

## STRATEGI PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR SUNGAI BAMBAR YANG BERMUARA DI DANAU SENTANI KABUPATEN JAYAPURA

### STRATEGY FOR CONTROLLING WATER POLLUTION OF THE BAMBAR RIVER WHICH EARSES IN LAKE SENTANI, JAYAPURA REGENCY

Erni F. Suebu<sup>1\*</sup>, Janviter Manalu<sup>1</sup>, Johnson Siallagan<sup>1</sup>, dan Florida Doloksaribu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MPSAL, Universitas Cenderawasih, Kota Jayapura, Indonesia

<sup>2</sup>PKIMIA, Universitas Cenderawasih, Kota Jayapura, Indonesia

\*e-mail korespondensi: [ernisuebu68688@gmail.com](mailto:ernisuebu68688@gmail.com)

#### ABSTRAK

Perairan di Danau Sentani, Kabupaten Jayapura, mengalami penurunan kualitas akibat pencemaran yang bersumber dari beberapa sungai yang bermuara di sana dan salah satu sungai tersebut adalah Sungai Bambar. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi aktivitas masyarakat di sepanjang Sungai Bambar, menganalisis status kualitas air Sungai Bambar, menentukan beban pencemaran Sungai Bambar, dan menyusun strategi pengendalian pencemaran air Sungai Bambar. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif, kualitatif, dan kuantitatif yang digunakan untuk menggambarkan kondisi yang terjadi serta metode SWOT dalam menyusun strategi pengendalian pencemaran air Sungai Bambar. Hasil penelitian yang didasarkan pada beberapa parameter fisika, kimia dan biologi, menunjukkan bahwa pencemaran air sungai terjadi pada bagian hulu, tengah dan hilir. Beban polusi sebenarnya sangat besar dibandingkan dengan beban polusi maksimum. Matriks SWOT menunjukkan bahwa posisi internal dan eksternal kajian strategi kebijakan pengendalian pencemaran air terhadap pelestarian sungai yang bermuara di Danau Sentani berada pada posisi kuadran II dengan nilai  $x = 0,10$  dan  $y = -0,55$  dan strategi terpilih adalah strategi ST. Program prioritas pada strategi tersebut adalah membina masyarakat yang tinggal di DAS Bambar dan Danau Sentani, serta pelaku usaha, untuk tidak membuang sampah langsung ke badan sungai dan danau.

Kata Kunci: Danau Sentani, Saluran Masuk Sungai, Strategi Kontrol, Studi Polusi

#### ABSTRACT

The water in Lake Sentani, Jayapura Regency, has experienced a decline in quality due to pollution originating from several rivers that flow there and one of these rivers is the Bambar River. This research aims to identify community activities along the Bambar River, analyze the water quality status of the Bambar River, determine the pollution load of the Bambar River, and develop strategies to control Bambar River water pollution. This research uses descriptive, qualitative and quantitative approaches to describe the conditions that occurred as well as the SWOT method in preparing strategies to control Bambar River water pollution. The research results, which are based on several physical, chemical and biological parameters, show that river water pollution occurs in the upstream, middle and downstream parts. The actual pollution load is very large compared to the maximum pollution load. The SWOT matrix shows that the internal and external positions of the study of water pollution control policy strategies for preserving rivers that flow into Lake Sentani are in quadrant II with values  $x = 0.10$  and  $y = -0.55$  and the chosen strategy is the ST strategy. The priority program in this strategy is to encourage people living in the Bambar and Lake Sentani watersheds, as well as business actors, not to throw waste directly into rivers and lakes.

*Keywords: Lake Sentani, River Inlet, Control Strategy, Pollution Study*

## I. PENDAHULUAN

Semua makhluk hidup di planet bumi ini memerlukan air karena air adalah materi esensial yang dibutuhkan bagi keberlangsungan seluruh kehidupan dan air merupakan bagian besar penyusun sel makhluk hidup. Air menunjang kehidupan makhluk hidup dan menjadi modal dasar dalam pembangunan (Syariz, 2015; Khuliyah, 2014; Ni Ketut dkk, 2018).

Air sungai yang tergolong air permukaan memberikan kontribusi besar bagi masyarakat luas (Desi & Harahap, 2022), misalnya sebagai tempat penampungan air, sarana transportasi, keperluan peternakan, keperluan industri, perumahan sebagai daerah tangkapan air, pengendali banjir, kesediaan air, irigasi, tempat memelihara ikan, dan juga sebagai tempat rekreasi. Sungai sebagai tempat penampungan air dengan kapasitas tertentu dapat saja berubah akibat kondisi alami maupun berbagai aktivitas yang berhubungan langsung dengan sungai (Gazali dkk, 2013; Rajagukguk, 2015; Rahayu dkk, 2018; Sihombing dkk, 2022; Lathifah dkk, 2023).

Bertambahnya kepadatan jumlah penduduk disertai kondisi ekonomi yang rendah memaksa penduduk setempat untuk tinggal di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) (Agustiningsih dkk, 2012; Niko Demus & Sigit Sudjatmiko, 2019). Ada 14 sungai yang bermuara ke Danau Sentani dengan Daerah Aliran Sungai (DAS) masing-masing, antara lain: DAS Yahim, DAS Harapan, DAS Huruwaka, DAS Jaefuri, DAS Hendo, DAS Expo, DAS Telagaria (Agustira & Lubis, 2013; Tanjung & Suwito, 2001; Pratama dkk, 2023; Prasetya & Walukow, 2021).

Dengan kedudukan Danau Sentani yang terletak di pusat pengembangan pembangunan Kabupaten dan Kota Jayapura, maka wilayah ini juga sering mengalami tekanan karena desakan kebutuhan dari kebijakan berbagai sektor, baik melalui program pemerintah Kabupaten dan Kota Jayapura serta Provinsi Papua. Tekanan ini juga muncul dari adanya pemanfaatan lahan oleh masyarakat adat setempat, aktivitas

perambahan hutan serta pengambilan kayu dan perladangan, penambangan galian C (kerikil, batu dan pasir), serta penambangan emas rakyat maupun pengembangan pembangunan pemukiman yang berdampak pada keberadaan Danau Sentani serta kualitas airnya (Agustiningsih dkk, 2012; Gazali dkk, 2013; Djuniawal dkk, 2019; Desi Nursaini & Arman Harahap, 2022; Perda No.20, 1990; Haerati & Walukow, 2022).

Berdasarkan laju pertumbuhan jumlah penduduk dan kebutuhan ekonomi masyarakat di sekitar Kabupaten Jayapura yang terus meningkat dari tahun ke tahun maka DAS mulai dari inlet sampai outlet telah beralih fungsi. Oleh karena hal tersebut maka sangat beralasan jika beberapa sungai yang outlet-nya pada Danau Sentani memiliki potensi pencemaran. Kondisi ini merupakan tanggungjawab pemerintah dan juga masyarakat yang bermukim sepanjang DAS untuk membenahi masalah pencemaran tersebut. Perlu dilakukan kajian tentang strategi pengendalian pencemaran air pada inlet sungai-sungai yang bermuara ke Danau Sentani secara berkelanjutan di Kabupaten Jayapura, di mana salah satu sungai tersebut adalah Sungai Bambar. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi aktivitas apa saja yang dilakukan masyarakat yang bermukim di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) Bambar, menganalisis status mutu air dan besar beban pencemaran Sungai Bambar, serta menyusun strategi pengendalian pencemaran Sungai Bambar yang bermuara ke Danau Sentani.

## II. METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Pengambilan Sampel

Penelitian ini dilaksanakan pada daerah aliran sungai yang berada di Kabupaten Jayapura dengan outlet DASnya pada Danau Sentani, yaitu Sungai Bambar di Distrik Waibu, Kabupaten Jayapura. Analisis sampel untuk uji parameter lapangan dilakukan di lokasi sedangkan analisis sampel lainnya dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah (Labkesda) Jayapura. Waktu penelitian ini dilakukan pada bulan November tahun 2023. Alat dan bahan

yang digunakan untuk pengumpulan data penelitian atau pengambilan sampel adalah seperangkat kamera, GPS, dan KIT pengambilan sampel air sungai.

**Teknik Analisis Data**

Dalam mengidentifikasi aktivitas masyarakat di sepanjang Sungai Bambar, diperlukan data yang diperoleh lewat observasi langsung, wawancara dan penyebaran kuesioner pada para pakar (Dinas PUPR, CDK, DLH, LSM dan akademisi) dan kemudian dianalisis dengan metode deskriptif kuantitatif. Dalam menganalisis status mutu air Sungai Bambar, diperlukan data sekunder dan primer menurut PP No 22 Tahun 2021. Teknis analisis data untuk menghitung Indeks Pencemaran Air (IP) menggunakan rumus :

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

Untuk mengetahui beban pencemaran Sungai Bambar, digunakan rumus menghitung beban pencemaran yaitu :  $BP = Q \times C$ , sedangkan untuk menyusun strategi pengendalian pencemaran Danau Sentani, data diperoleh melalui wawancara beberapa pakar dan masyarakat yang berdiam di sepanjang Sungai Bambar yang bermuara ke Danau Sentani dan dianalisis menggunakan metode SWOT.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada beberapa parameter yang sudah melebihi baku mutu. Hasil uji parameter kualitas air Sungai Bambar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Kualitas Air Sungai Bambar

No.	Parameter	Baku Mutu	Hasil Pengujian		
			Titik I	Titik II	Titik III
1.	Suhu	Dev 3	29,2	27,6	30,7
2.	TSS	40	47,0	40,0	57,0
3.	pH	6-9 (7,5)	7,15	6,99	7,18
4.	BOD	2	3,61	3,81	3,43
5.	COD	10	15,0	15,0	30,0
6.	DO	6	6,38	6,16	6,78
7.	NO3-N	10	0,90	0,90	0,90
8.	PO4-P	0,2	0,47	0,83	0,60
9.	Fecal Coliform	100	113	494	494
10.	Total Coliform	1000	130	1898	1898

Acuan PP No. 22 tahun 2021  
 Ket. :   : Nilai tertinggi  
  : Nilai terendah

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Adapun parameter kualitas air Sungai Bambar adalah sebagai berikut:

**1) Suhu/Temperatur**

Temperatur rerata Sungai Bambar pada saat pengamatan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata untuk setiap titik hulu, tengah, dan hilir (29,2; 27,6; 30,7)°C, sehingga kisaran relatif sempit ini memberikan indikasi bahwa fluktuasi temperatur alami pada Sungai Bambar relatif tidak mengalami perubahan yang berarti.

**2) TSS**

Total Suspended Solid (TSS) adalah materi atau bahan tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan air terdiri dari: lumpur, pasir halus serta jasad-jasad renik yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi yang terbawa badan air. Hasil pengukuran TSS pada lokasi pemantauan di Sungai Bambar bagian hulu, tengah dan hilir berturut-turut adalah sebesar 0,47,0; 40,0; 57 mg/L. Pemantauan lokasi ini dilaksanakan pada bulan November 2023. Hasil pemantauan ini telah melewati parameter TSS (40 mg/L menurut PP 22 tahun 2021). Kondisi ini terjadi karena Sungai Bambar memiliki arus yang agak kencang dengan debit air yang besar sehingga mengalami proses pengadukan dan pengikisan serta akibat adanya aktivitas penduduk. Padatan tersuspensi total memiliki diameter > 1 µm yang berasal dari lumpur, pasir dan jasad renik, dari tanah yang mengalami erosi atau terkikis yang kemudian terbawa ke badan air (Agustira & Lubis, 2013).

**3) pH**

Derajat keasaman (pH) adalah ukuran dari konsentrasi ion hidrogen untuk menentukan sifat asam dan basa. Perubahan pH pada air sangat berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, maupun biologi dari organisme yang hidup di dalamnya. Derajat keasaman sangat berpengaruh terhadap daya racun bahan pencemaran dan kelarutan beberapa gas, serta menentukan bentuk zat di dalam air (Gazali dkk, 2013). Derajat keasaman (pH) pada 3 titik sampel hulu, tengah, dan hilir berturut-turut adalah 7,10; 6,99; 7,18, masih berada pada

ambang batas normal atau sesuai standar baku mutu yang ditetapkan PP 22 tahun 2021 (6,0 – 9,0). Dari nilai pH tersebut, dapat dikatakan bahwa kondisi perairan Sungai Bambar masih normal dan baik bagi kehidupan biota. Kondisi pH di perairan Sungai Bambar relatif konstan, tidak tampak perubahan yang berarti selama waktu pemantauan. Tidak terdapat aktivitas antropogenik yang mempengaruhi nilai pH sungai tersebut. Nilai pH di atas 7 (pH >7) mengindikasikan adanya garam-garam mineral sehingga hilir Sungai Bambar menjadi bersifat basa. Batuan kapur berupa mineral kalsit dan dolomit akan larut dalam air sehingga pH menjadi lebih tinggi dan hal ini merupakan proses biologi yang alami (Burhanuddin, 2013).

#### 4) BOD

BOD adalah parameter umum yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran air dari suatu sumber. Hasil uji laboratorium terhadap 3 titik lokasi pengambilan sampel Sungai Bambar untuk lokasi hulu, tengah dan hilir adalah 3,61 mg/L; 3,81 mg/L; 3,13 mg/L. Nilai ini semuanya melebihi baku mutu air kelas I yang disyaratkan yaitu 2 mg/L. Berdasarkan data hasil uji laboratorium terhadap parameter BOD, dapat diketahui bahwa Sungai Bambar, (hulu, tengah, dan hilir) mengandung cukup banyak bahan organik yang dapat diurai oleh mikroorganisme aerobik. Hal ini dipengaruhi oleh banyak faktor di antaranya adalah kondisi cuaca ketika pengambilan sampel. Material yang terkandung dalam perairan adalah material baru sehingga proses biologi tidak berjalan efektif dan material yang terdapat di dalam perairan telah melalui proses awal degradasi, sehingga proses degradasi oleh bakteri lebih efektif.

#### 5) COD

Nilai COD air di sungai dapat menunjukkan banyaknya pencemar organik yang ada dalam air sungai. Penentuan nilai COD dilakukan dengan menentukan jumlah kalium bikromat yang diperlukan untuk mengoksidasi sampel. Jumlah kalium bikromat yang diperlukan setara dengan oksigen yang

dibutuhkan. Hasil pengukuran parameter COD di Sungai Bambar, pada lokasi pemantauan (hulu, tengah, dan hilir) pada bulan November 2023 adalah 15 mg/L; 15 mg/L; 30 mg/L. Nilai COD yang diperoleh pada semua titik sampel melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu 10 mg/L untuk perairan kelas I. Namun secara umum data ini menunjukkan kondisi kualitas perairan sungai yang masih baik. Perairan tergolong normal berdasarkan data COD yang diperoleh, masih di kisaran nilai baku mutu air untuk kelas II, (25 mg/L) yaitu bagi perairan bukan untuk air baku air minum.

Berdasarkan data COD, perairan Sungai Bambar (hulu, tengah, hilir) belum tercemar oleh bahan organik yang berasal dari aktivitas antropogenik. Perairan sungai tersebut mengandung bahan organik pada kisaran normal. Keberadaan bahan organik terjadi secara alami, bukan karena aktivitas antropogenik.

#### 6) DO

Oksigen terlarut (Dissolved Oxygen, DO) adalah gas oksigen yang terdapat di perairan dalam bentuk molekul oksigen bukan dalam bentuk molekul hidrogenoksida, biasanya dinyatakan dalam mg/L (ppm), yaitu  $\geq 6$ . DO adalah total jumlah oksigen yang terlarut di dalam air.

Hasil pengamatan kadar oksigen terlarut pada 3 titik lokasi pengamatan Sungai Bambar sekitar 5,45 – 6,91 mg/L (baku mutu  $\geq 6$  mg/L). Hasil pemantauan pada akhir November 2023 diperoleh nilai DO Sungai Bambar pada titik lokasi (hulu, tengah, hilir) adalah 6,37 mg/L; 6,16 mg/L; 6,78 mg/L. Kondisi DO di perairan Sungai Bambar relatif stabil, tidak terjadi perubahan yang signifikan selama pemantauan. Hal ini menunjukkan bahwa proses kimia, fisika, maupun biologi yang terjadi di perairan Sungai Bambar relatif konstan yaitu proses yang terjadi merupakan proses alamiah, tidak ada pengaruh eksternal atau pengaruh antropogenik.

#### 7) NO<sub>3</sub>-N

Nitrat (NO<sub>3</sub>-N) adalah bentuk nitrogen utama di perairan alami. Nitrat merupakan salah

satu nutrisi senyawa yang penting dalam sintesa protein hewan dan tumbuhan. Konsentrasi nitrat yang tinggi di perairan dapat menstimulasi pertumbuhan dan perkembangan organisme perairan apabila didukung oleh ketersediaan nutrisi. Nitrat merupakan salah satu nutrisi senyawa yang penting dalam mensintesa protein hewan dan tumbuhan.

Hasil analisis terhadap 3 titik lokasi pemantauan di Sungai Bambar, diperoleh nilai nitrogen sebagai nitrat Sungai Bambar (hulu, tengah, hilir) adalah 0,09 mg/L; 0,09 mg/L; 0,09 mg/L pada waktu pemantauan bulan November 2023. Nilai ini menunjukkan bahwa kandungan nitrat dalam perairan masih normal. Baku mutu yang ditetapkan untuk air kelas I yaitu 10 mg/L maka kadar nitrit dalam perairan yang dipantau berada di bawah baku mutu yang ditetapkan. Sungai Bambar (hulu, tengah, hilir) tidak tercemar oleh aktivitas manusia dan nitrit yang terkandung di dalam perairan merupakan nitrit alamiah.

### 8) PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>

Fosfat merupakan senyawa dari fosfor. Keberadaan fosfor di dalam perairan sebagai nutrisi dan berfungsi dalam pembentukan protein dan metabolisme bagi organisme. Sumber fosfat di perairan berasal dari proses alamiah, deterjen dalam limbah cair, pestisida, dan insektisida dari lahan pertanian. Fosfat di perairan terdapat dalam bentuk sebagai senyawa ortofosfat dan fosfat organik senyawa fosfat tersebut terdapat dalam bentuk terlarut, tersuspensi, atau terikat di dalam sel organisme dalam air.

Fosfat merupakan nutrisi esensial bagi pertumbuhan suatu organisme perairan, namun tingginya konsentrasi fosfat di perairan mengindikasikan adanya zat pencemar. Senyawa fosfat umumnya berasal dari limbah industri, pupuk, limbah domestik, dan penguraian bahan organik lainnya.

Hasil pengukuran kandungan fosfat dalam perairan Sungai Bambar (hulu, tengah, dan hilir) berkisar 0,47 mg/L; 0,83 mg/L; dan 0,60 mg/L. Kondisi ini berada di atas baku mutu 0,2 mg/L. Kandungan fosfat di perairan sangat

dipengaruhi oleh aktivitas di sekitar perairan. Tingginya kandungan fosfat pada lokasi pengambilan sampel dimungkinkan berasal dari limbah aktivitas manusia di sekitar Sungai Bambar (hulu, tengah, hilir) yang masuk ke perairan.

### 9) Coli Tinja dan Coliform

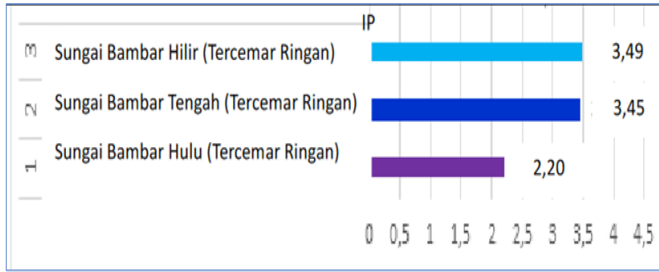
Syarat kualitas biologi meliputi total coliform dan E-Coli. Salah satu komponen penting dalam air yang dapat digunakan sebagai indikator terjadinya pencemaran pada suatu badan air adalah parameter mikrobiologi berupa bakteri coliform, yang dikelompokkan pada dua golongan, yaitu: Total Coliform yang merupakan gabungan dari keseluruhan bakteri coliform, serta Fecal Coliform yang merupakan bagian dari total coliform yang memiliki sifat bakteri patogen dalam air.

Hasil pengukuran parameter coli tinja (100 MPN/100 mL) dan coliform (1000 MPN/100 mL) pada 3 titik pengambilan sampel Sungai Bambar (hulu, tengah, hilir) pada bulan Desember 2023 adalah 113 dan 130; 494 dan ≥1898; serta 494 dan ≥1898. Nilai ini sebagian kecil di atas baku mutu, sebagian besar masih berada di bawah baku mutu untuk perairan kelas I sebagaimana telah ditetapkan yaitu tinja (100 MPN/100 mL) dan coliform (1000 MPN/100 mL).

### Indeks Pencemaran (IP) Sungai Bambar

Indeks Pencemaran air dari titik lokasi penelitian dapat dihitung melalui parameter: Indeks Pencemaran (IP), konsentrasi parameter kualitas air (Ci), baku mutu peruntukan air (Lij), nilai maksimum (Ci/Lij) M dan nilai rata-rata (Ci/Lij) R.

Hasil analisis pada Gambar 1 menunjukkan bahwa indeks pencemaran air Sungai Bambar adalah tercemar ringan dengan IP hilir, tengah, dan hulu adalah 3,49; 3,45; 2,20. berdasarkan pengelompokan/ Klas I PP 22 Tahun 2021 (Rahayu dkk, 2018).



Gambar 1. Indeks Pencemaran Air Sungai Bambar

**Pengukuran Debit Air Sungai**

Menurut Rahayu (2018), pengukuran debit air sungai diperlukan untuk mengetahui potensi sumberdaya air di suatu wilayah. Debit air dapat dijadikan sebagai alat untuk memonitoring dan mengevaluasi neraca air sungai suatu kawasan melalui pendekatan potensi sumberdaya air permukaan yang ada. Pengukuran debit air digunakan perangkat KIT (meter, pelampung, dan stopwatch). Laju aliran air dalam bentuk volume air yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Satuan debit yang digunakan adalah meter kubik per detik (m<sup>3</sup>/s). Rumus perhitungan debit air sungai adalah:  $Q = A \times V$  dimana :Q (Debit Air, m<sup>3</sup>/detik.), A (luas area air; kedalaman air (m) x lebar sungai (m) = m<sup>2</sup>), V (Kecepatan alir air; lebar sungai / waktu tempuh (m<sup>2</sup>/detik)). Debit air Sungai Bambar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Debit Air Sungai Bambar

Lebar Sungai (m)	Kedalaman Sungai (m)	Waktu Tempuh dalam 2 meter (detik)	a (m <sup>2</sup> )	v (m/detik)	Debit Air (q) (m <sup>3</sup> /detik)
3	0,3	3,22	0,9	0,932	0,839

Sumber: Hasil Analisis, 2023

**Analisis Beban Pencemaran Air Sungai**

Beban pencemaran maksimum adalah beban pencemaran yang diperbolehkan di suatu sungai berdasarkan peruntukannya. Perhitungan ini dimaksudkan untuk mengetahui

kondisi awal sungai tanpa adanya masukan sumber pencemar, dengan rumus perhitungan :

$$BPM = Q \times CBM \times F$$

Di mana BPM (Beban Pencemar Maksimum, ton/bulan), Q (Debit terukur, m<sup>3</sup>/detik), dan CBM (konsentrasi standar baku mutu berdasarkan PP nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air kelas II dalam mg / liter ), dan F (3600 x 24 x 30 x 1 x 10<sup>-6</sup> = 2,5).

Beban pencemaran aktual adalah beban pencemaran yang dihasilkan di suatu sungai pada saat kondisi eksisting. Rumus yang digunakan dalam menghitung beban pencemaran aktual adalah:

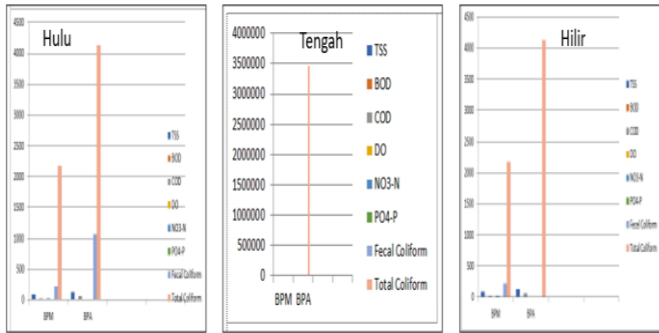
$$BPA = Q \times CM \times F$$

Dimana: BPA (Beban Pencemar Aktual, ton/bulan), Q (Debit terukur, m<sup>3</sup>/detik), CM (Konsentrasi terukur, mg/liter), dan F (Faktor konversi 2,592).

Beban pencemaran maksimal dan beban pencemaran aktual dari Sungai Bambar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Beban Pencemaran Maksimal (BPM) dan Beban Pencemaran Aktual (BPA) Sungai Bambar

SUNGAI BAMBAR		HULU		TENGAH		HILIR	
No	Parameter	BPM	BPA	BPM	BPA	BPM	BPA
1	TSS	86,98752	123,957216	86,98752	86,98752	86,98752	123,957216
2	BOD	4,349376	7,45917984	4,349376	8,28556128	4,349376	7,45917984
3	COD	21,74688	65,24064	21,74688	32,62032	21,74688	65,24064
4	DO	13,048128	14,7443846	13,048128	13,3960781	13,048128	14,7443846
5	NO <sub>3</sub> -N	21,74688	1,9572192	21,74688	1,9572192	21,74688	1,9572192
6	PO <sub>4</sub> -P	0,4349376	1,3048128	0,4349376	1,80499104	0,4349376	1,3048128
7	Fecal Coliform	217,4688	1074,29587	217,4688	1074,29587	217,4688	1074,29587
8	Total Coliform	2174,688	4127,55782	2174,688	3463021,01	2174,688	4127,55782



Gambar 2. Beban Pencemaran (Hulu, Tengah, dan Hilir) Sungai Bambar

Berdasarkan perhitungan BPA di Sungai Bambar, pada beberapa parameter sudah melebihi BPM yang artinya kapasitas sungai dalam menampung beban pencemaran sudah melewati batas maksimal. Nilai beban pencemaran aktual yang melebihi beban maksimal menandakan bahwa sungai sudah tercemar. Dengan demikian, diperlukan strategi pengendalian pencemaran sungai yang baik agar sungai tetap memiliki daya dukung lingkungan untuk banyak kebutuhan hidup lainnya. Hasil BPM dan BPA di Sungai Bambar pada bagian hulu, tengah dan hilir sungai dapat dilihat pada Gambar 2.

**Strategi Kebijakan Pengendalian Pencemaran Air Sungai Bambar**

Metode SWOT merupakan model analisis kondisi faktor internal maupun eksternal untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan, serta untuk rancangan strategis pengendalian pencemaran air sungai (Endarwati, 2021). Hasil analisis SWOT dengan mengolah hasil wawancara 5 orang pakar bidang SDA Lingkungan Jayapura dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Wawancara Pakar

FAKTOR INTERNAL (KEKUATAN & KELEMAHAN)											
Analisis	No	Faktor Strategis (Rata-rata)	Jumlah Nilai Tanggapan Partisipan					Jmlh	Bobot	Rati ng	Skor
			1	2	3	4	5				
Kekuatan	1	Adanya: potensi SDA, pengawasan lingkungan, dukungan Pemerintah, regulasi UU, kesadaran masyarakat, informasi ke masyarakat, dan sosialisasi ke masyarakat	24	22	27	26	24	123	50	3,51	1,76
	2	Belum adanya: Perda potensi SDA Danau Sentani, pemahaman masyarakat tentang pengendalian, pencemaran sungai inlet ke Danau Sentani, pengawasan dan penegakkan peraturan, melarang aktivitas pembuangan limbah domestik ke Danau Sentani, sarana dan prasarana pendukung pengendalian pencemaran ke Danau Sentani, koordinasi dinas terkait dengan distrik, kampung, RT/RW setempat.	24	27	22	22	21	116	50	3,32	1,66
Skor Faktor Kekuatan-Kelemahan (1,76 - 1,66)			0,10								
Peluang	1	Meningkatnya pendapatan ekonomi masyarakat sekitar sungai dan Danau Sentani, membangun pola kemitraan Perda, swasta, CSR, LSM masyarakat adat, pemanfaatan proses 3R, pemanfaatan air sungai green implementasi (kebutuhan hidup layak, ekowisata, dan edukasi).	14	17	17	19	17	84	50	3,2	1,60
	2	Peningkatan pencemaran sungai seiring bertambah penduduk, peningkatan volume sampah saat tingginya curah hujan, kurangnya kesadaran pelaku usaha, pada pencemaran lingkungan, terjadi pencemaran air dan pendangkalan sungai, peningkatan pencemaran sungai sebanding dengan peningkatan pencemaran Danau Sentani, terganggunya kesehatan Masyarakat	16	24	19	21	24	104	50	4,3	2,15
Skor Peluang dan Ancaman (1,60 - 2,15)			-0,55								

Sumber: Hasil analisis, 2023

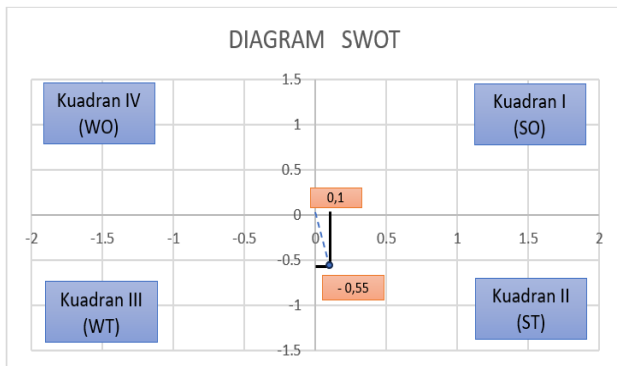
Dalam analisis SWOT terdapat empat strategi yaitu: 1) strategi ST (Strength Threats) antara kekuatan dan ancaman, 2) strategi WT (Weakness Threats) antara kelemahan dan ancaman, 3) strategi SO (Strength Opportunity) antara kekuatan dan peluang, dan 4) strategi WO (Weakness Opportunity) antara kelemahan dan peluang. Pemetaan permasalahannya dapat dilihat pada matriks SWOT (lihat Tabel 5).

Tabel 5. Matriks SWOT

Penilaian Faktor Internal	Penilaian Faktor Eksternal	
	Peluang / Opportunity (O)	Ancaman / Threat (T)
<ol style="list-style-type: none"> <li>Meningkatnya pendapatan ekonomi masyarakat di sekitar sungai dan juga Danau Sentani;</li> <li>Membangun komitmen Pemda, swasta, CSR, LSM dan masyarakat adat;</li> <li>Pemanfaatan kembali sampah dengan pola 3R agar mengurangi pencemaran lingkungan khususnya sungai-sungai;</li> <li>Air sungai bisa dimanfaatkan untuk keperluan hari-hari, bisa dijadikan tempat wisata dan juga edukasi;</li> <li>Terbukanya lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Pencemaran sungai-sungai terus meningkat akibat tingginya angka pertumbuhan penduduk;</li> <li>Meningkatnya volume sampah per kapita Danau Sentani saat curah hujan tinggi;</li> <li>Kurangnya kesadaran masyarakat di juga pelaku usaha dan/atau kegiatan dalam hal membuang sampah/limbah;</li> <li>Terjadinya pencemaran air di pendangkalan sungai yang berimbu ke Danau Sentani;</li> <li>Tingkat pencemaran air sungai di danau terus meningkat;</li> <li>Terganggunya kesehatan masyarakat sekitar sungai dan Danau Sentani.</li> </ol>	
Kekuatan / Strength (S)	Strategi S – O	Strategi S – T
<ol style="list-style-type: none"> <li>Adanya potensi SDA Danau Sentani;</li> <li>Adanya tim pengawasan, pemulihan lingkungan hidup;</li> <li>Adanya dukungan pemerintah terhadap penanganan pencemaran sungai;</li> <li>Adanya regulasi Undang-undang nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Perda nomor 21 tahun 2009 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah dan Perda No 3 Tahun 2012 tentang Sampah;</li> <li>Adanya kesadaran dan peran serta masyarakat terhadap pemanfaatan air sungai untuk kebutuhan hari-hari;</li> <li>Adanya informasi hasil pengujian kualitas air sungai kepada masyarakat;</li> <li>Ada sosialisasi ke masyarakat tentang pengelolaan sampah dan sungai.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Potensi sumber daya alam pada sungai dan Danau Sentani, dapat meningkatkan ekonomi masyarakat setempat;</li> <li>Membentuk komunitas peduli lingkungan pada masyarakat setempat;</li> <li>Menumbuhkan kembali kesadaran masyarakat untuk menjaga lingkungan dengan mengadakan sosialisasi pengelolaan sampah rumah tangga dengan metode 3R sehingga sampah tidak dibuang ke sungai.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Melakukan sosialisasi dan pembinaan pada masyarakat yang bermukim DAS dan Danau Sentani juga per pelaku usaha dan/atau kegiatan untuk tidak membuang sampah langsung ke badan sungai dan danau.</li> </ol>
Kelemahan / Weakness (W)	Strategi W – O	Strategi W – T
<ol style="list-style-type: none"> <li>Belum adanya peraturan daerah tentang potensi SDA Danau Sentani;</li> <li>Kurangnya pemahaman masyarakat tentang pengendalian, pencemaran sungai yang bermuara ke danau;</li> <li>Pengawasan dan penegakan peraturan yang masih lemah;</li> <li>Kurangnya pengawasan terhadap aktivitas pembuangan limbah domestik ke Sungai Bambar yang bermuara ke Danau Sentani yang berpengaruh terhadap pencemaran Danau Sentani;</li> <li>Kurangnya sarana dan prasarana pendukung pengendalian pencemaran sungai sampai pada Danau Sentani;</li> <li>Belum adanya manajemen kelembagaan pengendalian pencemaran sungai dan Danau Sentani;</li> <li>Masih lemahnya koordinasi antar dinas terkait, distrik, kampung sampai pada RT/RW setempat.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Melakukan suatu kajian yang nantinya dikemas dalam satu Perda tentang potensi sumber daya alam di sekitar Danau Sentani;</li> <li>Satgas peduli lingkungan antar instansi terkait dengan para stakeholder peduli lingkungan dengan Surat Keputusan Pejabat Daerah;</li> <li>Membuat IPAL yang memadai di setiap kepala keluarga.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Kebijakan Pemda melalui anggaran perlu dioptimalkan.</li> </ol>

Sumber: Hasil analisis, 2023

Posisi strategi kebijakan pengendalian pencemaran pada ketiga inlet Sungai Bambar yang bermuara ke Danau Sentani berada pada kuadran II (lihat juga Gambar 3).



Gambar 3. Diagram Analisis SWOT Strategi kebijakan pengendalian pencemaran air pada inlet Sungai Bambar yang bermuara ke Danau Sentani secara

berkelanjutan yang terpilih berada pada posisi kuadran II (ST) menandakan bahwa Sungai Bambar memiliki potensi kuat dan ancaman yang dominan. Rekomendasi strategi yang diberikan adalah melakukan sosialisasi dan pembinaan pada masyarakat yang bermukim di DAS Bambar dan Danau Sentani. Selain itu para pelaku usaha dan/atau kegiatan masyarakat diawasi agar tidak membuang sampah langsung ke badan sungai dan danau.

**IV. KESIMPULAN DAN SARAN**  
**Kesimpulan**

Pada Sungai Bambar, dijumpai berbagai aktivitas di bantaran sungai, seperti: perambahan hutan untuk berkebun, perumahan, galian c, perbengkelan, rumah makan, perhotelan, salon, pabrik, cucian mobil dan motor. Status baku mutu air Sungai Bambar berdasarkan indeks pencemaran (IP) dikategorikan tercemar ringan. Nilai pencemaran pada Sungai Bambar: hulu dengan nilai 2,203; tengah dengan nilai 3,453 dan hilir dengan nilai 3,499. Hasil perhitungan BPM dan BPA pada tiga titik lokasi sampel menunjukkan bahwa sungai Bambar tersebut telah tercemar. Strategi pengendalian pencemaran pada sungai tersebut adalah melakukan sosialisasi dan pembinaan pada masyarakat yang bermukim di DAS dan Danau Sentani juga pada pelaku usaha dan/atau kegiatan untuk tidak membuang sampah langsung ke dalam sungai yang akan terbawa air menuju danau.

**Saran**

Bagi pemerintah, khususnya instansi teknis untuk segera melakukan satu langkah tegas dalam menyelamatkan DAS Bambar yang bermuara ke Danau Sentani, melalui kegiatan sosialisasi pada masyarakat dan pemangku kepentingan yang mendiami kawasan hulu, tengah dan hilir sungai. Setelah sosialisasi tersebut dapat dibentuk kelompok peduli lingkungan dan kelompok peduli sungai di DAS.

**DAFTAR PUSTAKA**

Agustiningih, D., Sasongko, dan Setia Budi (2012). Analisis Kualitas Air Dan Strategi

- Pengendalian Pencemaran Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal. *Jurnal Presipitasi*, 9(2), 64–71.
- Agustira, Riyanda, dan Lubis Kemala S. J. (2013). Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air dan Debit Sungai Pada Kawasan DAS Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka. *Jurnal Agroekoteknologi*, 1(3), 615–625.
- Burhanuddin. (2013). Analisis Kualitas Air Secara Fisik dan Kimiawi pada Sistem Pemeliharaan Kima Sisik (*Tridacna Squamosa*). *Octopus Jurnal Ilmu Perikanan*, 2(1), 110–115.
- Desi Nursaini dan Arman Harahap. (2022). Kualitas Air Sungai. *Bioedusains: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 5(1), 312–321.
- Djuniawal, I., Salam, S., dan Mulyani, S. (2019). Analisis Pemanfaatan Danau Sentani Untuk Pengembangan Budidaya Keramba Jaring Apung Secara Berkelanjutan. *Dinas Kelautan Papua* (Pp. 23–26).
- Gazali, I., Widiatmono, B. R., dan Wirosodarmo, R. (2013). Evaluasi Dampak Pembuangan Limbah Cair Pabrik Kertas Terhadap Kualitas Air Sungai Klinter Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 1(2), 1–8.
- Haerati, W., dan Walukouw, A. F. (2022). Penentuan Kualitas Mutu Air Sungai Kampwolker Jayapura Dengan Metode Storet. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 9(1), 58–63.
- Khuliyah C. Diyanah. (2014). Kualitas Udara, Fungsi Paru, Dan Keluhan Pernapasan Ibu Rumah Tangga Di Wilayah Terdampak Dan Tidak Terdampak Semburan Lumpur Sidoarjo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 7(2), 83–178.
- Lathifah, A. N., Sanjaya, D., dan Brontowiyono, W. (2023). Analisis Kualitas Air Tanah Berdasarkan Parameter Mikrobiologi (Studi Kasus: Kapanewon Ngaglik, Yogyakarta). *Jurnal Serambi Engineering*, VIII(3), 6715–6720.
- Ni Ketut Asrini, I Wayan Sandi Adnyana, I. N. R. (2018). Studi Analisis Kualitas Air Di Daerah Aliran Sungai Pakerisan Provinsi Bali. *Ecotrophic Jurnal Ilmu Lingkungan*, 11(2), 101–107.  
<https://doi.org/10.24843/Ejes.2017.V11.I02.P01>
- Niko Demus, Sigit Sudjatmiko, M. S. (2019). Kajian Status Mutu Air Sungai Ketahun Dalam Rangka Pendayagunaan Untuk Baku Mutu Air Minum. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 8(1), 2–11.
- Perda Kualitas Air No.20. (1990).
- Prasetia, A., dan Walukow, A. F. (2021). Analisis Mutu Air Danau Area Gelanggang Expo Dengan Metode Indeks Pencemaran Di Kota Jayapura. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 8(1), 42–47.  
<https://doi.org/10.31258/Dli.8.1.P.42-47>
- Pratama, D. H. (2023). Analysis The Implementation Of Ethnoscience Approach In Learning Science. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(4), 1615–1620.  
<https://doi.org/10.29303/Jppipa.V9i4.2721>
- Rahayu, Y., Juwana, I., dan Marganingrum, D. (2018). Kajian Perhitungan Beban Pencemaran Air Sungai Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikapundung Dari Sektor Domestik. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 2(1), 61–71.
- Rajaguguk Rudi H. (2015). Upaya Pengelolaan Kualitas Air Sungai Otomona Akibat Limpah Pasir Sisa Tambang. Tesis. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Sihombing Agnita, C., Heriansyah. Rais Arief H., dan Kabab,S., Z. N. (2022). Manajemen Kualitas Air Di Balai Riset Perikanan Perairan Umum Dan Penyuluhan Perikanan (BRPPPUPP) Palembang. *Journal Of Aceh Aquatic Science*, 6(2), 107–118.
- Syariz Aldila. (2015). Analisa Perubahan Kualitas Air Dengan Menggunakan Citra Medium Resolution Imaging Spectrometer (Meris) (Studi Kasus Danau Sentani, Jayapura). Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Tanjung, R. H. (2018). Pemantauan Kualitas Perairan Sungai di Kabupaten Jayapura. *Avogadro Jurnal Kimia*, 2(1), pp. 48–56.