

# **SIMULASI DAN ANALISIS KUANTITATIF STATUS MUTU AIR MENGUNAKAN METODE *POLLUTION INDEX* PADA DAS DENDENG DAN LILIBA**

**Oktavina G. LP Manulangga<sup>1,\*</sup> Leonardus Lewa Leko<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>*Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Perencanaan,  
Universitas San Pedro*

\*email: [gemanulangga@gmail.com](mailto:gemanulangga@gmail.com)

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Dendeng dan Liliba dengan menerapkan metode *Pollution Index* (PI) sebagai pendekatan kuantitatif untuk pemodelan status mutu air. Metode PI memanfaatkan formula matematis berbasis rasio konsentrasi parameter pencemar seperti BOD, COD, dan DO terhadap nilai baku mutu sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Nilai indeks dihitung melalui kombinasi nilai rerata dan maksimum dari rasio konsentrasi terhadap baku mutu, dan kemudian diklasifikasikan dalam skala pencemaran. Pengolahan data dilakukan untuk setiap titik pengambilan sampel menggunakan rumus  $PI_j$ . Hasil simulasi menunjukkan bahwa DAS Dendeng dan Liliba termasuk dalam kategori tercemar ringan, dengan nilai  $PI_j$  berkisar antara 1,02 hingga 2,5. Penelitian ini memperlihatkan bagaimana model matematis berbasis indeks pencemaran dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan kualitas air secara kuantitatif dan obyektif.

**Kata Kunci:** Mutu Air; *Pollution Index*; DAS; Dendeng; Liliba

**Abstract:** This study aims to analyze the water quality of the Dendeng and Liliba Watersheds (DAS) by applying the *Pollution Index* (PI) method as a quantitative approach for modeling water quality status. The PI method utilizes a mathematical formula based on the ratio of pollutant concentrations, such as BOD, COD, and DO, to their respective quality standards, in accordance with Government Regulation Number 22 of 2021. The index values are calculated using a combination of the average and maximum ratios of pollutant concentrations to quality standards, and subsequently classified within a pollution severity scale. Data processing for each sampling point is carried out using the formula  $PI_j$ . The simulation results indicate that both the Dendeng and Liliba watersheds fall within the lightly polluted category, with  $PI_j$  values ranging from 1.02 to 2.5. This study

*demonstrates how a mathematical model based on a Pollution Index can support quantitative and objective decision-making in water quality management.*

**Keywords:** *Water Quality; Pollution Index; Watershed; Dendeng; Liliba*

## PENDAHULUAN

Pembuangan limbah cair domestik yang tidak terkontrol dapat memberikan dampak negatif terhadap kualitas lingkungan, kesehatan masyarakat, serta aspek sosial ekonomi (Gufran & Mawardi, 2019). Ketidakhadiran Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di sebagian besar kawasan permukiman menyebabkan limbah rumah tangga dibuang langsung ke saluran drainase yang bermuara ke badan air. Hal ini mengakibatkan peningkatan konsentrasi zat organik, nutrien, serta mikroorganisme patogen di perairan (Firmansyah, dkk., 2021). Kandungan senyawa organik seperti sisa makanan, sabun, dan urin berkontribusi terhadap tingginya nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD), serta menurunkan kadar *Dissolved Oxygen* (DO) di lingkungan perairan (Hossain & Patra, 2020). Selain itu, kandungan fosfat dan nitrogen dalam limbah cair dapat menyebabkan eutrofikasi, yang memicu pertumbuhan alga secara berlebihan (*algal blooming*) dan berpotensi menurunkan kualitas ekosistem akuatik.

Untuk mendukung upaya pengelolaan dan pengendalian pencemaran air, diperlukan suatu pendekatan kuantitatif guna menilai status mutu air secara objektif. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah *Indeks Kualitas Air* (IKA), yang menyederhanakan data parameter kualitas air yang kompleks menjadi satu nilai indeks tunggal yang mudah dipahami, serta dapat digunakan sebagai dasar pengambilan kebijakan dalam analisis lingkungan (Gea, dkk., 2024).

Metode *Pollution Index* (PI) merupakan salah satu bentuk perhitungan IKA yang banyak digunakan untuk mengevaluasi tingkat pencemaran suatu badan air secara matematis. Metode ini membandingkan rasio antara konsentrasi parameter pencemar terhadap nilai ambang batas atau baku mutu yang ditetapkan dalam peraturan, khususnya mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 (Supardiono et al., 2023; Surya Agustin, 2024). Nilai indeks dihitung berdasarkan gabungan rerata dan maksimum rasio konsentrasi terhadap baku mutu, yang dirumuskan dalam bentuk:

$$PI_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_M^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_R^2}{2}}$$

dengan  $C_i$  adalah konsentrasi parameter ke- $i$ , dan  $L_{ij}$  adalah baku mutu parameter tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan simulasi dan analisis kuantitatif status mutu air pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Dendeng dan Liliba menggunakan metode *Pollution Index*. Simulasi ini akan mengkaji parameter BOD, COD, dan DO sebagai indikator utama pencemaran, sehingga dapat diketahui tingkat pencemaran pada masing-masing titik pengambilan sampel. Hasil kajian ini diharapkan memberikan dasar analitis yang objektif dan kuantitatif dalam pengelolaan kualitas air serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data.

### METODE PENELITIAN

Metode pengambilan sample di DAS Dendeng dan Liliba, dilakukan secara langsung menggunakan metode *grab sampling* yaitu metode pengambilan sample sesaat yang menunjukkan karakteristik air hanya pada saat itu yang sesuai dengan SNI 6989.57-2008. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif dengan menerapkan *formula Pollution Index* (PI) sebagaimana tercantum dalam Pedoman Penentuan Status Mutu Air (PP No. 22 Tahun 2021). PI dihitung untuk setiap parameter kualitas air seperti BOD, COD, dan DO dengan rumus sebagai berikut (Ondara,dkk., 2022):

$$PI_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_M^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_R^2}{2}} \quad \dots (1)$$

dengan:

- $PI_j$  = Indeks pencemaran bagi peruntukkan  $j$
- $C_i$  = nilai konsentrasi parameter kualitas air ke- $i$
- $L_{ij}$  = nilai baku mutu parameter ke- $i$  bagi peruntukkan  $j$
- $M$  = maksimum
- $R$  = rata-rata

Langkah-langkah pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Mengukur nilai aktual konsentrasi BOD, COD, dan DO di setiap titik sampel (S1, S2, S3).
2. Membandingkan nilai tersebut dengan baku mutu air kelas 2.
3. Menghitung rasio  $\frac{C_i}{L_{ij}}$  untuk setiap parameter.
4. Menghitung nilai rerata dan maksimum dari rasio-rasio tersebut.
5. Menggunakan formula PI untuk memperoleh indeks status mutu air.

6. Mengklasifikasikan nilai PIj ke dalam kategori kualitas air sesuai skala  $PI \leq 1,0$  tergolong baik (tidak tercemar),  $1,0 < PI \leq 5,0$  tergolong tercemar ringan,  $5,0 < PI \leq 10$  tergolong tercemar sedang, dan  $PI > 10$  tergolong tercemar berat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

#### Penerapan Status Mutu DAS Dendeng dan Liliba

Penentuan kualitas air kali dianalisis secara kimia dengan parameter BOD, COD, dan DO. Sampel yang telah dianalisis kemudian dikomparasi dengan baku mutu air kelas 2 menurut (Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun, 2021), penentuan status kualitas air dengan menggunakan Indeks Pencemaran (Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, 2021). Pengujian kualitas air dilakukan dengan menggunakan dengan metode sesuai ketentuan baku mutu *Pollution Index* (PI) dengan mempertimbangkan ratio konsentrasi suatu parameter dengan baku mutunya  $\frac{C_i}{L_{ij}}$  maksimum dan rerata ratio parameter kualitas air (Manaf, dkk., 2022)

#### Status Mutu Kualitas DAS Dendeng dengan Metode *Pollution Index*

Indeks PI dihitung dengan mempertimbangkan ratio konsentrasi suatu parameter dengan baku mutunya  $\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)$  maksimum dan rerata ratio parameter kualitas air, dari kegiatan pengambilan spesimen kualitas air (Sari & Wijaya, 2019). Setiap parameter yang diukur, dihitung terlebih dahulu nilai rata-ratanya sebagai Ci (Bernard, dkk., 2024). Penentuan status mutu untuk parameter BOD pada DAS Dendeng, maka nilai Ci/Lij baru sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\frac{C_i}{L_{ij}} \text{ BOD} &= 1 + 5 \log \frac{C_i}{L_{ij}} \\ &= 1 + 5 \log 1.0 \\ &1.1 \\ \frac{C_i}{L_{ij}} \text{ rata - rata} &= \frac{\text{total } L_{ij} \text{ rata - rata}}{\text{jumlah parameter}} \\ &= 0.3\end{aligned}$$

Untuk mengetahui status mutu air, dihitung nilai rerata dan maksimum dari Ci/Lij. Perhitungan PIj berdasarkan persamaan (1):

$$PI_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_M^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_R^2}{2}} = 1,2$$

Pada PI, tidak ada skema skor sub-indeks atau skor definitif (subyektif) per parameter, parameter paling signifikan dihitung atas dasar perbandingan terbesar dari konsentrasi terhadap baku mutu (Sheftiana dkk, 2017). Analisis IKA dengan metode PI pada DAS Dendeng dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini :

**Tabel 1.** Analisis Kualitas DAS Dendeng dengan Metode *Pollution Index* (PI)

Parameter	Satuan	Kali Mapoli	Kali Fontein	Kali Airmata	Lix (Kelas 2)	$PI_j$	Mutu Air
<b>BOD</b>	mg/L	3,12	5,76	8,72	3	1,2	Tercemar ringan
<b>COD</b>	mg/L	6,83	7,78	10,21	25	1.67	Tercemar ringan
<b>DO</b>	mg/L	5,25	8,53	7,52	4	2,5	Tercemar ringan

Sumber : Hasil Analisis, PP No 22 Tahun 2021\*

Berdasarkan hasil analisis, nilai  $PI_j$  menunjukkan status mutu DAS Dendeng pada lokasi Segmen 1, Segmen 2 dan Segmen 3 dengan parameter pencemar BOD, COD dan DO berada dalam kondisi tercemar ringan.

### Status Mutu DAS Liliba dengan Metode *Pollution Index*

Penelitian kualitas air DAS Kali Liliba dilakukan di tiga segmen yang diharapkan dapat mewakili kualitas air, dengan penentuan titik pantau sebagai titik pengambilan sampel air sungai menggunakan *purposif sampling method* berdasarkan pada kemudahan akses, biaya maupun waktu dalam penelitian ini. Setiap parameter yang diukur, dihitung terlebih dahulu nilai rata-ratanya sebagai  $C_i$ . Penentuan status mutu untuk parameter BOD pada DAS Liliba, maka nilai  $\frac{C_i}{L_{ij}}$  baru sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{C_i}{L_{ij}} \text{ BOD} &= 1 + 5 \log \frac{C_i}{L_{ij}} \\ &= 1 + 5 \log 1.0 \\ &= 0.9 \\ \frac{C_i}{L_{ij}} \text{ rata - rata} &= \frac{\text{total } L_{ij} \text{ rata - rata}}{\text{jumlah parameter}} \\ &= 0.5 \end{aligned}$$

Untuk mengetahui status mutu air, diitung nilai rerata dan maksimum dari Ci/Lij. Perhitungan Pij berdasarkan persamaan (1) :

$$PI_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_M^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_R^2}{2}} = 1,02$$

Dari nilai PIj dapat diketahui statu mutu DAS Liliba. Hasil analisis IKA dengan metode PI pada DAS Liliba dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini:

**Tabel 2.** Analisis Kualitas DAS Liliba dengan Metode *Pollution Index* (PI)

Parameter	Satuan	Jembatan Oesapa (S1-1)	Jembatan Naimata (S1-2)	Mata Air Nekamese (S1-3)	Lix (Kelas 2)	PIj	Mutu Air
<b>BOD</b>	mg/L	2,75	2,94	2,67	3	1,02	Tercemar ringan
<b>COD</b>	mg/L	10,89	11,73	12,70	25	1,76	Tercemar ringan
<b>DO</b>	mg/L	4,1	5,21	6,72	4	1,63	Tercemar ringan

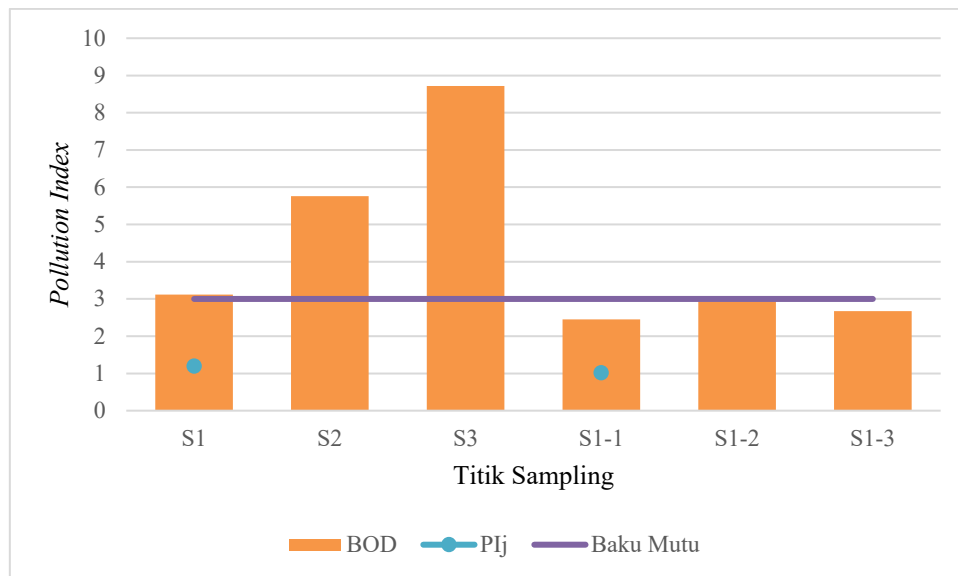
Sumber : Hasil Analisis, PP No 22 Tahun 2021\*

Berdasarkan hasil analisis, nilai PIj menunjukkan status mutu DAS Liliba pada lokasi Segmen 1, Segmen 2 dan Segmen 3 dengan parameter pencemar BOD, COD dan DO berada dalam kondisi tercemar ringan.

## Pembahasan

### *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

BOD merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme aerobik untuk mengoksidasi zat pencemar dalam air. BOD yang diukur adalah BOD<sub>5</sub>, yang mengacu pada pengukuran selama 5 hari, dengan tujuan untuk menilai konsentrasi pencemar yang ada dalam air (Nurrohman, Widyastuti, & Suprayogi, 2019). Tingginya konsentrasi BOD menandakan keberadaan pencemaran bahan organik berlebihan yang mengakibatkan penurunan oksigen terlarut.

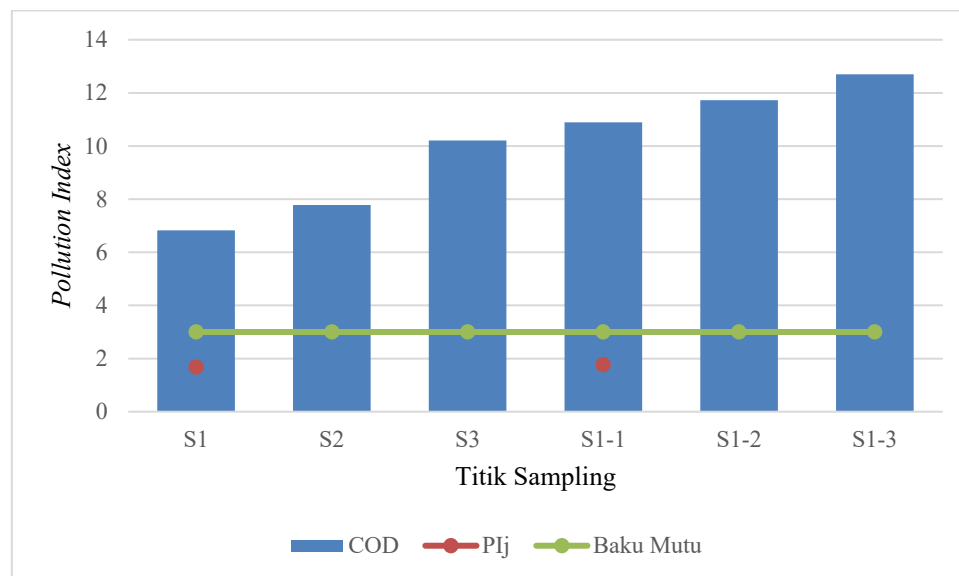


**Gambar 1.** Status Mutu *PI* Parameter BOD

Dari grafik diatas,hasil pengukuran BOD DAS Dendeng pada S1, S2 dan S3 berkisar 3,12 – 8,72 *mg/L*. Nilai BOD tertinggi terdapat di titik sampel S3 dan terendah terdapat dititik sampel S1 sebesar 3,12. Sedangkan hasil pengukuran BOD DAS Liliba pada S1-1, S1-2 dan S1-3 berkisar 2,67 – 2,94 *mg/L*. Nilai BOD tertinggi terdapat di titik sampel S2 dan terendah terdapat dititik sampel S1-3 sebesar 2,67. Berdasarkan penentuan status mutu untuk parameter BOD dengan metode PI, DAS Dendeng dan Liliba berada pada rentang  $1,0 < PI \leq 5,0$ .

### ***Chemical Oxygen Demand (COD)***

Nilai COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang bersifat biodegradable yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan juga zat organik non biodegradable yang tidak dapat didegradasi oleh mikroorganisme, sehingga dapat mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Ummah, 2019).

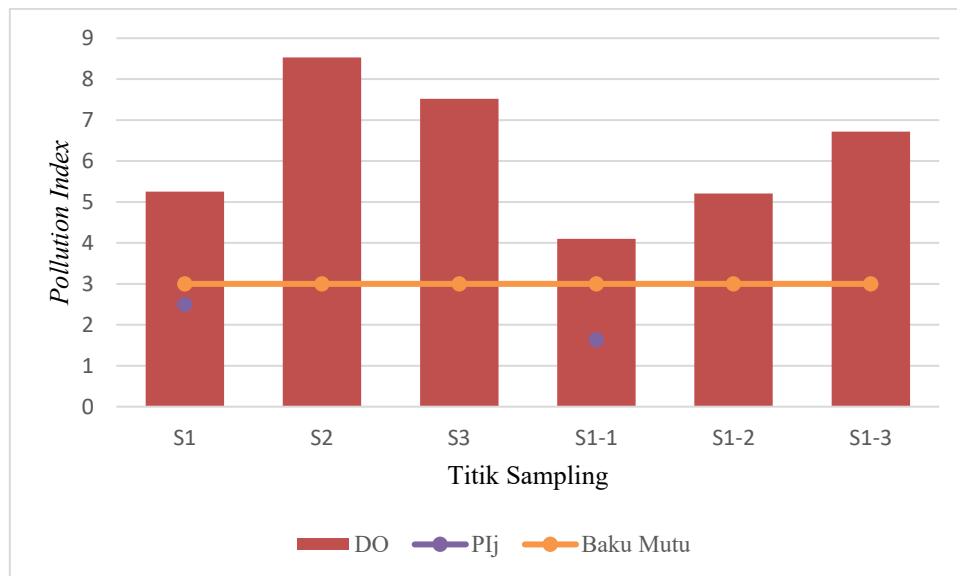


**Gambar 2.** Status Mutu *PI* Parameter COD

Berdasarkan grafik diatas, hasil pengukuran COD DAS Dendeng pada S1,S2 dan S3 berkisar 6,83 – 10,21 *mg/L*. Nilai COD tertinggi terdapat di titik sampel S3 dan terendah terdapat dititik sampel S1 sebesar 6,83. Sedangkan hasil pengukuran COD DAS Liliba pada S1-1, S1-2 dan S1-3 berkisar 10,89 – 12,70 *mg/L*. Nilai COD tertinggi terdapat di titik sampel S3 dan terendah terdapat dititik sampel S1-1 sebesar 10,89. Berdasarkan penentuan status mutu untuk parameter COD dengan metode *PI*, DAS Dendeng dan Liliba berada pada rentang  $1,0 < PI \leq 5,0$ .

### ***Dissolved Oxygen (DO)***

Pengukuran tingkat kualitas air dilihat dari kandungan oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) dalam air. Semakin tinggi kandungan *Dissolved Oxygen (DO)* maka kualitas air semakin bagus (Hendricks, 2018).



**Gambar 3.** Status Mutu *PI* Parameter DO

Berdasarkan grafik diatas, hasil pengukuran DO DAS Dendeng pada S1,S2 dan S3 berkisar 5,25 – 8,53 *mg/L*. Nilai DO tertinggi terdapat di titik sampel S2 dan terendah terdapat dititik sampel S1 sebesar 8,53. Sedangkan hasil pengukuran DO DAS Liliba pada S1-1, S1-2 dan S1-3 berkisar 4,1 – 6,72 *mg/L*. Nilai DO tertinggi terdapat di titik sampel S1-3 dan terendah terdapat dititik sampel S1-1 sebesar 4,1. Berdasarkan penentuan status mutu untuk parameter DO dengan metode PI, DAS Dendeng dan Liliba berada pada rentang  $1,0 < PI \leq 5,0$ .

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode matematis *Pollution Index* (PI) dan pembanding baku mutu air kelas 2 sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, diperoleh bahwa seluruh titik pengambilan sampel di DAS Dendeng dan DAS Liliba tergolong dalam kategori tercemar ringan, dengan rentang nilai  $1,02 \leq PI_j \leq 2,5$ . Secara rinci, pada DAS Dendeng di titik S1, S2, dan S3 diperoleh nilai  $PI_j$  berturut-turut sebesar 1,2 (BOD), 1,67 (COD), dan 2,5 (DO). Sementara itu, pada DAS Liliba di titik yang sama diperoleh nilai  $PI_j$  1,02 (BOD), 1,76 (COD), dan 1,63 (DO). Metode PI terbukti efisien karena hanya memerlukan data dari satu kali pengambilan spesimen kualitas air, sehingga proses analisis dapat dilakukan lebih cepat. Namun demikian, karena sifatnya hanya menggambarkan kondisi kualitas air dalam satu waktu pengambilan, maka hasil status mutu air yang diperoleh bersifat snapshot atau tidak menggambarkan dinamika jangka panjang. Oleh karena itu, metode ini cocok digunakan sebagai pendekatan kuantitatif awal dalam evaluasi kualitas air, namun perlu didukung

oleh pengambilan data berkala atau integrasi dengan model temporal lanjutan agar analisis mutu air lebih komprehensif dan akurat dalam jangka panjang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bernard A.R Mendes, I Wayan Suarna, & I Made Sara Wijana. (2024). Studi Kualitas Air, Status Mutu Air dan Beban Pencemaran Sungai Badung. *Jurnal Wilayah, Kota Dan Lingkungan Berkelanjutan*, 3(2), 117–132. <https://doi.org/10.58169/jwikal.v3i2.529>
- Firmansyah, Y. W., Setiani, O., Darundiati, Y. H., Joko, T., & Raharjo, M. (2021). Water Pollution Index and The Distribution of Waterborne Diseases on The East Flood Canal, Semarang City: An Analysis Spatial. *Jurnal Aisyah: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 6(3), 569–578. <https://doi.org/10.30604/jika.v6i3.701>
- Gea, L., Muhamad Hariono, Lolita Tuhumena, Imam Misbach, & Kristina Haryati. (2024). Kualitas Air dan Indeks Pencemaran pada Sungai Arbes Desa Batu Merah Kota Ambon. *ACROPORA: Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Papua*, 7(1), 80–87. <https://doi.org/10.31957/acr.v7i1.3816>
- Gufuran, M., & Mawardi, M. (2019). Dampak Pembuangan Limbah Domestik terhadap Pencemaran Air Tanah di Kabupaten Pidie Jaya. *Jurnal Serambi Engineering*, 4(1), 416. <https://doi.org/10.32672/jse.v4i1.852>
- Hendricks, D. W. (2018). Water Treatment Unit Processes. In *Water Treatment Unit Processes*. <https://doi.org/10.1201/9781315276052>
- Hossain, M., & Patra, P. K. (2020). Water pollution index – A new integrated approach to rank water quality. *Ecological Indicators*, 117, 106668. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106668>
- Manaf, M., Suhaemi, S., Handayani, T., & Pranata, B. (2022). Evaluation of River Water Quality at Bridge Construction Site and Preservation of the Trans Papua Mameh-Bintuni Road West Papua Province. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 6(4), 295–304. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2022.vol.6.no.4.227>
- Nurrohman, A. W., Widyastuti, M., & Suprayogi, S. (2019). Evaluasi Kualitas Air Menggunakan Indeks Pencemaran. *Ecotrophic*, 13(1), 74–84.
- Ondara, K., Wisha, U. J., Agustina, S., Atmadipoera, A. S., & Purnawan, S. (2022). Using Pollution Index to determine water quality in Banda Aceh waters, Indonesia. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 17(1), 64–72. <https://doi.org/10.23955/rkl.v17i1.25155>
- Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. (2021). Lampiran VI tentang Baku Mutu Air Nasional - PP Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Sekretariat Negara Republik Indonesia*, 1(078487A), 483. Diambil dari <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>
- Samiono, R., Komarudin, M., Fakultas, A. P., Sipil, T., & Perencanaan, D. (2023). STUDI KUALITAS AIR SITU DENGAN METODE IKA-INA UNTUK PEMANFAATAN SUMBER AIR BERSIH (Studi Kasus Situ Pladen, Beji, Kota Depok). *Jurnal Teknik Sipil*, XII(2).
- Sari, E. K., & Wijaya, O. E. (2019). Penentuan Status Mutu Air Dengan Metode Indeks

- Pencemaran Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Ogan Kabupaten Ogan Komerling Ulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3), 486. <https://doi.org/10.14710/jil.17.3.486-491>
- Sheftiana dkk. (2017). Penentuan Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode Indeks Pencemaran Sebagai Pengendalian. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 1–10.
- Supardiono, S., Hadiprayitno, G., Irawan, J., & Gunawan, L. A. (2023). Analysis of River Water Quality Based on Pollution Index Water Quality Status, Lombok District, NTB. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(3), 1602–1608. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i3.4591>
- Surya Agustin, Y. (2024). Analisis Kualitas Air serta Status Mutu dengan Metode Indeks Pencemaran (IP) di Anak Sungai Gajah Putih Studi Kasus RT 02 RW 07 Kelurahan Sumber, Surakarta. *Jurnal Ekosains*, 16(1), 1–7.
- Ummah, M. S. (2019). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11). Diambil dari [http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484\\_SISTEM\\_PEMBETUNGAN\\_TERPUSAT\\_STRATEGI\\_MELESTARI](http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI)