



Analisis Kualitas Air Di Sungai Panasen Akibat Lahan Persawahan Desa Panasen Kabupaten Minahasa

Rahelga F. E. Rembet^{#a}, Liany A. Hendratta^{#b}, Roski R. I. Legrans^{#c}

[#]Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^arahelgarembet@gmail.com, ^blianyhendratta@unsrat.ac.id, ^clegransroski@unsrat.ac.id

Abstrak

Desa Panasen memiliki luas wilayah 267 Ha, dengan 83 Ha (31,09%) digunakan untuk lahan persawahan yang mendukung aktivitas pertanian. Dilihat dari kondisi geografis Desa Panasen yang berdekatan dengan Sungai Panasen menyebabkan sungai ini sering digunakan sebagai tempat pembuangan limbah pertanian dan domestik. Hasil uji laboratorium menunjukkan peningkatan konsentrasi BOD dan COD di hilir sungai yang bermuara di Danau Tondano dibandingkan dengan di Desa Panasen, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa. Peningkatan ini diduga disebabkan oleh limpasan limbah pertanian dari penggunaan pupuk dan pestisida, serta limbah domestik dari pemukiman yang tidak dikelola dengan baik. Sebaliknya, terjadi penurunan konsentrasi Total Fosfat di hilir sungai, yang dapat disebabkan oleh pengendapan fosfat dalam sedimen dasar sungai. Adapun strategi pengendalian pencemaran yang diusulkan meliputi identifikasi sumber pencemaran, pengembangan dan penerapan teknologi pengolahan limbah seperti Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), pengurangan penggunaan pupuk kimia, serta peningkatan peran serta masyarakat dan koordinasi pemerintah. Dengan implementasi strategi-strategi ini, diharapkan kualitas air Sungai Panasen dapat ditingkatkan dan dilindungi secara efektif, mendukung kesehatan ekosistem dan kesejahteraan masyarakat sekitar.

Kata kunci: kualitas air, pencemaran, pertanian, Sungai Panasen, DAS Danau Tondano

1. Pendahuluan

Sungai Panasen merupakan salah satu dari 34 sub Daerah Aliran Sungai (DAS) di DAS Danau Tondano, yang berperan penting dalam menampung dan mengalirkan air menuju Danau Tondano. Sungai ini mengalir beberapa wilayah, termasuk Desa Panasen di Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa. Desa Panasen, dengan luas wilayah 267 Ha, memanfaatkan 83 Ha (31,09%) lahannya untuk pertanian, khususnya persawahan. Kegiatan pertanian ini, meskipun esensial bagi mata pencaharian penduduk setempat, juga membawa dampak negatif berupa pencemaran air sungai akibat penggunaan pupuk dan pestisida. Selain itu, limbah domestik dari pemukiman di sekitar aliran sungai turut berkontribusi terhadap penurunan kualitas air.

Kondisi geografis Desa Panasen yang berdekatan dengan Sungai Panasen menyebabkan sungai ini sering dijadikan tempat pembuangan sampah dan limpasan air dari lahan persawahan. Limbah cair dari aktivitas pertanian yang tidak dapat dilihat secara kasat mata, serta limbah domestik seperti sisa makanan, deterjen, dan limbah rumah tangga lainnya, mengandung bahan organik yang tinggi yang berkontribusi terhadap peningkatan nilai Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Fosfat di sungai.

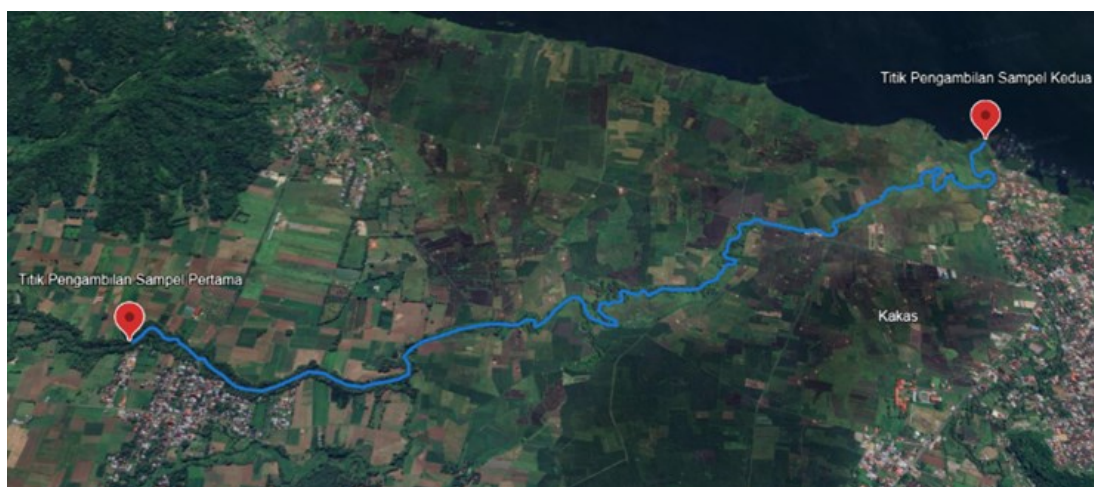
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi sumber-sumber pencemaran. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada pengaruh langsung aktivitas lahan persawahan, terhadap peningkatan konsentrasi nilai parameter BOD, COD dan Fosfat. Penelitian ini juga bertujuan merumuskan strategi pengendalian pencemaran yang efektif guna meningkatkan dan melindungi kualitas air sungai. Strategi yang diusulkan meliputi identifikasi

sumber pencemaran, pengembangan dan penerapan teknologi pengolahan limbah seperti Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), pengurangan penggunaan pupuk kimia, serta peningkatan peran serta masyarakat dan koordinasi pemerintah. Diharapkan dengan implementasi strategi-strategi ini, kualitas air Sungai Panasen dapat ditingkatkan, mendukung kesehatan ekosistem dan kesejahteraan masyarakat sekitar.

2. Metode Penelitian

Penentuan titik pengambilan sampel dilakukan pada 2 (dua) titik sungai Panasen dengan mempertimbangkan kemudahan akses, biaya dan waktu sehingga ditentukan titik-titik yang mewakili lokasi sungai.

Titik lokasi pengambilan sampel air Sungai yang pertama berada di Desa Panasen, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa yang disekitarnya terdapat banyak lahan persawahan dan titik kedua berada di hilir sungai yang bermuara di Danau Tondano. Koordinat titik pengambilan sampel dimulai dari 1°11'03"N 124°50'58"E sampai dengan 1°11'09"N 124°53'06"E.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini analisis data menggunakan metode deskriptif kualitatif. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dan data primer. Data sekunder yang digunakan berupa data-data yang diperoleh dari literatur berupa jurnal, buku, hasil penelitian terdahulu, peta lokasi penelitian, wawancara dengan pihak-pihak terkait, serta Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Data primer yang digunakan diperoleh dari hasil observasi langsung serta pengambilan berupa sampel air Sungai Panasen, Desa Panasen, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa.

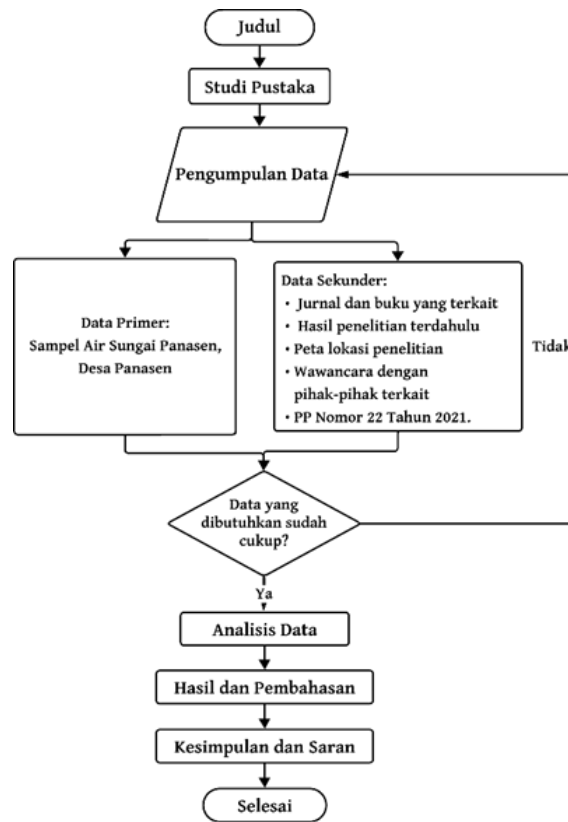
Sampel air sungai yang sudah diambil di bawa ke Laboratorium Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Manado untuk dilakukan pengujian parameter Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Total Fosfat. Metode Pengujian sampel mengacu pada Standar-standar yang ada. Pengujian BOD menggunakan SNI 6989.72:2009 tentang Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD). Pengujian COD menggunakan IK 1.17 (Spektrofotometri) dan pengujian fosfat menggunakan SNI 6989-31:2021 tentang Cara uji kadar ortofosfat. Data hasil pengukuran dari masing- masing parameter air dibandingkan dengan nilai baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 2.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian dan Analisis

Kualitas air Sungai Panasen dianalisis berdasarkan baku mutu air kelas III menurut

Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan pengelolaan Lingkungan Hidup. Berdasarkan data hasil pengukuran parameter Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Fosfat. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Mei 2024 dan analisis sampel di laboratorium dilakukan pada bulan Juni 2024. Hasil pengukuran dan analisis dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Tabel 1. Hasil Analisis Kualitas Air Sungai Panasen

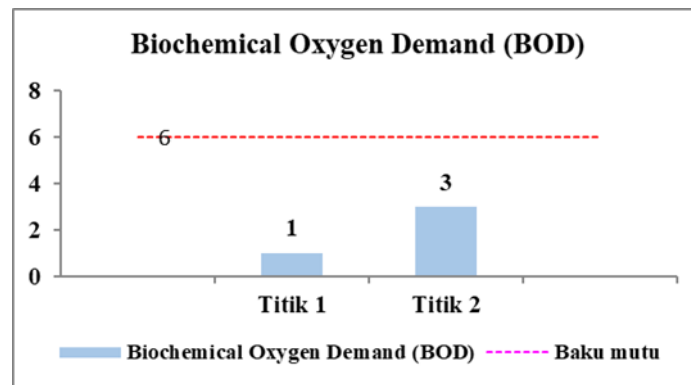
No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisis	
				Titik I	Titik II
1	BOD	Mg/L	6	1	3
2	COD	Mg/L	40	<4	14
3	Total Fosfat	Mg/L	1,0	0,09	0,06

3.1.1 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah parameter yang digunakan untuk mengukur jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mencerna bahan organik yang terlarut dalam air pada suhu tertentu, biasanya dalam rentang 5 hari. Istilah ini umumnya digunakan untuk mengukur seberapa besar pencemaran organik dalam air, karena bahan organik ini akan digunakan oleh mikroorganisme dalam proses dekomposisi, yang membutuhkan oksigen. Hasil pengukuran Biochemical Oxygen Demand (BOD) dari titik 1 (satu) sampai dengan titik 2 (dua) yang dilakukan di Laboratorium dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran BOD menunjukkan bahwa kadar Biochemical Oxygen Demand (BOD) yang ada di titik 1 (satu) yang berlokasi di Desa Panasen, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa memiliki konsentrasi nilai sebesar 1 mg/L, pada titik 2 (dua) yang berlokasi di hilir sungai yang bermuara di Danau Tondano memiliki konsentrasi nilai 3 mg/L. Nilai BOD yang lebih tinggi berada di titik 2 (dua) yaitu dengan nilai sebesar 3 mg/L.

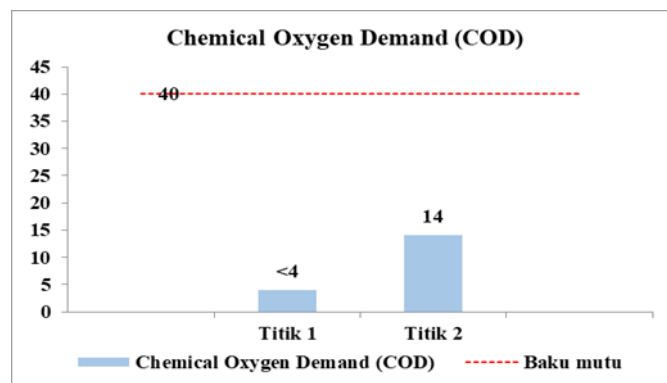
Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, nilai BOD air Sungai Panasen masih berada pada batas baku mutu air sungai untuk kelas III yaitu dengan nilai ambang batas 6 mg/L.



Gambar 3. Hasil Analisa Biochemical Oxygen Demand (BOD)

3.1.2 Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oksigen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia (Wardhana, 2004). Secara spesifik, COD mengukur jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa-senyawa kimia di dalam air dengan reaksi kimia yang kuat, biasanya dalam kondisi asam dan menggunakan oksidator kuat seperti kalium dikromat. Hasil pengukuran Chemical Oxygen Demand (COD) dari titik 1 (satu) sampai dengan titik 2 (dua) yang dilakukan di Laboratorium dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Analisa Chemical Oxygen Demand (COD)

Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran COD menunjukkan bahwa kadar Chemical Oxygen Demand (COD) yang ada di titik 1 (satu) yang berlokasi di Desa Panasen, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa memiliki konsentrasi nilai kurang dari limit deteksi atau sebesar <4 mg/L, pada titik 2 (dua) yang berlokasi di hilir sungai yang bermuara di Danau Tondano memiliki konsentrasi nilai 14 mg/L.

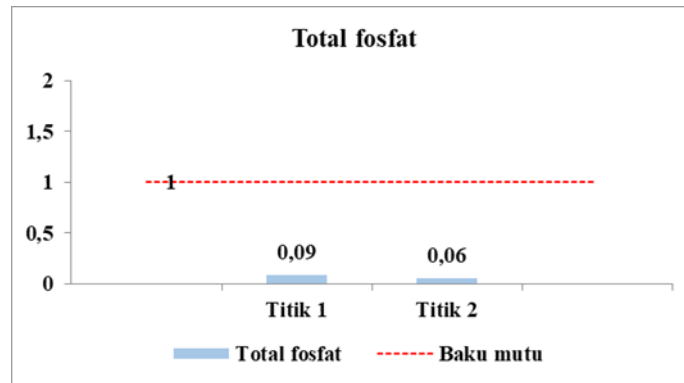
Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, nilai COD air Sungai Panasen masih berada pada batas baku mutu air sungai untuk kelas III yaitu dengan nilai ambang batas 40 mg/L.

3.1.3 Total Fosfat sebagai P

Total Fosfat salah satu parameter pencemar yang dapat menyebabkan eutrofikasi pada badan air. Peningkatan nilai fosfat disebabkan oleh meningkatnya berbagai masukan beban pencemaran yang masuk ke badan air. Beban pencemar fosfat dalam air umumnya berasal dari pupuk, kotoran ternak, deterjen sintesis, dan kegiatan industri. Sumber fosfor lainnya pada sungai berasal dari pengikisan batu-batu di sekitar sungai oleh arus yang kemudian mengendap (Jatiswari et al., 2022). Hasil pengukuran Total Fosfat dari titik 1 (satu) sampai dengan titik 2 (dua) yang dilakukan di Laboratorium dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran Total Fosfat, didapatkan nilai pada titik 1 (satu) yang berlokasi di Desa Panasen, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa memiliki

konsentrasi nilai sebesar 0,09 mg/L, pada titik 2 (dua) yang berlokasi di hilir sungai yang bermuara di Danau Tondano memiliki konsentrasi nilai 0,06 mg/L.

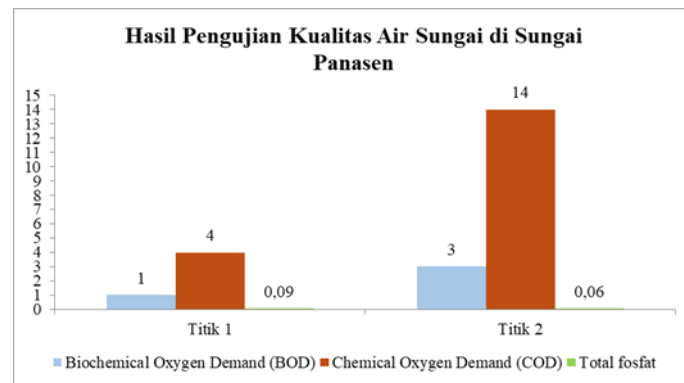


Gambar 5. Hasil Analisa Kadar Total fosfat

Klasifikasi mutu air berdasarkan peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, bahwa kadar total fosfat pada air sungai untuk kelas I dan kelas II senilai 0,2 mg/L dan untuk kelas III senilai 1,0 mg/L. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar total fosfat pada sungai Tondano untuk titik 1 (satu) sampai dengan titik 2 (dua) memenuhi standar baku mutu dan aman untuk perairan.

3.2 Hasil Pengujian Kualitas Air Sungai Panasen Pada Titik 1 (satu) dan Titik 2 (dua)

Setelah dilakukan pengujian terhadap sampel air Sungai Panasen pada titik 1 (satu) dan titik 2 (dua) didapatkan hasil seperti pada gambar 6. Parameter yang digunakan untuk melihat kualitas air yaitu Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Fosfat.



Gambar 6. Hasil Pengujian Kualitas Air Sungai Panasen Pada Titik 1 (satu) dan Titik 2 (dua)

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium, kandungan Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) tertinggi berada pada titik 2 (dua) yaitu pada aliran sungai yang berlokasi di hilir sungai yang bermuara di Danau Tondano, dengan konsentrasi nilai Biochemical Oxygen Demand (BOD) 3 mg/L dan Chemical Oxygen Demand (COD) 14 mg/L.

Kenaikan Kadar Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) yang terjadi di titik 2 (dua), pada aliran sungai yang berlokasi di hilir bermuara di Danau Tondano, bisa disebabkan karena aliran air sungai sudah melewati lahan pertanian dan lahan pemukiman. Tingginya kandungan BOD dan COD dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat di sekitar sungai seperti aktivitas lahan persawahan dan aktivitas dari pemukiman masyarakat.

Menurut penelitian yang dilakukan Setyaningsih & Sanjaya (2022) menemukan bahwa kadar BOD dan COD di sungai Kreo, Kota Semarang meningkat secara signifikan akibat limbah pertanian. Kadar BOD terukur mencapai tingkat yang menunjukkan pencemaran, dan COD juga menunjukkan peningkatan yang signifikan. Di mana menunjukkan perlunya pengelolaan yang

lebih baik terhadap limbah pertanian untuk menjaga kualitas air dan mencegah dampak negatif pada lingkungan.

Kenaikan Kadar Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) pada titik 2 (dua), bisa disebabkan juga karena aliran air sungai sudah melewati lahan pemukiman. Menurut Pavita et al. (2014) Terdapat kenaikan konsentrasi TSS di sungai sebesar 30,6%, konsentrasi BOD sebesar 42,5 %, konsentrasi COD sebesar 49,6%, dan nitrat sebesar 22,7% pada kondisi air sungai setelah mendapat masukan air limbah domestik.

Sedangkan untuk Total Fosfat nilai tertinggi berada pada titik 1 (satu) yaitu pada aliran sungai yang berlokasi di Desa Panasen, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa yang disekitarnya terdapat banyak lahan persawahan, dengan konsentrasi nilai Total Fosfat 0,09 mg/L.

Konsentrasi Total Fosfat yang lebih tinggi di titik ini kemungkinan besar disebabkan oleh limpasan pupuk fosfat dari lahan persawahan. Fosfat dalam pupuk dapat terbawa oleh air hujan ke aliran sungai dan berkontribusi pada peningkatan kadar fosfat di air. Sutriadi & Sukristiyonubowo (2013) mengemukakan bahwa pemupukan N dan P dosis tinggi berpengaruh nyata dalam meningkatkan konsentrasi nitrat dan fosfat dalam air sungai sebesar 64% dan 68% lebih tinggi dari konsentrasi nitrat dan fosfat air sungai di bagian hulu masing-masing pada musim kemarau dan hujan. Dimana hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk fosfat dalam pertanian dapat menyebabkan peningkatan kadar fosfat di badan air, yang selanjutnya dapat memicu eutrofikasi.

Dan pada titik 2 (dua) yaitu pada aliran sungai yang berlokasi di hilir sungai yang bermuara di Danau Tondano, terjadi penurunan konsentrasi nilai Total Fosfat. Hal ini bisa disebabkan karena sedimen yang ada di dasar sungai. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kreiling et al. (2023) menunjukkan bahwa sedimen yang berada dasar sungai dapat berfungsi sebagai penahan fosfor, terutama di musim panas. Penelitian ini dilakukan di Maumee River, dan menemukan bahwa sedimen di sungai ini berperan sebagai penyerap fosfor di 40% hingga 67%. Faktor-faktor seperti konsentrasi fosfor reaktif terlarut (SRP) dan karakteristik fisikokimia sedimen mempengaruhi kemampuan sedimen untuk menyerap.

3.3 Strategi Penanganan Untuk Mengurangi Pencemaran Air Sungai Panasen

Ruang lingkup pengendalian pencemaran air Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 meliputi inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar air, penetapan daya tampung beban pencemaran air, penetapan baku mutu air limbah, penetapan kebijakan pengendalian pencemaran air, perizinan, pemantauan kualitas air, pembinaan dan pengawasan serta penyediaan informasi.

Strategi merupakan alat untuk mencapai tujuan, upaya pengendalian pencemaran air memerlukan perencanaan yang strategis yang meliputi proses analisis, perumusan dan evaluasi strategi-strategi. Salah satu model perencanaan strategis adalah analisis SWOT (strength, weaknesses, oppourtunities dan threats). Menurut Rangkuti (2006) strategi yang dihasilkan dari analisis SWOT dapat dikelompokkan menjadi 4 (empat) kategori.

1. Strategi SO: Strategi ini dilakukan dengan cara menggunakan kekuatan (Strength) guna memanfaatkan peluang (Opportunity) yang terdiri atas:
 - Tingkatkan penegakan Hukum Lingkungan berdasarkan Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
 - Tingkatkan komitmen pimpinan serta ketersediaan informasi lingkungan hidup guna meningkatkan peran Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Minahasa dalam penanganan isu perubahan iklim dan pengarusutamaan pembangunan berkelanjutan
2. Strategi ST: Strategi ini dilakukan dengan menggunakan kekuatan (Strength) yang ada guna menghadapi berbagai ancaman (Threat) yang terdiri atas:
 - Gunakan kewenangan pemerintah dibidang lingkungan hidup untuk mengendalikan pencemaran/ perusakan lingkungan serta kebakaran hutan dan lahan
 - Perluas akses masyarakat terhadap informasi lingkungan hidup yang dimiliki Dinas Lingkungan Hidup (DLH) kabupaten Minahasa untuk meningkatkan peran masyarakat dalam perlindungan/ konservasi sumber daya alam
3. Strategi WO: Strategi ini merupakan langkah meminimalkan kelemahan (Weaknesses) guna memanfaatkan peluang (Opportunity) yang ada. Strategi ini terdiri atas:
 - Tingkatkan jumlah alat pemantauan kualitas lingkungan dan sarana prasarana serta dana

yang tersedia guna melaksanakan SPM bidang lingkungan hidup daerah Kabupaten Minahasa

4. Strategi WT: Strategi ini dilaksanakan dengan maksud meminimalkan kelemahan (Weaknesses) untuk mengurangi ancaman (Threat). Strategi ini terdiri atas:

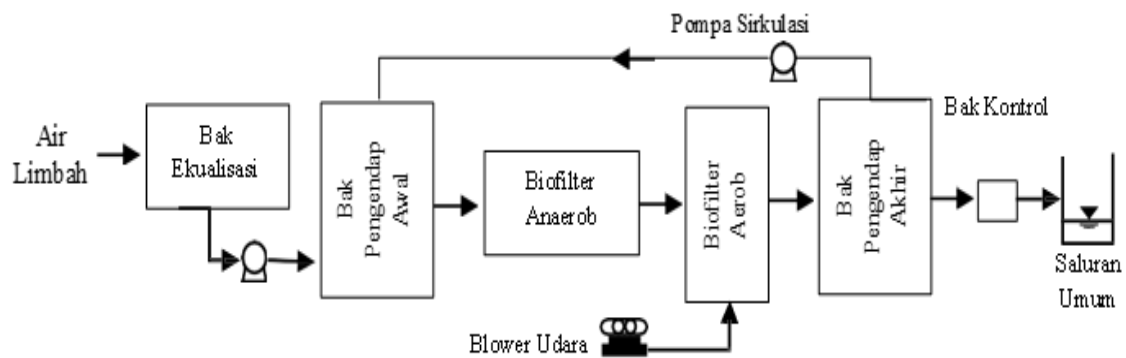
- Tingkatkan kemampuan penegakan hukum lingkungan agar dapat penanganan dunia usaha yang melanggar hukum lingkungan dapat dioptimalkan
- Tingkatkan sarana prasarana serta dana yang tersedia guna mengendalikan pencemaran/ perusakan lingkungan kebakaran hutan dan lahan.

Dari strategi-strategi tersebut, maka prioritas kebijakan untuk mencegah terjadinya pencemaran air dan penurunan kualitas air sehingga air sungai dapat dimanfaatkan sesuai dengan peruntukannya, yaitu dengan cara melakukan pengelolaan limbah sebelum dibuang kesungai. Pengelolaan limbah dapat dilakukan dengan cara pembuatan IPAL.

3.4 Contoh Analisis Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Untuk Menurunkan Kadar BOD, COD, Fosfat

Salah satu pengolahan yang mengkombinasikan proses penguraian secara aerob dan anaerob yaitu metode biofilter anaerob-aerob. Dengan proses biofilter aerob, polutan organik yang masih tersisa akan terurai menjadi gas karon diokasida dan air, amoniak akan teroksidasi menjadi nitrit, selanjutnya akan menjadi nitrat, sedangkan hidrogen sulfida akan diubah menjadi sulfat. Dengan menggunakan proses biofilter anaerob-aerob maka akan dapat dihasilkan air olahan dengan kualitas yang baik menggunakan konsumsi energi yang lebih rendah. (Praptiwi, 2017)

Menurut Said (2010) efisiensi removal bahan pencemar unit biofilter anaerob-aerob sebesar 84,7 - 91% untuk BOD, 79,6 - 95,3% untuk COD, 94,1 - 95% untuk Suspended Solid, 89,3 - 89,8% untuk Ammonia (NH4-N), 83 - 87% untuk Deterjen (MBAS) dan 44,4 - 47,3% untuk Phospat (PO4), menjadikan Biofilter anaerob-aerob sebagai pengolahan yang efektif untuk menurunkan kadar Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Fosfat dalam air limbah.



Gambar 7. Skema Pengolahan dengan Biofilter Anaerob-Aerob

Dalam perencanaan ini, direncanakan unit Instalasi Pengolahan Air Limbah untuk 100 KK dengan asumsi 1 KK terdiri dari 5 orang maka jumlah penduduk yang akan dilayani oleh tiap unit IPAL adalah 500 orang. Diasumsikan debit air bersih yang dikonversikan menjadi air limbah sebesar 85%. Dengan penggunaan air bersih rata-rata yaitu 150 L/orang/hari. Didapat total timbulan air limbah yaitu 2,65625 m³/jam dan debit puncak (peak) air limbah sebesar 5,3125 m³/jam kemudian dikonversi menjadi 127,5 m³/hari. Adapun dimensi unit dan waktu tinggal masing-masing komponen IPAL dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Rekapitulasi Waktu Detensi

No	Zona Pengolahan	td	Satuan
1	Zona Anaerob	1,2	jam
2	Zona Aerob	0,1	jam
Total		1,3	jam

Tabel 4. Rekapitulasi Dimensi Unit

No	Dimensi	Nilai	Satuan
1	Zona Anaerob		
	Panjang	2,1	meter
	Lebar	2	meter
	Kedalaman	1,5	meter
	<i>Freeboard</i>	0,2	meter
	Kedalaman total	1,7	meter
2	Zona Aerob		
	Panjang	0,4	meter
	Lebar	0,4	meter
	Kedalaman	1,5	meter
	<i>Freeboard</i>	0,2	meter
	Kedalaman total	1,7	meter

Menurut Said (2010) pengolahan air limbah dengan unit biofilter standar memiliki kriteria beban BOD per volume media adalah 0,4 – 4,7 kg BOD/m³. Nilai influent BOD pada air limbah sebesar 3 mg/L atau 3 g/m³ dengan efisiensi pengolahan zona anaerob 80% hari, dan volume media adalah 60% volume reaktor. Maka kadar senyawa effluent air limbah setelah melewati bak Biofilter Anaerob-Aerob sebagai berikut.

- 1) Beban BOD dalam air limbah

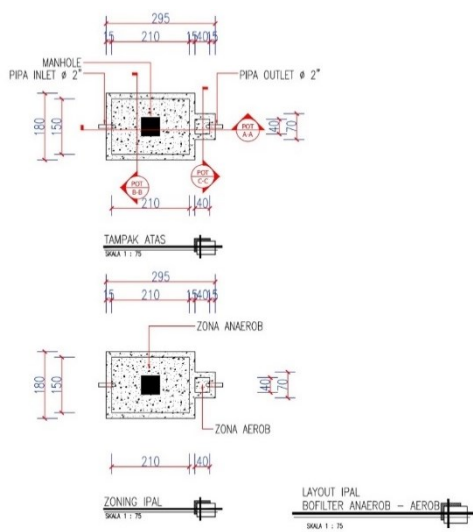
$$\begin{aligned}
 \text{Beban BOD} &= Q \text{ al peak} \times \text{BOD influent} \\
 &= 127,5 \text{ m}^3/\text{hari} \times 3 \text{ g/m}^3 \\
 &= 382,5 \text{ g/hari} \\
 &= 0,3825 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

- 2) Jumlah BOD yang dihilangkan

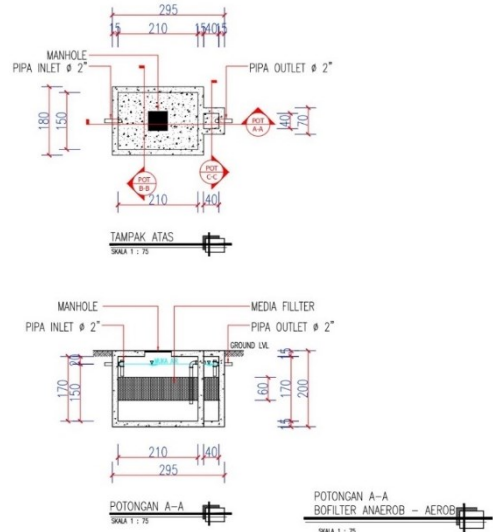
$$\begin{aligned}
 \text{BOD hilang} &= \text{Efisiensi pengolahan} \times \text{beban BOD} \\
 &= 80\% \times 0,3825 \text{ kg/hari} \\
 &= 306 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

- 3) Volume media yang diperlukan

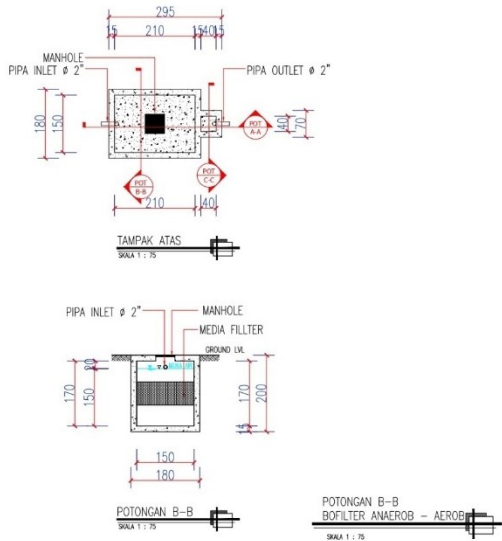
$$\begin{aligned}
 \text{Vol media} &= \frac{\text{Beban BOD}}{\text{Beban BOD/volume media}} \\
 &= \frac{\text{kg/hari}}{1 \text{ kg BOD/m}^3\text{hari}} \\
 &= 0,3825 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$



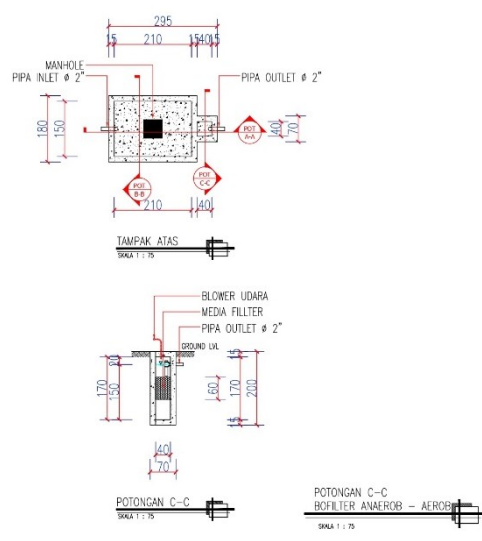
a. Layout IPAL Biofilter Anaerob-Aerob



b. Potongan A-A Biofilter Anaerob-Aerob



c. Potongan B-B Biofilter Anaerob-Aerob



d. Potongan C-C Biofilter Anaerob-Aerob

Gambar 8. IPAL dengan Biofilter Anaerob-Aerob

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada sampel air Sungai Panasen di titik lokasi penelitian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil uji laboratorium terhadap sampel air sungai Panasen menunjukkan bahwa pada aliran sungai yang berlokasi di hilir sungai yang bermuara di Danau Tondano, konsentrasi nilai parameter Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) lebih tinggi atau terjadi kenaikan nilai dibandingkan dengan aliran sungai yang berada di Desa

Panasen, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa yang bisa disebabkan karena aliran air sungai sudah melewati lahan persawahan ditambah dengan lahan pemukiman. Limbah cair yang berasal dari kegiatan pertanian tidak dapat dilihat secara kasat mata, oleh karena itu identifikasi zat pencemar berupa limbah cair pada penelitian ini adalah dari penggunaan pupuk dan pestisida yang digunakan oleh petani. Lahan pemukiman yang ada di sekitar aliran sungai juga mempunyai kontribusi terhadap peningkatan BOD dan COD. Pengelolaan limbah yang kurang memadai dapat menyebabkan limpasan limbah domestik langsung ke sungai. Limbah domestik, seperti sisa makanan, deterjen, dan limbah rumah tangga lainnya, dapat mengandung bahan organik yang tinggi. Sementara untuk parameter Total Fosfat terjadi penurunan konsentrasi nilai pada aliran sungai yang berlokasi di hilir sungai yang bermuara di Danau Tondano dibandingkan dengan aliran sungai yang berlokasi di Desa Panasen, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa. Hal ini bisa disebabkan karena perbedaan kondisi dan aktivitas masyarakat di sekitar sungai juga sedimen yang ada di dasar sungai. Lahan persawahan yang ada disekitar aliran sungai yang berlokasi di Desa Panasen, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa, menyebabkan adanya penggunaan pupuk fosfat pada aktivitas pertanian yang dapat menyebabkan naiknya kadar Total Fosfat pada aliran sungai yang berada di Desa Panasen, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa. Selain itu, sedimen yang berada dasar sungai dapat menjadi penyebab turunnya konsentrasi nilai Total Fosfat. Sedimen yang berada dasar sungai dapat berfungsi sebagai penahan fosfat melalui proses pengendapan partikel yang mengandung fosfat dari kolom air ke dalam sedimen. Proses ini membantu mengurangi konsentrasi fosfat yang terlarut di dalam air, terutama di ekosistem sungai yang dipengaruhi oleh aktivitas pertanian dan aliran permukaan yang membawa nutrisi berlebih.

2. Strategi pengendalian pencemaran lingkungan dalam menjaga kualitas air sungai dapat dilakukan dengan beberapa upaya yaitu dengan mengidentifikasi sumber pencemaran, mengembangkan dan menerapkan teknologi pengolahan limbah seperti IPAL, mengurangi penggunaan pupuk kimia, dan meningkatkan peran serta masyarakat serta koordinasi pemerintah, sehingga diharapkan kualitas air di sungai Panasen dapat ditingkatkan dan dilindungi secara efektif.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada seluruh pihak terkait dalam proses penelitian yang telah mengizinkan peneliti untuk melakukan penelitian di Sungai Panasen, Desa Panasen, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa

Referensi

- Jatiswari, S. M., Soemeinaboedhy, I Nyoman, & Padusung, P. (2022). Studi Status Hara Nitrogen dan Fosfor Pada Endapan Sedimen di Kawasan Bendungan Batujai Lombok Tengah. *Journal of Soil Quality and Management*, 1(1), 16–25. <https://doi.org/10.29303/jsqm.v1i1.11>
- Kreiling, R. M., Perner, P. M., Breckner, K. J., Williamson, T. N., Bartsch, L. A., Hood, J. M., Manning, N. F., & Johnson, L. T. (2023). Watershed- and reach-scale drivers of phosphorus retention and release by streambed sediment in a western Lake Erie watershed during summer. *Science of The Total Environment*, 863, 160804. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160804>
- Pavita, K. Della, Widiatmono, B. R., & Dewi, L. (2014). Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Akibat Buangan Limbah Domestik. *Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 1(3).
- Praptiwi, R. E. (2017). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Sistem Daur Ulang Air Hotel Budget Kota Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rangkuti, F. (2006). Analisis Swot Teknik Membedah Kasus Bisnis. Gramedia Pustaka Utama.
- Said, N. I. (2010). eknologi Biofilter Anaerob-Aerob Tercelup untuk Pengolahan Air Limbah Domestik. Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih Dan Limbah Cair Direktorat Teknologi Lingkungan (BPPT).
- Setyaningsih, W., & Sanjaya, R. S. (2022). The impact of agricultural waste on river water quality of kreo watershed in Semarang city. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1041(1), 012083. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1041/1/012083>
- Sutriadi, M. T., & Sukristiyonubowo. (2013). Pencemaran Nitrat pada Air Sungai Sub DAS Klakah, DAS Serayu di Sistem Pertanian Sayuran Dataran Tinggi / Nitrate Pollution in River Water at Klakah Sub Watershed, Serayu Watershed of Highlands Vegetable Farming Systems. *Tanah Dan Iklim*, 37(1).
- Wardhana, W. A. (2004). Dampak Pencemaran Lingkungan. Andi.