

**ANALISIS DAYA TAMPUNG LINGKUNGAN BERDASARKAN INDIKATOR BEBAN
PENCEMAR AIR DI KAWASAN PERTAMBANGAN PASIR DI KECAMATAN GALUR,
KABUPATEN KULON PROGO, D. I. YOGYAKARTA**

Hasna Ivythania Putri*¹, Danang Budi Prasetyo¹, Qoni Azzahra¹, Yemima Stevani Tarigan¹

¹Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta

*Email korespondensi: 114220012@student.upnyk.ac.id

Asal Negara: Indonesia

ABSTRAK

Daya tampung air adalah kemampuan badan air seperti sungai, danau, waduk untuk menampung beban pencemar air agar tetap memenuhi baku mutu air berdasarkan parameter fisik, kimiawi ataupun mikrobiologi. Kualitas air sungai menggambarkan kondisi air berdasarkan kandungan makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain yang ada di dalamnya. Di Kecamatan Galur, Kabupaten Kulon Progo, D.I.Yogyakarta terdapat aktivitas penambangan pasir dan batu di Sungai Progo yang berpotensi menurunkan kualitas air sungai tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kualitas mutu air dianalisis dengan menggunakan metode indeks pencemaran (IP) dan daya tampung lingkungan Sungai Progo berdasarkan beban pencemar air (BPA). Berdasarkan hasil perhitungan terhadap kualitas mutu air didapatkan indeks pencemaran (IP) sungai yang termasuk ke dalam kategori kondisi baik dengan skor 0,991. Sedangkan, hasil perhitungan daya tampung lingkungan terhadap beban pencemar air (BPA) ditemukan bahwa Sungai Progo telah mencapai ambang batas maksimum daya tampung terhadap parameter Total Solid Solid (TSS) sebesar -536.948,02 Kg/hari dan Dissolved Oxygen (DO) sebesar -13.489,11 Kg/hari.

Kata kunci: Daya Tampung, Kualitas Air, Pertambangan, Perairan, Indeks Pencemaran, Beban Pencemar Air

ABSTRACT

The carrying capacity of water is the ability of water bodies such as rivers, lakes, and reservoirs to receive pollutant loads while still meeting water quality standards based on physical, chemical, or microbiological parameters. River water quality reflects the condition of the water based on the content of living organisms, substances, energy, or other components within it. In Galur District, Kulon Progo Regency, Special Region of Yogyakarta, there are sand and stone mining activities in the Progo River that have the potential to reduce the river's water quality. This study aims to assess water quality using the Pollution Index (PI) method and the environmental carrying capacity of the Progo River based on pollutant load (BPA). Based on the calculation results of water quality, the Pollution Index (PI) value of the Progo River is 0.991, which falls into the good condition category. Meanwhile, the calculation of the environmental carrying capacity based on the pollutant load (BPA) found that the Progo River

has reached the maximum threshold for Total Suspended Solids (TSS) at $-536,948.02$ kg/day and Dissolved Oxygen (DO) at $-13,489.11$ kg/day.

Keywords: *Carrying Capacity, Water Quality, Mining, Water Body, Pollution Index, Water Pollutant Load*

PENDAHULUAN

Sungai Progo merupakan salah satu sungai utama yang mengalir di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta dengan panjang sungai kurang lebih 138 Km dan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) ± 3.421 Km². Sungai Progo mempunyai beberapa anak sungai yang berhulu di Gunung Merapi yang berfungsi untuk mengalirkan lahar dingin ketika terjadi erupsi merapi. Jika ditinjau dari segi hidrologi, sungai mempunyai fungsi utama menampung curah hujan dan mengalirkannya sampai ke laut. Sungai Progo yang memiliki peran vital dalam mendukung kehidupan masyarakat sekitar baik sebagai sumber air, sarana transportasi, maupun sebagai kawasan penambangan pasir dan batu (sirtu).

Kawasan pertambangan sirtu sering kali terletak di dekat sumber daya air seperti sungai yang berfungsi sebagai ekosistem vital bagi flora dan fauna. Berdasarkan Undang – Undang No. 3 tahun 2020, sirtu merupakan salah satu jenis komoditas bahan galian golongan 3 (mineral bukan logam dan batuan) sebagai sumber daya yang tidak dapat diperbaharui (*nonrenewable*). Oleh karena itu, kegiatan pengusahaan dan pemanfaatan sumber daya tersebut perlu dilakukan secara optimal tanpa mengakibatkan kerusakan lingkungan. Namun, banyak ditemukan bahwa penambangan yang dilakukan oleh masyarakat umumnya belum dilengkapi Surat Izin Penambangan Daerah (SIPD),

sehingga memiliki kesan sebagai kegiatan penambangan ilegal. Usaha pertambangan sirtu yang dilakukan oleh masyarakat baik perorangan maupun kelompok berpotensi menyebabkan pemborosan mineral, menurunkan pendapatan asli daerah, dan merusak lingkungan. Situasi kenyataan tersebut telah dan masih berlangsung di Daerah Aliran Sungai (DAS) Progo (Risyanto, 2003).

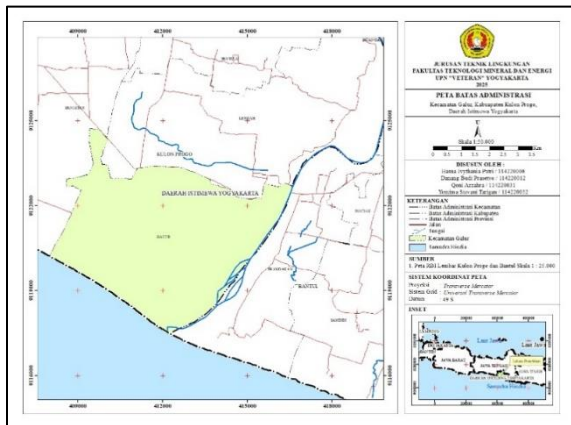
Kegiatan penambangan sirtu terus meningkat karena kebutuhan ekonomi rumah tangga petani semakin terdesak, seiring dengan bertambahnya permintaan pasar. Secara umum, kegiatan penambangan komoditas bahan galian golongan 3 dapat dilakukan secara tradisional dan mekanik. Penambangan pasir secara tradisional dilakukan dengan menggunakan peralatan sederhana dan manual seperti alat pengayak dan saringan. Sedangkan penambangan pasir secara dilakukan dengan menggunakan peralatan canggih yang berteknologi tinggi seperti ekskavator. Sebagian besar kegiatan penambangan sirtu di DAS Progo dilakukan secara ilegal, sehingga menimbulkan kerusakan lingkungan, seperti penurunan kualitas air, erosi tebing sungai dan kerusakan bangunan fisik (jalan dan jembatan).

Penelitian ini membahas mengenai daya tampung lingkungan yang berdasarkan indikator kerusakan lingkungan yaitu beban pencemar air (BPA). Daya tampung beban pencemaran air dapat ditinjau dari berbagai parameter kualitas

air. Setiap lingkungan perairan memiliki batas daya tampung maksimal untuk setiap parameter. Jika beban pencemar melebihi batas daya tampung, maka terjadilah degradasi lingkungan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa jika suatu parameter melebihi ambang batas daya tampung yang ditentukan, maka perairan tersebut sudah tidak mempunyai daya tampung untuk parameter tertentu (Widiatmono et al., 2017). Pada analisis ini digunakan metode beban pencemar air (BPA) untuk mengukur daya tampung lingkungan dan indeks pencemaran (IP) untuk mengukur tingkat pencemaran sungai.

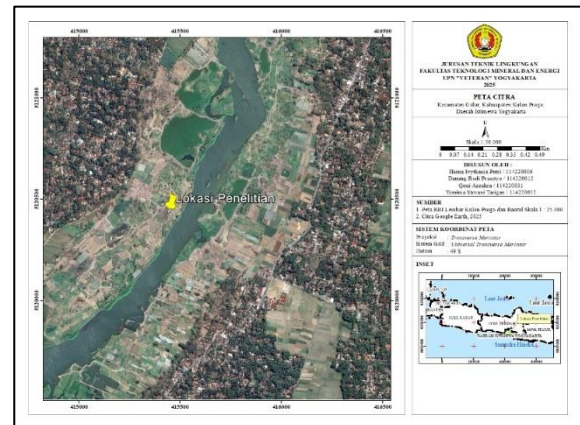
mdpl dengan penampakan bentuk lahan fluvial berupa dataran banjir. Daerah tersebut dikenal memiliki sumber daya alam berupa pasir yang melimpah serta tersebar di sepanjang daerah aliran Sungai Progo. Potensi pasir yang melimpah di Sungai Progo dimanfaatkan warga sekitar untuk meningkatkan kegiatan

METODE



Gambar 1. Peta Batas Administratif Daerah Penelitian
(Sumber: Olah Data, 2025)

Secara administratif lokasi penelitian ini berada di Dusun Banaran, Kecamatan Galur, Kabupaten Kulon Progo, D. I. Yogyakarta pada X = 415441 dan Y = 9120431. Lokasi tersebut berada di hilir Sungai Progo yang berbatasan langsung dengan wilayah Kabupaten Bantul dan Kulon Progo. Kegiatan penelitian ini dilakukan pada tanggal 06 Mei 2025 dengan kondisi cuaca cerah berawan. Elevasi lokasi ini berada pada 8



penambangan pasir dengan menggunakan alat yang sederhana hingga modern.

Gambar 2. Peta Citra Daerah Penelitian
(Sumber: Olah Data, 2025)

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Metode Pengamatan
 Penelitian ini menggunakan metode kualitatif untuk menganalisis dampak kegiatan pertambangan pasir dan batu terhadap lingkungan. Metode ini dipilih karena dapat memberikan pemahaman yang mendalam mengenai fenomena yang terjadi di lapangan melalui pendekatan deskriptif.
- b. Metode Pengumpulan Data
 Penelitian ini menggunakan 2 data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan yaitu foto kondisi eksisting. Sedangkan untuk data sekunder yang digunakan yaitu debit sungai, kualitas air, dan

kerusakan fisik.

c. Metode Literatur

Penelitian ini menggunakan literatur-literatur terkait untuk digunakan sebagai bahan acuan atau pedoman dalam pembahasan objek studi.

d. Metode Interview

Penelitian ini dilakukan dengan cara mengajukan pertanyaan/wawancara langsung dengan penduduk yang sedang berada di lokasi pengamatan.

e. Metode Analisis Data

Penelitian ini menggunakan pedoman peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 lampiran II Tentang Status Mutu Air. Untuk menganalisis status mutu air menggunakan Indeks Pencemaran (IP).

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

Keterangan :

IP_j : Pencemaran bagi peruntukan (j)

C_i : Konsentrasi sampel parameter kualitas air (i)

L_{ij} : Konsentrasi baku peruntukan air (j)

M : Nilai maksimum dari C_i/L_{ij}

R : Nilai rata-rata dari C_i/L_{ij}

✓ Jika nilai konsentrasi parameter yang menurun menyatakan tingkat pencemaran meningkat, misal DO. Maka ditentukan nilai teoritik atau nilai maksimum C_{im} (misal untuk DO maka C_{im} merupakan nilai DO jenuh). Nilai C_i hasil pengukuran diganti oleh nilai C_i/L_{ij} baru hasil perhitungan.

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right) \text{ baru} = \frac{C_{im} - C_i \text{ (hasil pengukuran)}}{C_{im} - L_{ij}} \quad (2)$$

✓ Jika nilai baku mutu L_{ij} memiliki rentang, maka

Untuk C_i ≤ L_{ij}

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right) \text{ baru} = \frac{C_i - L_{ij} \text{ (rata - rata)}}{L_{ij} \text{ (minimum)} - L_{ij} \text{ (rata-rata)}} \quad (3)$$

Untuk C_i > L_{ij}

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right) \text{ baru} = \frac{C_i - L_{ij} \text{ (rata - rata)}}{L_{ij} \text{ (maksimum)} - L_{ij} \text{ (rata-rata)}} \quad (4)$$

Tabel 1. Nilai Indeks Pencemaran (IP)

Nilai IP	Mutu Air
0 – 1,0	Kondisi Baik
1,1 – 5,0	Cemar Ringan
5,0 – 10,0	Cemar Sedang
> 10,0	Cemar Berat

(Sumber: Permen LH No.27 Tahun

2021)

Selanjutnya, untuk daya tampung lingkungan dihitung berdasarkan perhitungan beban pencemaran (BPA). Perhitungan beban pencemar mengacu pada keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 110 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air.

$$BPA = (CA)_j \times Q_s \times f \quad (5)$$

Keterangan :

BPA : beban pencemaran aktual (Kg)

(CA)_j : konsentrasi pencemar aktual(mg/l)

Q_s : debit sungai (m³/hari)

F : faktor konversi (86,4 kg/hari)

Menurut US EPA (1998) data tampung lingkungan per hari dapat dicari dengan :

$$DTBP = BPM - BPS \quad (6)$$

Keterangan :

DTBP : Daya Tampung Beban Pencemaran

BPM : Beban Pencemaran Maksimum

BPS : Beban Pencemaran sebenarnya

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Rona Lingkungan

1. Iklim

Iklim merupakan kondisi rata-rata perubahan cuaca berdasarkan waktu yang panjang untuk suatu wilayah tertentu (*World Climate Conference*, 1997 dalam Dini, 2009). Salah satu unsur pembentukan iklim adalah curah hujan.

Tabel 2. Data Curah Hujan Kabupaten

Kulon Progo

Tahun	Curah Hujan
2016	259,71
2017	194,67
2018	170,5
2019	149,14
2020	280,37
2021	245,52
2022	247,63

(Sumber: Yando,2024)

2. Bentuklahan

Proses geomorfologi merupakan proses yang terjadi di permukaan bumi selalu mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Bentuk lahan dikaji secara kuantitatif dan kualitatif dimana tujuannya untuk mendeskripsikan relief bumi, baik yang sifatnya konstruksional maupun destruksional (Prabowo, 2017). Berdasarkan observasi lapangan, bentuk

lahan yang didapatkan yaitu bentuk lahan asal proses fluvial yaitu proses pembentukan morfologi yang dipengaruhi oleh aktivitas sungai. Di daerah pengamatan bukti bentuk lahan asal proses fluvial berupa dataran banjir.



Gambar 3. Dataran Banjir

(Sumber: Survei Lapangan, 2025)

3. Tanah

Tanah merupakan salah satu lapisan permukaan bumi yang paling banyak dijumpai. Tanah juga merupakan tempat hidup tumbuhan serta hewan. Tanah yang berada di lokasi pengamatan termasuk ke dalam tanah grumusol. Tanah Grumusol adalah tanah yang terbentuk dari material halus berlempung. Tanah grumusol adalah tanah yang mendominasi oleh lempung montmorilonit, yaitu lempung yang sangat halus, sangat lekat dan halus, sangat lekat dan liat sehingga sukar diolah, drainase buruk, aerasi tanah yang buruk, daya simpan air tinggi tapi kemampuan menyediakan air tersedia bagi tanaman rendah dan umumnya kesuburan kimianya tinggi (Wibowo, 2021). Tanah grumusol dapat menyebabkan erosi yang memicu pada

kerusakan lahan, terutama jika vegetasi penutup tanah berkurang atau terjadi alih fungsi lahan tanpa konservasi yang memadai. Erosi pada tanah grumusol dapat mengakibatkan penurunan kesuburan tanah, perubahan morfologi lahan, dan sedimentasi di daerah hilir.



Gambar 4. Tanah Grumusol
(Sumber: Survei Lapangan, 2025)

4. Tata Air

Tata air yang ada di daerah pengamatan yaitu terdapat sungai yang bernama Sungai Progo. Sungai Progo merupakan salah satu sungai yang melewati dua provinsi, yakni Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Sungai ini berhulu di gunung Sindoro dan mempunyai daerah pengaliran sungai dengan daerah tangkapan seluas 2210,737 Km². dan panjang sungai 140 Km (Suryatma, 2015) .



Gambar 5. Sungai Progo
(Sumber: Survei Lapangan, 2025)

5. Biotis

Pengamatan lapangan yang dilakukan menunjukkan bahwa banyak sekali komponen biotis yang ada di lokasi pengamatan. Terdapat beberapa vegetasi di daerah penelitian yang didominasi oleh gelagah atau rumput tebu (*Saccharum spontaneum L.*). Selain itu terdapat juga pohon pisang dan aneka ragam vegetasi lainnya. Masyarakat setempat memanfaatkan vegetasi berupa rerumputan untuk pakan ternak. Setelah semua rerumputan habis di permukaan tanah, maka masyarakat melakukan penambangan pasir. Tidak hanya vegetasi, namun terdapat beberapa hewan seperti semut, capung, dan sebagainya.

Berdasarkan wawancara dengan masyarakat sekitar, setelah dilakukannya penambangan pasir ini, akan dilakukan penimbunan agar lahan bekas penambangan dapat kembali menjadi rata. Kemudian lahan tersebut akan dimanfaatkan untuk lahan pertanian khususnya kebun cabai. Masyarakat sekitar juga ikut membantu dalam melestarikan lingkungan di daerah tersebut dengan menambang kemudian memanfaatkan kembali lahan bekas tambangan menjadi kebun cabai.



Gambar 6. Rerumputan
(Sumber: Survei Lapangan, 2025)

6. Sosial Ekonomi

Berdasarkan wawancara dengan warga, tambang pasir di lokasi penelitian terbagi menjadi 2 daerah yaitu Kabupaten Bantul dan Kulon Progo. Namun fokus utama pada penelitian ini adalah tambang pasir rakyat di Kulon Progo. Penambangan tersebut dilakukan secara tradisional di tepi sungai menggunakan alat sederhana. Hal tersebut dikarenakan pemerintah Kulon Progo melarang penggunaan alat berat untuk menjaga kelestarian lingkungan. Penambangan tradisional ini memerlukan waktu 2 - 3 hari untuk menghasilkan pasir sebanyak satu truk. Aktivitas ini menjadi sumber penghidupan penting bagi masyarakat sekitar dengan mempertahankan keberlanjutan lingkungan.



Gambar 7. Alat Penambangan Tradisional
(Sumber: Survei Lapangan, 2025)

b. Penentuan Kualitas Mutu Air dan Daya Tampung Lingkungan

Data kualitas air yang digunakan dalam perhitungan mutu air dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diambil dari studi Suryatmaja et al. (2015) pada segmen 7 Sungai Progo. Data tersebut dianggap dapat mewakili kondisi kualitas air dan karakteristik yang serupa di wilayah hilir Sungai Progo saat ini. Baku mutu air yang digunakan dalam ini mengacu pada Peraturan Gubernur DIY No. 20 tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta kelas III peruntukan prasarana/sarana rekreasi air, peternakan, dan untuk mengairi pertanian.

Metode indeks pencemaran digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran sungai terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Sebagai metode berbasis indeks, metode indeks pencemaran (IP) dibuat berdasarkan dua indeks kualitas. Pertama indeks rata - rata (IR). Indeks ini menunjukkan tingkat pencemaran rata-rata dari seluruh parameter dalam satu kali pengamatan. Kedua berdasarkan indeks maksimum (IM). Indeks ini menunjukkan satu jenis parameter yang dominan menyebabkan penurunan kualitas air pada satu kali pengamatan (Marganingrum et al., 2013). Perhitungan indeks pencemaran didasarkan pada hasil pengambilan sampel pada parameter yang telah ditentukan.

Tabel 3. Kualitas Air Sungai Progo

Parameter	Satuan	Konsentrasi	Baku Mutu
Fisika			
Kekeruhan	NTU	307	-
<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	mg/L	445,78	400
Temperatur	°C	28,5	-
Kimia			
pH	-	7,83	6 -9
<i>Dissolved Oxygen (DO)</i>	mg/L	5,15	4
<i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i>	mg/L	1	6
Nitrat	mg/L	1,54	20
Fosfat	mg/L	0,11	1
Biologi			
<i>Fecal Coliform</i>	MPN	1050	2000
Debit	m ³ /s	135,76	-

(Sumber : Suryatmaja et al, 2015)

Tabel 4. Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Sungai Progo

Parameter	Satuan	C _i	L _i	C _i /L _i	C _i /L _i Baru
Temperatur	°C	28,5	± 3°C dari suhu udara		0,54
pH	-	7,83	6 - 9		0,22
<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	mg/L	445,78	400	1,114	1,234
<i>Dissolved Oxygen (DO)</i>	mg/L	5,15	4		0,689
<i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i>	mg/L	1	6	0,166	
Nitrat	mg/L	1,54	20	0,077	
Fosfat	mg/L	0,11	1	0,11	
<i>Fecal Coliform</i>	MPN	1050	2000	0,525	
$(C_i/L_i)^2 M$					1,522
$(C_i/L_i)^2 R$					0,445
$IP = \sqrt{\frac{(C_i/L_i)^2 M + (C_i/L_i)^2 R}{2}}$					0,991 (Kondisi Baik)

(Sumber : Olah Data, 2025)

Berdasarkan hasil perhitungan indeks pencemaran Sungai Progo dapat diketahui bahwa kualitas mutu air dalam kondisi baik (0 – 1,0) dengan skor 0,991. Dari beberapa parameter kualitas air dapat diketahui bahwa *Total Suspended Solid* (TSS) berada di atas ambang

baku mutu yang diperbolehkan. Oleh karena ini dapat diketahui bahwa $(C_i/L_i)^2 M$ didapatkan dari parameter *Total Suspended Solid* (TSS). Sedangkan untuk $(C_i/L_i)^2 R$ didapatkan dari semua rata – rata C_i/L_i dan C_i/L_i baru.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Progo

Parameter	Satuan	Konse ntrasi	Baku Mutu	BPA	BPM	DTBM
<i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	mg/L	445,78	400	5.228.849,62	4.691.865,6	-536.984,02
<i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	mg/L	5,15	4	60.407,77	46.918,66	-13.489,11
<i>Biologucal Oxygen Demand</i> (BOD)	mg/L	1	6	11.729,66	70.377,98	58.648,32
Nitrat	mg/L	1,54	20	18.063,68	234.593,28	216.529,6
Fosfat	mg/L	0,11	1	1.290,26	11.729,66	10.439,4
<i>Fecal Coliform</i>	MPN	1050	2000	12.316.147,2	23.459.328	1.143.180,8

(Sumber : Olah Data, 2025)

Perhitungan daya tampung lingkungan Sungai Progo didasarkan pada selisih antara Beban Pencemaran Maksimum (BPM) dan Beban Pencemaran Aktual (BPA) untuk setiap parameter kualitas air. Nilai selisih ini dikenal sebagai Daya Tampung Beban Maksimum (DTBM). Berdasarkan hasil analisis, terdapat dua parameter yang nilainya menunjukkan DTBM negatif, yaitu *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Dissolved Oxygen* (DO). Nilai negatif tersebut mengindikasikan bahwa beban pencemar aktual untuk kedua parameter tersebut telah melebihi batas maksimum yang dapat ditampung oleh Sungai Progo. Dengan kata lain,

Sungai Progo sudah tidak mampu lagi menampung tambahan beban pencemar dari TSS dan DO. Kondisi ini menegaskan bahwa jika nilai BPA melebihi BPM, maka parameter tersebut berpotensi mencemari badan air.

KESIMPULAN

Lokasi penelitian berada di Kecamatan Galur, Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta, tepatnya pada koordinat X = 415441 dan Y = 9120431. Di wilayah ini terdapat aktivitas penambangan pasir dan batu yang berpotensi menurunkan kualitas air Sungai Progo. Berdasarkan pengukuran kualitas air

menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP), diperoleh nilai IP sebesar 0,991 yang termasuk dalam kategori baik (rentang 0–1,0). Sementara itu, hasil analisis daya tampung lingkungan berdasarkan perhitungan beban pencemar air (BPA) menunjukkan bahwa dari enam parameter yang dihitung, dua di antaranya yaitu *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Dissolved Oxygen* (DO) sudah tidak mampu lagi menampung beban pencemar. Hal ini ditunjukkan oleh nilai daya tampung yang bernilai negatif dimana beban pencemar telah melebihi ambang batas yang dapat diterima oleh badan air (BPA > BPM).

DAFTAR PUSTAKA

- Dini, A. M. (2009). Hubungan Faktor Iklim dan Angka Insiden Demam Berdarah Dengue di Kabupaten Serang. *Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia*.
- Fridtriyanda, A., Herniti, D., Pranajati, A., & Wicaksana, A. D. (2023). Analisis Kerusakan Lingkungan Fisik Pada Penambangan Pasir Sungai di Wilayah Kalurahan Sendangsari Kapanewon Pajangan, Kabupaten Bantul. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 23(1).
- Iqbal, Y. M., Fajarwati, Y., Aditya, I. N., & Lambu, G. L. (2024). Identifikasi kerentanan gerakan tanah berdasarkan kemiringan lereng dan curah hujan (Studi kasus: Dusun Ponces, Ggirimulyo, Kulon Progo). In *Proceeding Civil Engineering Research Forum* (Vol. 3, No. 2).
- Risyanto & Ritohardoyo, S. (2003). Peranan Penambangan Pasir dan Batu Dalam Peningkatan Pendapatan Rumah tangga di Daerah Aliran Sungai Progo. *Forum Geografi*, 17(1).
- Suryatmaja, H., Nugraha, W. D., & Syafrudin, S. (2015). *Penentuan Status Mutu Air Dengan Metode Ika-nsf Guna Pengendalian Lingkungan (Studi Kasus: Sungai Progo, Provinsi Daerah Istimewa YOGYAKARTA)* (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Marganingrum, D., Dwina, R., Pradono., & Arwin, S. (2013). Diferensiasi Sumbang Pencemar Sungai Menggunakan Pendekatan Metode Indeks Pencemar (IP) (Studi Kasus: Hulu DAS Citarum). *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*. 23(1). 37-48.