

Analisis Klasifikasi Kualitas Air Sungai Citarum Menggunakan Metode Indeks Pencemaran

1st Siti An – Nisaa
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
nisaasiti@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Meta Kallista
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
metakallista@telkomuniversity.ac.id

3rd Ig. Prasetya Dwi Wibawa
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
prasdwibawa@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Sungai citarum ialah sungai terpanjang di Jawa Barat. Sungai ini memiliki banyak manfaat didalamnya yang digunakan bagi kehidupan manusia. Namun sayangnya sungai ini pernah dinobatkan menjadi sungai terkotor di dunia menurut Green Cross Swizerland and Blacksmith Institute pada tahun 2013. Hal ini sangat disayangkan mengingat sungai citarum ini menjadi salah satu tempat bergantungnya masyarakat disepanjang alirannya. Karena hal tersebut masyarakat perlu tau mengenai kualitas dari air sungai citarum itu sendiri. Oleh karena itu pada penelitian berikut ini dilakukan perhitungan kualitas air sungai citarum menggunakan metode Indeks Pencemaran. Nilai yang dihasilkan dari perhitungan menggunakan metode tersebut akan dikategorikan sesuai dengan nilai yang diperoleh. Dengan begitu kita dapat mengetahui kualitas dari air sungai citarum. Analisa juga dilakukan guna mengetahui apakah pencemaran yang terjadi di air sungai citarum akan terus meningkat atau sebaliknya menjadi lebih membaik dibandingkan dengan yang sebelumnya.

Kata kunci— Sungai Citarum, Kualitas Air, Indeks Pencemaran

I. PENDAHULUAN

Air adalah salah satu faktor penting dalam kehidupan manusia. Hampir seluruh kegiatan manusia untuk saat ini melibatkan air didalamnya. Salah satunya seperti air sungai. Banyak manusia saat ini berhubungan langsung hingga menggantungkan hidupnya pada air sungai. Air sungai memiliki banyak manfaat didalamnya mulai dari mandi, mencuci, sebagai sumber air minum, hingga menjadi sumber mata pencaharian. Namun sayangnya meskipun air sungai memiliki banyak manfaat yang diperlukan manusia, air sungai itu sendiri sampai saat ini masih dalam keadaan tercemar. Pencemaran air sendiri memiliki makna perubahan keadaan pada suatu tempat penampungan air yang dapat terjadi akibat aktivitas manusia. Pencemaran air pada aliran sungai ini juga terjadi akibat banyak faktor seperti, limbah hasil industri, limbah pertanian, juga banyak lainnya. Seperti Sungai Citarum, sungai citarum pernah dinobatkan sebagai sungai terkotor dan tercemar di dunia hal ini disampaikan langsung oleh Green Cross Swizerland and Blacksmith Institute pada tahun 2013[1].

Sungai citarum ialah salah satu sungai terpanjang yang ada di Jawa Barat yang panjang sungai ini meliputi Jakarta, Bekasi, Karawang, Purwakarta, dan Bandung. Sungai citarum ini memiliki Panjang 3.332,97 km dan luas 8.779,2 km². Sungai ini terletak di 106° 51'36" - 107° 51' BT dan 7°

19' - 6° 24' LS, Waduk Saguling, Cirata, dan Jatiluhur adalah tiga waduk besar yang berfungsi sebagai sumber air untuk irigasi, perikanan, dan pembangkit listrik tenaga surya (PLTA)[2]. Penelitian lain pernah dilakukan oleh Greepeace Asia Tenggara dan Wahana Lingkungan Hidup Indonesia (WAHLI) di Jawa Barat, berdasarkan penelitian tersebut logam berat yang berasal dari limbah pabrik menjadi penyebab utama tercemarnya sungai citarum[3]. Selain itu Faktor alam juga menjadi salah satu penyebab tercemarnya air sungai citarum, seperti iklim dan topografi.

Kondisi air sungai dapat menjadi patokan terhadap tercemar atau tidaknya air sungai. Kualitas air sungai ini dapat dihasilkan melalui berapa banyak perhitungan, salah satunya menggunakan perhitungan metode Indeks Pencemaran. Indeks Pencemaran adalah metode penelitian yang sifatnya bergantung pada baku mutu air, batas atau kadar ukuran makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada yang ditenggang keberadaannya di dalam air dan hal ini telah ditetapkan pada PP No. 82 Tahun 2001. Baku mutu air juga telah ditetapkan menjadi empat kelas berdasarkan kepentingan dan peruntukannya. Berikut merupakan empat kelas mutu air yang telah dibedakan, seperti [4]:

1. Kelas satu, air yang diperuntukkan sebagai air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang digunakan sebagai mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut ;
2. Kelas dua, air yang diperuntukkan sebagai penggunaan prasarana/sarana rekreasi air, untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang digunakan sebagai mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut ;
3. Kelas tiga, air yang diperuntukkan sebagai pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan atau peruntukan lain yang digunakan sebagai mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut ;
4. Kelas empat, air yang diperuntukkan sebagai mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang digunakan sebagai mutu air yang sama dengan kegunaanya.

Pada penelitian ini akan dilakukan perhitungan yang hasilnya akan diklasifikasikan sesuai nilainya. Perhitungan yang akan dilakukan menggunakan metode Indeks Pencemaran ini akan di klasifikasikan menjadi 4 kategori, yaitu Memenuhi Baku Mutu, Cemar Ringan, Cemar Sedang, dan Cemar Berat. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk melakukan analisa terhadap pencemaran pada sungai citarum yang terjadi dalam kurun waktu 2018 – 2022.

II. KAJIAN TEORI

Untuk mendapatkan nilai kualitas air sungainya, sebelumnya akan dilakukan pemilihan parameter yang akan digunakan dalam proses perhitungan menggunakan metode Indeks Pencemaran, yang diantaranya sebagai berikut :

A. pH

Nilai pH air sungai berkisar antara 4 dan 9. Nilai ini menentukan apakah air bersifat asam atau tidak. Oleh karena itu, nilai pH sangat penting untuk sifat perairan. Basa ini akan berdampak bagi kehidupan di dalam air. Proses perubahan pada tingkat keasaman air ke arah alkali serta asam, akan sangat membahayakan ikan dan makhluk air lainnya. Nilai pH yang tepat tidak sesuai untuk organisme kehidupan di air yang tergantung pada jenis makhluknya. Hal tersebut menyatakan bahwa mayoritas biota akuatik sensitif terhadap pergeseran pH dan menyukai pH sekitar 7-7,5[5].

B. TSS

Padatan Tersuspensi Total (TSS) adalah bahan tersuspensi yang memiliki diameter lebih dari 1 μm dan juga tidak larut pada saringan millipore dengan diameter pori 0,45 μm . Padatan tersuspensi (TSS) merupakan kumpulan dari jasad renik dan lumpur juga pasir halus yang dibawa ke badan air oleh erosi tanah atau kikisan tanah. Akibatnya, pengendapan gravitasi konvensional tidak dapat menghilangkan padatan tersuspensi[5].

C. DO

DO adalah parameter vital yang dibutuhkan oleh semua hewan air, seperti ikan. Penurunan jumlah oksigen terlarut dalam perairan akan sangat berbahaya bagi kehidupan akuatik, terutama untuk ikan. Sebagian besar ikan yang mati di beberapa perairan tercemar akibat kurangnya oksigen dalam perairan yang merupakan hasil dari proses degradasi bahan organik oleh mikroorganisme[3].

D. COD

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah kebutuhan oksigen kimia yang mempunyai banyak oksigen dalam total satuan milligram per liternya yang dibutuhkan dalam proses oksidasi kimia bahan organik pada limbah. [6].

E. BOD

BOD (*Biological Oxygen Demand*) adalah banyak oksigen yang dibutuhkan untuk mikroorganisme (terutama bakteri) selama penguraian senyawa organik oleh mikroorganisme dikenal sebagai BOD. Penguraian senyawa organik oleh mikroorganisme terjadi karena mikroorganisme menggunakan senyawa organik sebagai bahan makanan mereka dan menguraikan senyawa organik melalui berbagai reaksi biokimia yang panjang dan kompleks yang terjadi di dalam sel[6].

F. Nitrat

Didalam perairan alami, nitrat merupakan bentuk nitrogen utama dan salah satu parameter kimia. Ammonium masuk ke perairan melalui limbah dan menyebabkan kadar nitrat turun karena aktivitas mikroorganisme dalam air[7].

G. Fecal Coliform

Fecal Coliform merupakan bakteri yang terdapat pada kotoran manusia hewan yang bila dikonsumsi terus menerus dapat menyebabkan diare pada manusia. Tidak hanya itu bakteri ini juga dapat berdampak lebih buruk hingga dapat menyebabkan radang usus, diare, dan infeksi pada saluran kemih dan saluran empedu[8].

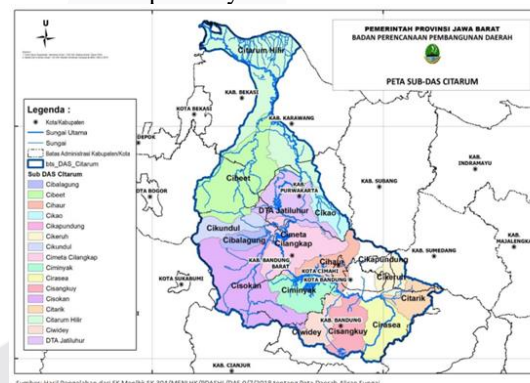
H. Total Fosfat

Fosfat ialah senyawa fosfor yang bisa dimanfaatkan untuk tumbuhan. Fosfat sendiri memiliki karakteristik yang berbeda dengan unsur lainnya yang sama sebagai penyusun biosfer. Karena karakteristiknya tersebut menyebabkan fosfat tidak mudah larut dalam air.

III. METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini digunakan data yang berhasil didapat dari Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Bandung. Data yang didapat mulai dari tahun 2018 – 2022, dimana terdapat delapan titik pantau di sepanjang DAS Citarum, yang diantaranya adalah, stasiun Wangisagara, Stasiun Koyod, Stasiun IPAL Cisirung, Stasiun Nanjung, Stasiun Outlet Waduk Jatiluhur, Stasiun Bendungan Walahar, Stasiun Tunggak jati. Dan setelah masuk tahun 2020 terdapat satu tambahan stasiun pantau yaitu Stasiun Cisanti.



GAMBAR 1
Daerah Aliran Sungai Citarum

TABEL 1
Titik Pantau Sungai Citarum

No	Lokasi	Titik Koordinat	Longitude	Latitude
1	Outlet Situ Cisanti	107° 39' 28.0" BT; 07° 12' 33.0" LS	107.657778	- 7.209167
2	Wangisagara	107° 44' 54.7" BT; 07° 04' 26.8" LS	107.748528	- 7.074111
3	Koyod	107° 43' 31.0" BT; 07° 00' 55.1" LS	107.725278	- 7.015305

4	Setelah IPAL Cisirung	107° 36' 46.0" BT; 06° 58' 42.1" LS	107.612778	- 6,978361
5	Nanjung	107° 32' 09.1" BT; 06° 56' 29.8" LS	107.535862	- 6.941611
6	Outlet Waduk Jatiluhur	107° 23' 20.8" BT;	107.389112	- 6.518750

		06° 31' 07.5" LS		
7	Bedung Walahar	107° 21' 45.2" BT; 06° 22' 58.5" LS	107.362556	- 6.382916
8	Tunggak Jati	107° 43' 31.0" BT; 06° 19' 36.1" LS	107.725278	- 6.326694

B. Baku Mutu Air

Baku Mutu Air ialah batas ukuran makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada keberadaannya di dalam air. Baku Mutu Air ini dibagi menjadi empat kelas sesuai dengan peruntukannya, dan pada penelitian ini Air Sungai Citarum masuk kedalam Kelas dua yang diperuntukkan sebagai penggunaan prasarana/sarana rekreasi air, untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang digunakan sebagai mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Berikut merupakan nilai ketetapan Baku Mutu Sesuai dengan PP No. 22 Tahun 2021[9].

TABEL 1
Standar Baku Mutu Air

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4
1	pH		6-9	6-9	6-9	6-9
2	TSS	mg/L	40	50	100	400
3	DO	mg/L	6	4	3	1
4	BOD	mg/L	2	3	6	12
5	COD	mg/L	10	25	40	80
6	Nitrat	mg/L	10	10	20	20
7	Fecal Coliform	MPN/100 mL	100	1000	2000	2000
8	Total Fosfat	mg/L	0,2	0,2	1,0	-

C. Metode Indeks Pencemaran

Indek Pencemaran merupakan metode yang berbasis indeks. Metode ini didasari oleh indeks kualitas yang dibagi menjadi dua, yaitu indeks rerata dan indeks maksimum. Indeks rerata ini menunjukkan tingkat pencemaran yang terdapat dari seluruh parameter dalam sekali pengamatan. Indeks maksimum, ini menunjukkan dimana terdapat parameter yang menjadi dominan dalam penurunan kualitas air dalam sekali pengamatan. Kategori pencemaran dibagi menjadi empat, dan pada penelitian ini untuk setiap kategory dibagi label kelas untuk memudahkannya, berikut merupakan kategori pencemarannya:

TABEL 2

Kategori Kualitas Air

Kelas	Indeks Cemar	Kualitas
1	$0 \leq IP \leq 1$	Memenuhi Baku Mutu
2	$1 < IP \leq 5$	Tercemar Ringan
3	$5 < IP \leq 10$	Tercemar Sedang
4	$IP \geq 10$	Tercemar Berat

Tahap pertama perhitungan IP ialah membandingkan setiap konsentrasi setiap parameter, (C_i) adalah parameter pencemar dan (L_i) merupakan nilai baku mutu. Sehingga dari perbandingan dua nilai tersebut (C/L) menghasilkan nilai (C/L) yang baru. Jika nilai tersebut lebih dari 1 maka akan dinutuhkan nilai baru, dan perhitungan dilakukan menggunakan rumus dibawah ini:

$$\frac{C}{L} \text{ baru} = 1 + 5 \log \frac{C}{L} \text{ pengukuran}$$

Jika nilai parameter dan baku mutu berbanding terbalik yaitu Ketika nilai konsentrasi parameter yang akan menurun, maka kondisi tersebut akan menyatakan tingkat pencemaran yang meningkat. Dari kondisi tersebut perlu dilakukan perhitungan terlebih dahulu untuk mengetahui nilai maksimum dari parameter tersebut. Setelah itu ip untuk parameter tersebut dapat ditentukan dengan persamaan tersebut :

$$\frac{C}{L} = \frac{C_{im} - C_i \text{ (hasil pengukuran)}}{C_{im} - L_i}$$

Nilai maksimum atau nilai teoritis dari parameter tersebut adalah C_{im} . Untuk parameter yang memiliki nilai rentang seperti DO, maka digunakan rumus persamaan dibawah ini:

Untuk $C_i \leq L_i$ rata-rata :

$$\frac{C}{L} = \frac{[C_i - L_i \text{ rata-rata}]}{[L_i \text{ min} - L_i \text{ rata-rata}]}$$

Untuk $C_i > L_i$ rata-rata :

$$\frac{C}{L} = \frac{[Ci - Li \text{ rata} - rata]}{[Li \text{ max} - Li \text{ rata} - rata]}$$

Nilai Li min dan Li max ialah batas rentang atas dan batas rentang bawah, Dan Li rata-rata merupakan nilai rata-rata dari Li min dan Li max. Sedangkan indeks (C/L) kemudian dihitung nilai rata-ratanya sebagai I_R yang kemudian menentukan nilai maksimum sebagai I_m . Setelah didapatkan hasil nilai rata-rata dari masing-masing parameter, kemudian dilanjutkan ke tahap perhitungan untuk menghasilkan nilai ip. Berikut merupakan rumus dari indeks pencemaran[10] :

$$IP_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{Ci}{Lij}\right)^2 M - \left(\frac{Ci}{Lij}\right)^2 R}{2}}$$

Keterangan :

IPj : Indeks pencemaran bagi j

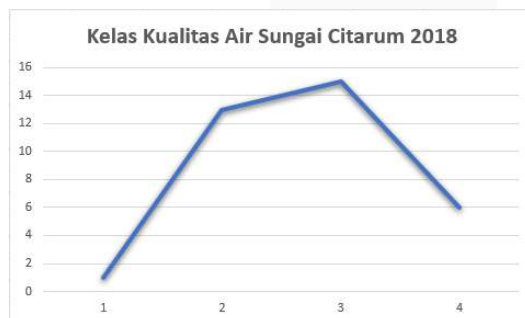
Ci : Nilai parameter air kualitas i

Lij : Nilai Baku Mutu Air sesuai peruntukan

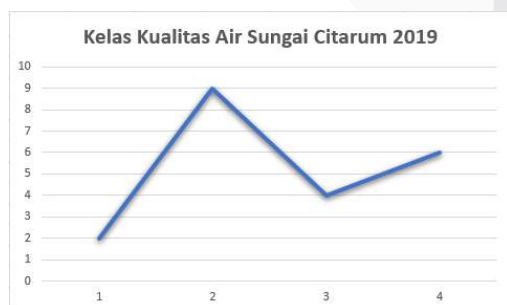
M : maksimum

R: rata-rata

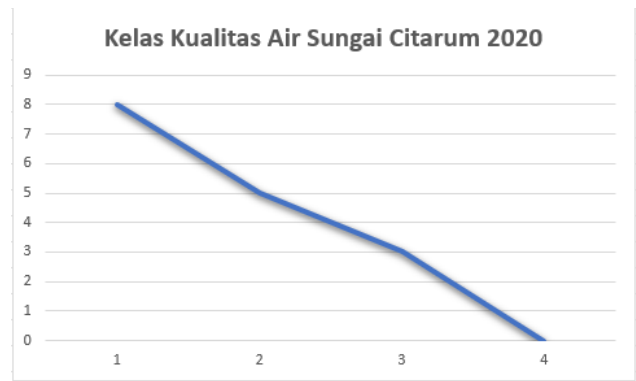
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



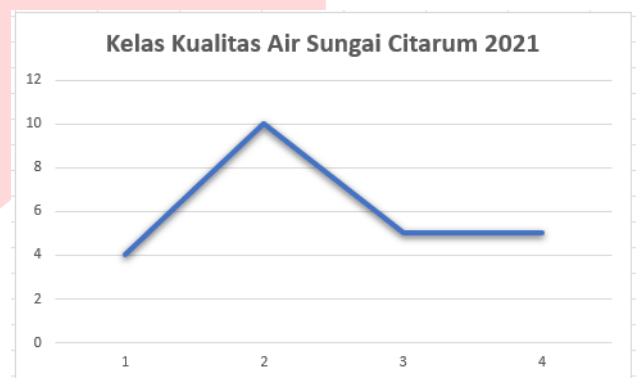
GAMBAR 1
Grafik Kualitas Air Sungai Citarum 2018



GAMBAR 2
Grafik Kualitas Air Sungai Citarum 2019



GAMBAR 3
Grafik Kualitas Air Sungai Citarum 2020



GAMBAR 4
Grafik Kualitas Air Sungai Citarum 2021



GAMBAR 5
Grafik Kualitas Air Sungai Citarum 2022

Berdasarkan perhitungan yang telah lakukan menggunakan metode Indeks Pencemaran, data setiap tahun yang didapat menghasilkan jumlah kelas kualitas air sungai citarum yang berbeda-beda setiap tahunnya. Dengan total jumlah data sebanyak 112 baris data, menghasilkan persebaran kelas yang berbeda-beda. Seperti pada tahun 2018, dengan total data 35 baris data menghasilkan jumlah kelas tiga yang dominan yang masuk kedalam kategori cemar sedang. Pada tahun 2019 dengan total 21 data memberikan hasil kelas cemar ringan sebagai dominan. Pada tahun 2020 dengan total data 16 baris data di setiap titik pantau menghasilkan kelas satu dengan kategori memenuhi baku mutu. Tahun 2021 dengan jumlah 24 baris data menghasilkan kelas dua yang menjadi mayoritas pada tahun tersebut. Dan pada tahun 2022 dengan total data 16 disetiap titik pantauanya

kelas tiga menjadi kelas terbanyak untuk kualitas air sungai citarum pada tahun tersebut.

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan Analisa terhadap data air sungai citarum mulai dari tahun 2018 – 2022 yang telah diterapkan perhitungan dengan metode indeks pencemaran untuk mendapatkan nilai IP. Dapat disimpulkan bahwa kualitas air sungai citarum hingga saat ini masih mengalami kenaikan dan penurunan. Kenaikan yang sangat bagus terjadi pada tahun 2020 yang dimana ditahun tersebut hampir diseluruh titik pantau sungai citarum memperoleh kelas satu yang termasuk kedalam kategori memnuhi baku mutu.

REFERENSI

- [1] *THE WORLDS WORST 2013: THE TOP TEN TOXIC THREATS.*
- [2] M. Marselina, F. Wibowo, and A. Mushfiroh, "Water quality index assessment methods for surface water: A case study of the Citarum River in Indonesia," *Heliyon*, vol. 8, no. 7, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e09848.
- [3] Muhammad Reza Cordova, Intan Suci Nurhati, Akihiro Shiimoto, Katsumori Hatanaka, Ramadhona Saville, and Etty Riani, "Spatiotemporal macro debris and microplastic variations linked to domestic waste and textile industry in the supercritical Citarum River, Indonesia," *Mar Pollut Bull*, vol. Volume 175, 2022.
- [4] "PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR 82 TAHUN 2001."
- [5] V. Djoharam, E. Riani, and M. Yani, "ANALISIS KUALITAS AIR DAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN SUNGAI PESANGGRAHAN DI WILAYAH PROVINSI DKI JAKARTA," *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, vol. 8, no. 1, pp. 127–133, Apr. 2018, doi: 10.29244/jpsl.8.1.127-133.
- [6] W. Atima, "BOD DAN COD SEBAGAI PARAMETER PENCEMARAN AIR DAN BAKU MUTU AIR LIMBAH," *Jurnal Biology Science adn Education 2015*, vol. 4, no. 1, pp. 83–93, 2015.
- [7] R. Hoetary Tirta Amalia, A. Kemala Tasya, and D. Ramadhani, "Kandungan Nitrit dan Nitrat Pada Kualitas Air Permukaan," *Universitas Negeri Padang*, vol. 01, no. 2021, 2021, doi: 10.24036/proseminasbio/vol1/87.
- [8] S. Purnama, "Dinamika Kedudukan Interface di Pesisir Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah," *Majalah Geografi Indonesia*, vol. 31, no. 2, p. 1, Dec. 2017, doi: 10.22146/mgi.25493.
- [9] "REPUBLIK INDONESIA."
- [10] D. Marganingrum, D. Roosmini, P. Pradono, and A. Sabar, "Diferensiasi Sumber Pencemar Sungai Menggunakan Pendekatan Metode Indeks Pencemaran (IP) (Studi Kasus: Hulu DAS Citarum)," *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*, vol. 23, no. 1, p. 41, May 2013, doi: 10.14203/risetgeotam2013.v23.68.