023 menunjukkan bahwa metode pengukuran langsung laju sedimentasi saat ini juga masih memiliki beberapa kendala, terutama dari gangguan manusia yang dapat menyebabkan adanya galat pada hasil pengukuran dan bahkan hilangnya patok ukur. Oleh karenanya, perlu upaya khusus yang dilakukan oleh DLH atau UPS BA supaya tidak terjadi gangguan atau hilangnya patok ukur. Alternatif lain adalah membangun patok ukur permanen oleh DLH atau DSDA yang bersifat tidak mudah rusak dan tidak mungkin diambil oleh orang tidak bertanggung jawab, misalnya dari bahan beton. Patok ukur sebaiknya ditempatkan pada titik lokasi yang mudah terpantau oleh DLH atau DSDA.

3.7.2. Pendugaan Nilai Laju Sedimentasi

Pendugaan nilai laju sedimentasi sungai di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2023 menggunakan pendekatan yang sama dengan 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 terendapkan 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 2023 juga tetap memiliki keterbatasan yakni hanya menggunakan nilai TSS dan debit air sungai di mana 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.

Tabel 3.12. Tabulasi hasil pengukuran langsung laju sedimentasi tahun 2023.

No	Titik Pemantauan	Hasil Pengukuran Patok Ukur (cm)				Keterangan				Keterangan	Perubahan Akhir (cm)	Durasi (bulan)	Laju sedimentasi (mm/tahun)
		LS1	LS2	LS3	LS4	P1	P2	P3	P4				
1	CLW1-1	40	15	13	-	BD	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	P1 ke P3	27	6	540
2	CLW1-2	30	35	32	27	BD	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P1 ke P4	3	7	51
3	CLW1-3	32	36	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
4	CLW1-4	30	124	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
5	CLW1-5	10,5	46	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
6	CLW1-6	20	35	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
7	CLW2-1	-	40	-	-	TBD	BD (Baru)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
8	CLW2-2	48	37	23	-	BD	BD (Hilang)	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	P2 ke P3	14	3	560
9	CLW2-3	59	48	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
10	CLW2-4	50	39	32	-	BD	BD (Hilang)	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	P2 ke P3	7	3	280
11	CLW3-1	-	36	-	-	TBD	BD (Baru)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
12	CLW3-2	40	50	52	53	BD	BD (Hilang)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	-3	4	-90
13	CLW3-3	66	74	100	100	BD	BD (Hilang)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P3 ke P4	0	1	0
14	CLW4-1	47	42	42	-	BD	BD (Hilang)	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	P2 ke P3	0	3	0
15	CLW4-2	22,5	49	-	-	BD	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	P1 ke P2	-26,5	3	-1060
16	CLW4-3	52	26	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
17	CLW4-4	39	25	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
18	CLW5-1	40	50	54	54	BD	BD (Hilang)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	-4	4	-120
19	CPN-1	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
20	CPN-2	24	50	-	-	BD	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	P1 ke P2	-26	3	-1040
21	CPN-3	-	70,5	-	-	TBD	BD (Baru)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
22	CPN-4	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
23	CPN-5	28	27	-	-	BD	BD (Baru)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
24	CPN-6	56	42	40	39	BD	BD (Hilang)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	3	4	90
25	CPN-7	-	-	-	41	TBD	TBD	TBD	BD (Baru)	-	-	-	-
26	ANK-1	24,5	21	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
27	ANK-2	21	19	-	-	BD	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	P1 ke P2	2	3	80
28	ANK-3	25	23,5	26	-	BD	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	P1 ke P3	-1	6	-20
29	SKR-1	69	49	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
30	SKR-2	-	49	-	-	TBD	BD (Baru)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
31	SKR-3	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	BD (Hilang)	-	-	-	-
32	SKR-4	-	35	20	23	TBD	BD (Baru)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	12	4	360
33	SPK-1	55	49	30	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
34	SPK-2	-	89	38	-	TBD	BD (Baru)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
35	SPK-3	29	39	70	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
36	MKV-1	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
37	MKV-2	37	60	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
38	MKV-3	29	53	44	24,4	BD	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P1 ke P4	4,6	7	79
39	MKV-4	39	79	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
40	MKV-5	-	37	29	-	TBD	BD (Baru)	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	P2 ke P3	8	3	320
41	GRL-1	38,5	36	48	-	BD	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	P1 ke P3	-9,5	6	-190
42	GRL-2	44	24	20,1	-	BD	BD (Hilang)	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	P2 ke P3	3,9	3	156
43	GRL-3	90	55	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-

No	Titik Pemantauan	Hasil Pengukuran Patok Ukur (cm)				Keterangan				Keterangan	Perubahan Akhir (cm)	Durasi (bulan)	Laju sedimentasi (mm/tahun)
		LS1	LS2	LS3	LS4	P1	P2	P3	P4				
44	GRL-4	48	70	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
45	GRL-5	-	50	100	54	TBD	BD (Baru)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
46	GRL-6	69	23	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
47	STR-1	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
48	STR-2	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
49	STR-3	-	30	50	108	TBD	BD (Baru)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
50	STR-4	29	44	40	27,5	BD	BD (Hilang)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	16,5	4	495
51	STR-5	28	34	35	32	BD	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P1 ke P4	-4	7	-69
52	STR-6	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
53	STR-7	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
54	STR-8	25	23	21	-	BD	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	P1 ke P3	4	6	80
55	KRT-1	-	-	104	102	TBD	TBD	BD (Baru)	BD (Lanjutan)	P3 ke P4	2	1	240
56	KRT-2	-	-	113	110	TBD	TBD	BD (Baru)	BD (Lanjutan)	P3 ke P4	3	1	360
57	KRT-3	-	-	154	153	TBD	TBD	BD (Baru)	BD (Lanjutan)	P3 ke P4	1	1	120
58	KRT-4	-	55	70	74	TBD	BD (Baru)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	-19	4	-570
59	KRT-5	40	40	40	-	BD	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	P1 ke P3	0	6	0
60	CKR-1	-	60	30	-	TBD	BD (Baru)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
61	CKR-2	-	60	59	59,5	TBD	BD (Baru)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	0,5	4	15
62	BRN-1	-	54	40,9	48	TBD	BD (Baru)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	6	4	180
63	BRN-2	78,5	46	37	38,2	BD	BD (Hilang)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	7,8	4	234
64	BRN-3	45	41	-	40	BD	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P1 ke P4	5	7	86
65	BRN-4	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
66	BRN-5	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
67	PTK-1	55	51	-	-	BD	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	P1 ke P2	4	3	160
68	JTK-1	31	33	-	-	BD	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	P1 ke P2	-2	3	-80
69	JTK-2	17	26	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
70	KLB-1	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
71	KLB-2	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
72	KLB-3	-	36	-	-	TBD	BD (Baru)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
73	KLB-4	-	56	-	-	TBD	BD (Baru)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
74	KLB-5	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
75	KLB-6	62,5	62,5	-	-	BD	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	P1 ke P2	0	3	0
76	KLT-1	-	44	-	-	TBD	BD (Baru)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
77	KLT-2	-	51	-	-	TBD	BD (Baru)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
78	KLT-3	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
79	KLT-4	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
80	KLT-5	36	23	36	32	BD	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P1 ke P4	4	7	69
81	KLT-6	35	30	21	24	BD	BD (Hilang)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	6	4	180
82	KLT-7	45	63	102	103	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Lanjutan)	P3 ke P4	-1	1	-120
83	KLT-8	-	-	-	49	TBD	TBD	TBD	BD (Baru)	-	-	-	-
84	KLT-9	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
85	KLT-10	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
86	KNT-1	48	36	36	36,5	BD	BD (Hilang)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	-0,5	4	-15
87	KNT-2	32	19	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
88	KNT-3	49	-	-	100	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Baru)	-	-	-	-
89	CKG-1	25	8	-	-	BD	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	P1 ke P2	17	3	680

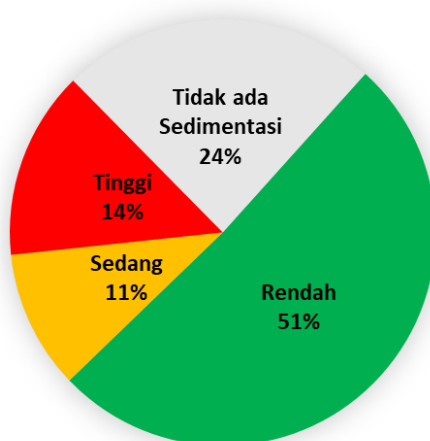
No	Titik Pemantauan	Hasil Pengukuran Patok Ukur (cm)				Keterangan				Keterangan	Perubahan Akhir (cm)	Durasi (bulan)	Laju sedimentasi (mm/tahun)
		LS1	LS2	LS3	LS4	P1	P2	P3	P4				
90	CKG-2	63	54	-	-	BD	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	P1 ke P2	9	3	360
91	CKG-3	41	38	41	41	BD	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P1 ke P4	0	7	0
92	CKG-4	20	42	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
93	CKG-5	41	61	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
94	CKG-6	19	40	-	10	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
95	CKG-7	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
96	CDG-1	-	58	53	49	TBD	BD (Baru)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	9	4	270
97	CDG-2	-	56	52	50	TBD	BD (Baru)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	6	4	180
98	CDG-3	-	52	-	-	TBD	BD (Baru)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
99	CDG-4	-	32	29	27	TBD	BD (Baru)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	5	4	150
100	CDG-5	22	23	-	-	BD	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	P1 ke P2	-1	3	-40
101	CDG-6	-	48	55	-	TBD	BD (Baru)	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	P2 ke P3	-7	3	-280
102	CDG-7	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
103	MPG-1	48	46	46	44	BD	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P1 ke P4	4	7	69
104	MPG-2	-	37	43	26	TBD	BD (Baru)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	11	4	330
105	MPG-3	52	53	52	52,5	BD	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P1 ke P4	-0,5	7	-9
106	MPG-4	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
107	MPG-5	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
108	MPG-6	-	-	-	-	TBD	TBD	TBD	TBD	-	-	-	-
109	TRB-1	-	74	-	-	TBD	BD (Baru)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
110	TRB-2	-	64	-	-	TBD	BD (Baru)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
111	TRB-3	-	63,5	-	-	TBD	BD (Baru)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
112	KML-1	42	42	-	-	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	-	-	-	-
113	KML-2	61	60	56	60,2	BD	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P1 ke P4	0,8	7	14
114	KML-3	-	54	38,5	48,2	TBD	BD (Baru)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	5,8	4	174
115	PSG-1	35	11	15,5	-	BD	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	P1 ke P3	19,5	6	390
116	PSG-2	53	51	-	-	BD	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	BD (Hilang)	P1 ke P2	2	3	80
117	PSG-3	60	55	92	91	BD	BD (Hilang)	BD (Hilang)	BD (Lanjutan)	P3 ke P4	1	1	120
118	PSG-4	-	47	55	45	TBD	BD (Baru)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	2	4	60
119	PSG-5	-	55	59	61	TBD	BD (Baru)	BD (Lanjutan)	BD (Lanjutan)	P2 ke P4	-6	4	-180
120	BLC-1	29,5	40	27	-	BD	BD (Hilang)	BD (Lanjutan)	BD (Hilang)	P2 ke P3	13	3	520

Keterangan:

BD = Berhasil Dipasang

TBD = Tidak Berhasil Dipasang

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai dugaan laju sedimentasi pada tahun 2023 berkisar antara 0 hingga 1.199 mm/tahun (**Tabel 3.13**). Berdasarkan hasil pendugaan (**Gambar 3.141**), terhitung ada 76% ruas sungai yang mengalami sedimentasi dengan laju sedimentasi rata-rata sebesar 39 mm/tahun. Sebanyak 14% ruas sungai memiliki laju sedimentasi yang terklasifikasi tinggi (>50 mm/tahun) (**Gambar 3.141**). 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.



Gambar 3.141. Persentase kelas laju sedimentasi sungai di Provinsi DKI Jakarta tahun 2023.

Tabel 3.13. Rekapitulasi nilai pendugaan dan nilai pengukuran langsung laju sedimentasi sungai di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2023.

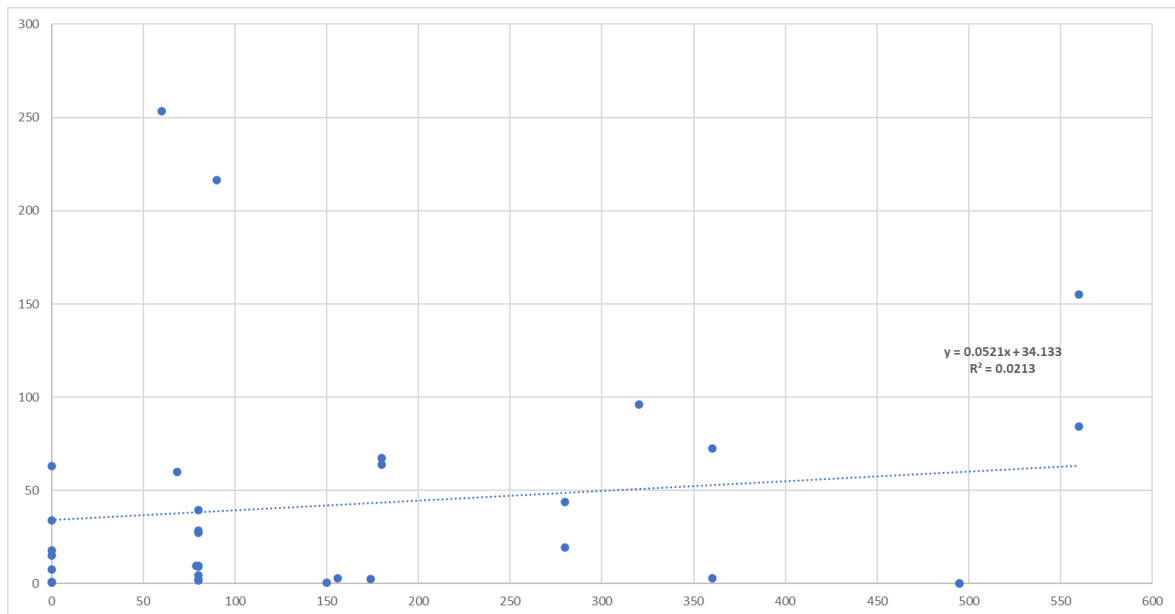
No	Titik A	Sungai	Titik B	Sungai	Jarak (m)	Nilai Pendugaan (mm/tahun)	Nilai Pengukuran Langsung (mm/tahun)
1	CLW1-1	Ciliwung	CLW1-2	Ciliwung	5.257,39	0,05	51
2	CLW1-2	Ciliwung	CLW1-3	Ciliwung	8.971,22	3,41	-
3	CLW1-3	Ciliwung	CLW1-4	Ciliwung	7.941,17	46,69	-
4	CLW1-4	Ciliwung	CLW1-5	Ciliwung	3.940,94	15,72	-
5	CLW1-5	Ciliwung	CLW1-6	Ciliwung	3.941,01	0,00	-
6	CLW1-6	Ciliwung	CLW3-1	Ciliwung	3.039,54	0,17	-
7	CLW1-6	Ciliwung	CLW2-1	Ciliwung	2.884,27	162,76	-
8	CLW1-6	Ciliwung	CDG-4	Cideng	2.413,41	0,85	150
9	CLW2-1	Ciliwung	CLW2-2	Ciliwung	2.138,47	62,81	560
10	CLW2-1	Ciliwung	CDG-5	Cideng	3.935,14	0,89	-40
11	CLW2-2	Ciliwung	CLW2-3	Ciliwung	552,11	408,19	-
12	CLW2-3	Ciliwung	CLW2-4	Ciliwung	10.474,72	13,04	280
13	CLW2-3	Ciliwung	CDG-6	Cideng	4.847,07	9,93	-280
14	CLW3-1	Ciliwung	CLW3-2	Ciliwung	3.578,02	4,84	-90
15	CLW3-2	Ciliwung	CLW3-3	Ciliwung	2.306,81	0,00	0
16	CLW3-2	Ciliwung	CLW5-1	Ciliwung	6.705,69	0,00	-120
17	CLW3-3	Ciliwung	CLW4-1	Ciliwung	2.232,77	21,33	0
18	CLW4-1	Ciliwung	CLW4-2	Ciliwung	4.453,16	0,61	-1060
19	CLW4-2	Ciliwung	CLW4-3	Ciliwung	1.062,01	3,48	-
20	CLW4-3	Ciliwung	CLW4-4	Ciliwung	2.077,68	18,45	-

No	Titik A	Sungai	Titik B	Sungai	Jarak (m)	Nilai Pendugaan (mm/tahun)	Nilai Pengukuran Langsung (mm/tahun)
21	CPN-1	Cipinang	CPN-2	Cipinang	8.326,24	0,00	-1040
22	CPN-2	Cipinang	CPN-3	Cipinang	4.149,48	0,00	-
23	CPN-3	Cipinang	CPN-4	Cipinang	1.896,32	0,00	-
24	CPN-4	Cipinang	CPN-5	Cipinang	1.879,34	8,83	-
25	CPN-5	Cipinang	CPN-6	Cipinang	1.886,32	160,13	90
26	CPN-6	Cipinang	CPN-7	Cipinang	3.861,52	19,11	-
27	CPN-7	Cipinang	KNT-1	Kanal Timur	2.784,54	0,00	-15
28	CPN-7	Cipinang	STR-4	Sunter	10.248,25	0,00	495
29	ANK-1	Angke	ANK-2	Angke	3.367,59	34,77	80
30	ANK-1	Angke	CKR-1	Cengkareng	4.390,05	6,70	-
31	ANK-2	Angke	ANK-3	Angke	624,45	14,92	-20
32	ANK-3	Angke	CLW2-4	Ciliwung	4.977,20	27,77	280
33	ANK-3	Angke	GRL-6	Grogol	5.316,53	0,00	-
34	SKR-1	Sekertaris	SKR-2	Sekertaris	3.959,35	0,00	-
35	SKR-2	Sekertaris	SKR-4	Sekertaris	3.705,76	0,00	360
36	SKR-2	Sekertaris	SKR-3	Sekertaris	2.825,32	1,63	-
37	SKR-3	Sekertaris	SKR-4	Sekertaris	2.267,64	0,00	360
38	SKR-3	Sekertaris	GRL-5	Grogol	921,51	1,26	-
39	SKR-4	Sekertaris	ANK-3	Angke	470,37	53,86	-20
40	SPK-1	Sepak	SPK-3	Sepak	11.217,41	0,34	-
41	SPK-2	Sepak	SPK-3	Sepak	3.429,23	0,45	-
42	SPK-3	Sepak	CKR-1	Cengkareng	492,45	58,03	-
43	SPK-3	Sepak	ANK-2	Angke	2.335,59	47,55	80
44	MKV-1	Mookervart	MKV-2	Mookervart	1.291,07	26,09	-
45	MKV-2	Mookervart	MKV-3	Mookervart	1.185,54	14,76	79
46	MKV-3	Mookervart	MKV-4	Mookervart	1.684,40	4,67	-
47	MKV-4	Mookervart	MKV-5	Mookervart	1.332,04	86,73	320
48	MKV-5	Mookervart	ANK-2	Angke	3.656,79	20,43	80
49	MKV-5	Mookervart	CKR-2	Cengkareng	6.761,24	11,04	15
50	GRL-1	Grogol	GRL-2	Grogol	6.684,10	3,34	156
51	GRL-2	Grogol	GRL-4	Grogol	7.539,54	0,11	-
52	GRL-2	Grogol	PSG-2	Pesanggrahan	2.920,67	3,34	80
53	GRL-3	Grogol	GRL-4	Grogol	161,41	462,16	-
54	GRL-4	Grogol	GRL-5	Grogol	5.862,19	0,00	-
55	GRL-4	Grogol	SKR-3	Sekertaris	5.343,81	0,00	-
56	GRL-5	Grogol	GRL-6	Grogol	4.318,50	7,55	-
57	STR-1	Sunter	STR-2	Sunter	9.978,40	0,00	-
58	STR-2	Sunter	STR-3	Sunter	7.036,31	2,08	-
59	STR-3	Sunter	STR-4	Sunter	5.057,47	0,00	495
60	STR-3	Sunter	KNT-1	Kanal Timur	1.622,22	0,00	-15
61	STR-4	Sunter	STR-6	Sunter	2.495,85	1,189,42	-
62	STR-5	Sunter	STR-6	Sunter	2.413,27	1,08	-
63	STR-6	Sunter	STR-7	Sunter	5.110,49	59,95	-
64	STR-7	Sunter	STR-8	Sunter	4.246,17	0,00	80
65	KRT-1	Krukut	KRT-2	Krukut	1.927,96	2,45	360
66	KRT-2	Krukut	KRT-3	Krukut	2.626,13	0,00	120
67	KRT-3	Krukut	KRT-4	Krukut	5.845,46	3,73	-570
68	KRT-4	Krukut	KRT-5	Krukut	4.691,31	0,18	0
69	KRT-5	Krukut	CLW2-3	Ciliwung	275,30	286,37	-
70	CKR-1	Cengkareng	CKR-2	Cengkareng	5.679,49	11,23	15
71	CKR-1	Cengkareng	ANK-2	Angke	2.556,20	21,61	80
72	BRN-1	Buaran	BRN-2	Buaran	3.022,80	0,00	234
73	BRN-1	Buaran	KNT-2	Kanal Timur	4.349,62	0,00	-
74	BRN-2	Buaran	BRN-3	Buaran	1.771,51	0,00	86

No	Titik A	Sungai	Titik B	Sungai	Jarak (m)	Nilai Pendugaan (mm/tahun)	Nilai Pengukuran Langsung (mm/tahun)
75	BRN-3	Buaran	BRN-4	Buaran	2.483,28	5,21	-
76	BRN-4	Buaran	BRN-5	Buaran	894,56	0,00	-
77	BRN-4	Buaran	CKG-3	Cakung	439,01	0,00	0
78	BRN-5	Buaran	CKG-3	Cakung	1.127,06	2,69	0
79	PTK-1	Petukangan	CKG-5	Cakung	8.432,23	4,77	-
80	PTK-1	Petukangan	BRN-5	Buaran	3.166,85	22,97	-
81	JTK-1	Jati Kramat	JTK-2	Jati Kramat	2.284,39	15,09	-
82	JTK-2	Jati Kramat	KNT-2	Kanal Timur	2.189,56	0,00	-
83	KLB-1	Kalibaru Barat	KLB-2	Kalibaru Barat	483,31	0,00	-
84	KLB-1	Kalibaru Barat	MPG-3	Mampang	7.399,46	0,00	-9
85	KLB-2	Kalibaru Barat	KLB-3	Kalibaru Barat	4.474,61	0,70	-
86	KLB-3	Kalibaru Barat	KLB-4	Kalibaru Barat	2.961,03	96,28	-
87	KLB-4	Kalibaru Barat	KLB-5	Kalibaru Barat	3.959,18	4,59	-
88	KLB-5	Kalibaru Barat	KLB-6	Kalibaru Barat	4.201,49	0,79	0
89	KLB-6	Kalibaru Barat	CLW2-1	Ciliwung	1.791,64	2,29	-
90	KLT-1	Kalibaru Timur	KLT-2	Kalibaru Timur	5.683,20	0,32	-
91	KLT-2	Kalibaru Timur	KLT-3	Kalibaru Timur	2.405,11	107,14	-
92	KLT-3	Kalibaru Timur	KLT-4	Kalibaru Timur	3.920,50	26,92	-
93	KLT-4	Kalibaru Timur	KLT-5	Kalibaru Timur	2.859,33	137,67	69
94	KLT-5	Kalibaru Timur	KLT-6	Kalibaru Timur	2.707,50	0,00	180
95	KLT-6	Kalibaru Timur	KLT-7	Kalibaru Timur	7.293,63	0,00	-120
96	KLT-7	Kalibaru Timur	KLT-9	Kalibaru Timur	1.588,75	50,86	-
97	KLT-8	Kalibaru Timur	KLT-9	Kalibaru Timur	1.600,90	4,51	-
98	KLT-9	Kalibaru Timur	KLT-10	Kalibaru Timur	4.221,74	0,00	-
99	KNT-1	Kanal Timur	KNT-2	Kanal Timur	6.270,82	0,00	-
100	KNT-1	Kanal Timur	BRN-2	Buaran	4.550,84	0,00	234
101	KNT-2	Kanal Timur	KNT-3	Kanal Timur	20.470,70	6,47	-
102	CKG-1	Cakung	CKG-2	Cakung	3.278,93	40,81	360
103	CKG-2	Cakung	CKG-3	Cakung	942,88	0,00	0
104	CKG-2	Cakung	BRN-5	Buaran	1.479,61	0,00	-
105	CKG-3	Cakung	CKG-4	Cakung	3.066,69	30,07	-
106	CKG-3	Cakung	CKG-5	Cakung	5.579,36	20,99	-
107	CKG-4	Cakung	CKG-7	Cakung	6.515,90	0,16	-
108	CKG-5	Cakung	CKG-6	Cakung	4.868,55	0,72	-
109	CKG-6	Cakung	CKG-7	Cakung	1.407,52	0,17	-
110	CDG-1	Cideng	CDG-2	Cideng	488,47	189,06	180
111	CDG-2	Cideng	CDG-3	Cideng	3.181,13	1,18	-
112	CDG-3	Cideng	CDG-5	Cideng	3.967,33	1,42	-40
113	CDG-3	Cideng	CLW2-2	Ciliwung	5.468,44	34,01	560
114	CDG-4	Cideng	CDG-5	Cideng	4.394,98	2,56	-40
115	CDG-5	Cideng	CDG-6	Cideng	2.774,91	9,61	-280
116	CDG-6	Cideng	CDG-7	Cideng	2.539,67	43,59	-
117	MPG-1	Mampang	MPG-2	Mampang	1.645,28	0,00	330
118	MPG-2	Mampang	MPG-4	Mampang	4.121,39	0,54	-
119	MPG-3	Mampang	MPG-4	Mampang	3.440,71	9,15	-
120	MPG-4	Mampang	MPG-5	Mampang	535,32	185,30	-
121	MPG-5	Mampang	MPG-6	Mampang	2.522,82	0,00	-
122	MPG-6	Mampang	KRT-5	Krukut	5.250,42	7,78	0
123	TRB-1	Tarum Barat	TRB-2	Tarum Barat	6.315,22	83,27	-
124	TRB-2	Tarum Barat	TRB-3	Tarum Barat	1.986,61	0,00	-
125	KML-1	Kamal	KML-2	Kamal	7.856,99	0,00	14
126	KML-2	Kamal	KML-3	Kamal	2.989,16	18,25	174
127	PSG-1	Pesanggrahan	PSG-2	Pesanggrahan	6.666,19	1,42	80
128	PSG-2	Pesanggrahan	PSG-3	Pesanggrahan	6.262,43	0,00	120

No	Titik A	Sungai	Titik B	Sungai	Jarak (m)	Nilai Pendugaan (mm/tahun)	Nilai Pengukuran Langsung (mm/tahun)
129	PSG-3	Pesanggrahan	PSG-4	Pesanggrahan	1.157,19	238,71	60
130	PSG-4	Pesanggrahan	PSG-5	Pesanggrahan	5.536,91	3,94	-180
131	PSG-5	Pesanggrahan	CKR-1	Cengkareng	849,57	27,56	-
132	PSG-5	Pesanggrahan	ANK-2	Angke	2.591,17	32,80	80
133	BLC-1	Blencong	KNT-3	Kanal Timur	2.675,13	4,66	-

Apabila diperhatikan lebih lanjut antara hasil pengukuran langsung dan hasil pendugaan, tampak beberapa hasil pengukuran konsisten dengan hasil pendugaan dan beberapa lagi masih kurang sesuai. Terdapat 33 hasil pendugaan yang konsisten dan nilainya dapat dibandingkan dengan 33 titik pengukuran langsung yang berhasil dilakukan pada tahun 2023 dengan nilai >0 (**Gambar 3.142** dan **Tabel 3.13**). Dari 33 data tersebut, ditemukan adanya korelasi positif antara pendugaan dan hasil pengukuran. Namun demikian, tren linier menunjukkan korelasi positif yang sangat rendah dengan nilai determinasi (R^2) sebesar 0,0213 (**Gambar 3.142**). Hal ini menunjukkan bahwa sebagian hasil pendugaan 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.



Gambar 3.142. Plot nilai hasil pendugaan dengan hasil pengukuran langsung laju sedimentasi pada beberapa titik pemantauan tahun 2023.

BAB IV

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Laporan
Kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2023
Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta

BAB IV

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

4.1. Kesimpulan

Pelaksanaan pemantauan kualitas lingkungan air sungai di seluruh DKI Jakarta pada tahun 2023 yang dilaksanakan oleh Pemprov 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 *time series* bersama dengan data kualitas air hasil pemantauan tahun 2018, 2019, 2021, dan 2022 dalam proses analisis dan telaah secara komprehensif untuk tujuan evaluasi kondisi kualitas air dan status mutu air sungai, serta penyusunan rekomendasi teknis pemantauan dan pengelolaan sungai di Provinsi DKI Jakarta.

Status mutu air sungai pada titik-titik pemantauan sungai di Provinsi DKI Jakarta lebih dominan terkategori cemar berat selama tahun 2018 hingga 2023. Status mutu air yang buruk ini disebabkan oleh tingginya cemaran dari kegiatan domestik. Sungai Tarum Barat merupakan ruas sungai dengan kondisi paling baik (terkategori cemar ringan dalam dua tahun terakhir) karena merupakan saluran irigasi dimana permukaan airnya lebih tinggi dibandingkan permukaan lahan di sekitarnya, sedangkan yang terburuk merupakan Sungai Cideng dan Grogol yang sebagian besar sumber airnya berasal dari drainase limbah domestik. Seluruh DAS memiliki kondisi status mutu tidak baik, namun DAS Ciliwung dan DAS Sunter terlihat sedikit lebih baik. Kondisi status mutu air sungai cukup dinamis selama tahun 2018-2023, namun pada tahun 2023 terjadi pergeseran persentase cemar berat dan cemar ringan mengarah ke cemar ringan dibandingkan kondisi tahun 2022. Nilai IP pada tahun 2023 berkisar 1,98-20,12 dengan dominansi status mutu terkategori cemar berat pada 63-73% dari total 120 titik pemantauan. Berdasarkan hasil analisis lanjutan, 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.

Berdasarkan hasil telaah secara komprehensif, didapatkan kesimpulan bahwa terdapat 3 (tiga) parameter pencemar utama yang mencemari kualitas air sungai di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan data pemantauan tahun 2022-2023 yaitu *fecal coliform*, *total coliform*, dan amoniak. Rincian kuantitatif kondisi cemaran dari ketiga parameter pencemar utama sebagai berikut:

1. *Fecal coliform* (100,00% titik, rata-rata Ci/Li=16,27)
2. *Total coliform* (99,27% titik, rata-rata Ci/Li=14,52)
3. Amoniak (90,63% titik, rata-rata Ci/Li=8,06)

Sementara itu, terdapat 6 (enam) parameter lainnya yang pernah terklasifikasi sebagai parameter pencemar utama atau berkontribusi besar dalam peningkatan pencemaran sungai selama tahun 2018-2023 yaitu amoniak, H₂S, BOD, klorin bebas, total P, dan fenol. Namun, parameter klorin bebas mulai disisihkan dari kelompok parameter pencemar utama sungai karena mengalami tren perbaikan yang sangat signifikan selama pemantauan tahun 2023.

Parameter-parameter pencemar utama sungai di DKI Jakarta didominasi oleh cemaran domestik yang mengindikasikan lebih banyaknya pengaruh dari limbah domestik. Strategi penyelesaian masalah pencemaran sungai dapat berfokus pada penyelesaian limbah domestik rumah tangga hingga limbah domestik kegiatan/usaha jasa seperti hotel, perkantoran, dan rumah sakit.

Berkaitan dengan hasil analisis pada tahun 2022, dinformasikan bahwa terdapat 5 (lima) parameter kualitas air yang terindikasi mengalami anomali yaitu *fecal coliform*, *total coliform*, *klorin bebas*, *total P*, dan *fenol* (DLH DKI Jakarta 2022). Pada tahun 2023, parameter total P dan klorin bebas menunjukkan adanya perubahan menuju kepada perbaikan. Total P kembali memiliki kecenderungan yang sama dengan periode pemantauan 2018 dan 2019, dimana pada 2021-2022 terjadi perubahan yang sangat drastis. Parameter klorin bebas kini menunjukkan perbaikan nilai yang sangat signifikan atau lebih sesuai korelasinya dengan kondisi bakteri *coliform* yang sangat tinggi. Hal ini berkaitan dengan perubahan metode pengukuran menjadi *in situ* yang mengurangi peluang kesalahan akibat keberadaan senyawa pengganggu.

Pada tahun 2023 dilakukan pula telaah lebih lanjut melalui pengambilan *split sample* pada 12 titik pemantauan sungai terpilih sebagai upaya untuk mengonfirmasi data yang terindikasi anomali tersebut. Berdasarkan hasil telaah, diketahui bahwa nilai IP hasil pemantauan lebih tinggi dengan selisih rata-rata sebesar 3,55 poin. Nilai rata-rata bakteri *coliform* menjadi penyebab utama terjadinya perbedaan ini karena nilai hasil pemantauan parameter tersebut jauh lebih besar dari hasil analisis *split sample* mencapai > 1.680 kali lipat lebih besar. Dengan demikian, diperlukan kecermatan yang lebih pada masa mendatang dalam pengukuran *total coliform* dan *fecal coliform*. Selain itu, anomali hasil pengukuran masih ditemukan pada hasil pemantauan fenol tahun 2023, sehingga membutuhkan perhatian khusus dari sisi persiapan dan pengambilan sampel, serta persiapan dan analisis laboratorium layaknya kedua parameter bakteri *coliform*. Untuk memastikan hasil uji pada ketiga parameter tersebut (*total coliform*, *fecal coliform* dan fenol), perlu dilakukan uji yang lebih teliti atau menggunakan sampel *split* yang diuji pada dua laboratorium yang berbeda.

Logam berat (Cu dan Zn) di sedimen sungai dominan (64-67% titik) terukur tinggi melebihi batas bawah dan bahkan batas atas nilai referensi kualitas sedimen menurut ANZECC ARMCANS. Bahkan logam Zn di sedimen yang terukur masih memenuhi nilai referensi kondisinya juga hampir mencapai batas bawah. Hal ini mengartikan bahwa logam Zn dan 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 Zn dan Cu ke perairan sungai perlu diatur dengan lebih ketat lagi. Ruas-ruas sungai yang memiliki nilai tinggi dan perlu mendapat perhatian lebih tersebut diantaranya adalah Sungai Grogol, Petungkang, Kamal, segmen hilir Sungai Buaran, segmen hilir Sungai Cakung, Blencong, dan segmen hilir Sungai Kalibaru Timur. Berdasarkan lokasi, titik pemantauan yang memiliki nilai paling ekstrem adalah BLC-1 pada ruas Sungai

Blencong (Zn di sedimen 8x lipat batas atas; Cu di sedimen 2x lipat batas atas atau 9x lipat batas bawah). Di sisi lain, terlihat bahwa DAS Ciliwung dan DAS Sunter memiliki kondisi yang lebih baik dibandingkan tiga DAS lainnya. Hasil analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa nilai logam di sedimen memiliki keterkaitan yang berbanding terbalik dengan nilai kecepatan aliran air, namun di sisi lain belum nampak korelasi yang erat dengan konsentrasi logam di dalam air.

Tindakan pengelolaan lingkungan yang telah dilaksanakan oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta antara lain berupa penanganan sampah sungai dan pembangunan IPAL/SPALD (komunal maupun *interceptor*), serta upaya lainnya yang harus terus ditingkatkan dalam rangka memperbaiki kualitas air sungai. Tindakan pengelolaan tersebut juga harus terus diimbangi dengan pelaksanaan pemantauan kualitas air sungai agar didapatkan data termutakhir yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dan landasan dalam pengambilan kebijakan.

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 2023 serta evaluasi status mutu air sungai tahun 2018, 2019, 2021, 2022, dan 2023 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

Rekomendasi teknis pemantauan kualitas air sungai didasarkan pada hasil evaluasi pelaksanaan pemantauan kualitas air sungai yang telah dilakukan selama beberapa tahun terakhir. Berdasarkan hal tersebut, terdapat beberapa hal yang menjadi rekomendasi untuk memperbaiki dan meningkatkan teknis pemantauan kualitas lingkungan air sungai.

4.2.1.1. Relokasi Titik Pemantauan

Beberapa titik pemantauan berlokasi di tempat yang ekstrem/berbahaya bagi keselamatan dan keamanan petugas pengambil sampel. Oleh karena itu, perlu dilakukan relokasi titik pemantauan ke tempat yang aman bagi petugas pengambil sampel, namun tetap representatif untuk kebutuhan data pemantauan secara *time series*. Titik pemantauan yang sejauh ini tercatat memerlukan relokasi berdasarkan pelaksanaan pengambilan sampel selama tahun 2023 adalah titik CLW2-3 yang termasuk ke dalam segmen tengah Sungai Ciliwung. Rekomendasi relokasinya secara rinci disampaikan melalui **Tabel 4.1** dan **Gambar 4.1**, **Gambar 4.2** dan **Gambar 4.3**.

Tabel 4.1. Informasi lokasi alternatif untuk relokasi titik pemantauan.

Lokasi	Koordinat		Kondisi Lokasi	Jarak
	LS	BT		
CLW2-3 (semula)	-6,98889	106,81083	Jembatan untuk penempatan kabel-kabel listrik PLN Memiliki potensi bahaya sengatan listrik berkapasitas tinggi dan potensi bahaya jatuh akibat tidak adanya pegangan	-
CLW2-3 (alternatif 1)	-6,19819	106,80996	Pintu air yang memiliki jembatan Aksesnya tertutup/terbatas, sehingga saat sampling memerlukan izin kepada pihak yang berwenang (Dinas SDA)	Lokasi alternatif lebih hilir dari titik semula sejauh 0,12 Km
CLW2-3 (alternatif 2)	-6,19767	106,80996	Tidak ada jembatan Titik lokasi berada di pinggir sungai dan terlihat memiliki sempadan yang landai, akses menuju titik lokasi melalui tanggul yang diisi oleh Pos Warga dan tempat pengumpulan ban bekas	Lokasi alternatif lebih hilir dari titik lokasi semula sejauh 0,20 Km

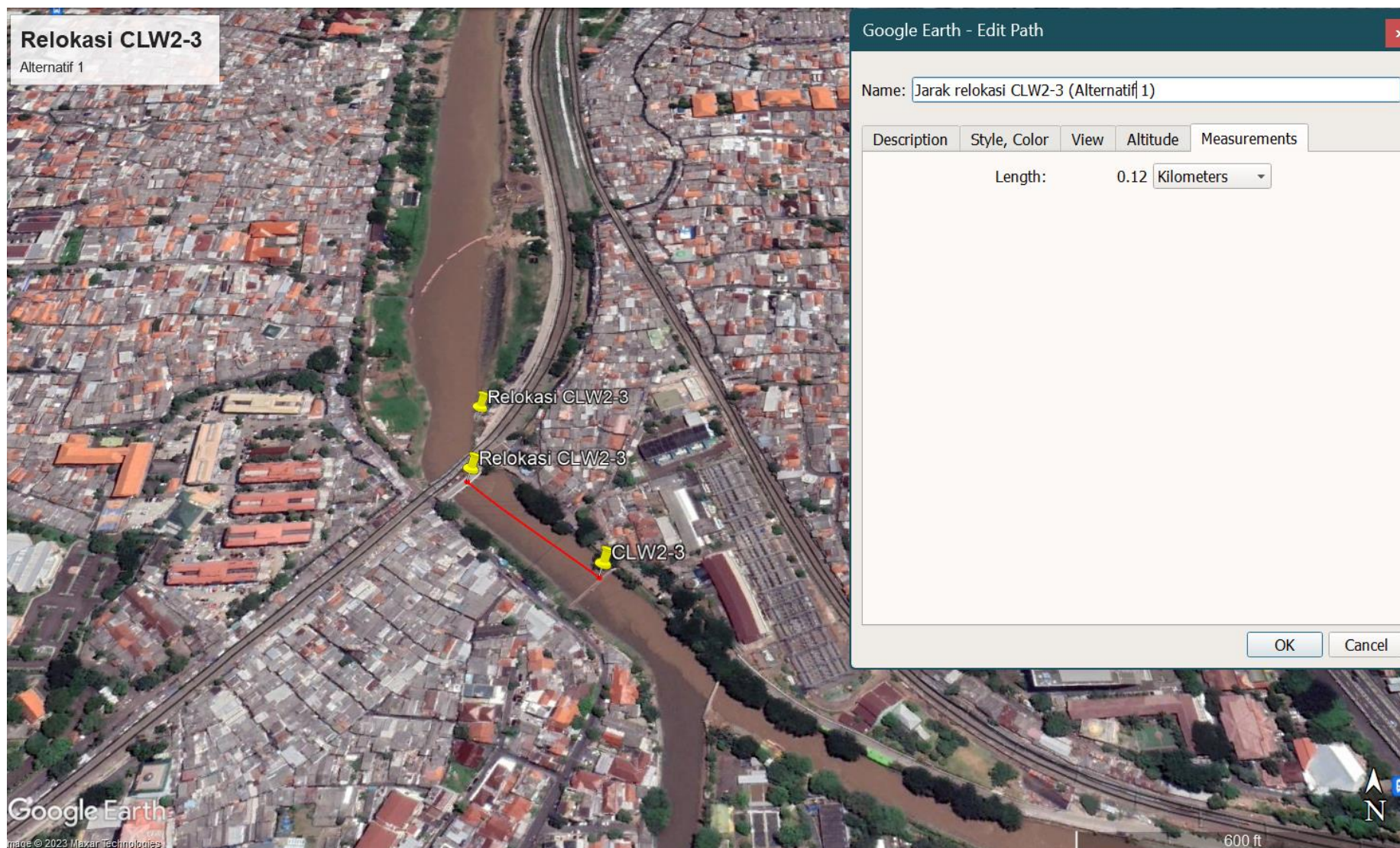
4.2.1.2. Pelibatan Suku Dinas Lingkungan Hidup (Sudin LH) di Wilayah Provinsi DKI Jakarta dalam Kegiatan Pemantauan

Mengingat banyaknya jumlah titik pemantauan kualitas air sungai di wilayah Provinsi DKI Jakarta, diperlukan pelibatan Sudin LH DKI Jakarta agar kegiatan pemantauan dapat berlangsung dengan lebih efektif dan efisien. Guna mendukung hal ini, perlu dilakukan beberapa langkah yaitu:

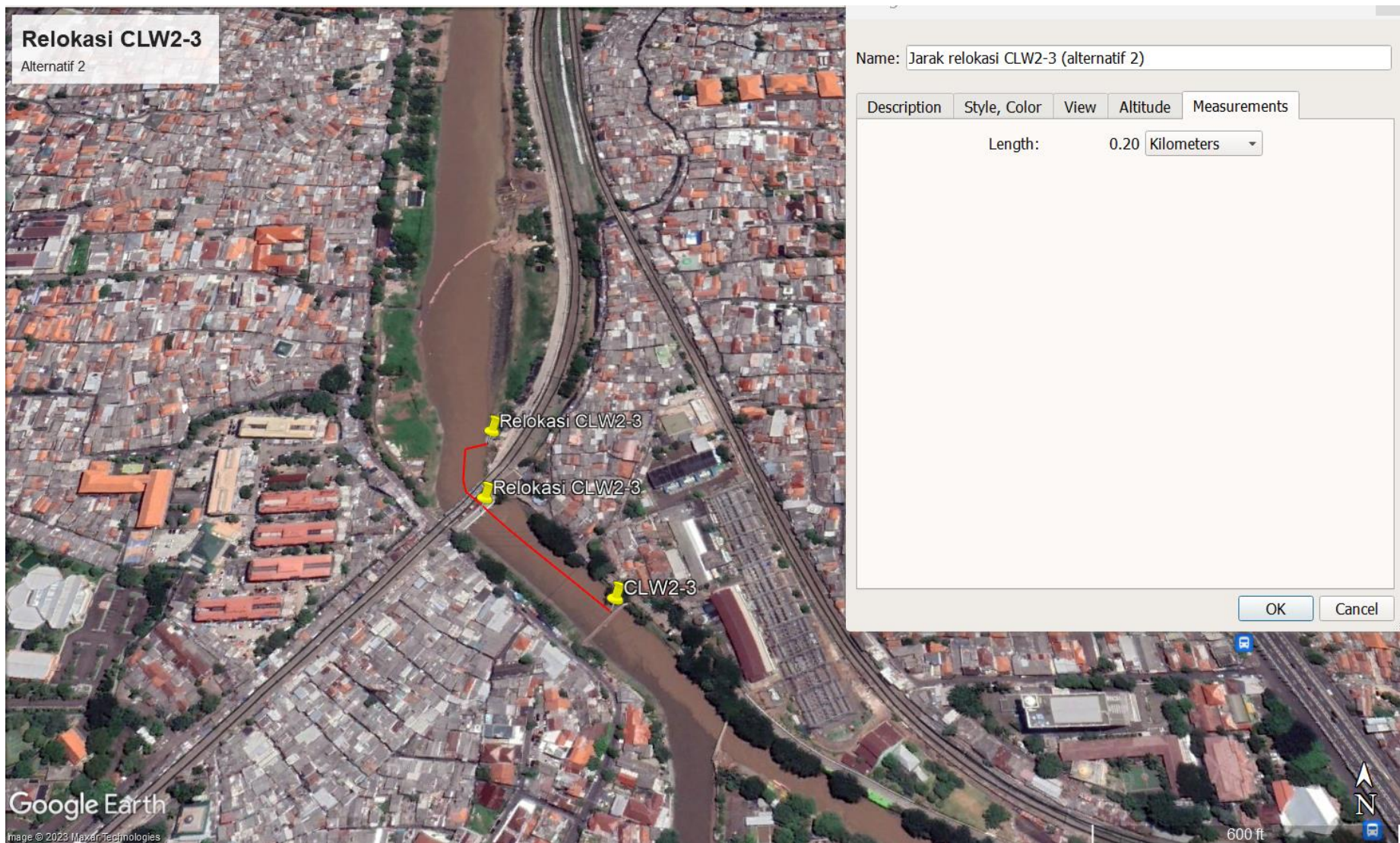
- Penyediaan peralatan pengukuran parameter *insitu* kualitas air (DO meter, pH meter, refraktometer, *secchi disk*, turbidimeter, klorin meter, dsb.) dan program kalibrasi peralatan pengukuran tersebut.
- Pembentukan tim Kelompok Kerja (POKJA) pemantauan kualitas air di setiap wilayah administrasi dan program pelatihan pengambilan contoh bagi tim POKJA.
- 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.

4.2.1.3. Penjaminan Mutu Analisis Laboratorium

Merujuk pada laporan hasil uji (LHU) Laboratorium Lingkungan Hidup Daerah (LLHD) Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2018, 2019, 2021, 2022, dan 2023, terdapat inkonsistensi dan anomali data yang dilaporkan. Selama tahun 2023, 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*, dan Fenol. 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. Untuk memastikan hasil uji pada ketiga parameter yang masih mengalami anomali (*total coliform*, *fecal coliform* dan fenol), perlu dilakukan uji yang lebih teliti atau menggunakan sampel *split* yang diuji pada dua laboratorium yang berbeda. 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.



Gambar 4.1. Gambaran jarak antara titik CLW2-3 (semula) dengan CLW2-3 (alternatif 1).



Gambar 4.2. Gambaran jarak antara titik CLW2-3 (semula) dengan CLW2-3 (alternatif 2).



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.3. Perbandingan kondisi di (a) titik CLW2-3 (semula) dengan (b) CLW2-3 (alternatif 1) dan (c) CLW2-3 (alternatif 2).

4.2.1.4. 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.

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

Pada tahun 2023, dilakukan analisis skoring 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 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/kapasitas produksi kegiatan UMKM, dan besaran debit izin pembuangan limbah cair. Pemutakhiran data-data sumber pencemar sungai (*point source* dan *non-point source*) perlu dilakukan setiap saat karena hal ini 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.

4.2.1.6. Penyusunan Lengkung Debit pada Masing-Masing Titik Pemantauan

Pengukuran debit sungai sangat penting dalam pemantauan kualitas air sungai. Oleh karenanya, bersamaan dengan pengambilan sampel air sungai selalu diukur pula debit air sungai sesaat. Pengukuran debit dilakukan dengan mengukur kecepatan arus sungai dan luas penampang basah sungai. Pengukuran dengan metode tersebut membutuhkan waktu relatif lama dan dilakukan berulang pada setiap titik pemantauan sebanyak empat kali per tahun. Metode pengukuran tersebut dapat digantikan dengan pengukuran kedalaman/TMA sungai saja apabila telah dimiliki data lengkung debit sungai pada setiap titik pemantauan. Oleh karenanya, diperlukan formulasi lengkung debit sungai pada setiap titik pemantauan yang dapat menggunakan data penampang melintang sungai yang telah diukur selama pemantauan dua tahun terakhir.

Perhitungan debit dapat didekati dengan formula *cubic spline interpolation*. Berdasarkan formula *cubic spline interpolation*, kemudian dibuat hubungan debit (Q), kecepatan (V), luas penampang basah (A), jari-jari hidrolika (R), kekasaran dasar (n), dan kemiringan (S) dengan menggunakan persamaan *Manning* sebagai berikut:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

dimana n adalah koefisien kekasaran *Manning* yang bergantung pada jenis material dasar sungai atau saluran, A adalah luas penampang, R adalah jari-jari hidrolika yang didefinisikan sebagai $R=A/P$, P adalah perimeter basah, dan S adalah kemiringan permukaan energi yang dapat dihitung dari beda tinggi permukaan air di dua titik yang berjarak tertentu.

Berdasarkan hasil perhitungan Q pada berbagai kedalaman sungai, kemudian disusun lengkung debit sungai. Secara umum, formula lengkung debit teoritis adalah:

$$Q = aH^b$$

dimana a dan b adalah konstanta lengkung debit dan H adalah kedalaman sungai. Lengkung debit teoritis ini kemudian dapat digunakan untuk memperkirakan debit aliran air di sungai atau saluran tanpa perlu mengukur kecepatan aliran air lagi. Masing-masing titik pemantauan nantinya akan memiliki formula lengkung debit teoritis masing-masing. Hal yang perlu dilakukan pada pemantauan berikutnya hanyalah mengukur kedalaman/TMA sungai saja tanpa mengukur parameter hidrologi lainnya, yang pada akhirnya akan diperoleh nilai debit melalui formulasi tersebut.

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

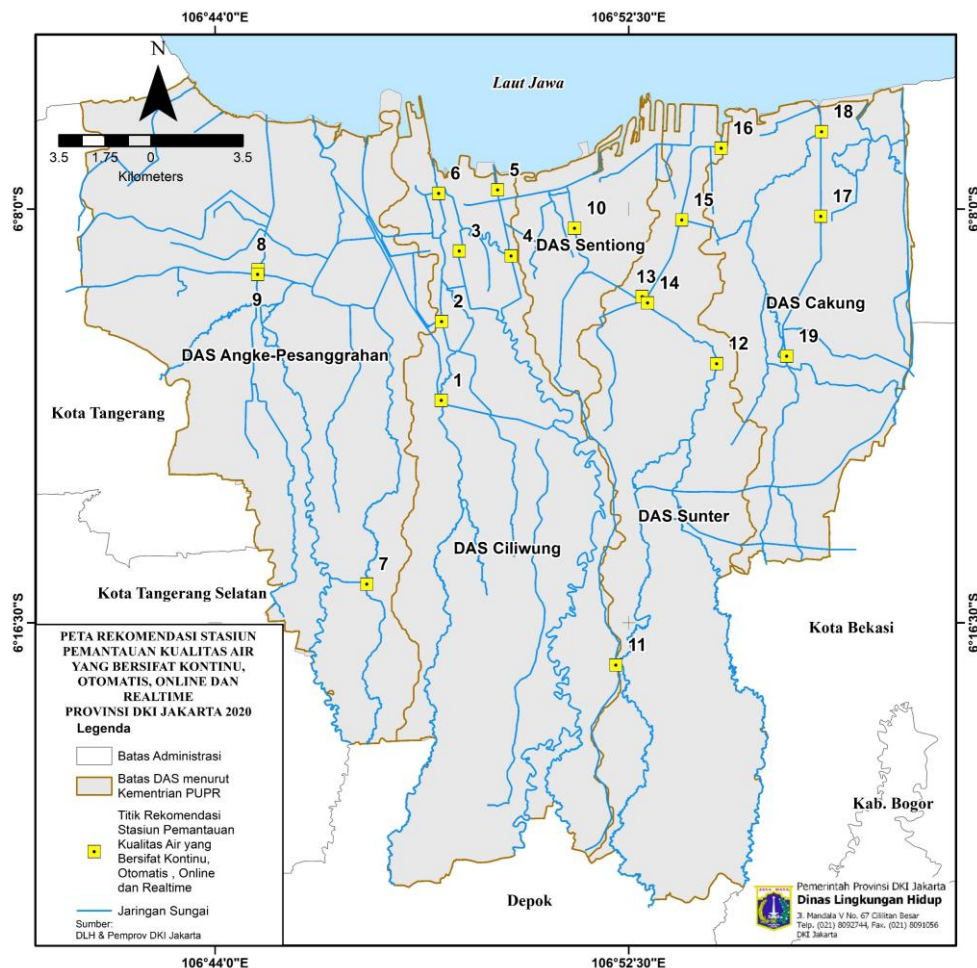
Pada beberapa ruas sungai di DKI Jakarta terdapat instrumen stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, *online*, dan *real-time* yang telah dipasang dan dikelola oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Berdasarkan rekomendasi hasil kajian yang tertuang dalam Laporan Pemantauan Kualitas Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2020, telah disampaikan titik lokasi rekomendasi untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, *online*, dan *real-time* yang dapat dicermati melalui Tabel 4.2 dan Gambar 4.4.

Tabel 4.2. Rekomendasi lokasi potensial untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, *online*, dan *real-time* berdasarkan kedekatan terhadap lokasi pintu air dan situ/waduk.

No	DAS	Lokasi	Keterkaitan dengan Titik pemantauan Kualitas Air Sungai	Keterangan lokasi
1	Ciliwung	Sekitar Pintu air Karet	aliran titik pantau CLW2-3	Tengah
2		Sekitar Pintu air Cideng	aliran titik pantau KRT-5 s.d. CDG-6	Tengah
3		Sekitar Pintu air Tangki	sekitar titik pantau CLW4-1	Tengah
4		Sekitar Pintu air Jembatan Merah	aliran titik pantau CLW5-1	Hilir
5*		Sekitar Pintu Air Marina	aliran titik pantau CLW5-1	Hilir
6*		Sekitar Pintu air Pasar Ikan	aliran titik pantau CLW4-2	Hilir
7	Angke-Pesanggrahan	Sekitar Pintu air Pondok Pinang	aliran dari titik pantau GRL-2	Hulu
8		Kali Mookervart sekitar pintu Air Mookervart	mewakili aliran air menuju titik MKV-5 atau titik sebelumnya	Tengah
9		Sekitar Pintu air Cengkareng Drain	mewakili aliran dari titik CKR-1	Tengah
10	Sentiong	Kali Sentiong sekitar Pintu air Sunter C	mewakili aliran dari titik KLT-9 menuju titik KLT-10	Hilir
11	Sunter	Kali Baru Timur sekitar Pintu air HEK	mewakili aliran KLT-3	Hulu

No	DAS	Lokasi	Keterkaitan dengan Titik pemantauan Kualitas Air Sungai	Keterangan lokasi
12		Kali Sunter sekitar Pintu air Pulo Gadung	mewakili aliran dari titik STR-4 & saluran Phb Alu-alu Persahabatan yang terhubung dengan <i>outlet</i> Situ Bea Cukai	Tengah
13		Kali Item sekitar Pintu Air Honda 1	mewakili aliran air yang menuju ke titik STR-7	Tengah
14		Kali Sunter sekitar Pintu Air Sunter P8	mewakili aliran air yang menuju ke titik STR-7	Tengah
15		Kali Sunter sekitar Pintu Air Pertamina	mewakili aliran air pada titik STR-8	Hilir
16*		Kali Sunter sekitar Pintu air Lagoa Kresak	mewakili aliran air pada titik STR-8	Hilir
17	Cakung	Kali Cakung Drain sekitar Pintu air Roa Malaka	Mewakili aliran air dari titik CKG-4	Hilir
18*		Kali Cakung Drain sekitar Pintu air Sungai Landak	Mewakili aliran air dari titik CKG-4	Hilir
19		Kali Buaran sekitar Pintu air Cakung Drain	mewakili aliran dari titik pantau BRN-4 & CKG-2 yang menuju titik CKG-3	Tengah

Keterangan *: titik nomor 5, 6, 16, dan 18 kemungkinan terpengaruh pasang surut, sehingga tidak cocok untuk dipasang instrumen Stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, *online*, dan *real-time*



Gambar 4.4. Peta lokasi potensial untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, *online*, dan *real-time*.

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 4.3.

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

Pada tahun 2020-2023, 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 dua tahun terakhir (2022-2023) dengan menggunakan patok ukur bambu (2022) dan besi (2023) menunjukkan tingkat keberhasilan kurang baik. Sebagian besar (sekitar 60%) patok ukur yang telah dipasang hilang karena berbagai sebab seperti patah, tercabut/hanyut akibat besarnya debit sungai, atau bahkan mendapat gangguan dari manusia.

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. 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.

4.2.1.9. Sistem Pemantauan Terintegrasi

Hasil pemantauan 2023 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 dalam sebuah sistem pemantauan terintegrasi, sehingga prosesnya bisa langsung dilakukan oleh semua *stakeholder* secara *real-time* (diintegrasikan dalam sistem informasi) dan hasilnya (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.

Tabel 4.3. 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>	<p>Evaluasi titik lokasi potensial untuk pemasangan stasiun pemantauan kualitas air yang bersifat kontinu, otomatis, <i>online</i>, dan <i>real-time</i> yang telah direkomendasikan pada tahun 2020. 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:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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: <ol style="list-style-type: none"> 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.) 	2022-2023
2	Penetapan parameter yang akan dipantau dan pengadaan peralatan pemantauan kualitas air	<p>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:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. BOD : kisaran pengukuran 0,1-60 mg/l 	2022-2023

No	Tahapan	Uraian Kegiatan	Periode
		<ol style="list-style-type: none"> 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. Keekeruhan : 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. <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	

No	Tahapan	Uraian Kegiatan	Periode
3	Pengadaan bangunan pelindung dan sumber energi	<p>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.</p> <p>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 system pengambilan sampel air (celup langsung atau tidak langsung) dan sistem perpipaannya (khusus untuk mekanisme tidak langsung)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> (a) (b) (c) </div> <p>Contoh (a) papan penanda informasi pada bangunan pelindung, (b) bangunan pelindung permanen dan (c) bangunan pelindung tidak permanen</p> <p>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 WVP.</p>	2023-2024
4	Pembangunan sistem transfer data, serta pengelolaan data dan publikasi	<p>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:</p>	2023-2024

No	Tahapan	Uraian Kegiatan	Periode
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengadaan dan pembangunan <i>workstation</i> <ul style="list-style-type: none"> 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. 2. Penyiapan tim teknis <ul style="list-style-type: none"> 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.	2023-2024
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.	2024-seterusnya

4.2.2. Rekomendasi Pengelolaan Kualitas Lingkungan Air Sungai

Rekomendasi pengelolaan lingkungan kualitas air sungai didasarkan pada hasil analisis dan evaluasi data kualitas air secara menyeluruh. Berdasarkan pada hal tersebut, terdapat beberapa hal yang menjadi rekomendasi dalam pengelolaan dan perbaikan kualitas lingkungan air sungai.

4.2.2.1. 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 berat. DLH DKI 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.

4.2.2.2. Penyadartahuan Masyarakat terhadap Pengelolaan Sungai

Persepsi kekinian sebagian besar masyarakat DKI Jakarta terhadap sungai ditengarai 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.

Kemudian, 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.

4.2.2.3. 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. Selain itu, berdasarkan pemantauan di lapangan, banyak sekali terpantau pipa-pipa buangan air limbah domestik yang langsung mengarah ke sungai tanpa pengelolaan terlebih dahulu.

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 perpipaan maupun dengan *interceptory* yang berlokasi di dekat Waduk sebelum mengalir ke sungai. Melalui 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 buruk.

4.2.2.4. 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 4.2.1.4**, 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.

4.2.2.5. 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.

4.2.2.6. Koordinasi dengan SKPD dan Kementerian Terkait

Pengelolaan lingkungan sungai di Provinsi DKI Jakarta tidak dapat dilakukan sendiri oleh Dinas Lingkungan Hidup 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 serta Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 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, Dinas Pertamanan, dan Dinas Kehutanan, serta Kementerian Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (c.q. Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane),
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, Dinas Sumber Daya Air, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, serta Kementerian Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (c.q. Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane),

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 DKI Jakarta,
4. Pemantauan kualitas air sungai yang dilakukan secara bersamaan oleh DLH DKI Jakarta dengan pelaku usaha maupun dengan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

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 4.4**.

Tabel 4.4. 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	SDA, 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	SDA, Kementerian PUPR
	• Data Debit Air	SDA, Kementerian PUPR
	• Data Lebar Penampang Basah & Penampang Kering Sungai	SDA, Kementerian PUPR
	• Data Kedalaman Air/Tinggi Muka Air	SDA, Kementerian PUPR
3	Hasil Kajian/Pengukuran Sedimentasi Sungai di seluruh Sungai di Wilayah Provinsi DKI Jakarta	
	• Hasil Kajian Sedimentasi	SDA, Kementerian PUPR
	• Data Laju Sedimentasi	SDA, Kementerian PUPR
4	Pengerukan Sedimen di seluruh Sungai di Wilayah Provinsi DKI Jakarta	
	• Program Pengerukan Sedimen yang Sudah Dilakukan (beserta pertimbangan/dasar penentuan lokasi, waktu dan/atau durasi kegiatan pengerukan)	SDA
	• Data Sebaran Lokasi Pengerukan dan Volume Pengerukan (beserta informasi lokasi dumping hasil keruk)	SDA
5	<ul style="list-style-type: none"> 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, SDA

4.2.2.7. Pengelolaan/Perbaikan Kualitas Air Sungai Secara Terpadu

Berdasarkan pada hasil analisis dan evaluasi rasio BOD/COD selama tahun 2018, 2019, 2021, 2022, dan 2023, 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.

DAFTAR PUSTAKA

Laporan
Kegiatan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2023
Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- 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, Groppel 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.
- [ASTM] American Standard Testing and Material D887-07. 2013. *Standard practices for sampling water formed deposit*.
- Atlas RM dan Bartha R. 1992. Hydrocarbon biodegradation and oil spill bioremediation. *Advances in Microbial Ecology*. 12:287-338.
- 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).
- 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.
- 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 environments (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*. Koestoe 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.
- 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.
- Dominig A, Muskananfol MR, dan A'in C. 2019. Laju sedimentasi perairan Sungai Silandak, Semarang Barat. *Journal of Maquares* 8(3):126-123.
- 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.
- 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 badugang (*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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 Tankdengan Reakto Subsurface Wastewater Infiltration System [Skripsi]. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Mason CF. 1993. *Biology of Freshwater Pollution, Second Edition*. New York (US): Longman Scientific and Technical.
- 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.
- Namoi Catchment Management Authority. 2013. Water quality parameters and indicator [internet]. Tersedia pada: <http://www.waterwatch.nsw.gov.au>.
- 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. Cemarkan 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.
- PerMenLH (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup) Nomor 28 Tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau Waduk
- PerDa (Peraturan Daerah) Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 1 tahun 2018 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Tahun 2017-2022.

- PerGub (Peraturan Gubernur) Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 284 Tahun 2016 tentang Organisasi dan Tata Kerja Dinas Lingkungan Hidup.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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>.
- 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.
- Sawyer CN dan McCarty PL. 1978. Chemistry for Environmental Engineerin, Third Edition. Tokyo (JP): McGraw-Hill Book Company.
- 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.
- 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.
- 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.
- Sunardi SH dan Mukimin A. 2014. Pengembangan metode analisis parameter minyak dan lemak pada contoh uji air. *JRTPP*. 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.
- UU (Undang-Undang) Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- UU (Undang-Undang) Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja.
- [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.
- [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.
- [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 Cemaran 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.