

Model Pengelolaan Lingkungan Berbasis IP (Indeks Pencemaran) Berspektif CCME (Canadian Council of Ministers of The Environment) dan VED (Vital, Essential and Desirable) Dengan AHP Sebagai Perating (Studi Kasus : Kabupaten Gresik – Jawa Timur)

Irwanto¹ dan Rony Prabowo²

^{1,2}Magister Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

E-mail: irwanmus81@gmail.com

ABSTRACT

The quality of the environment in Gresik Regency has decreased along with the areas affected by pollution have increased. In 2021-2022 the areas affected by light industry pollution will increase by 18%, medium industry by 14%, and heavy industry by 15%. To find out how far the level of pollution is, a pollution index calculation for 7 rivers is carried out using the IP, CCME, VED and AHP methods as ratings. IP calculation results with water quality status lightly polluted 3 rivers (Mireng River 1.98, Lamong River 3.43 and Sukomulyo River 4.24), while 3 rivers (Afvour Wringinanom 7.02, Surabaya River 7.01 and Tengah River 8.03) and the weight of 1 river (Solo River 10.57). CCME calculation results with poor water quality status 1 river (Tengah River 38.34) and 6 rivers with poor quality status (Afvour Wringinanom 44.66, Mireng River 58.5, Surabaya River 44.72, Solo River 49.34, Lamong River 52.91 and Sukomulyo River 48.12). The VED classification consists of 2 Vital Rivers (Solo River and Tengah River), Essential 3 Rivers (Afvour Wringinanom, Surabaya River, Lamong River) and Desirable 2 Rivers (Mireng River and Sukomulyo River). While the criteria and alternatives through the AHP rating there are 3 aspects namely technical and economic, health and environment, legal and institutional with 3 priority alternatives the role of the community and business actors, namely guidance, supervision and law enforcement, and river conservation.

Keywords : river, IP, CCME, VED, AHP

ABSTRAK

Kualitas lingkungan di Kabupaten Gresik semakin menurun seiring dengan wilayah terdampak pencemaran mengalami peningkatan. Tahun 2021-2022 wilayah terdampak pencemaran light industry meningkat 18%, medium industry 14%, dan heavy industry 15%. Untuk mengetahui sejauh mana tingkat pencemaran dilakukan perhitungan indeks pencemaran terhadap 7 Sungai dengan metode IP, CCME, VED dan AHP sebagai perating. Hasil perhitungan IP dengan status mutu air tercemar ringan 3 sungai (Kali Mireng 1,98, Kali Lamong 3,43 dan Kali Sukomulyo 4,24), sedang 3 sungai (Afvour Wringinanom 7,02, Kali Surabaya 7,01 dan Kali Tengah 8,03) dan berat 1 sungai (Bengawan Solo 10,57). Hasil perhitungan CCME dengan status mutu air buruk 1 sungai (Kali Tengah 38,34) dan 6 sungai status mutu kurang (Afvour Wringinanom 44,66, Kali Mireng 58,5, Kali Surabaya 44,72, Bengawan Solo 49,34, Kali Lamong 52,91 dan Kali Sukomulyo 48,12). Klasifikasi VED terdiri dari Vital 2 Sungai (Bengawan Solo dan Kali Tengah) Essential 3 Sungai (Afvour Wringinanom, Kali Surabaya, Kali Lamong) dan Desirable 2 Sungai (Kali Mireng dan Kali Sukomulyo). Sedangkan kriteria dan alternatif melalui perating AHP ada 3 aspek yakni teknis dan ekonomi, kesehatan dan lingkungan, hukum dan kelembagaan dengan 3 alternatif prioritas yakni peran masyarakat dan pelaku usaha, pembinaan, pengawasan dan penegakan hukum, dan konservasi sungai.

Kata kunci : sungai, IP, CCME, VED, AHP

PENDAHULUAN

Lingkungan hidup saat ini mengalami ancaman dan kerusakan setiap saat. Kerusakan yang disebabkan oleh pola hidup yang tidak ramah lingkungan dari manusia merupakan penyebab yang diyakini turut andil terjadinya kerusakan lingkungan hidup, sebagai akibat ekosistem menjadi terganggu [1]. Ditinjau dari ilmu kimia dengan kadar tertentu yang dapat merubah keadaan keseimbangan pada daur materi tersebut, baik keadaan struktur maupun fungsinya sehingga mengganggu kesejahteraan manusia [11]. Pencemaran lingkungan ini dapat menimbulkan gangguan terhadap kesejahteraan bahkan dapat berakibat bagi kesehatan manusia di lingkungan sekitar kawasan industri.

Wilayah yang terdampak pencemaran akibat dari industri di Kabupaten Gresik selalu mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2021 sampai 2022 untuk wilayah yang terdampak pencemaran karena adanya light industry meningkat sebesar 18%, untuk wilayah yang terdampak pencemaran karena adanya medium industry meningkat sebesar 14%, dan untuk wilayah yang terdampak pencemaran karena adanya heavy industry meningkat sebesar 15%.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka pokok permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini pertama adalah bagaimana menentukan Pencemaran Lingkungan (Air) melalui pendekatan metode IP (Indeks Pencemaran), CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) dan VED (Vital, Essential and Desirable.), kedua adalah bagaimana menentukan kriteria prioritas dan faktor alternatif yang berpengaruh terhadap instrumen pengelolaan lingkungan melalui perating AHP (Analytic Hierarchy Process), dan yang ketiga adalah bagaimana menentukan strategi penerapan kebijakan Instrumen Lingkungan Hidup yang lebih efektif dalam pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup.

TINJAUAN PUSTAKA

IP (Indeks Pencemaran)

Sebagai metode berbasis indeks, metode IP dibangun berdasarkan dua indeks kualitas [10]. Pertama adalah indeks rata-rata (IR). Indeks ini menunjukkan tingkat pencemaran rata-rata dari seluruh parameter dalam satu kali pengamatan. Kedua adalah indeks maksimum (IM). Indeks ini menunjukkan satu jenis parameter yang dominan menyebabkan penurunan kualitas air pada satu kali pengamatan [20] [4] .

Rumus yang digunakan untuk menghitung Indeks Pencemaran (IP) :

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

Dimana:

- IP_j : Indeks Pencemaran bagi peruntukan j
- C_i : Konsentrasi hasil uji parameter
- L_{ij} : Konsentrasi parameter sesuai baku mutu peruntukan air j
- (C_i/L_{ij})_M : Nilai C_i/L_{ij} maksimum
- (C_i/L_{ij})_R : Nilai C_i/L_{ij} rata rata.

Status mutu air berdasarkan hasil perhitungan Indeks Pencemaran jika menghasilkan angka antara 0 -1,0 (kondisi baik), 1,1 – 5,0 (cemar ringan), 5,1 -10 (cemar sedang) dan lebih besar 10 (cemar berat) yang terbagi dalam 5 kelas yaitu baik sekali (95-100), baik (80-94), cukup (65-79), kurang (45-64), dan buruk (0-44) dalam merefleksikan status mutu/kualitas air.

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment)

CCME merupakan lembaga yang memiliki kewenangan untuk menetapkan penilaian NAB (Nilai Ambang Batas) pada pencemaran baik udara, tanah dan air. Untuk penentuan indeks kualitas air digunakan CCME WQI (Water Quality Index) merupakan suatu alat yang disederhanakan bagi masyarakat umum untuk memperoleh data kualitas air yang kompleks. Indeks kualitas air ini diformulasikan oleh *British Columbia Ministry of Environment, Lands and Parks* yang kemudian dikembangkan oleh Alberta Environment [2]. Jenis parameter, baku mutu dan jangka waktu yang digunakan pada indek ini sangat bervariasi tergantung pada isu-isu dan kondisi lokal setiap wilayah [19]. Penentuannya digunakan pada indek ini tidak ditentukan dan sangat bervariasi dari antar daerah tergantung pada isu-isu dan kondisi lokal pada masing-masing daerah [6]. Minimal terdapat empat contoh variabel untuk empat kali digunakan dalam perhitungan indeks ini. Metode ini berguna dalam mengevaluasi perubahan kualitas air pada lokasi tertentu dari waktu ke waktu dan untuk membandingkan indeks secara keseluruhan antar lokasi yang menggunakan variabel dan baku mutu yang sama. CCME WQI dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut [10].

1. F1 (*Scope*), menyatakan persentase variabel-variabel yang tidak memenuhi baku mutu, setidaknya untuk satu kali periode waktu (variabel gagal) relatif terhadap jumlah variabel yang diukur [1].

$$F1 = \left\{ \frac{\text{Number of Failed Variables}}{\text{Total Number of Variables}} \right\} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

2. F2 (*Frequency*), menyatakan persentase uji setiap parameter yang tidak memenuhi baku mutu (uji gagal)

$$F2 = \left\{ \frac{\text{Number of Failed Variables}}{\text{Total Number of Variables}} \right\} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3)$$

3. F3 (*Amplitude*), menyatakan jumlah dimana nilai uji gagal tidak memenuhi baku mutu. F3 dihitung dengan tiga langkah yaitu:

- a. Jumlah waktu dimana konsentrasi masing-masing lebih besar atau kurang dari baku mutu minimum baku mutu. Ini disebut "*excursion*". Jika nilai uji lebih dari baku mutu:

$$\text{Excursion } i = \left\{ \frac{\text{Failed Test Value}}{\text{Objective}} \right\} - 1 \quad \dots\dots\dots (4)$$

Jika nilai uji kurang dari baku mutu:

$$\text{Excursion } i = \left\{ \frac{\text{Objective}}{\text{Failed Test Value}} \right\} - 1 \quad \dots\dots\dots (5)$$

- b. Uji excursion dari baku mutu dan membagi total nilai uji (baik yang terpenuhi dan yang tidak terpenuhi). Variabel ini disebut sebagai jumlah normalisasi *excursion* atau nse dihitung sebagai berikut.

$$\text{nse} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Excursion}}{\# \text{ of Test}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

- c. F3 kemudian dihitung dengan fungsi asimtotik dengan skala jumlah dari nse dengan kisaran harga antara 0 hingga 100

$$F3 = \left\{ \frac{\text{nse}}{0,01 \text{ nse} + 0,01} \right\} \quad \dots\dots\dots (7)$$

Apabila nilai faktor- faktor telah diperoleh maka nilai CCME WQI dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{CCME WQI} = 100 - \left\{ \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1,732} \right\} \quad \dots\dots\dots (8)$$

Indeks CCME WQI menghasilkan angka antara 0 (terjelek) hingga 100 (terbaik) yang terbagi dalam 5 kelas yaitu baik sekali (95-100), baik (80-94), cukup (65-79), kurang (45-64), dan buruk (0-44) dalam merefleksikan status mutu/kualitas air [2].

VED (Vital, Essential and Desirable).

Berdasarkan kekritisannya, suku cadang secara konvensional diklasifikasikan menjadi tiga kelas, yaitu *vital*, *essential* dan *desirable* [8]:

1. Vital (V)

Item kategori penting adalah pencemaran ini dapat menimbulkan dampak negatif yang sangat serius bagi masyarakat terdampak dan dalam penanganannya bersifat sangat penting [5] [6]. Pencemaran ini harus segera diatasi karena dapat menimbulkan risiko kematian, kecacatan, maupun sakit dengan jumlah warga terdampak banyak, dapat berdampak serius pada aspek-aspek sumber daya lainnya serta membutuhkan penyelesaian dalam waktu yang relatif lama [17] [7] .

2. *Essential (E)*

Pencemaran yang terjadi dapat dikategorikan berdampak negatif serius dan bersifat penting [19] [16]. Pencemaran pada kategori ini dapat berdampak timbulnya penyakit meskipun bisa terjadi dalam waktu yang relatif lama, membawa dampak pencemaran udara, air maupun tanah sehingga membutuhkan instrumen atau fasilitas untuk menanganinya [21]. Selain itu aspek ketidaknyamanan masyarakat dalam menjalani kehidupan sehari-hari juga menjadi kategori dalam level *essential* serta dampak negatif dari pencemaran yang ditimbulkan dapat diatasi meskipun membutuhkan *recovery* yang cukup lama [15] [10].

3. *Desirable (D)*

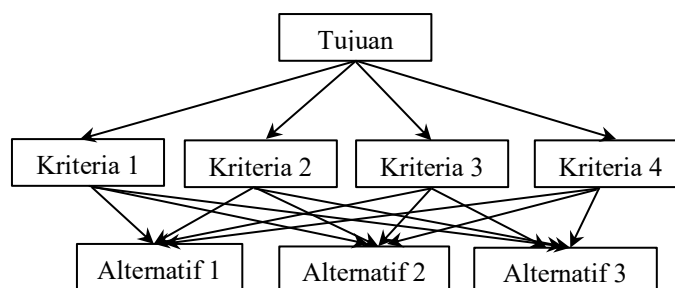
Pencemaran dimana dampaknya masih dapat ditoleransi dan tidak menimbulkan dampak negatif besar bagi masyarakat sekitar yang terdampak maupun lingkungan [4]. Namun meskipun begitu pencemaran ini cukup mengganggu dan dalam jangka waktu yang lama dapat menimbulkan penyakit maupun gangguan-gangguan ketidaknyamanan dalam menjalani kehidupan sehari-hari [3] [2].

AHP (*Analitycal Hierarchy Process*)

AHP pertama kali dikembangkan oleh Thomas L Saaty yang dipakai untuk pemecahan masalah yang kompleks, dengan aspek atau kriteria yang dipertimbangkan cukup banyak. Kompleksitas masalah disebabkan oleh struktur masalah yang belum jelas, ketidakpastian persepsi pengambil keputusan serta ketidakpastian ketersediaan data yang akurat [18]. Metode AHP mampu memecahkan masalah yang multi obyektif dan multi kriteria yang didasarkan pada perbandingan preferensi dari setiap elemen hierarki, sehingga dapat dikatakan bahwa model ini merupakan model pengambilan keputusan yang komprehensif [12] [18]

Dalam memecahkan persoalan dengan metode AHP ada prinsip dasar yang harus dipahami [9]:

1. *Decomposition* (Menyusun Hirarki)



Gambar 1 Struktur AHP (Makkasau, 2013)

Hirarki yang dimaksud adalah hirarki dari permasalahan yang akan dipecahkan untuk mempertimbangkan kriteria-kriteria atau komponen-komponen yang mendukung pencapaian tujuan [13]. Dalam menyusun struktur hirarki ada 3 (tiga) tingkatan yang harus dipenuhi, yaitu [14] :

- Tingkatan pertama Tujuan Keputusan (*goal*)
- Tingkatan kedua Kriteria-kriteria
- Tingkatan ketiga Alternatif-alternatif

2. *Comparative Judgement* (Penilaian Perbandingan Berpasangan)

Prinsip ini dilakukan dengan membuat penilaian perbandingan berpasangan tentang kepentingan relatif dari dua elemen pada suatu tingkat hierarki tertentu dalam kaitannya dengan tingkat di atasnya dan memberikan bobot numerik berdasarkan perbandingan tersebut. Hasilnya disajikan dalam matriks yang disebut *Pairwise Comparison* [12].

3. *Synthesis of Priority* (Penentuan Prioritas)

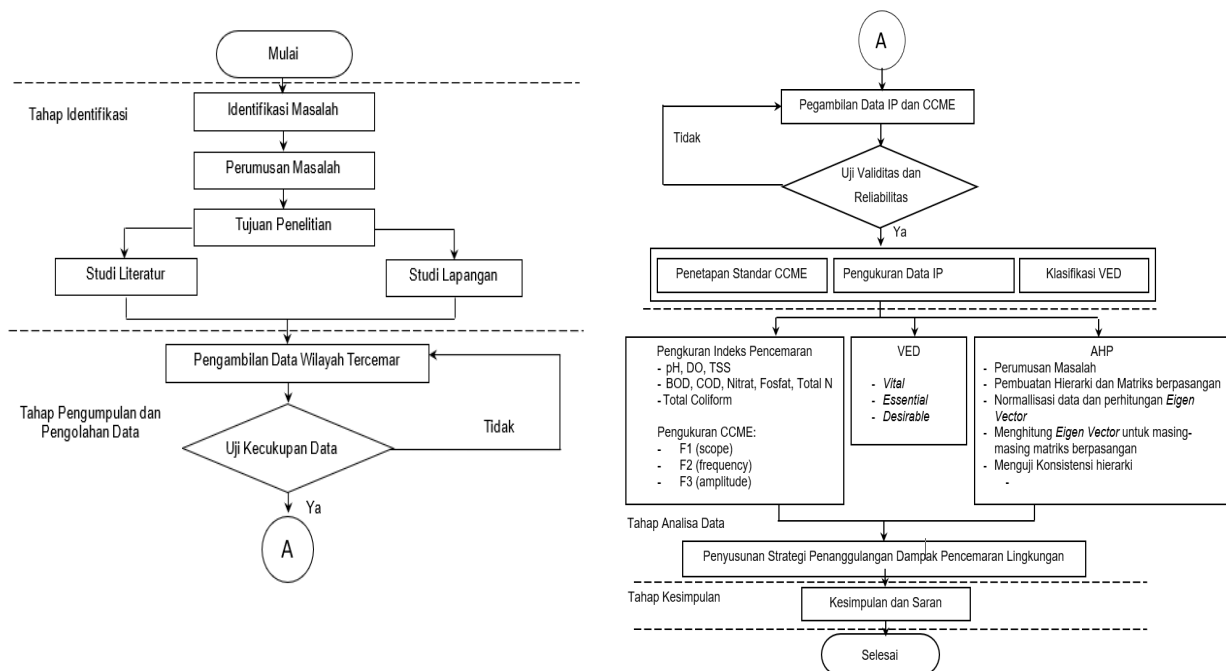
Sintesa adalah tahap untuk mendapatkan bobot bagi setiap elemen hierarki dan elemen alternatif. Dari setiap matriks *Pairwise Comparison* kemudian dicari *eigen vector*-nya untuk mendapatkan *local priority*. Karena matriks *pairwise comparison* terdapat pada setiap tingkat, maka untuk mendapatkan *global priority* harus dilakukan sintesa diantara *local Priority*. Pengurutan elemen-elemen menurut kepentingan relatif melalui prosedur sintesa dinamakan *Priority Setting* [18].

4. *Logical Consistency* (Konsistensi Logika)

Konsistensi memiliki dua makna pertama adalah objek-objek yang serupa dapat dikelompokkan sesuai dengan keseragaman dan relevansi. Arti kedua adalah menyangkut tingkat hubungan antara objek-objek yang didasarkan pada kriteria tertentu [12].

METODE

Lokasi penelitian ini dilakukan di Kabupaten Gresik dengan objek penelitian adalah air sungai yang ada di Wilayah Kabupaten Gresik, dalam hal ini dilakukan pada 7 (tujuh) sungai/badan air yakni Afvour Wringinanom, Kali Mireng, Kali Surabaya, Bengawan Solo, Kali Lamong, Kali Tengah dan Kali Sukomulyo yang notabene menjadi badan air penerima dari buangan air dari aktivitas industri maupun domestik dari pemukiman.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data

Nama dan lokasi Sungai yang dilakukan pemantauan dan pengambilan sampel adalah Afvour Wringinanom (-7.38472222; 112.5756944), Kali Mireng (-7.07736111; 112.5728889), Kali Surabaya (-7.351232; 112.662753), Bengawan Solo (-7.06275; 112.5764444), Kali Lamong (-7.194628; 112.645242), Kali Tengah (-7.351275; 112.662131 dan Kali Sukomulyo (-7.112000; 112.5936111) dengan peta lokasi pada gambar berikut.



Gambar 3. Peta Lokasi Penelitian Air Sungai di Kabupaten Gresik

Hasil uji laboratorium kualitas Air Sungai sesuai dengan lokasi pada gambar di atas tahun 2018 - 2022 disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi Data Kualitas Air Sungai Avour Wringinanom Tahun 2018-2022

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Hasil Uji Tanggal									
				16/03/2018	21/11/2018	14/02/2019	28/11/2019	08/04/2020	15/10/2020	25/03/2021	26/10/2021	23/03/2022	21/10/2022
1	pH	pH unit	6,0-9,0	7,75	7,10	7,60	7,20	7,51	7,13	7,80	7,21	7,73	7,11
2	BOD	mg/L	3	35,50	45,00	37,50	48,00	25,00	31,00	16,00	23,00	5,00	13,00
3	COD	mg/L	25	94,60	105,00	95,50	115,20	75,33	96,51	37,87	57,90	14,10	38,40
4	TSS	mg/L	50	350,00	350,00	359,00	620,00	210,00	421,00	145,00	458,00	12,00	23,00
5	DO	mg/L	4	5,00	6,50	4,50	6,00	4,00	5,50	3,00	6,70	2,00	7,10
6	NO ₃	mg/L	10	0,27	0,30	0,33	0,35	0,35	0,46	0,45	0,57	0,56	0,62
7	Phosphat	mg/L	0,2	0,02	0,12	0,03	0,15	0,04	0,18	0,02	0,17	0,04	0,11
8	Total N	mg/L	15	1,35	2,75	1,40	3,00	1,52	3,17	1,66	3,87	1,85	4,12
9	Total Coli	MPM/100 mL	5000	12500	8100	13000	8300	15000	8500	15200	8700	15400	9100

Keterangan : * PP 22/2021 Lampiran VI Kelas 2

Tabel 2. Rekapitulasi Data Kualitas Air Kali Mireng Tahun 2018-2022

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Hasil Uji Tanggal									
				16/03/2018	21/11/2018	14/02/2019	28/11/2019	08/04/2020	15/10/2020	25/03/2021	26/10/2021	23/03/2022	21/10/2022
1	pH	pH unit	6,0-9,0	7,60	7,20	7,50	7,50	7,72	7,43	7,83	7,61	7,92	7,52
2	BOD	mg/L	3	5,20	8,10	5,60	8,50	6,00	9,00	7,00	10,00	8,00	11,00
3	COD	mg/L	25	18,40	24,30	19,40	25,60	20,11	26,23	34,60	37,70	25,50	34,50
4	TSS	mg/L	50	88,00	23,80	90,00	24,00	91,00	15,00	96,00	6,00	95,00	7,00
5	DO	mg/L	4	4,50	8,00	4,00	7,00	3,00	6,00	3,50	6,10	3,90	5,80
6	NO ₃	mg/L	10	0,10	0,14	0,11	0,12	0,12	0,14	0,11	0,17	< 0,05	0,13
7	Phosphat	mg/L	0,2	0,02	0,05	0,03	0,07	0,04	0,08	0,05	0,07	< 0,025	0,11
8	Total N	mg/L	15	0,25	1,50	0,30	2,00	0,45	2,10	0,53	2,21	0,60	2,58
9	Total Coli	MPM/100 mL	5000	9100	7900	9500	8000	10300	8500	10500	8700	11200	9600

Keterangan : * PP 22/2021 Lampiran VI Kelas 2

Tabel 3. Rekapitulasi Data Kualitas Air Kali Surabaya Tahun 2018-2022

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Hasil Uji Tanggal									
				16/03/2018	21/11/2018	14/02/2019	28/11/2019	08/04/2020	15/10/2020	25/03/2021	26/10/2021	23/03/2022	21/10/2022
1	pH	pH unit	6,0-9,0	7,80	7,90	8,20	8,10	7,45	7,13	7,76	7,21	7,81	7,11
2	BOD	mg/L	3	12,50	14,90	13,72	15,60	11,00	13,00	12,30	14,60	9,00	11,00
3	COD	mg/L	25	66,78	77,89	67,97	78,98	53,13	70,45	34,50	43,20	25,90	34,30
4	TSS	mg/L	50	550,00	625,00	589,00	630,00	423,00	581,00	437,00	571,00	240,00	88,00
5	DO	mg/L	4	6,00	7,00	5,40	6,00	5,20	5,50	5,70	6,00	5,20	6,20
6	NO3	mg/L	10	0,67	0,86	0,78	0,90	2,00	1,30	2,11	1,43	2,32	1,56
7	Phosphat	mg/L	0,2	0,21	0,23	0,23	0,27	0,07	0,03	0,08	0,04	0,05	0,04
8	Total N	mg/L	15	2,67	2,10	2,98	2,51	2,70	2,30	2,98	2,51	3,63	2,89
9	Total Coli	MPM/100 mL	5000	10100	8600	10300	8900	10000	8800	10300	8900	10600	9400

Keterangan : * PP 22/2021 Lampiran VI Kelas 2

Tabel 4. Rekapitulasi Data Kualitas Air Bengawan Solo Tahun 2018-2022

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Hasil Uji Tanggal									
				16/03/2018	21/11/2018	14/02/2019	28/11/2019	08/04/2020	15/10/2020	25/03/2021	26/10/2021	23/03/2022	21/10/2022
1	pH	pH unit	6,0-9,0	7,60	7,30	7,50	7,10	7,62	7,22	7,75	7,22	7,88	7,30
2	BOD	mg/L	3	8,25	13,00	9,50	14,50	8,00	13,00	9,00	14,60	5,00	11,00
3	COD	mg/L	25	32,50	38,50	33,11	81,30	24,12	72,50	25,97	42,50	16,04	33,00
4	TSS	mg/L	50	535,00	665,00	798,00	668,00	998,00	665,00	1025,00	785,00	1039,00	16,00
5	DO	mg/L	4	5,50	6,00	4,70	4,80	4,20	4,25	4,40	6,80	4,60	7,10
6	NO3	mg/L	10	0,04	0,47	0,05	0,56	0,07	0,67	0,08	0,77	0,07	0,86
7	Phosphat	mg/L	0,2	0,02	0,10	0,03	0,15	0,03	0,16	0,03	0,16	< 0,025	0,11
8	Total N	mg/L	15	1,13	1,30	0,15	1,45	0,17	1,55	0,19	1,55	0,21	1,77
9	Total Coli	MPM/100 mL	5000	4700	11150	4900	11300	5000	11500	5100	8050	5200	8100

Keterangan : * PP 22/2021 Lampiran VI Kelas 2

Tabel 5. Rekapitulasi Data Kualitas Air Kali Lamong Tahun 2018-2022

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Hasil Uji Tanggal									
				16/03/2018	21/11/2018	14/02/2019	28/11/2019	08/04/2020	15/10/2020	25/03/2021	26/10/2021	23/03/2022	21/10/2022
1	pH	pH unit	6,0-9,0	7,90	7,70	7,86	7,83	7,76	7,31	7,86	7,42	7,67	7,31
2	BOD	mg/L	3	9,12	5,77	9,64	6,00	13,00	11,00	17,80	15,30	15,00	13,00
3	COD	mg/L	25	41,60	15,50	43,15	16,80	42,31	35,77	44,70	37,20	45,80	38,60
4	TSS	mg/L	50	41,00	97,00	43,00	99,00	371,00	78,00	387,00	87,00	395,00	3,00
5	DO	mg/L	4	5,00	7,00	4,50	6,70	4,10	6,70	4,70	7,00	4,40	6,40
6	NO3	mg/L	10	0,19	0,49	0,18	0,38	0,15	0,30	0,18	0,29	0,29	0,38
7	Phosphat	mg/L	0,2	0,02	0,25	0,03	0,28	0,02	0,12	0,03	0,15	< 0,025	0,14
8	Total N	mg/L	15	1,00	3,45	1,05	3,57	1,01	2,31	1,05	3,57	1,48	4,43
9	Total Coli	MPM/100 mL	5000	13200	7200	13700	7350	13500	7200	13700	7350	14800	7500

Keterangan : * PP 22/2021 Lampiran VI Kelas 2

Tabel 6. Rekapitulasi Data Kualitas Air Kali Tengah Tahun 2018-2022

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Hasil Uji Tanggal									
				16/03/2018	21/11/2018	14/02/2019	28/11/2019	08/04/2020	15/10/2020	25/03/2021	26/10/2021	23/03/2022	21/10/2022
1	pH	pH unit	6,0-9,0	7,86	7,55	7,70	7,40	7,52	7,13	7,63	7,13	7,55	7,06
2	BOD	mg/L	3	38,87	47,45	39,00	48,50	34,00	39,00	25,00	27,00	16,00	12,00
3	COD	mg/L	25	99,56	100,50	98,13	102,50	85,31	94,90	57,30	38,50	48,30	35,20
4	TSS	mg/L	50	535,00	775,00	542,00	821,00	422,00	678,00	143,00	185,00	44,00	26,00
5	DO	mg/L	4	4,00	5,00	3,80	4,50	2,80	4,00	2,50	6,10	3,00	6,60
6	NO3	mg/L	10	0,37	0,75	0,45	0,81	3,20	0,87	3,41	0,87	3,59	0,92
7	Phosphat	mg/L	0,2	0,02	0,12	0,03	0,11	0,02	0,18	0,03	0,37	< 0,025	0,43
8	Total N	mg/L	15	3,21	1,85	3,79	2,00	2,24	2,11	3,79	2,11	4,62	2,21
9	Total Coli	MPM/100 mL	5000	2100	6000	2200	6100	9900	6600	9970	8350	10000	8400

Keterangan : * PP 22/2021 Lampiran VI Kelas 2

Tabel 7. Rekapitulasi Data Kualitas Air Kali Sukomulyo Tahun 2018-2022

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Hasil Uji Tanggal									
				16/03/2018	21/11/2018	14/02/2019	28/11/2019	08/04/2020	15/10/2020	25/03/2021	26/10/2021	23/03/2022	21/10/2022
1	pH	pH unit	6,0-9,0	7,73	7,81	7,63	7,62	7,63	7,75	7,63	7,84	7,57	7,91
2	BOD	mg/L	3	13,12	20,98	14,32	21,70	40,00	12,00	15,00	23,00	5,00	10,00
3	COD	mg/L	25	31,78	44,90	32,28	45,50	57,00	36,98	28,80	37,40	16,10	28,40
4	TSS	mg/L	50	54,50	67,70	55,00	68,00	45,00	48,50	48,00	23,40	33,00	20,00
5	DO	mg/L	4	4,00	8,00	3,00	7,00	6,80	6,50	3,00	5,00	2,60	4,80
6	NO3	mg/L	10	0,11	1,30	0,12	1,50	0,67	1,70	0,67	1,90	0,75	2,80
7	Phosphat	mg/L	0,2	0,09	0,16	0,10	0,20	0,46	0,23	0,03	0,25	< 0,025	0,28
8	Total N	mg/L	15	1,05	0,95	1,12	1,00	1,12	1,13	1,12	1,56	1,33	1,80
9	Total Coli	MPM/100 mL	5000	7000	6000	7100	6100	11000	6500	7100	6700	7400	6900

Hasil Perhitungan IP

Dari tabel 8 terlihat bahwa status mutu air dengan tercemar ringan 3 sungai (Kali Mireng, Kali Lamong dan Kali Sukomulyo), sedang 3 sungai (Afvour Wringinanom, Kali Surabaya dan Kali Tengah) dan berat 1 sungai (Bengawan Solo).

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Perhitungan IP

No	Nama Sungai	Periode	Indeks Pencemaran (IP)					Rata-Rata IP	Status Mutu Air
			2018	2019	2020	2021	2022		
1	Afvour Wringinanom	I	8,63	9,10	6,10	3,94	2,25	7,02	Sedang
		II	10,97	11,68	7,60	6,73	3,17		
2	Kali Mireng	I	1,41	1,48	1,60	1,81	2,02	1,98	Ringan
		II	1,99	2,09	2,21	2,45	2,69		
3	Kali Surabaya	I	7,98	8,54	6,15	6,35	3,54	7,01	Sedang
		II	9,05	9,13	8,40	8,25	2,72		
4	Bengawan Solo	I	7,69	11,43	14,26	14,65	14,83	10,57	Berat
		II	9,58	9,66	9,62	11,29	2,68		
5	Kali Lamong	I	2,28	2,41	5,43	5,69	5,79	3,43	Ringan
		II	1,53	1,58	2,71	3,73	3,16		
6	Kali Tengah	I	9,46	9,49	8,29	6,05	3,89	8,03	Sedang
		II	11,59	12,03	9,96	6,54	2,96		
7	Kali Sukomulyo	I	3,19	3,48	9,59	3,63	1,27	4,24	Ringan
		II	5,06	5,23	2,94	5,53	2,47		

Hasil Perhitungan CCME

Dari tabel 9 terlihat bahwa status mutu air dengan status mutu buruk 1 sungai (Kali Tengah) dan 6 sungai status mutu kurang (Afvour Wringinanom, Kali Mireng, Kali Surabaya, Bengawan Solo, Kali Lamong dan Kali Sukomulyo) dan berat 1 sungai (Bengawan Solo).

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Perhitungan CCME

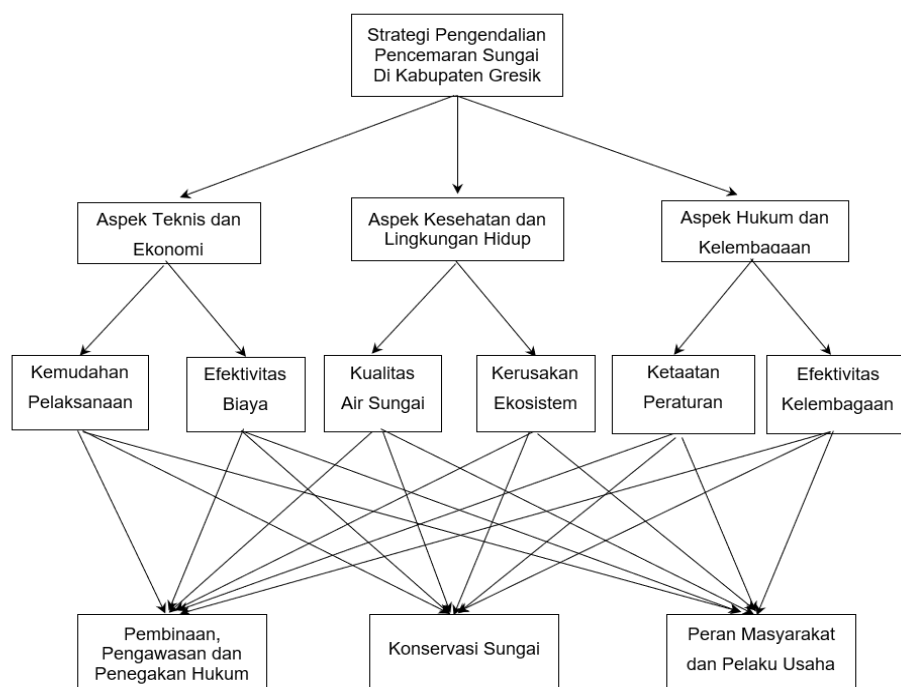
No	Nama Sungai	CCME WQI	Status Mutu Air
1	Afvour Wringinanom	44,66	Kurang
2	Kali Mireng	58,50	Kurang
3	Kali Surabaya	44,72	Kurang
4	Bengawan Solo	49,34	Kurang
5	Kali Lamong	52,91	Kurang
6	Kali Tengah	38,34	Buruk
7	Kali Sukomulyo	48,12	Kurang

Hasil Analisa VED

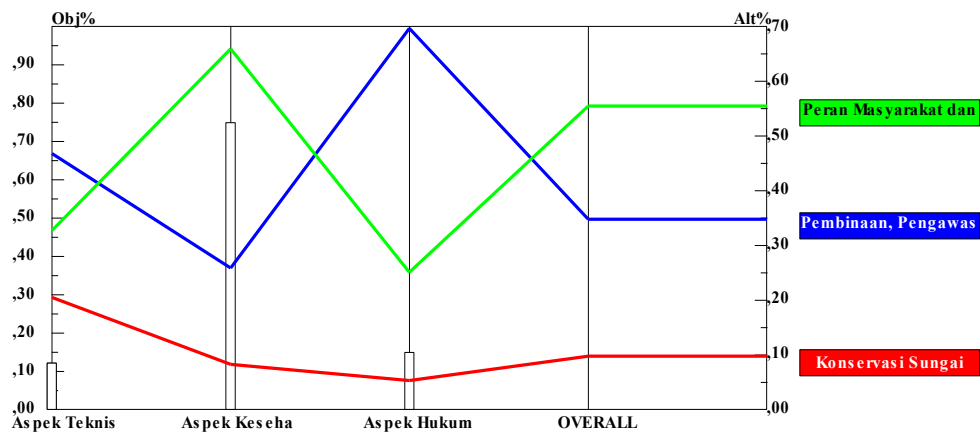
Klasifikasi VED (*Vital, Essential and Desirable*) berdasarkan potensi resiko yang ditimbulkan yakni Vital 2 Sungai (Bengawan Solo dan Kali Tengah) *Essential* 3 Sungai (Afvour Wringinanom, Kali Surabaya, Kali Lamong) dan *Desirable* 2 Sungai (Kali Mireng dan Kali Sukomulyo).

Penggunaan Perating AHP

Selanjutnya bobot masing-masing kriteria dan sub kriteria dan penentuan strategi pengendalian pencemaran Sungai hasil dari pengolahan data dengan memasukkan hasil isian kuesioner ke dalam aplikasi Expert Choice V11 Hasil dari pemilihan alternatif terhadap Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Di Kabupaten Gresik dengan urutan prioritas 1) Pembinaan, Pengawasan dan Penegakan Hukum, 2) Peran Masyarakat dan Pelaku Usaha dan 3) Konservasi Sungai. Adapun susunan hirarki AHP disajikan pada gambar berikut.



Gambar 4. Susunan Hirarki Goal, Kriteria, Sub Kriteria dan Alternatif



Gambar 5. Grafik Performance Sensitivity Aspek dan Alternatif



Gambar 6. Grafik Hasil Summary Overall Alternatif

Pada gambar 5 dan gambar 6 diketahui komposisi prosentase untuk masing-masing kriteria aspek teknis dan ekonomi 11,5 % yang terbagi dalam sub kriteria kemudahan pelaksanaan 85 % dan efektivitas biaya 15 %, aspek kesehatan dan lingkungan hidup 74,3 % yang terbagi dalam sub kriteria kualitas air sungai 79,2 % dan kerusakan ekosistem 20,8 %, dan aspek hukum dan kelembagaan 14,3 % yang terbagi dalam sub kriteria ketaatan terhadap peraturan dan perizinan 85,4 % dan efektivitas kelembagaan 14,6 %. Pada akhirnya didapatkan komposisi penilaian untuk 3 alternatif dalam menentukan tujuan strategi pengendalian pencemaran Sungai di Kabupaten Gresik yang ditunjukkan pada gambar 4.6 (inconsistency ratio sebesar 0,17) secara berurutan : prioritas 1 peran masyarakat dan pelaku usaha 55,5 %, prioritas 2 pembinaan, pengawasan dan penegakan hukum 34,8 % dan prioritas 3 konservasi sungai 9,80 %.

KESIMPULAN

Hasil perhitungan terhadap 7 Sungai didapatkan nilai IP dengan status mutu air : tercemar ringan 3 sungai/kali (Kali Mireng 1,98, Kali Lamong 3,43 dan Kali Sukomulyo 4,24), sedang 3 sungai (Afvour Wringinanom 7,02, Kali Surabaya 7,01 dan Kali Tengah 8,03) dan berat 1 sungai (Bengawan Solo 10,57). WQI-CCME dengan status mutu air buruk 1 sungai (Kali Tengah 38,34) dan 6 sungai status mutu kurang (Afvour Wringinanom 44,66, Kali Mireng 58,5, Kali Surabaya 44,72, Bengawan Solo 49,34, Kali Lamong 52,91 dan Kali Sukomulyo 48,12). Klasifikasi VED berdasarkan potensi resiko yang ditimbulkan yakni Vital 2 Sungai (Bengawan Solo dan Kali Tengah) *Essential* 3 Sungai (Afvour Wringinanom, Kali Surabaya, Kali Lamong) dan *Desirable* 2 Sungai (Kali Mireng dan Kali Sukomulyo).

Kriteria prioritas dan faktor alternatif yang berpengaruh terhadap instrumen pengelolaan lingkungan melalui perating AHP dengan Goal Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Di Kabupaten Gresik yakni Aspek Teknis dan Ekonomi 11,5 % (Kemudahan Pelaksanaan 85 % dan Efektivitas Biaya 15 %), Aspek Kesehatan dan Lingkungan Hidup 74,3 % (Kualitas Air Sungai 79,2 % dan Kerusakan Ekosistem 20,8 %), dan Aspek Hukum dan Kelembagaan 14,3 % (Ketaatan Terhadap Peraturan dan Perizinan 85,4 % dan Efektivitas Kelembagaan 14,6 %). Faktor alternatif yang menjadi tujuan dalam menentukan strategi adalah Pembinaan, Pengawasan dan Penegakan Hukum, Konservasi Sungai, dan Peran Masyarakat dan Pelaku Usaha. Berdasarkan hasil penentuan proritas melalui perating AHP didapatkan urutan : Prioritas 1 Peran Masyarakat dan Pelaku Usaha 55,5 %, Prioritas 2 Pembinaan, Pengawasan dan Penegakan Hukum 34,8 % dan Prioritas 3 Konservasi Sungai 9,80 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan adanya menyusun artikel ini penulis tak lupa mengucapkan terimakasih kepada Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya sebagai penyedia untuk menyusun artikel ini dan juga semua pihak yang telah mendukung dalam penulis artikel ini, penulis berharap semoga bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afrianti, S., & Supriana, T. (2020). Analisis pengelolaan lingkungan hidup akibat dampak aktivitas SPBU terhadap penurunan kualitas air. *Jurnal Kesehatan Masyarakat dan Lingkungan Hidup*, 5(1), 8-13.
- [2] Ahmed, S., Khurshid, S., Madan, R., Amarah, B. A. A., & Naushad, M. (2020). Water quality assessment of shallow aquifer based on Canadian Council of Ministers of the environment index and its impact on irrigation of Mathura District, Uttar Pradesh. *Journal of King Saud University-Science*, 32(1), 1218-1225.
- [3] Anwar, M., & Shafira, M. (2020). Harmonisasi Kebijakan Pengelolaan Lingkungan Pesisir Lampung dalam Rezim Pengelolaan Berbasis Masyarakat. *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, 6(2), 266-287.
- [4] 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).
- [5] Ceylan, Z., & Bulkan, S. (2017). Drug inventory management of a pharmacy using ABC and VED analysis. *Eurasian Journal of Health Technology Assessment*, 2(1), 14-18.
- [6] Etteieb, S., Magdoui, S., Zolfaghari, M., & Brar, S. (2020). Monitoring and analysis of selenium as an emerging contaminant in mining industry: A critical review. *Science of the Total Environment*, 698, 134339.
- [7] Hasibuan, R. (2016). Analisis dampak limbah/sampah rumah tangga terhadap pencemaran lingkungan hidup. *Jurnal Ilmiah Advokasi*, 4(1), 42-52.
- [8] Hunt, L. J., Duca, D., Dan, T., & Knopper, L. D. (2019). Petroleum hydrocarbon (PHC) uptake in plants: A literature review. *Environmental Pollution*, 245, 472-484.
- [9] Kurniawan, W. M., & Hastuti, K. (2017). Penentuan Kualitas Biji Kopi Arabika Dengan Menggunakan Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus Pada Perkebunan Kopi Lereng Gunung Kelir Jambu Semarang). *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 8(2), 519-528.
- [10] Longhini, C. M., Rodrigues, S. K., Costa, E. S., da Silva, C. A., Cagnin, R. C., Gripp, M., & Sá, F. (2022). Environmental quality assessment in a marine coastal area impacted by mining tailing using a geochemical multi-index and physical approach. *Science of The Total Environment*, 803, 149883.
- [11] Makkasau, K. (2013). Penggunaan metode Analytic Hierarchy Process (AHP) dalam penentuan prioritas program kesehatan (studi kasus program Promosi Kesehatan). *J@ ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 7(2), 105-112.
- [12] Munthafa, A. E., & Mubarak, H. (2017). Penerapan metode analytical hierarchy process dalam sistem pendukung keputusan penentuan mahasiswa berprestasi. *Jurnal Siliwangi Seri Sains dan Teknologi*, 3(2).
- [13] Paramita, A., Mustika, F. A., & Farkhatin, N. (2017). Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Guru Terbaik Berdasarkan Kinerja dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, 3(1), 9-18.
- [14] Rais, M. S. (2016). Sistem Pendukung Keputusan Untuk Pemilihan Lokasi Perumahan Menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP). *RJOCS (Riau Journal of Computer Science)*, 2(2), 59-72.
- [15] Sari, E. K., & Wijaya, O. E. (2019). Penentuan status mutu air dengan metode indeks pencemaran dan strategi pengendalian pencemaran sungai ogan kabupaten Ogan Komering Ulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3), 486-491.
- [16] Sugiarta, I. N. G., & Widiati, I. A. P. (2020). Tanggungjawab pemerintah dalam pengelolaan lingkungan hidup berbasis partisipasi masyarakat untuk pembangunan daerah Bali. *Kertha Wicaksana*, 14(2), 96-102.
- [17] Triwidodo, S. A., & Yudoko, G. (2013). Optimizing Spare Parts Procurement to Enhance Plant Availability. *Indonesian Journal of Business Administration*, 2(15), 68698.
- [18] Widyassari, A. P., & Yuwono, T. (2019). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Rumah di Kawasan Cepu Menggunakan Analytical Hierarchy Process. *INTENSIF: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi*, 3(1), 10-21.

- [19] Wigati, D. T. (2017). Manajemen Persediaan Suku Cadang Menggunakan Analisis Keputusan Serta Multi Kriteria Klasifikasi Guna Meningkatkan Produktivitas CV Tunas Karya. *Industria Engineering National Converence - IENACO* 8. 147-156.
- [20] Wikaningrum, T., & Hakiki, R. (2019). Model kebijakan strategis pengelolaan lingkungan kawasan industri (Studi Kasus Kawasan Industri Jababeka dan EJIP di Kabupaten Bekasi). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 9(3), 802-817.
- [21] Yusnita, E. A., & Triajie, H. (2021). Penentuan Status Mutu Air di Perairan Estuari Kecamatan Socah Kabupaten Bangkalan Menggunakan Metode STORET dan Metode Indeks Pencemaran. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 2(2), 157-165.