

## Analisis kualitas air dan pengendalian pencemaran Sungai Bangkok di Kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan Jawa Timur

Sutrisno; Rukmini; Radjali Amin; Nasirudin; Silviani

Department of Environmental Science, Institut Teknologi Yogyakarta

\*E-mail korespondensi: sutrisno2512@gmail.com

### **Abstract**

*This study analyzes the water quality and pollution control of the Bangkok River in Gempol District, Pasuruan Regency, East Java, which is increasingly under anthropogenic pressure, including industrial waste, agricultural runoff, and domestic waste. The main objective of this research is to evaluate the current water quality conditions using the Pollution Index (IP) and STORET methods, as well as to identify the primary pollutants affecting water quality. Samples were collected from three monitoring points—upstream, middle, and downstream—using grab sampling. Parameters analyzed included BOD, COD, NH<sub>3</sub>-N, DO, and fecal coliform, which were compared to Indonesia's Class II water quality standards. The results showed that the concentrations of BOD, COD, NH<sub>3</sub>-N, and fecal coliform exceeded the threshold, particularly downstream, indicating high pollution loads. Based on the IP and STORET assessments, the river was classified as moderately to heavily polluted. These findings highlight the need for stricter industrial waste management and an integrated water management strategy to restore the river's ecosystem.*

---

**Keywords:** water quality, pollution control, bangkok river, storet method, pollution index

### **Abstrak**

Penelitian ini menganalisis kualitas air dan pengendalian pencemaran Sungai Bangkok di Kecamatan Gempol, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, yang terpapar tekanan antropogenik, seperti limbah industri, limpasan pertanian, dan limbah domestik. Tujuan utama penelitian ini adalah mengevaluasi kondisi kualitas air sungai dengan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) dan STORET serta mengidentifikasi polutan utama yang memengaruhi kualitas air. Sampel diambil dari tiga titik pemantauan—hulu, tengah, dan hilir—dengan metode grab sampling. Parameter yang dianalisis meliputi BOD, COD, NH<sub>3</sub>-N, DO, dan koliform tinja, yang dibandingkan dengan standar kualitas air kelas II di Indonesia. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar BOD, COD, NH<sub>3</sub>-N, dan koliform tinja melebihi ambang batas, terutama di hilir, mengindikasikan tingginya beban pencemaran. Berdasarkan penilaian IP dan STORET, sungai tergolong tercemar sedang hingga berat. Temuan ini mengarah pada perlunya pengelolaan limbah yang lebih ketat dan strategi pengelolaan air terpadu untuk memulihkan ekosistem sungai.

---

**Kata kunci:** kualitas air, pengendalian pencemaran, sungai bangkok, metode storet, indeks pencemaran

## PENDAHULUAN

Pencemaran hidrologi telah menjadi tantangan serius yang dihadapi banyak negara, terutama negara berkembang seperti Indonesia. Aktivitas industri yang meningkat, termasuk sektor makanan dan minuman, pengolahan minyak dan gas, serta pertanian, telah memperburuk situasi ini. Yohannes et al. (2019) menyatakan bahwa ketidakmampuan sistem pengolahan air limbah di kota-kota besar, serta pembuangan limbah industri yang tidak terkontrol, berkontribusi signifikan terhadap pencemaran sungai, yang berdampak negatif terhadap kualitas air dan ekosistem. Hal ini didukung oleh temuan Raihana et al. (2023) yang menyoroti bahwa limbah industri yang tidak memenuhi peraturan pemerintah merupakan penyebab utama pencemaran air sungai.

Di Kabupaten Pasuruan, kebijakan tata ruang seperti Peraturan Daerah Kabupaten Pasuruan Nomor 12 Tahun 2010 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Pasuruan tahun 2009-2029 telah menyoroti pentingnya pengelolaan tata ruang yang terencana, terutama dalam konteks alokasi lahan untuk perumahan, industri, dan sektor ekonomi. Kawasan seperti Purwosari, Wonorejo, Gempol, Beji, dan Pandaan mengalami konversi lahan pertanian produktif menjadi permukiman, yang menuntut tindakan pemulihan dan pengelolaan lahan yang lebih terencana.

Implementasi kebijakan tata ruang ini juga sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan perluasan wilayah permukiman, khususnya di Kecamatan Gempol, yang jumlah penduduknya meningkat menjadi 130.719 jiwa pada tahun 2022, sesuai dengan laporan Badan Pusat Statistik Kabupaten Pasuruan Pasuruan (2023). Pertumbuhan populasi ini memicu peningkatan produksi limbah rumah tangga, seperti yang dijelaskan oleh Amin et al. (2021) dimana meningkatnya pembuangan limbah ke badan air menjadi masalah serius. Sebanyak 57,42% rumah tangga di Indonesia membuang limbah ke saluran pembuangan atau sungai, menyebabkan degradasi kualitas air dan menimbulkan risiko kesehatan bagi masyarakat (Annur, 2021).

Sungai Bangkok, atau yang dikenal sebagai Sungai Besuki, merupakan anak sungai dari Sungai Kambeng dan memiliki peran penting dalam mendukung ekosistem, pertanian, dan aktivitas industri di wilayah Kecamatan Gempol, Kabupaten Pasuruan. Namun, tekanan dari aktivitas antropogenik telah menyebabkan penurunan kualitas air sungai ini. Studi oleh Ababilluna & Pramastya (2022) bersama dengan laporan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pasuruan (2023), menunjukkan bahwa Sungai Kambeng tercemar di berbagai titik pengamatannya, namun kualitas air Sungai Bangkok sendiri belum secara rutin dipantau, menunjukkan adanya kekurangan dalam sistem pemantauan kualitas air di wilayah ini.

Penilaian kualitas air umumnya dilakukan dengan membandingkan parameter dengan standar kualitas air yang telah ditetapkan. Namun, pendekatan ini seringkali kurang efektif dalam memahami dampak keseluruhan dari aktivitas manusia terhadap kualitas air sungai. Oleh karena itu, penggunaan Indeks Kualitas Air seperti metode STORET dan Indeks Pencemaran menjadi sangat relevan. Metode STORET, yang dikembangkan oleh EPA Amerika Serikat, dan Indeks Pencemaran telah menjadi alat evaluasi yang populer di Indonesia karena mampu memberikan gambaran yang lebih holistik dengan mengintegrasikan berbagai parameter kualitas air ke dalam satu skor komposit (Romdania et al., 2018; Dewi et al., 2020; Aristawidya et al., 2020). Metode STORET memungkinkan evaluasi kualitas air secara menyeluruh dan mudah dipahami oleh masyarakat, meski membutuhkan pengumpulan data yang ekstensif. Sebaliknya, Indeks Pencemaran memungkinkan penilaian kualitas air dengan satu set data, lebih efisien dalam hal waktu dan biaya, meskipun mungkin kurang akurat dalam mencerminkan kondisi aktual kualitas air (Romdania et al., 2018).

Penelitian yang menggunakan metode STORET dan Indeks Pencemaran telah banyak diaplikasikan dalam studi kualitas air di Indonesia, termasuk oleh Denindya, (2023), Dewi et al. (2020), Aristawidya et al. (2020), dan Romdania et al. (2018). Kombinasi penggunaan kedua metode ini sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, yang menekankan pentingnya pemantauan kualitas air sungai dari hulu ke hilir untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif tentang pengaruh aktivitas antropogenik terhadap kualitas air.

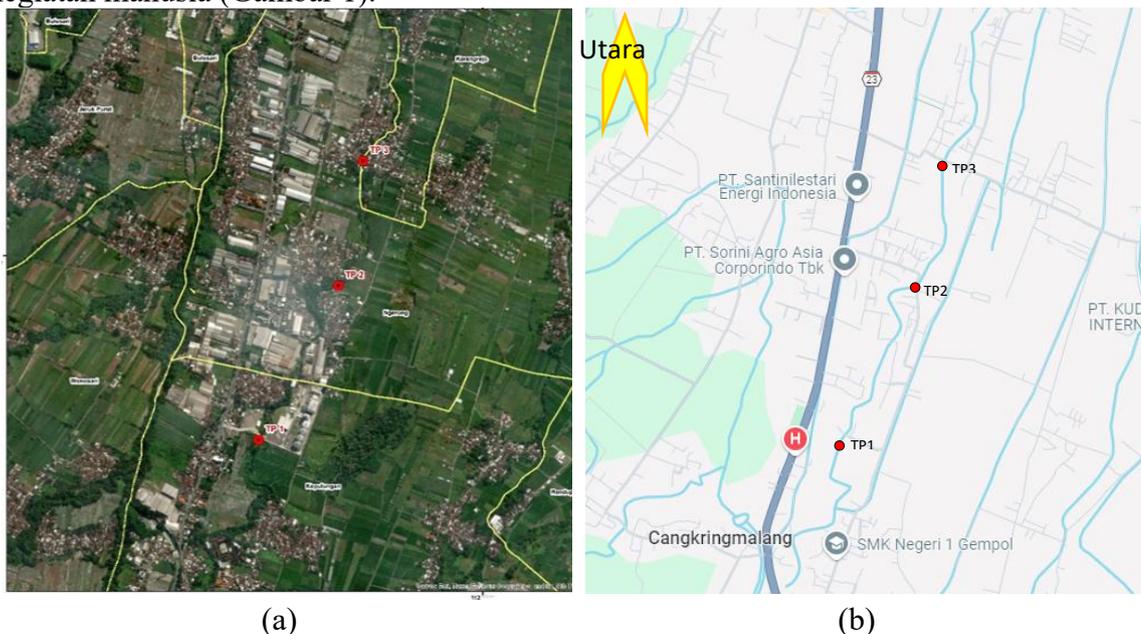
Berdasarkan latar belakang ini, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas air Sungai Bangkok di Kecamatan Gempol dengan menggunakan metode Indeks Pencemar dan STORET, guna mendapatkan gambaran menyeluruh tentang kondisi kualitas air dan dampak aktivitas manusia terhadap ekosistem sungai.

## METODE

Penelitian ini dilakukan di sepanjang 3,4 kilometer Sungai Bangkok, yang melintasi Desa Kepulungan, Desa Ngerong, dan Desa Karang Rejo di Kecamatan Gempol, Kabupaten Pasuruan. Sungai Bangkok, bagian dari Sungai Kambeng yang bermuara ke Sungai Porong dalam DAS Brantas, kerap terpapar limbah akibat aktivitas manusia dan pembangunan. Pemilihan lokasi sampling didasarkan pada tingkat potensi pencemaran dan variasi kondisi geografis untuk memastikan representasi yang akurat dari pengaruh aktivitas antropogenik terhadap kualitas air. Lokasi pengambilan sampel mencakup tiga titik utama yaitu hulu, tengah, dan hilir untuk menangkap variasi dampak aktivitas manusia dan industri.

### Pengambilan sampel dan analisis laboratorium

Sampel air diambil menggunakan metode *grab sampling*, yakni metode pengambilan sampel air secara langsung dari sumbernya. Sampel air diambil dari tiga lokasi di Sungai Bangkok, Pasuruan, yang mewakili berbagai tingkat pengaruh aktivitas manusia dan industri yaitu Titik Pengamatan (TP1) di bagian hulu (upstream) dari pusat kegiatan manusia (*anthropogenic activities*), TP2 di tengah – tengah aliran (*midstream*) yang merupakan pusat kegiatan manusia, dan TP3 di bagian hilir (*downstream*) dari pusat kegiatan manusia (Gambar 1).



**Gambar 1.** Posisi titik pengamatan (TP) di Sungai Bangkok Terhadap Pusat Kegiatan Manusia; Citra Lokasi (a) dan Peta Lokasi (b)

Dari Gambar 1a terlihat bahwa posisi TP1 berada di daerah persawahan sehingga air sungainya relatif bersih. Sementara TP2 berada di tengah-tengah pemukiman dan ada beberapa industri yang terlihat di sekitarnya. TP3 berada di hilir dan di sekitarnya juga tampak sawah-sawah sebelum akhirnya masuk ke lokasi pemukiman. Dari Gambar 1b terlihat posisi TP2 berada di dekat PT Sorini Agro Asia Corporindo Tbk., sementara PT Santini Lestari Energi Indonesia walaupun dekat dengan TP2 dan TP3 tapi berada di DAS yang berbeda dengan DAS Bangkok.

Sampel diambil dengan ulangan 3 (tiga) kali atau 3 (tiga) hari berturut-turut pada jam yang kurang lebih sama. Pengambilan dilakukan pada kedalaman yang seragam untuk menjaga konsistensi, dan parameter lingkungan dicatat untuk mengonfirmasi kondisi pengambilan sampel. Peralatan standar seperti pH meter, DO meter, serta ember plastik dan gayung digunakan selama pengambilan sampel. Wadah sampel air dipilih sesuai dengan parameter yang akan dianalisis, terutama parameter mikrobiologi, disiapkan wadah yang steril. Sedangkan analisis laboratorium dilakukan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Metode pengawetan sampel sesuai dengan protokol standar (APHA, 2017) guna menjaga integritas sampel dan memastikan hasil analisis mencerminkan kondisi nyata di lapangan.

1. Parameter Kualitas Air yang Diukur

Parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian ini meliputi suhu, *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Dissolved Oxygen* (DO), *Total Suspended Solids* (TSS), Amonia (NH<sub>3</sub>-N), dan *Faecal Coliform*. Pemilihan parameter ini didasarkan pada baku mutu air kelas II sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, yang merefleksikan penggunaan air untuk kegiatan perikanan, peternakan, dan pertanian.

2. Pengumpulan Data Air Sekunder

Data kualitas air sekunder dikumpulkan dari data Amdal perusahaan tahun 2023 yang berada di dalam DAS Bangkok. Data ini nantinya akan digunakan sebagai pembandingan dan pembacaan atau perkiraan kecenderungan kualitas air Sungai Bakok terhadap parameter-parameter yang sama dengan yang diteliti.

3. Metode Evaluasi Kualitas Air

Evaluasi kualitas air Sungai Bangkok dilakukan menggunakan dua pendekatan: Metode Indeks Pencemaran (IP) dan Metode STORET. Keduanya digunakan bersamaan untuk memperoleh gambaran komprehensif tentang status mutu air dan dampak pencemaran, sebagaimana dianjurkan oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Metode IP digunakan bersamaan dengan metode STORET sebagai perbandingan penentuan status mutu air menggunakan parameter kualitas air yang sama. Indeks pencemaran digunakan untuk menentukan status mutu air dengan membandingkannya terhadap baku mutu yang ditetapkan di dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 27 Tahun 2021 tentang Indeks Kualitas Lingkungan Hidup. Parameter yang tidak memiliki standar baku mutu, seperti suhu, tidak dihitung mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003, Standar kualitas air yang digunakan merujuk pada Lampiran VI Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

### **Metode STORET**

Metode STORET adalah pendekatan evaluasi kualitas air yang membandingkan hasil pengukuran parameter kualitas air dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan. Langkah-langkah penerapan metode STORET meliputi:

- a. Disiapkan data kualitas air hasil pengukuran minimal 3 series data (terdiri dari beberapa parameter kualitas air)
- b. Ambil nilai minimum, maksimum, dan rata-rata untuk setiap parameter.

- c. Bandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dengan nilai baku mutu yang sesuai dengan peruntukan air
- d. Tentukan nilai/skor untuk penentuan status mutu air dengan kriteria sebagai berikut:
  - 1) Jika hasil pengukuran memenuhi baku mutu air (hasil pengukuran < baku mutu), maka diberi skor 0
  - 2) Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran > baku mutu), maka diberi skor seperti tercantum pada Tabel penentuan sistem nilai untuk menentukan status mutu air.
  - 3) Jika parameter kualitas air yang ada pada baku mutu tidak tersedia datanya atau tidak diukur, maka dianggap melebihi baku mutu dan diberi skor seperti tercantum pada Tabel 1. .

**Tabel 1.** Penentuan sistem nilai untuk menentukan status mutu air

Jumlah Contoh	Nilai	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

Sumber: Canter (1977) dalam KepmenLH Nomer 115, 2003

- 4) Hitung jumlah nilai/skor dari seluruh parameter
- 5) Tentukan status mutu air berdasarkan jumlah nilai/skor yang didapat dengan menggunakan sistem nilai seperti yang disebutkan pada ketentuan umum Tabel 1.

**Tabel 1.** Klasifikasi mutu air menurut metode STORET

Kelas	Skor	Status Mutu Air	Deskripsi
A	0	Baik Sekali	Memenuhi baku mutu
B	-1 s/d -10	Baik	Cemar ringan
C	-11 s/d -30	Sedang	Cemar sedang
D	≥ -31	Buruk	Cemar berat

Sumber: Canter (1977) dalam KepMen LH No 115 tahun 2003

**Metode indeks pencemaran (IP)**

Metode IP memberikan penilaian kualitas air melalui perbandingan konsentrasi parameter terukur terhadap baku mutu air yang berlaku. Perhitungan IP dilakukan dengan menggunakan Persamaan (1) sebagai berikut:

$$IP_j = \frac{\sqrt{(C_i/L_{ij})^2 M + (C_i/L_{ij})^2 R}}{2} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan: IP<sub>j</sub> = Indeks Pencemaran bagi peruntukan (j); C<sub>i</sub> = Konsentrasi parameter kualitas air hasil survey; L<sub>ij</sub> = Konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku mutu peruntukan air (j); M = Nilai C<sub>i</sub>/L<sub>ij</sub> Maksimum; R = Nilai C<sub>i</sub>/L<sub>ij</sub> rata – rata Evaluasi mutu air untuk metode Indeks pencemaran berdasarkan nilai IP, sebagai berikut:

**Tabel 2.** Evaluasi Mutu Air

Rentang Nilai Indeks	Kategori
0 < IPj < 1,0	memenuhi baku mutu (kondisi baik)
1,0 < IPj < 5,0	Cemar ringan
5,0 < IPj < 10	Cemar sedang
IPj > 10	Cemar berat

Sumber: PermenLHK Nomor 115 tahun 2003

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kualitas air Sungai Bangkok yang mencakup parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi di 3 (tiga) titik pemantauan (TP) selama 3 (tiga) hari berturut-turut disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Kualitas air sungai bangkok pada 3 (tiga) titik pemantauan

Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Hulu		Tengah		Hilir	
			Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD
Suhu	°C	Deviasi 3	28,3	1,2	29,7	0,6	29,3	1,2
TSS	mg/l	50	25,8	0,2	40,1	12,1	33,4	6,5
BOD	mg/l	3	11,6	2,3	13,3	0,6	18,7	0,6
COD	mg/l	25	40,3	8,1	47,7	3,8	56,3	5,1
DO	mg O <sub>2</sub> /l	4	5,1	0,1	5,0	0,2	5,0	0,0
NH <sub>3</sub> -N	mg/l	0,2	0,67	0,15	1,30	0,26	1,37	0,21
Koli Tinja	MPN/100 ml	1.000	1.047	92,4	1.467	57,7	1.667	57,7

Catatan: SD = Standar deviasi;

Pemantauan di bagian hulu, tengah, dan hilir menunjukkan bahwa 4 (empat) parameter yaitu BOD, COD, NH<sub>3</sub>-N dan Koli Tinja selalu melebihi standar kualitas air sungai kelas II. Hal ini mengindikasikan pencemaran sungai oleh bahan organik yang kemungkinan berasal dari pembuangan limbah industri yang berada di sekitarnya dan limpasan dari kawasan pemukiman.

Kualitas air di bagian hilir memiliki peningkatan magnitude parameter yang mengindikasikan adanya akumulasi polutan dari sekitar sungai (Tabel 3). Kondisi ini juga memberikan indikasi jika *loading capacity* sungai sudah tidak mampu mengendalikan beban polutan yang masuk ke dalam sungai itu.

**Tabel 3.** Magnitude perubahan kualitas air sungai per bagian dan keseluruhan dari hulu ke hilir

Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Rerata Hulu	Magnitude Perubahan		
				Hulu-Tengah	Tengah-Hilir	Hulu-Hilir
Suhu	°C	Deviasi 3	28,3	4,7%	-1,1%	3,5%
TSS	mg/l	50	25,8	55,4%	-16,9%	29,2%
BOD	mg/l	3	11,6	14,7%	40,0%	60,6%
COD	mg/l	25	40,3	18,2%	18,2%	39,7%
DO	mg O <sub>2</sub> /l	4	5,1	-2,6%	0,7%	-2,0%
NH <sub>3</sub> -N	mg/l	0,2	0,67	95,0%	5,1%	105,0%
Koli Tinja	MPN/100 ml	1.000	1.046,7	40,1%	13,6%	59,2%

Catatan: \*= Baku mutu air sungai kelas II dari PP nomor 22 tahun 2021

Selain data primer (Tabel 2. ), data sekunder kualitas air Sungai Bangkok juga dikumpulkan dari Laporan Pelaksanaan Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan

(Amdal) periode tahun 2023 dari sebuah perusahaan industri pemanis yang posisinya berada di sekitar titik sampel TP2, namun untuk sampel air sungai yang diambil berasal dari titik-titik sampel TP1 atau bagian hulu, dan TP3 atau bagian hilir. Data triwulan kualitas air Sungai Bangkok selama 2023, untuk bulan Januari, April, Juli, dan Oktober berdasarkan laporan itu seperti yang disajikan di dalam Tabel 4.

**Tabel 4.** Kualitas air sungai bangkok Periode 2023

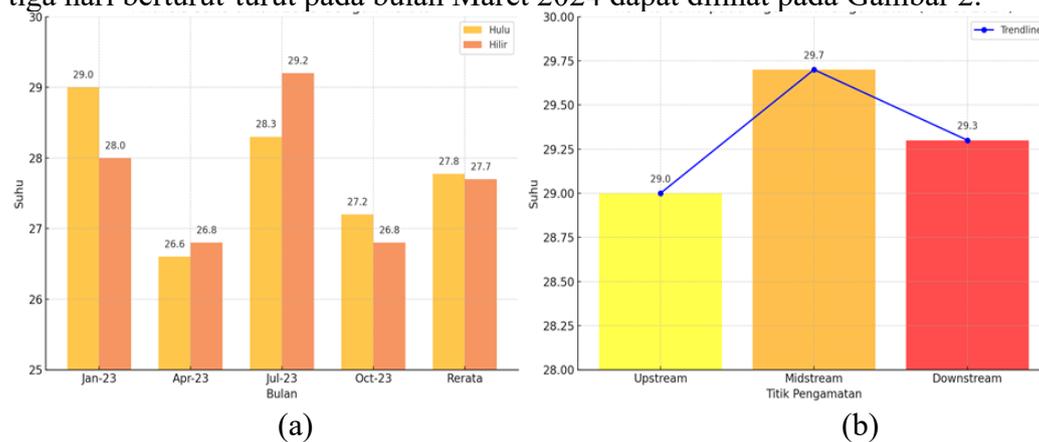
Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Hulu		Hilir	
			Rerata	SD	Rerata	SD
Suhu	°C	Deviasi 3	27,8	1,1	27,7	1,1
TSS	mg/l	50	36,5	13,5	34,9	9,4
BOD	mg/l	3	9,2	2,7	10,8	2,2
COD	mg/l	25	32,5	8,2	40,5	7,1
DO	mg O <sub>2</sub> /l	4	5,1	0,4	4,8	0,5
NH <sub>3</sub> -N	mg/l	0,2	0,7	0,2	0,5	0,2
Koli Tinja	MPN/100 ml	1.000	617,5	199,6	747,5	170,8

Catatan: \*= Baku mutu air sungai kelas II dari PP nomor 22 tahun 2021

Dari segi kualitas, kedua set data (Tabel 2 dan Tabel 4) semua parameter yang diukur kecuali suhu, DO, TSS, dan Koli Tinja pada pengamatan perusahaan telah melampaui nilai ambang batas yang ditentukan oleh pemerintah, standar baku mutu air kelas II PP Nomer 22 tahun 2021 Lampiran VI. Kondisi ini terutama disebabkan oleh aktivitas industri dan permukiman yang membuang limbah ke sungai. Akibatnya, air Sungai Bangkok tidak lagi layak digunakan untuk rekreasi, budidaya ikan, peternakan, irigasi, atau kegiatan lain yang membutuhkan kualitas air yang baik, Temuan ini sejalan dengan laporan BPS 2021, yang mencatat 1,152 desa/kelurahan di Jawa Timur mengalami pencemaran air, mencerminkan masalah lingkungan yang signifikan (Annur, 2021).

**Suhu**

Hasil analisis parameter suhu Sungai Bangkok tahun 2023 dan tren hasil analisa tiga hari berturut-turut pada bulan Maret 2024 dapat dilihat pada Gambar 2.

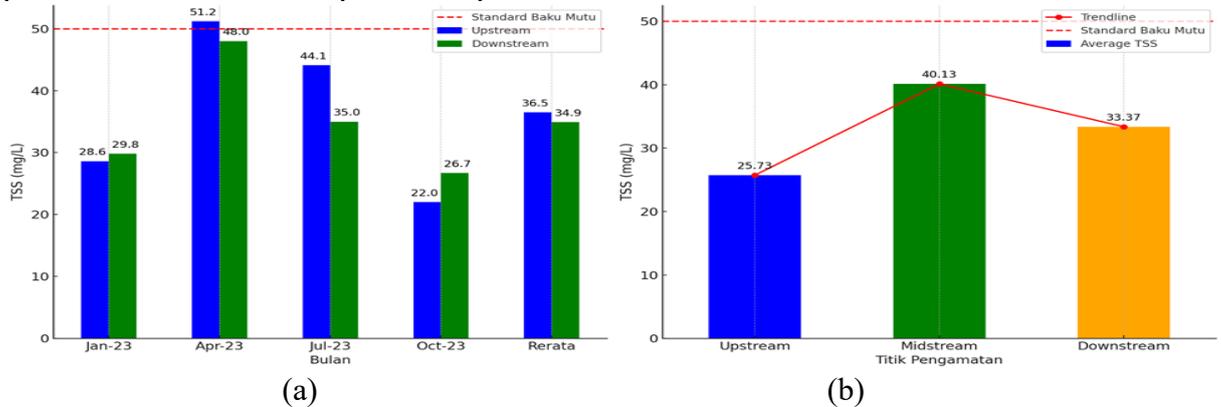


**Gambar 2.**(a) Rerata Suhu Data 2023 dan (b) Rerata Suhu Pada Saat Pengamatan

Tren suhu menunjukkan adanya peningkatan suhu di bagian tengah yang kemungkinan disebabkan oleh pembuangan limbah industri yang telah terbukti meningkatkan suhu air (Uddin & Jeong, 2021). Data tahun 2023 yang dikumpulkan oleh perusahaan sedikit berbeda dengan data penelitian dimana suhu rata-rata di bagian hulu dan bagian hilir relatif sama, yaitu 27,8°C di bagian hulu dan 27,7°C di bagian hilir, tetapi lebih rendah daripada suhu yang diukur di dalam penelitian ini.

### Total Suspended Solid (TSS)

Hasil analisis parameter TSS Sungai Bangkok tahun 2023 dan tren hasil penelitian ini pada bulan Maret 2024 dapat dilihat pada Gambar 3:

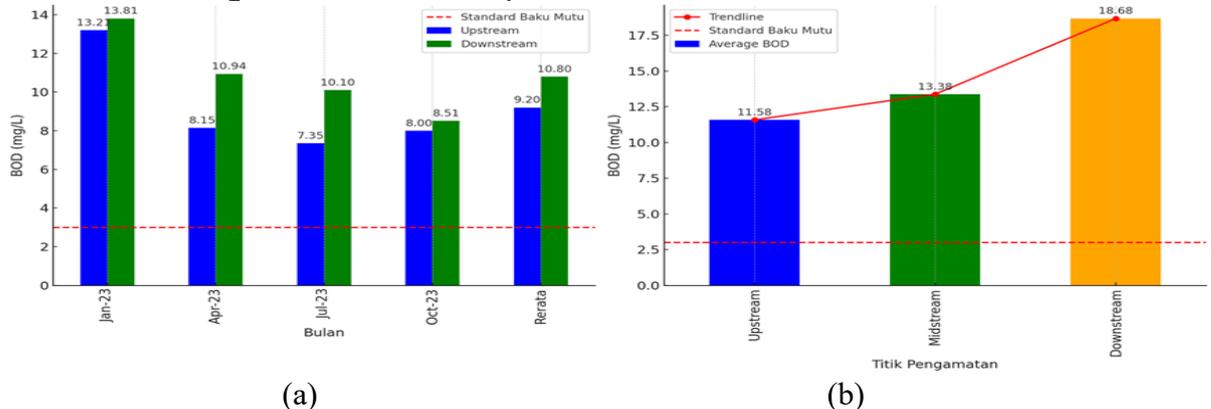


Gambar 3. (a) Rerata TSS Data 2023 dan (b) Rerata TSS Pada Saat Penelitian

Tren TSS lebih tinggi di bagian tengah sungai yang dapat mengindikasikan adanya sumber polusi tambahan di daerah tersebut seperti limpasan pemukiman, pembuangan industri, dan aktivitas konstruksi. Peningkatan TSS cenderung terjadi pada musim hujan akibat limpasan sedimen yang lebih banyak, sedangkan penurunan terjadi saat musim kemarau karena curah hujan berkurang. Studi oleh Widyanata (2024) pada Sungai Barito mengonfirmasi bahwa variasi TSS sering dipengaruhi oleh gangguan antropogenik, menekankan pentingnya pengawasan sumber polusi untuk menjaga kualitas air sungai secara efektif,

### Biological Oxygen Demand (BOD)

Berikut adalah grafik analisis BOD untuk Sungai Bangkok berdasarkan data dari tahun 2023 dan tiga hari berturut-turut pada Maret 2024,



Gambar 4. (a) Rerata BOD Data 2023 dan (b) Rerata BOD Pada Saat Pengamatan

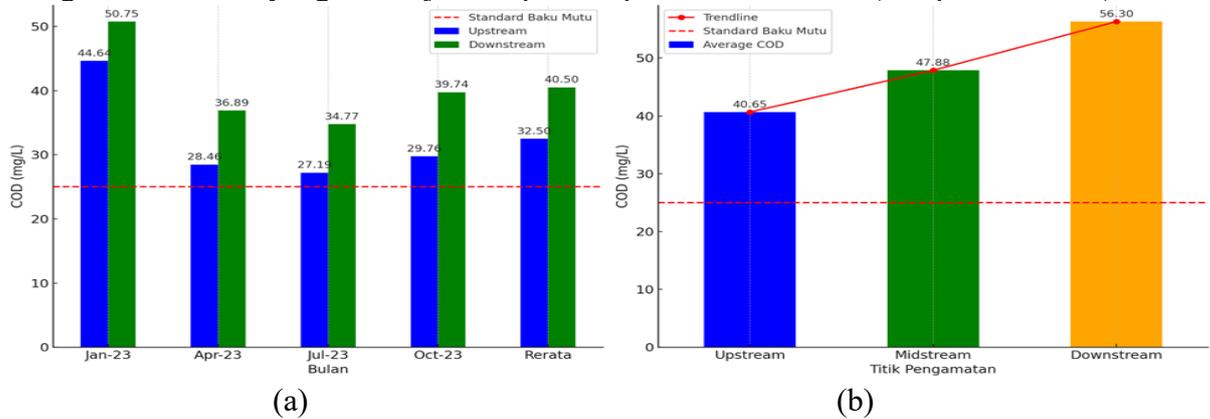
Analisis BOD menunjukkan peningkatan dari hulu ke hilir Sungai Bangkok, baik pada Maret 2024 maupun tahun 2023. Garis tren konsisten menunjukkan peningkatan BOD dari hulu ke hilir, mengindikasikan peningkatan polusi atau bahan organik sepanjang aliran sungai terutama akibat aktivitas antropogenik seperti limbah domestik, industri, dan pertanian. Kondisi ini akan berfluktuasi sesuai dengan musim sehingga strategi pengendalian berkelanjutan juga harus disesuaikan dengan musim (Chapra et al., 2021).

Tingginya BOD berdampak serius pada ekosistem, menyebabkan penurunan oksigen terlarut dan stres oksidatif pada organisme akuatik dan mengakibatkan kematian

ikan dan hilangnya keanekaragaman hayati. Dampak ini juga mengancam kesehatan masyarakat, meningkatkan risiko penyakit seperti diare dan kolera (Nguyen, 2023).

**Chemical Oxygen Demand (COD)**

COD mengukur jumlah oksigen yang diperlukan untuk oksidasi materi organik dan anorganik dalam air yang menunjukkan potensi polusi di dalam air (Rizqi et al., 2021).

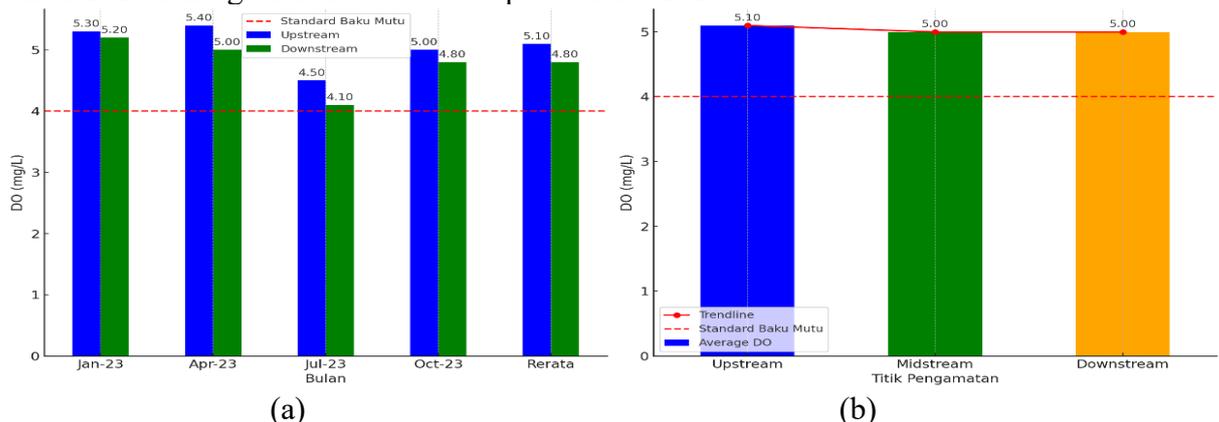


**Gambar 5.** (a) Rerata COD Data 2023 dan (b) Rerata COD Pada Saat Pengamatan

Gambar 5 (a) dan (b) menunjukkan bahwa rata-rata COD selama tiga hari pada Maret 2024 di hulu, titik tengah, dan hilir semuanya melebihi batas standar, 25 mg/l, dengan hilir mencatat nilai tertinggi. Referensi yang diberikan oleh Juwana (2024) membahas potensi beban pencemaran di sub-daerah aliran sungai Cikembar, yang dapat diekstrapolasikan untuk memahami masalah pencemaran dalam sistem sungai. Referensi ini memberikan wawasan tentang implikasi yang lebih luas untuk pengelolaan kualitas air dan perlunya langkah-langkah pengendalian pencemaran yang ditargetkan dapat sejalan dengan fokus tugas ini dalam mengidentifikasi sumber pencemaran dan efeknya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

**Oksigen Terlarut (dissolved oxygen-DO)**

Berikut adalah grafik analisis DO untuk Sungai Bangkok berdasarkan data dari tahun 2023 dan tiga hari berturut-turut pada Maret 2024.



**Gambar 6.** (a) Rerata DO Data 2023 dan (b) Rerata DO Pada Saat Pengamatan

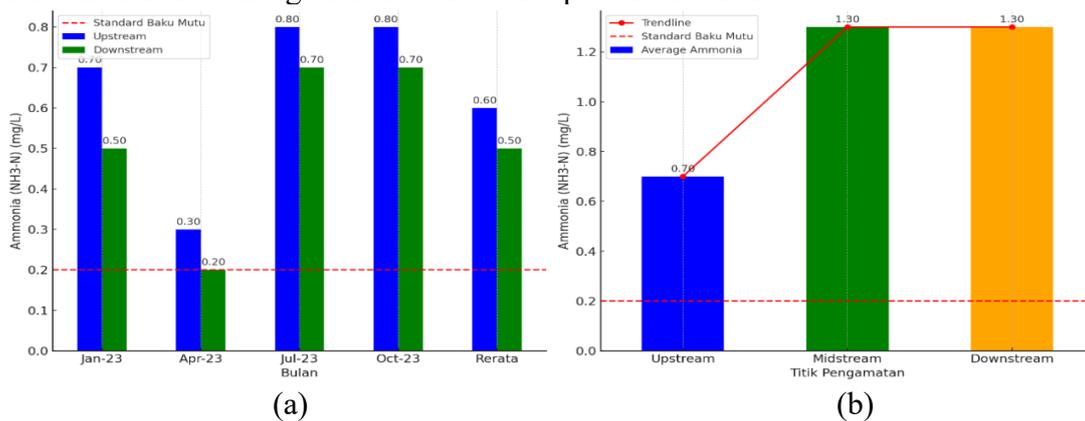
Gambar 6 menunjukkan analisis DO dimana rata-rata DO berada di atas standar. Di sungai bagian hilir menunjukkan konsistensi kualitas air yang memenuhi standar baku mutu. Ini sangat penting untuk kehidupan akuatik, karena DO yang memadai penting untuk metabolisme dan reproduksi biota (Madyawan et al., 2020).

Analisis kualitas air Sungai Bangkok menunjukkan anomali terhadap ekspektasi teoritis, di mana DO tetap tinggi dan memenuhi standar meskipun terjadi peningkatan BOD dan COD. Secara umum, nilai BOD dan COD yang tinggi biasanya menyebabkan penurunan kadar DO, karena proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme mengonsumsi oksigen terlarut, namun dalam kasus ini, karakteristik hidrologi unik sungai, seperti pola aliran, debit aliran, dan morfologi dasar, tampaknya berperan penting dalam mempertahankan kadar DO yang tinggi (Pradana et al., 2019; Marlany, 2023). Debit aliran yang memadai, terutama di daerah dataran tinggi dekat Gunung Bromo dan Gunung Welirang, akan meningkatkan aerasi dan mengencerkan polutan, sehingga menjaga kadar DO tetap optimal.

Variasi musiman, terutama selama musim hujan, juga menjadi faktor penting yang memengaruhi kualitas air. Debit aliran yang lebih tinggi pada musim ini membantu menjaga kadar DO dengan menetralkan dampak negatif dari peningkatan BOD dan COD (Sari et al., 2022). Penelitian oleh Setiawan & Susanto (2019) mengonfirmasi adanya variasi debit aliran yang signifikan selama musim hujan, yang mempengaruhi parameter kualitas air. Oleh karena itu, pemahaman tentang dinamika debit aliran dan pengaruh musiman sangat penting dalam pengelolaan kualitas air Sungai Bangkok.

### Amonia (NH<sub>3</sub>-N)

Berikut adalah grafik analisis Ammonia untuk Sungai Bangkok berdasarkan data dari tahun 2023 dan tiga hari berturut-turut pada Maret 2024.

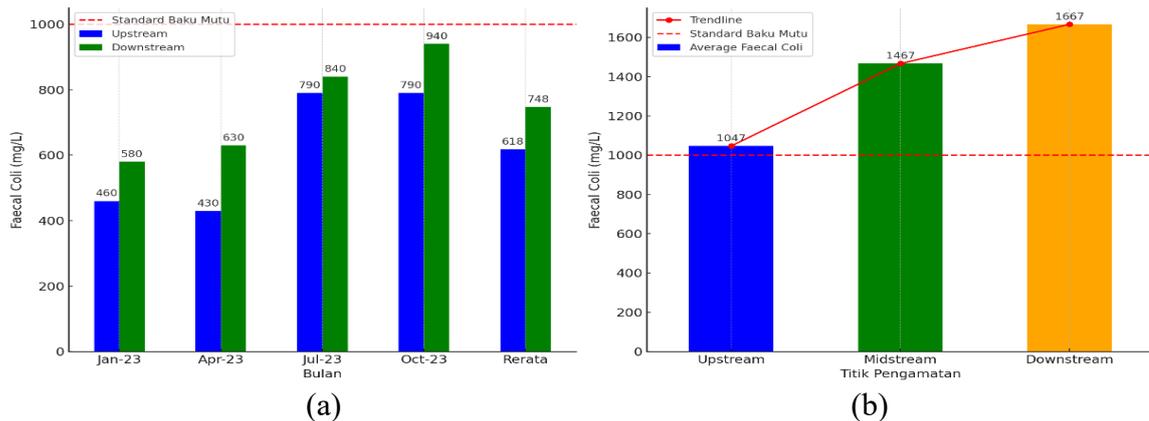


**Gambar 7** (a) Rerata Ammonia data 2023 dan (b) Rerata Ammonia pada saat pengamatan

Hasil pada Gambar 7 menunjukkan bahwa tingkat amonia (NH<sub>3</sub>-N) di Sungai Bangkok secara konsisten melebihi standar kualitas 0,2 mg/l di segala segmen sungai menandakan beban polusi yang tinggi. Konsentrasi amonia pada April 2023 lebih rendah, menunjukkan kemungkinan variasi curah hujan melalui proses pengenceran. Peningkatan konsentrasi amonia di Sungai Bangkok disebabkan oleh limbah domestik dan industri, aktivitas pertanian, serta limpasan dari lahan yang dipupuk, sesuai literatur ilmiah yang ditulis oleh Soler et al. (2021). Studi ini mengungkapkan bahwa amonia dapat menyebabkan kerusakan fisik pada ikan, mengubah perilaku mereka, dan bahkan menyebabkan kematian, menunjukkan dampak negatif yang signifikan pada kehidupan akuatik.

### Mikrobiologi - koliform tinja

Berikut adalah grafik analisis Koliform Tinja untuk Sungai Bangkok berdasarkan data dari tahun 2023 dan tiga hari berturut-turut pada Maret 2024:

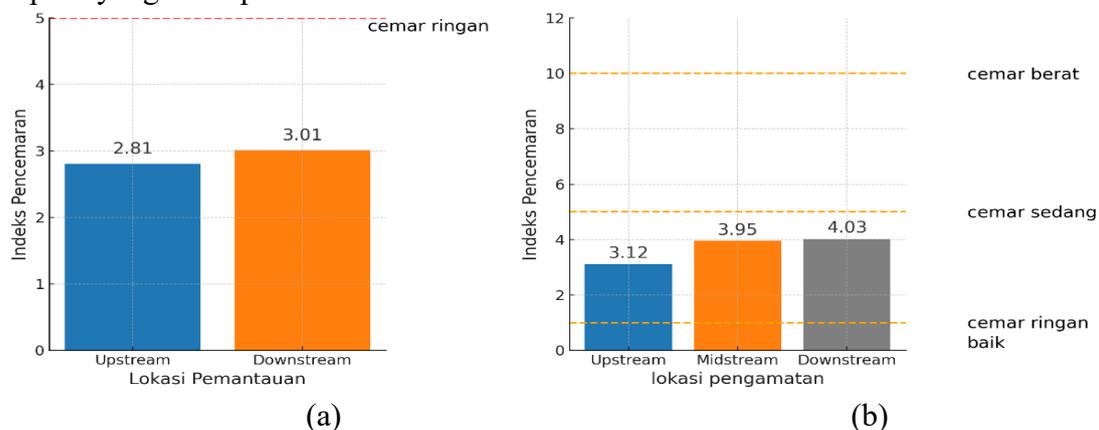


**Gambar 8.** (a) Rerata Koliform Tinja Data 2023 dan (b) Rerata Koliform Tinja Saat Pengamatan

Konsistensi tingkat koliform tinja yang melebihi standar baku mutu dan cenderung meninggi disebabkan oleh peningkatan limpasan pemukiman, pengolahan limbah yang tidak memadai, dan peningkatan kepadatan penduduk. Tingkat koliform tinja yang signifikan ini menekankan perlunya strategi manajemen air limbah yang lebih baik, seperti peningkatan fasilitas pengolahan air limbah, penegakan peraturan pembuangan industri yang lebih ketat, serta penerapan program pemantauan komprehensif untuk mengidentifikasi dan mengurangi sumber pencemaran secara efektif.

### Status mutu air sungai

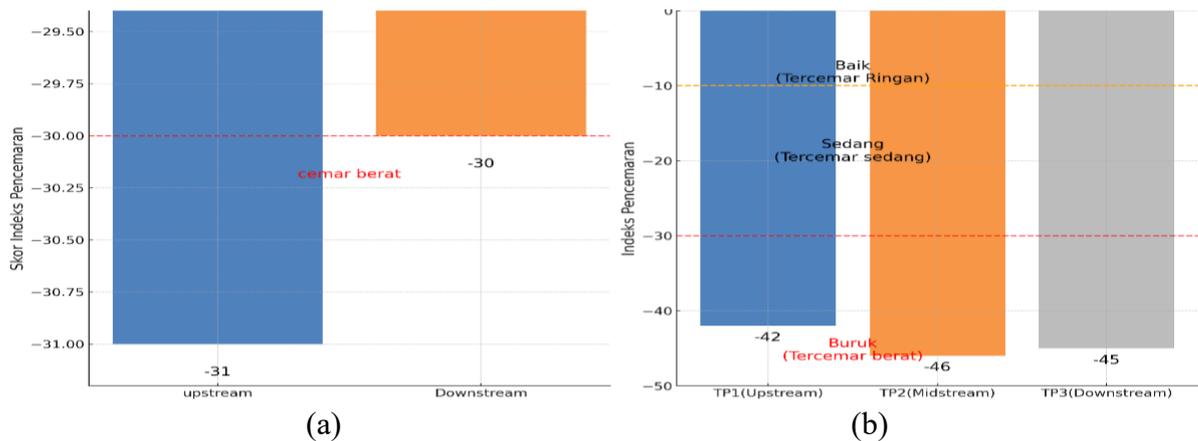
Perhitungan yang dilakukan untuk rerata di semua titik pemantauan, didapatkan nilai IP bulan Maret 2024 dan hasil pemantauan perusahaan dalam tahun 2023 adalah seperti yang ditampilkan dalam Gambar 9.



**Gambar 9.** (a) Rerata IP data 2023 dari hasil pemantauan perusahaan dan (b) Rerata IP Hasil Pengamatan Maret 2024

Hasil perhitungan hasil studi di tahun 2024 mengindikasikan bahwa IP Sungai Bangkok di sepanjang segmen yang diteliti secara umum konsisten dengan status tercemar ringan. Kondisi ini memburuk daripada tahun sebelumnya dimana pemantauan dilakukan oleh perusahaan.

Hasil analisis kualitas sungai dengan metode IP sedikit berbeda dengan metode STORET walaupun cenderung menunjukkan hasil klasifikasi kualitas sungai yang sama yaitu tercemar berat (Gambar 10).



**Gambar 10.** (a) Indeks Pencemaran Data Histori 2023 dan (b) Indeks Pencemaran Hasil Pengamatan

Analisis status mutu air Sungai Bangkok menggunakan tujuh parameter yaitu suhu, TSS, BOD, COD, DO, NH<sub>3</sub>-N, dan koliform tinja. Analisis Metode STORET dan IP menunjukkan hasil yang berbeda karena perbedaan metodologi. Metode STORET mengindikasikan pencemaran berat di setiap lokasi, dengan keunggulan menyajikan gambaran komprehensif mengenai kualitas air dalam jangka waktu tertentu (Ramadhawati et al., 2021), Namun, kelemahan metode ini terletak pada bobot skor parameter biologi yang lebih besar dibandingkan parameter fisika dan kimia, yang dapat membuat hasilnya lebih dipengaruhi oleh aspek biologis daripada kondisi keseluruhan air (Hermansyah, 2022). Di lain pihak, IP dianggap lebih efisien dalam waktu serta biaya karena hanya memerlukan satu seri data (Abdurrahman, 2023), namun meskipun efektif untuk penilaian cepat, penggunaan satu seri data dapat menyebabkan kurangnya akurasi dalam mencerminkan variasi temporal atau spasial kualitas air (Da Costa et al., 2022). Penggunaan IP sebaiknya dilengkapi dengan lebih dari satu seri data atau dikombinasikan dengan metode lain untuk memperoleh penilaian kualitas air yang lebih akurat dan komprehensif.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Analisis menunjukkan parameter BOD, COD, NH<sub>3</sub>-N, dan Koliform Tinja melebihi baku mutu air kelas II PP nomor 22 tahun 2021. Studi kualitas air Sungai Bangkok di Kecamatan Gempol, Kabupaten Pasuruan, menggunakan metode STORET dan IP, menunjukkan bahwa sungai ini berada dalam kondisi tercemar dengan kecenderungan memburuk. Ada kecenderungan parameter ini meningkat sehingga perlu diambil langkah-langkah mitigasi berupa pengawasan yang lebih ketat terhadap pengelolaan efluen dari industri sekitar maupun dari kawasan permukiman di DAS Bangkok. Metode STORET diyakini lebih mampu menunjukkan kondisi kualitas air sungai yang sesungguhnya karena perhitungannya menggunakan lebih dari satu set data sungai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ababilluna, A, S, S., & Pramastya, C, R, (2022), Laporan Kerja Praktik “Pengendalian Pencemaran Sungai Kambang Oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pasuruan,” *Stidocu*, <https://www.stidocu.com/id/document/universitas-pembangunan-nasional-veteran-jawa-timur/teknik-lingkungan/laporan-kp-adelia-dan-cello/45068848>

- Abdurrahman, A, (2023), Water Quality of the Kahayan River, Palangka Raya, Central Kalimantan, *Balanga Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 11(1), 56–63, <https://doi.org/10.37304/balanga.v11i1.10747>
- Amin, R., Iswanto, N., Eviane, D., Imaniah, I., & Jumiati, J, (2021), Pengelolaan timbulan sampah rumah tangga oleh Bumdes Kalurahan Sendangtirto Kapenawon Berbah Kabupaten Sleman, *KACANEGARA Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 4(2), 229, <https://doi.org/10.28989/kacanegara.v4i2.952>
- Annur, C, (2021), Lebih dari 50% Rumah Tangga di Indonesia Membuang Air Limbah ke Selokan hingga Sungai, *Databoks*, 71–72, <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/08/23/lebih-dari-50-rumah-tangga-di-indonesia-membuang-air-limbah-ke-selokan-hingga-sungai>
- Aristawidya, M., Hasan, Z., Iskandar, I., Yustiawati, Y., & Herawati, H, (2020), Status Pencemaran Situ Gunung Putri di Kabupaten Bogor Berdasarkan Metode STORET dan Indeks Pencemaran, *Limnotek: Perairan Darat Tropis Di Indonesia*, 27(1), 27–38, <https://doi.org/10.14203/limnotek.v27i1.311>
- Bupati Pasuruan, P, (2022), Peraturan Bupati Pasuruan Nomor 10 Tahun 2022 Tentang Perubahan Rencana Strategis Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pasuruan Tahun 2018 - 2023,
- Da Costa, M., Nipu, L, P., & Solo, A, A, M, (2022), Evaluasi Kualitas Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Dendeng Menggunakan Metode Indeks Pencemaran, *Magnetic Research Journal of Physics and It's Application*, 2(2), 146–150, <https://doi.org/10.59632/magnetic.v2i2.189>
- Denindya, Z, A, P, (2023), Analisis Status Kualitas Air Metode STORET Saluran Irigasi Di DI Mondoroko, *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 3(2), 178–185, <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.20223.003.02.015>
- Dewi, L, S., Supraba, I., & Kamulyan, B, (2020), Penentuan Status Mutu Air Waduk Sermo Dengan Metode Storet Dan Indeks Pencemaran, *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 12(1), 12–24, <https://doi.org/10.20885/jstl.vol12.iss1.art2>
- Hermansyah, D, (2022), Penentuan Status Mutu Air Sungai Kapuas Menggunakan Metode Storet Dan Logika Fuzzy Mamdani, *Prisma Fisika*, 10(2), 128, <https://doi.org/10.26418/pf.v10i2.55246>
- Juwana, I, (2024), Potential Pollution Loads of the Cikembar Sub-Watershed to the Cicatih River, West Java, Indonesia, *Water*, 16(2), 256, <https://doi.org/10.3390/w16020256>
- KepmenLH Nomer 115, (2003), Pedoman Penentuan Status Mutu Air,
- Khaliq, I., Chollet Ramampianandra, E., Vorburger, C., Narwani, A., & Schuwirth, N, (2024), The effect of water temperature changes on biological water quality assessment, *Ecological Indicators*, 159(January), 111652, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111652>
- KLHK, (2010), Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air, 53(9), 1689–1699,
- Madyawan, D., Hendrawan, I, G., & Suteja, Y, (2020), Pemodelan Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen/DO) di Perairan Teluk Benoa, *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 6(2), 270, <https://doi.org/10.24843/jmas.2020.v06.i02.p15>
- Pasuruan, P, K, (2023), *Dokumen Informasi Kinerja Lingkungan Hidup Daerah* (Vol, 5), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558907/>
- Pradana, H., Wahyuningsih, S., Novita, E., Humayro, A., & Purnomo, B, (2019), Identifikasi Kualitas Air dan Beban Pencemaran Sungai Bedadung di Intake

- Instalasi Pengolahan Air PDAM Kabupaten Jember, *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 18(2), 135, <https://doi.org/10.14710/jkli,18,2,135-143>
- Raihana, E., Nurwasila, N., Hartati, Nehru, & Azmin, N, (2023), Dampak Pembuangan Limbah Pabrik Tahu Terhadap Pencemaran Air Sungai Kota Bima, *JUSTER : Jurnal Sains Dan Terapan*, <https://doi.org/https://doi.org/10.57218/juster,v2i3,619>
- Ramadhawati, D., Wahyono, H, D., & Santoso, A, D, (2021), Pemantauan Kualitas Air Sungai Cisadane Secara Online Dan Analisa Status Mutu Menggunakan Metode Storet, *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(2), 76–91, <https://doi.org/10.20885/jstl,vol13,iss2,art1>
- Rizqi, N, A., Haeruddin, H., & Rudiyaniti, S, (2021), Pollution Load (Tss, Do, Bod, and Cod) and the Kaliyasa River Pollution Index in Cilacap Districts, *Jurnal Perikanan Tropis*, <https://doi.org/10.35308/jpt,v8i2,3582>
- Romdania, Y., Herison, A., Susilo, G, E., & Novilyansa, E, (2018), Kajian Penggunaan Metode IP, Storet, Dan Ccme Wqi Dalam Menentukan Status Kualitas Air YudaNo Title,
- Soler, P., Faria, M., Barata, C., Garcia-Galea, E., Lorente, B., & Vinyoles, D, (2021), Improving water quality does not guarantee fish health: Effects of ammonia pollution on the behaviour of wild-caught pre-exposed fish, *PLoS ONE*, 16(8 August), 1–17, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243404>
- Yohannes, B, Y., Utomo, S, W., & Agustina, H, (2019), Kajian Kualitas Air Sungai dan Upaya Pengendalian Pencemaran Air, *IJEEM - Indonesian Journal of Environmental Education and Management*, 4(2), 136–155, <https://doi.org/10.21009/ijeem,042,05>