



Analisis Kualitas Air Di Hulu Dan Hilir Sungai Tougela Kelurahan Masarang Kabupaten Minahasa

Bimo A. S. Wonggo^{#a}, Liany A. Hendratta^{#b}, Roski R. I. Legrans^{#c}

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

Abstrak

Sungai adalah ekosistem penting bagi manusia. Sungai juga menyediakan air baik untuk berbagai kebutuhan seperti kegiatan pertanian, industri, maupun domestik. Sungai Tougela adalah salah satu sungai yang berada pada kelurahan masarang, Kecamatan Tondano Barat, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Sungai Tougela merupakan salah satu dari 34 sub Daerah Aliran Sungai yang berada di saluran DAS Danau Tondano dan mempunyai banyak manfaat bagi masyarakat diantaranya sebagai irigasi, perumahan dan lainnya. Aktivitas manusia inilah yang menyebabkan sungai menjadi rentan terhadap pencemaran air. Begitupula pertumbuhan industri dapat menyebabkan dampak penurunan kualitas lingkungan. Hasil uji laboratorium menunjukkan peningkatan konsentrasi Total Fosfat di hilir sungai yang bermuara di Danau Tondano dibandingkan dengan di Hulu sungai, Kecamatan Koya, 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 kestabilan konsentrasi BOD dan COD di Hulu dan hilir sungai, yang bisa disebabkan oleh pengendapan dan melewati lahan basah. 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 Tougela dapat ditingkatkan dan dilindungi secara efektif, mendukung kesehatan ekosistem dan kesejahteraan masyarakat sekitar.

Kata kunci: kualitas air, pencemaran, aktivitas manusia, Sungai Tougela, DAS Danau Tondano

1. Pendahuluan

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggungan gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama.

Sungai adalah ekosistem penting bagi manusia. Sungai juga menyediakan air baik untuk berbagai kebutuhan seperti kegiatan pertanian, industri, maupun domestik. Daerah ini merupakan suatu kesatuan ekosistem yang tersusun atas sumber daya alam dan manusia sebagai penggunaannya. Air merupakan suatu kebutuhan pokok bagi keberlanjutan hidup manusia, hewan, dan tumbuh-tumbuhan. Meskipun air bersifat (*renewable*) namun tetap terbatas bergantung pada ruang dan waktu. Begitu juga dengan air sungai yang mempunyai fungsi serbaguna bagi kehidupan manusia. Aktivitas manusia inilah yang menyebabkan sungai menjadi rentan terhadap pencemaran air. Begitupula pertumbuhan industri dapat menyebabkan dampak penurunan kualitas lingkungan.

Pada Undang Undang Nomor 32 Tahun 2009, dijelaskan pencemaran air merupakan masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

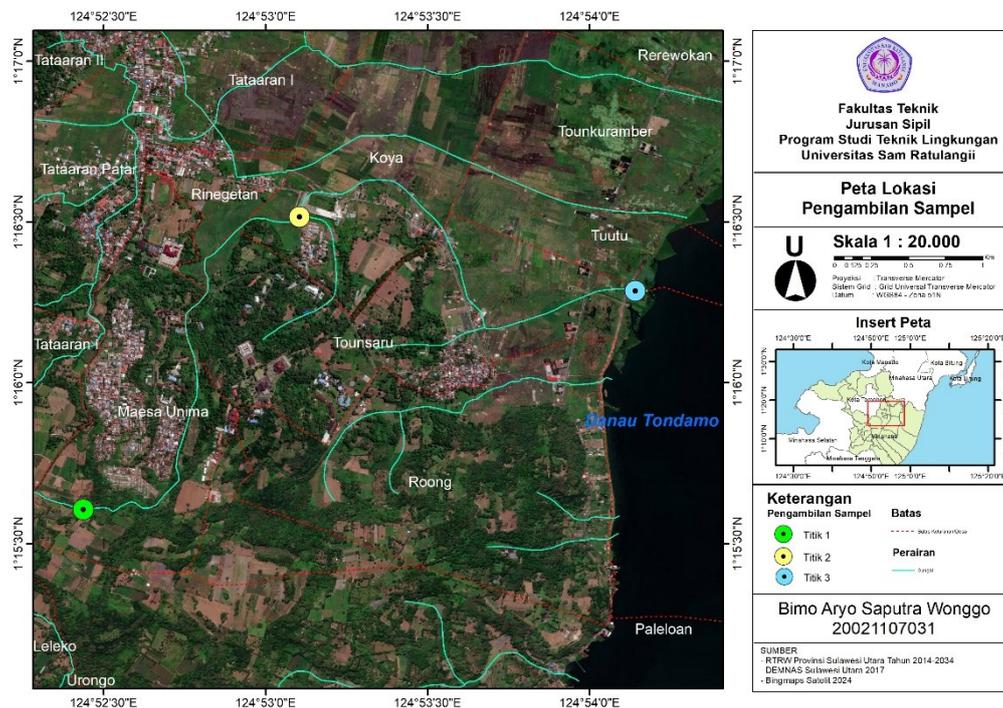
Sungai Tougela adalah salah satu sungai yang berada pada kelurahan masarang, Kecamatan

Tondano Barat, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Sungai Tougela merupakan salah satu dari 34 sub Daerah Aliran Sungai yang berada di saluran DAS Danau Tondano dan mempunyai banyak manfaat bagi masyarakat diantaranya sebagai irigasi, perumahan dan lainnya.

Populasi penduduk yang semakin meningkat sehingga aktivitas masyarakat di sekitar aliran sungai juga meningkat yang berpotensi meningkatkan pembuangan limbah baik limbah rumah tangga, pertanian, yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan kualitas air sungai tersebut.

2. Metode Penelitian

Analisis data menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Sampel air diambil secara langsung dari satu titik perairan pada waktu tertentu dan selanjutnya data diperoleh dari hasil diuji di laboratorium untuk menentukan kandungan BOD (Biological Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), dan Fosfat. Kemudian 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.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penentuan titik pengambilan sampel dilakukan pada 3 (tiga) titik sungai Tougela Pada penelitian ini, lokasi pengambilan sampel dimulai air Sungai Tougela dimulai dari daerah Koya, Kabupaten Minahasa sebagai titik pengambilan sampel 1 sampai titik 3 yang berlokasi outlet sungai Tougela yang terletak di Kecamatan Masarang. Koordinat titik pengambilan sampel dimulai dari 1°26'03"N dan 124°87'41"E, sampai dengan 1°27'53"N dan 124°90'43"E. Lokasi pengambilan sampel adalah sebagai berikut :

1. Titik 1

Titik 1 terletak pada hulu sungai Tougela yang berlokasi di Kecamatan Koya, Kabupaten Minahasa pada koordinat 1°26'03"N dan 124°87'41"E

2. Titik 2

Pengambilan sampel air titik 2 terletak pada tengah sungai Tougela berlokasi di Kecamatan Koya, Kabupaten Minahasa pada Koordinat 1°27'64"N dan 124°88'50"E.

3. Titik 3

Pengambilan sampel air pada titik 3 terletak pada hilir sungai Tougela yang terletak pada Kecamatan Kasarang, Kabupaten Minahasa pada koordinat 1°27'53"N dan 124°90'43"E.

Metode pengambilan sample air sungai yang dilakukan secara langsung menggunakan metode grab sampling yaitu metode pengambilan sample sesaat yang menunjukkan karakteristik

air hanya pada saat itu . dengan menggunakan alat water sampler sesuai dengan SNI 6989.59:2008. Sebelum dilakukan analisa di laboratorium dilakukan pengawetan agar tidak terjadi perubahan fisika maupun kimia. Parameter yang dianalisis meliputi parameter BOD, COD dan Fosfat. Pengambilan sampel pada bulan mei 2024 dan di Analisa di lab Balai standarisasi dan pelayanan jasa industri Manado.

Tabel 1 . Pengujian Kadar Parameter Air Sampel

Parameter	Sumber	Metode
BOD	SNI 06-6989.72-2009	Titras Winkler
COD	SNI 06- 6989.2-2009	Spektrofotometri
Total Phospat sebagai P	SNI 6989-31:2021	Spektrofotometri

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Kualitas Air Sungai

Dari hasil analisis sampel air sungai Tougela, diketahui bahwa parameter BOD, COD memenuhi standar baku mutu Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 untuk kelas I sampai kelas IV. Sementara untuk parameter Fosfat memenuhi standar baku mutu Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 untuk kelas III sampai kelas IV.

Tabel 2. Hasil Analisis Kualitas Air Sungai Tougela

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisis		
			Titik I	Titik II	Titik III
Biochemical Oxygen Demand (BOD)	mg/L	6	2	2	2
Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/L	40	<4	<4	<4
Fosfat Total sebagai P	mg/L	1,0	0,6	0,7	0,9

3.2. Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Dari hasil pengujian dan pengukuran BOD menunjukkan bahwa sampel air di titik 1 (satu) yang berlokasi di daerah Hulu sungai Tougela di perkebunan Kelurahan Koya memiliki nilai BOD 2 mg/L, pada titik 2 (dua) yang berlokasi Tengah sungai Tougela yang berada di Yama Resort Tondano Kelurahan Koya memiliki nilai BOD 2 mg/L, dan pada titik 3 (tiga) berada di Hilir sungai Tougela, Kelurahan Masarang memiliki nilai BOD 2 mg/L. Berdasarkan tabel hasil di atas, nilai parameter BOD pada ketiga titik pengukuran tidak melampaui standar kualitas yang ditetapkan untuk kelas I, II, III, dan IV. Ini menunjukkan bahwa kualitas air sungai Tougela masih memenuhi persyaratan standar yang diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang 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.

3.3. Chemical Oxygen Demand (COD)

Dari hasil pengujian dan pengukuran COD menunjukkan bahwa sampel air di titik 1 (satu) yang berlokasi di daerah Hulu sungai Tougela di perkebunan Kelurahan Koya memiliki nilai COD <4 mg/L, pada titik 2 (dua) yang berlokasi Tengah sungai Tougela yang berada di Yama Resort Tondano Kelurahan Koya memiliki nilai COD <4 mg/L, dan pada titik 3 (tiga) berada di Hilir sungai Tougela, Kelurahan Masarang memiliki nilai COD <4 mg/L. Ini menunjukkan bahwa kualitas air sungai Tougela masih memenuhi persyaratan standar yang diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang 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.

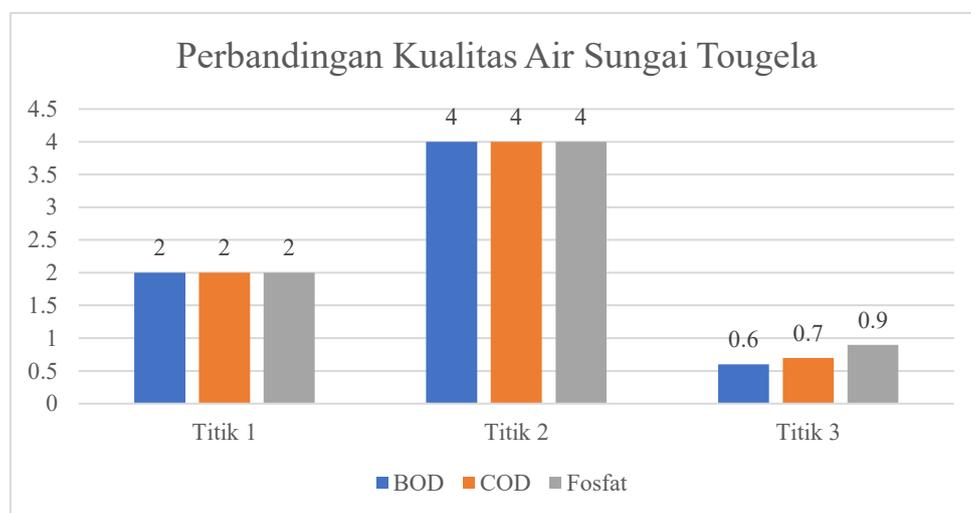
3.4. Fosfat Total sebagai P

Dari hasil pengujian dan pengukuran Fosfat menunjukkan bahwa air di titik 1 (satu) yang berlokasi di daerah Hulu sungai Tougela di perkebunan Kelurahan Koya memiliki nilai Fosfat 0,6 mg/L, pada titik 2 (dua) yang berlokasi Tengah sungai Tougela yang berada di Yama Resort Tondano Kelurahan Koya memiliki nilai Fosfat 0,7 mg/L, dan pada titik 3 (tiga) berada di Hilir sungai Tougela, Kelurahan Masarang memiliki nilai Fosfat 0,9 mg/L.

Peningkatan nilai fosfat dari hulu ke hilir sungai ini dapat dijelaskan oleh beberapa faktor. Di hulu, sumber utama fosfat berasal dari penggunaan pestisida dan pupuk kimia di perkebunan. Zat kimia ini dapat larut dan terbawa air hujan ke sungai, meningkatkan kadar fosfat di air.

3.5. Perbandingan Kualitas Air Sungai Tougela

Setelah dilakukan pengujian terhadap sampel air, selanjutnya dilakukan perbandingan terhadap kualitas air Sungai Panasen pada titik 1 (satu), titik 2 (dua), dan titik 3 (tiga). Parameter yang digunakan untuk membandingkan kualitas air yaitu BOD, COD dan fosfat. Hasil perbandingan dari kualitas air di Sungai Tougela di Hulu dan Hilir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2. Perbandingan Dari Kualitas Air Sungai Tougela di Hulu dan Hilir

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium, kandungan Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) yang berada pada titik 1, titik 2, dan titik 3 untuk parameter BOD tidak terjadi kenaikan dan penurunan pada ketiga titik dengan jumlah parameter BOD 2 mg/L. Begitu juga dengan parameter COD tidak terjadi kenaikan atau penurunan pada ketiga titik dengan jumlah parameter COD <4 mg/L. Nilai COD dalam air limbah biasanya lebih tinggi daripada nilai BOD karena lebih banyak senyawa kimia yang dapat dioksidasi secara kimia dibandingkan oksidasi biologi. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalamnya (Pujiastuti, 2010).

Sedangkan untuk Total Fosfat nilai tertinggi berada pada titik 3 (tiga) yaitu pada aliran sungai yang berlokasi di daerah di hulu sungai Tougela, Kelurahan Masarang, Kabupaten Minahasa yang melewati lahan persawahan dan pemukiman, dengan konsentrasi nilai Total Fosfat 0,9 mg/L. Bentuk fosfat dalam perairan adalah ortofosfat. Pada umumnya, fosfat yang terdapat dalam suatu perairan dapat berasal dari kotoran manusia atau hewan, sabun, industri pulp dan kertas, detergen. Pada dasarnya makhluk hidup yang tumbuh di perairan memerlukan fosfat pada kondisi jumlah tertentu. Sebaliknya, kandungan fosfat yang berlebihan akan membahayakan kehidupan makhluk hidup tersebut. Kandungan fosfat yang besar dapat meningkatkan pertumbuhan alga yang mengakibatkan sinar matahari yang masuk ke perairan menjadi berkurang (Ngibad, 2019).

3.6. Strategi Penanggulangan Pencemaran di Sungai Tougela Jika Tercemar

Menurut (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air, 2001) pasal 2 ayat (1) menyatakan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air diselenggarakan secara terpadu dengan pendekatan ekosistem. Selanjutnya dinyatakan bahwa keterpaduan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dilakukan pada tahap perencanaan, pelaksanaan, pengawasan dan evaluasi. Salah satu tujuan pengawasan untuk memeriksa dan mengetahui tingkat ketaatan penanggungjawab kegiatan dan/atau usaha terhadap ketentuan perundang-undangan yang berkaitan dengan masalah lingkungan hidup.

Menurut (Baharem, 2014) Kegiatan pengawasan dan pemantauan merupakan salah satu cara untuk mengimplementasikan kebijakan dan strategi pengembangan pola ruang kawasan lindung Strategi untuk pencegahan dampak negatif kegiatan manusia yang dapat menimbulkan kerusakan lingkungan hidup.

Strategi adalah sarana untuk mencapai tujuan, dan pengendalian pencemaran air membutuhkan perencanaan strategis yang mencakup proses analisis, perumusan, dan evaluasi strategi. Salah satu model perencanaan strategis yang dapat digunakan adalah analisis SWOT, yang terdiri dari kekuatan (strengths), kelemahan (weaknesses), peluang (opportunities), dan ancaman (threats). Strategi yang dihasilkan dari analisis SWOT dapat dikelompokkan menjadi 4 (empat) kategori sebagai berikut:

1. Strategi SO: strategi ini dilakukan dengan cara menggunakan kekuatan (strength) guna memanfaatkan peluang (Opportunity)
 - Tingkatkan penegakan Hukum Lingkungan berdasarkan Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009
 - Tingkatkan komitmen pimpinan serta ketersediaan informasi lingkungan hidup guna meningkatkan peran Dinas Lingkungan Hidup (BLH) Kabupaten Minahasa dalam penanganan isu perubahan iklim dan pengarus utamaan pembangunan berkelanjutan
2. Strategi ST: Strategi ini dilakukan dengan menggunakan kekuatan (Strength) yang ada guna menghadapi berbagai ancaman (threat)
 - 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 (BLH) kabupaten Minahasa untuk meningkatkan peran masyarakat dalam perlindungan/ konservasi sumber daya alam
3. Strategi WO: strategi ini merupakan langkah meminimalkan kelemahan guna memanfaatkan peluang yang ada
 - 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 untuk mengurangi ancaman. 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.

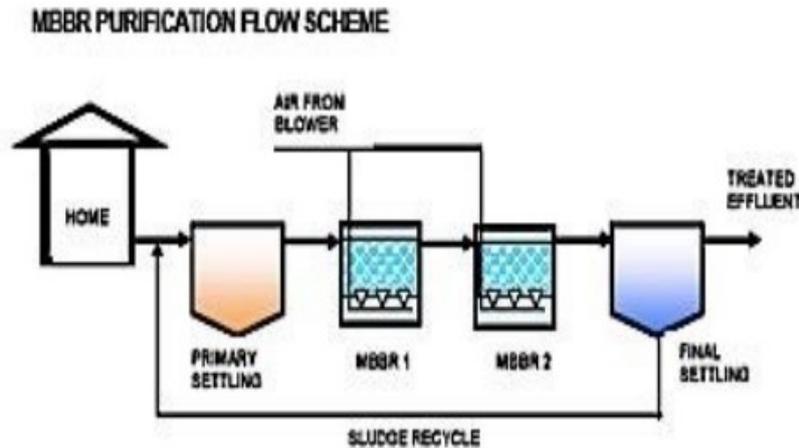
Dari strategi-strategi diatas, maka prioritas kebijakan untuk mencegah terjadinya pencemaran air dan penurunan kualitas air sehingga air sungai dapat dimanfaatkan sesuai dengan peruntukannya, yaitu dengan cara melakukan pengelolaan limbah sebelum dibuang kesungai. Pengelolaan limbah dapat dilakukan dengan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

3.7. Contoh Analisis Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk Pengendalian Pencemaran Sungai

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) atau Wastewater Treatment Plant (WWTP) adalah sebuah struktur yang dirancang untuk membuang limbah biologis dan kimiawi dari air sehingga memungkinkan air tersebut untuk dapat digunakan kembali pada aktivitas yang lain. Tujuan utama pengolahan air limbah ialah untuk mengurai kandungan bahan pencemar di dalam

air terutama senyawa organik, padatan tersuspensi, mikroba patogen, dan senyawa organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme yang terdapat di alam.

Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) adalah salah satu unit pengolahan biologis yang memanfaatkan biofilm yaitu dengan sistem fluidized attached growth atau pertumbuhan yang melekat terfluidisasi (mikroorganisme yang tumbuh kemudian berkembang biak pada media). Saat berlangsung proses pengolahan, MBBR memanfaatkan proses aerobik yang dapat menurunkan kandungan nitrogen melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Efisiensi removal nitrogen pada limbah domestik melalui proses aerobik dan anaerobik mencapai 65-70% (Jusepa, 2017).



Gambar 3. Skema IPAL MBBR

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 80%. Dengan penggunaan air bersih rata-rata yaitu 150 L/orang/hari.

Tabel 3. Rekapitulasi Dimensi Unit IPAL

Unit Pengolahan	Spesifikasi	Waktu Tinggal
Bak Pengumpul	Panjang : 2 m Lebar : 1 m Tinggi : 1,5 m	30 menit
Bak Ekualisasi	Panjang : 5 m Lebar : 2 m Tinggi : 1,5 m	4 jam
MBBR BOD	Panjang : 1,5 m Lebar : 1 m Tinggi : 2 m	1,1 jam
MBBR Nitrifikasi	Panjang : 2,5 m Lebar : 1 m Tinggi : 2 m	4 jam
Bak Pengendap Akhir	Panjang : 2 m Lebar : 1 m Tinggi : 3,5 m	2 jam
Bak Kontrol	Panjang : 2 m Lebar : 1 m Tinggi : 3,3 m	2 jam
Total	30 m²	13,6 jam

4. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran Biochemical Oxygen Demand (BOD) menunjukkan bahwa kadar BOD yang ada di titik 1 (satu) memiliki konsentrasi nilai sebesar 2 mg/L, pada titik 2 (dua) memiliki konsentrasi nilai 2 mg/L. dan pada titik 3 (tiga) memiliki konsentrasi nilai 2 mg/L. Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran Chemical Oxygen Demand (COD) menunjukkan bahwa kadar COD yang ada di titik 1 (satu) memiliki

- konsentrasi nilai kurang dari limit deteksi atau sebesar <4 mg/L, pada titik 2 (dua) memiliki konsentrasi nilai <4 mg/L, pada titik 3 (tiga) juga memiliki konsentrasi nilai kurang dari limit deteksi atau sebesar <4 mg/L. Sedangkan berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran Total Fosfat, didapatkan nilai pada titik 1 (satu) memiliki konsentrasi nilai sebesar 0,6 mg/L, pada titik 2 (dua) memiliki konsentrasi nilai 0,7 mg/L, pada titik 3 (tiga) memiliki konsentrasi nilai 0,9 mg/L.
2. Berdasarkan hasil uji kualitas air sungai Tougela Kelurahan Masarang Kabupaten Minahasa menunjukkan bahwa parameter BOD, COD, Fosfat memenuhi standar baku mutu menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, dengan hasil pengukuran BOD 2 mg/L pada ketiga titik dengan Baku Mutu : (6 mg/L), COD pada ketiga titik <4 mg/L dengan Baku mutu : (40 mg/L), dan Fosfat 0,6 mg/L – 0,9 mg/L dengan Baku mutu : (1,0 mg/L). Yang artinya aktivitas sekitar seperti pemukiman tidak terlalu mempengaruhi dalam menaikkan kadar BOD dan COD dalam Sungai Tougela sedangkan untuk kadar Fosfat memiliki sedikit kenaikan namun tidak melewati baku mutu yang artinya aktivitas pertanian pertanian sedikit mempengaruhi kenaikan kadar Fosfat pada Sungai Tougela.
 3. Strategi pengendalian pencemaran lingkungan dalam menjaga kualitas air sungai dapat dilakukan dengan beberapa upaya, yaitu dengan meningkatkan peran serta masyarakat dalam mengendalikan pencemaran air sungai melalui kegiatan sanitasi, penanaman vegetasi di bantaran sungai, pengelolaan limbah industri, dan pengurangan penggunaan pupuk kimia.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada seluruh pihak terkait dalam proses penelitian yang telah mengizinkan peneliti untuk melakukan penelitian di Sungai Tougela, Kelurahan Masarang, Kabupaten Minahasa.

Referensi

- Baherem. (2014). Strategi Pengelolaan Sungai Cibanten Provinsi Banten Berdasarkan Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Air Dan Kapasitas Asimilasi. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 4(1), 60–69. <http://www.epa.gov/>
- Jusepa, H. (2017). Pengolahan Lindi Menggunakan Moving Bed Biofilm Reactor dengan Proses Anaerobik-Aerobik-Anoksik. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 2–7. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.19116>
- Ngibad, K. (2019). *Analisis Kadar Fosfat Dalam Air Sungai Sungai Ngelom Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur*. 14(3), 197–201.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air, Peraturan Pemerintah tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air 1 (2001).
- Pujiastuti, I. (2010). *Perbedaan Kadar BOD5 Dan COD Limbah Cair Sebelum Dan Sesudah Pengolahan di RSUD Karanganyar*.
- Undang-undang (UU) Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.