

MODEL PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR SUNGAI SESAYAP DI KABUPATEN TANA TIDUNG PROVINSI KALIMANTAN UTARA

Kusuma Lelana Ari Lestari¹⁾

Sodikin²⁾

Subekti Nurmawati³⁾

¹⁾Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tana Tidung

²⁾Program Studi Magister Studi Lingkungan, Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Terbuka

³⁾ Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka

e-mail: kusumalelana@gmail.com ¹

ABSTRACT

Sesayap River has many strategic functions that result in increased pressure on water quality. The monitoring results of the Directorate General for Environmental Pollution and Degradation Control of the Ministry of Environment and Forestry Republic of Indonesia show an increase in Fecal coliform parameters at the Tideng Pale Regional Water Utility (PDAM) intake from year to year. This study was conducted to analyze the trend of Sesayap River water quality, especially Fecal coliform parameters, under business-as-usual conditions in 2034 using a dynamic system. By using dynamic system modeling, the simulation results show that the trend of Fecal coliform parameters is getting farther and farther from the quality standard.

Keywords: Water Pollution Control, Sesayap River, System Dynamic, Fecal coliform, stakeholder involvement

ABSTRAK

Sungai Sesayap memiliki banyak fungsi strategis yang berdampak pada meningkatnya tekanan terhadap kualitas air. Hasil pemantauan Dirjen Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan KLHK memperlihatkan peningkatan parameter *Fecal coliform* pada intake PDAM Tideng Pale dari tahun ke tahun. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis *trend* kualitas air Sungai Sesayap parameter Fecal coliform kondisi *Business as Usual* pada tahun 2034 dengan menggunakan sistem dinamik. Dengan menggunakan pemodelan sistem dinamik diperoleh hasil simulasi *trend* parameter *Fecal coliform* semakin meningkat jauh melebihi baku mutu yang menunjukkan kualitas air semakin buruk.

Kata Kunci: Pengendalian Pencemaran Air, Sungai Sesayap, Sistem Dinamik, *Fecal coliform*, pelibatan stakeholder.

PENDAHULUAN

Sungai Sesayap sebagai sungai lintas negara bermuara di Kabupaten Tana Tidung. Sungai ini berfungsi strategis, diantaranya sebagai daerah tangkapan air, jalur utama lalu lintas air ke Kabupaten Tana Tidung, air baku PDAM, air baku pertambangan di sekitarnya, air baku MCK dan wisata (DLH Kabupaten Tana Tidung, 2021). Sebagaimana permukiman penduduk dan aktifitas penduduk di Kalimantan lainnya, permukiman penduduk dan aktifitas penduduk di Kabupaten Tana Tidung sebagian besar dilakukan di atas sungai. Berbagai fungsi WS tersebut memberikan tekanan terhadap Sungai Sesayap sehingga kualitas air Sungai Sesayap semakin rawan terhadap perubahan.

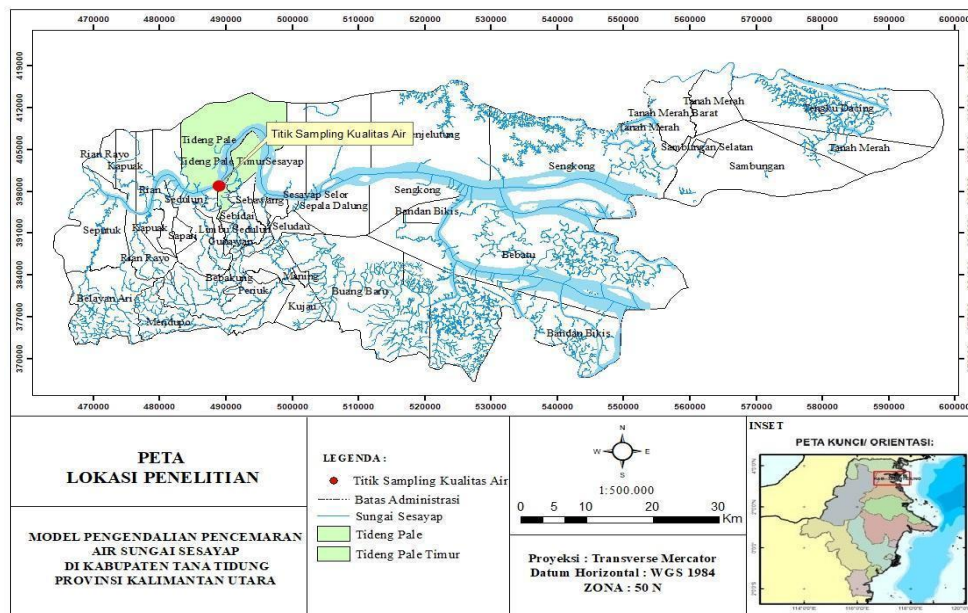
Berdasarkan hasil pemantauan kualitas air pada *intake* PDAM Tideng Pale Periode Tahun 2015 – 2024, menunjukkan *trend* kualitas air WS Sesayap dengan parameter *Fecal coliform* dan *Total coliform* yang semakin meningkat. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Lestari dkk (2023), disimpulkan bahwa tingginya bakteri *Fecal coliform* di Sungai Sesayap disebabkan oleh usaha dan/atau kegiatan yang menghasilkan limbah domestik, dimana rumah tangga menjadi penyebab utama. Selain limbah domestik rumah tangga, warung makan, pasar, penjual ikan, warung kelontong, penginapan, Sekolah Dasar (SD), mushola, perkantoran juga berpengaruh terhadap timbulan *Fecal coliform*.

Berdasarkan permasalahan sebagaimana telah diuraikan di atas, penting dibuat pemodelan sistem dinamik. Tujuan dilakukannya pemodelan adalah untuk mengetahui *trend* kualitas air Sungai Sesayap dengan parameter *Fecal coliform* sampai tahun 2034 kondisi *Business As Usual* (BAU) menggunakan sistem dinamik.

METODE

Penelitian dilakukan di Kabupaten Tana Tidung, Provinsi Kalimantan Utara tepatnya pada intake PDAM Tideng Pale serta permukiman penduduk di Desa Tideng Pale dan Desa Tideng Pale Timur, Kecamatan Sesayap. Data pemantauan kualitas air sungai pada Intake PDAM Tideng Pale digunakan dalam penelitian karena lokasi tersebut merupakan satu-satunya sumber air baku PDAM yang dialirkan ke Kecamatan Sesayap dan Kecamatan Sesayap Hilir, Kabupaten Tana Tidung. Selain itu, lokasi di sekitar intake PDAM Tideng Pale juga merupakan permukiman padat penduduk dan pelabuhan speedboat. Sementara, Desa Tideng Pale dan Tideng Pale Timur dipilih sebagai obyek penelitian karena merupakan permukiman terdekat dengan intake PDAM Tideng Pale yang berdasarkan hasil pemantauan kualitas air permukaan oleh Dirjen Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2016-2022 menunjukkan trend jumlah *Fecal coliform* yang semakin meningkat dari tahun ke tahun.

Peta lokasi penelitian disajikan sebagaimana Gambar 1. Penelitian dilakukan selama enam bulan, yaitu dari Bulan Mei sampai bulan Desember 2022.



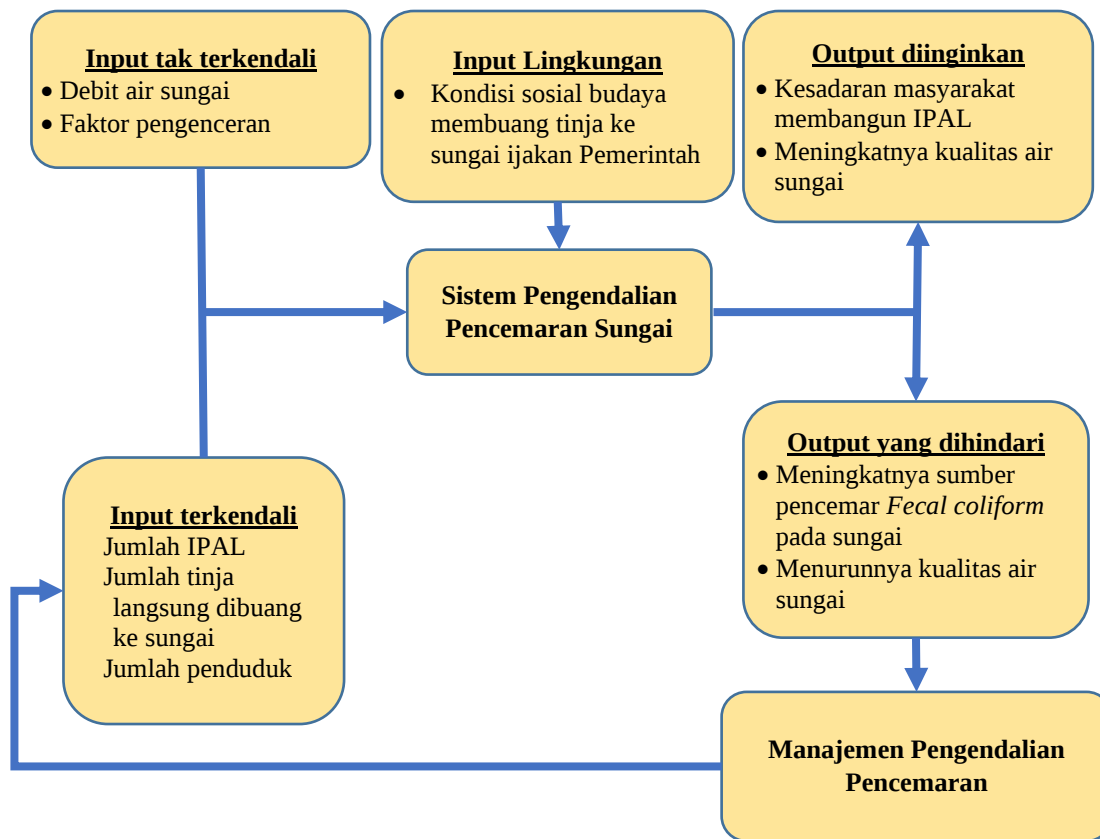
Gambar 1 Lokasi Penelitian

Dalam penelitian, faktor – faktor penyebab tingginya bakteri *Fecal coliform* sebagaimana penelitian Lestari dkk (2023) dikembangkan secara matematis dengan menghitung besarnya dampak terhadap timbulan *coliform*. Hasil kuantifikasi selanjutnya dimasukkan ke dalam pemodelan sistem dinamik, sehingga dapat diketahui *trend* kualitas air Sungai Sesayap pada tahun 2034.

Tahapan – tahapan pemodelan sistem dinamik yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan konsep

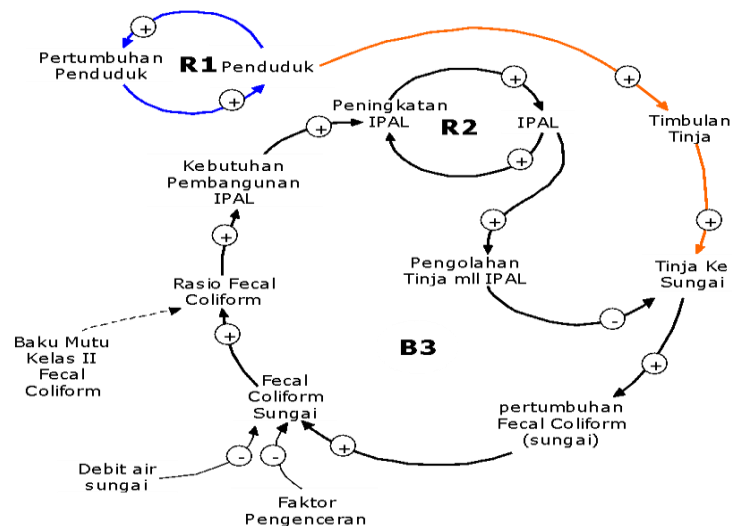
Penduduk di Desa Tideng Pale dan Tideng Pale Timur yang tinggal di bantaran Sungai Sesayap dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk. Jumlah penduduk yang semakin meningkat menyebabkan timbulan tinja. Tinja yang dihasilkan di kedua desa tersebut sebesar 52,27% dibuang ke sungai yang berdampak pada pertumbuhan *Fecal coliform* pada sungai. Keberadaan *Fecal coliform* di sungai tersebut juga dipengaruhi oleh faktor pengenceran seperti evaporasi, curah hujan, kemampuan asimilasi sungai, serta keberadaan nutrient dalam air sungai yang sesuai untuk pertumbuhannya. Keberadaan *Fecal coliform* sungai tersebut kemudian dibandingkan dengan Baku Mutu Air Nasional Kelas II sebagaimana Lampiran VI Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 sehingga diperoleh rasio *Fecal coliform*. Besarnya rasio ini berpengaruh terhadap kebutuhan pembangunan IPAL, yang nantinya akan berdampak pada peningkatan IPAL dan jumlah IPAL itu sendiri. Banyaknya jumlah IPAL akan berpengaruh terhadap pengolahan tinja melalui IPAL, sehingga dapat mengurangi jumlah tinja yang langsung dibuang ke sungai. Dari konsep tersebut, *black box diagram* ditampilkan sebagaimana Gambar 1.



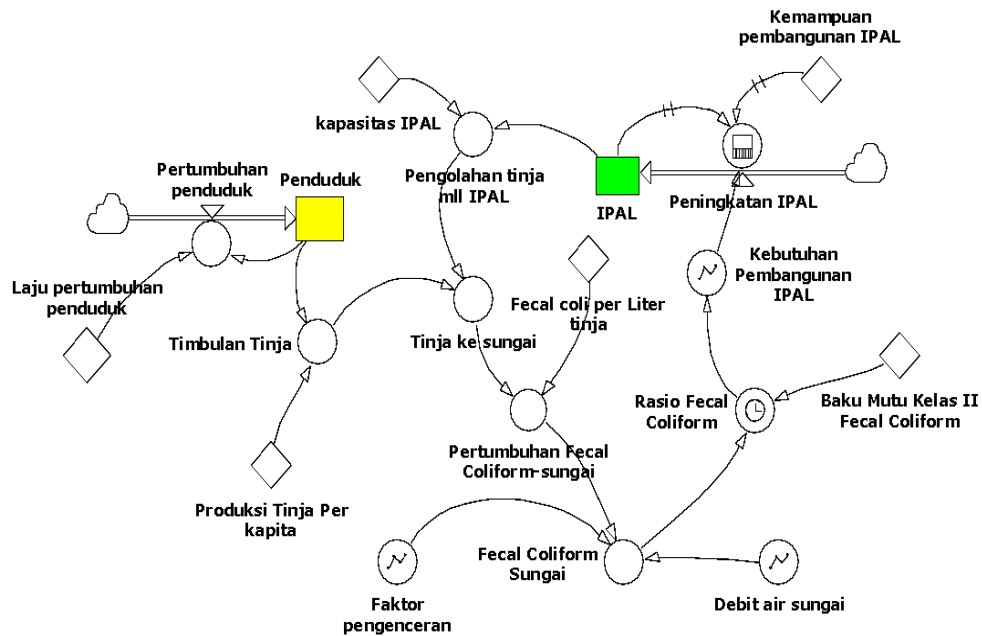
Gambar 2. Black Box diagram Penelitian (Hasil Analisis)

2. Pembuatan model

Causal Loop Diagram (CLD) ditampilkan sebagai berikut:



Gambar 3. Causal Loop Diagram (CLD) Pengendalian Pencemaran Sungai



Gambar 4. Struktur *Stock Flow Diagram (SFD)* pengendalian Pencemaran Sungai Sesayap

3. Memasukkan data
4. Simulasi dan uji model
5. Validasi model

Validasi model dilakukan dengan menggunakan *absolute means error (AME)*. Dengan rumus sebagai berikut:

$$AME = \frac{([X_s - X_r])}{X_r} \quad (1)$$

Keterangan

X_s = rata-rata data simulasi

X_r = rata-rata data referensi

Simbol [] artinya harga mutlak yang meniadakan tanda minus pada perhitungan. Nilai AME yang digunakan dalam penelitian ini adalah 30%, karena terdapat banyak variabel yang dikendalikan (Soesilo, 2020). Apabila hasil simulasi setelah divalidasi dan hasilnya valid, maka langkah selanjutnya adalah menambahkan berbagai alternatif kebijakan pengendalian faktor penyebab tingginya bakteri *Fecal coliform* yang dapat diterapkan untuk mengendalikan pencemaran.

6. Kebijakan Intervensi

Kebijakan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagaimana kondisi *Bussines as Usual (BAU)*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

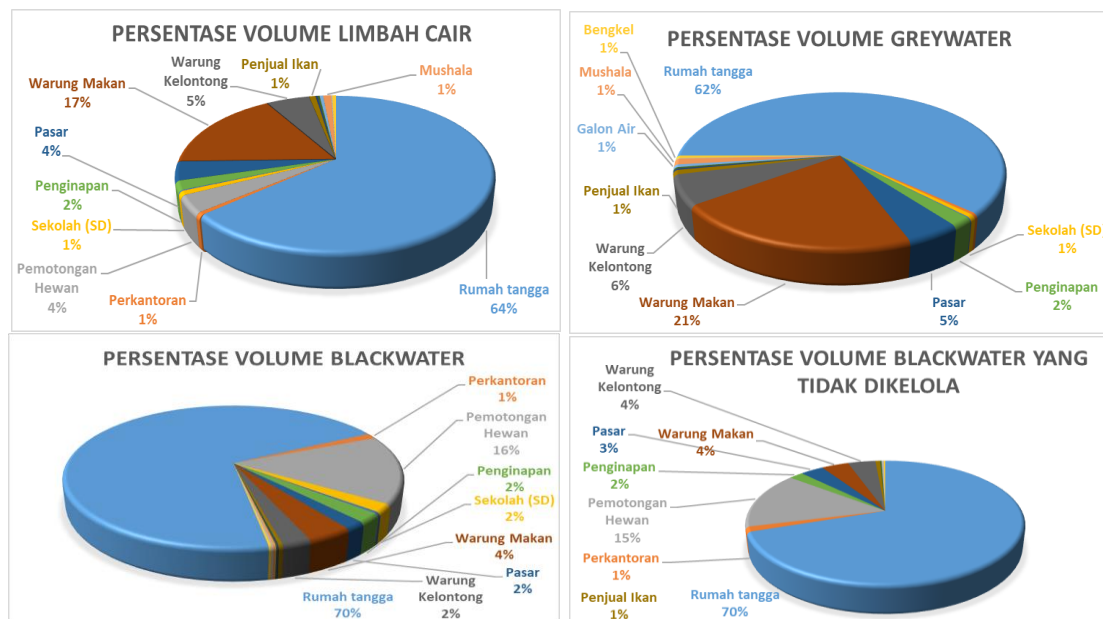
Indonesia dialiri oleh banyak aliran sungai (Widyastutie, 2020), beberapa sungai diantaranya berada di Kabupaten Tana Tidung. Kabupaten Tana Tidung berada di Provinsi Kalimantan Utara. Berdasarkan hasil analisis citra satelit *google map*, terdapat 26 sungai dan anak sungai di Kabupaten Tana Tidung, dengan sungai terlebar dan terpanjang adalah Sungai Sesayap. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/PRT/M/2015, Wilayah Sungai (WS) Sesayap termasuk WS lintas Negara. WS Sesayap tersebut membentang sepanjang $\pm 36.222,99 \text{ km}^2$ dengan luas WS di Malaysia $4.952,31 \text{ km}^2$ (14%) dan di Indonesia $31.270,68 \text{ km}^2$ (86%). Hulu WS Sesayap meliputi DAS Sebatik, DAS Sembakung/ Sedalit dan DAS Sebuku masuk ke dalam wilayah Sabah Malaysia. Sementara hilirnya berada pada DAS Sesayap di Kabupaten Tana Tidung.

Aktifitas manusia dan proses alam sangat berpengaruh terhadap mutu air (Afwa dkk 2021). Mikroorganisme patogen yang berasal dari tinja seperti *Fecal Coliform* merupakan salah satu penyebab terjadinya pencemaran perairan (Adrianto, 2018). *Fecal coliform* mudah ditemukan pada semua perairan, khususnya perairan yang terkontaminasi oleh limbah organik, tinja hewan berdarah panas dan manusia (Gazali dan Widada, 2021; Rahayu dkk, 2018). *Fecal coliform* juga memiliki lingkungan sekunder di air dan tanah (Martani dkk, 2022), seperti di air lindi (Putri, 2021).

Bakteri *coliform* digunakan sebagai indikator pencemaran perairan karena adanya korelasi positif antara jumlah koloni *coliform* dengan keberadaan bakteri patogen di perairan (Pelczar dan Chan, 2008). Bakteri *coliform* juga banyak digunakan sebagai indikator potensi kontaminasi mikroba dalam sistem suplai dan distribusi air (Morris dkk, 2022). Naillah dkk (2021) dalam *literature review* yang telah dilakukan terhadap jurnal yang dipublikasikan pada 2010-2020, menyimpulkan bahwa kandungan bakteri *Fecal coliform* di perairan berhubungan signifikan dengan COD dan BOD, dimana pada saat COD dan BOD meningkat, maka jumlah bakteri *Fecal coliform* juga akan meningkat. Biasanya kandungan COD lebih tinggi daripada BOD, karena bakteri *Fecal coliform* lebih sulit teroksidasi secara biologi daripada secara kimia. Sementara suhu dan pH tidak berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan *Fecal coliform*.

Tingginya bakteri *Fecal coliform* di perairan menyebabkan kontaminasi pada biota perairan (Tapotubun dkk dalam Setyati dkk, 2022). Zat etonin yang dihasilkan oleh bakteri *Fecal coliform* dapat menyebabkan kanker (Ristiani, 2015). Selain itu, bakteri pengurai ini dapat menghasilkan racun skatol dan indol, sehingga apabila dikonsumsi dalam jumlah besar, *Fecal coliform* dapat menyebabkan diare, radang usus, serta infeksi saluran empedu dan saluran kemih serta dapat menyebabkan sindrom uremik hemolitik yang mematikan (Thorpe dkk, 2022; Sianipar dkk, 2022). Octavia dan Jusniar (2020) juga berpendapat bahwa kontaminasi *Fecal coliform* juga dapat berdampak pada infeksi saluran pernafasan serta terhambatnya pertumbuhan fisik pada anak – anak.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh timbulan limbah sebagai berikut:



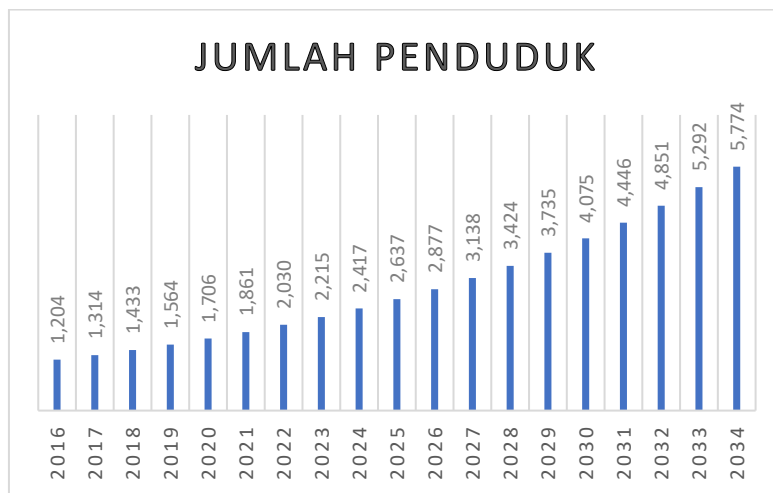
Gambar 5. Persentase Timbunan Limbah di Desa Tideng Pale dan Tideng Pale Timur

Menurut Raffah dan Kristiastuti (2021), 80% dari total produksi air limbah merupakan *greywater*. *Greywater* mengandung deterjen, sabun, minyak, nutrisi garam, sisa makanan dll. 70% *greywater* dihasilkan dari kamar mandi yang meliputi kegiatan *flushing toilet*, *cleaning* dan *shower/bath*. Sumber air ini sedikit tercemar bakteri *fecal coliform*. Sementara, 20% dari *greywater* lainnya berasal dari tempat cucian dan 10% diantaranya dari dapur.

Gotaas (1956) dalam Marhama (2020) telah melakukan penelitian terkait kandungan dalam *blackwater*. Kandungan tersebut sangat bervariasi, tergantung dari sumbernya. Dalam *blackwater*, terdapat tinja dan air seni yang mengandung bakteri *fecal coliform*.

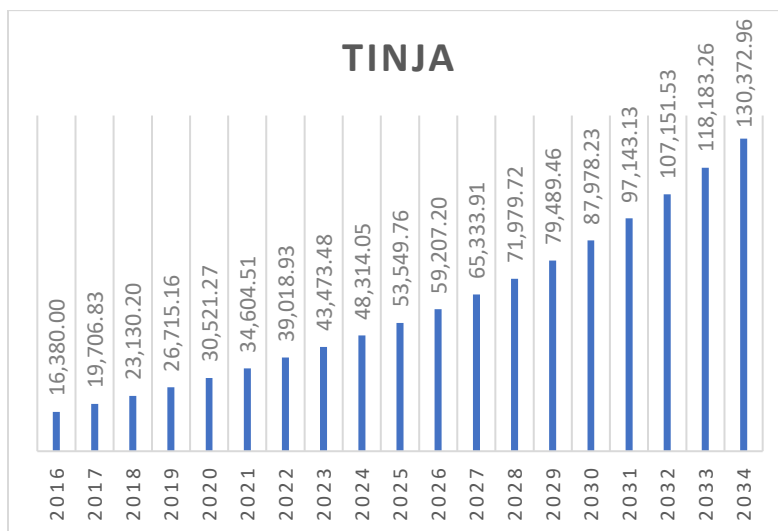
1. Simulasi Model

Berdasarkan data yang diperoleh dari Pemerintah Desa Tideng Pale dan Desa Tideng Pale Timur, jumlah penduduk yang tinggal di kedua desa tersebut pada tahun 2016 adalah sebanyak 1204 jiwa dengan angka pertumbuhan penduduk sangat cepat, yaitu rata – rata pertumbuhan sebesar 9,1%/tahun. Pertumbuhan tinggi disebabkan karena kedua desa berada di pusat kota, dengan jumlah pendatang yang semakin meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini terlihat dari banyaknya kontrakan yang dibangun di kedua desa tersebut.



Gambar 6. Simulasi Jumlah Penduduk di Desa Tideng Pale dan Tideng Pale Timur (2016-2034)

Pertumbuhan penduduk bantaran sungai yang pesat berpengaruh terhadap tingginya produksi tinja masyarakat dimana menurut Azwar (1995) dalam Hadianto dkk (2019), serta Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman dan Direktorat Jendral Cipta Karya (2018), setiap penduduk menghasilkan tinja rata-rata sebesar 32,5 Liter/Tahun.



Gambar 7. Simulasi Timbulan Tinja Penduduk Bantaran Sungai di Desa Tideng Pale dan Tideng Pale Timur

Menurut penelitian Metcalf and Eddy (1991), setiap 1 ml tinja terdapat *Fecal coliform* yang berkisar antara $56 - 8,03 \times 10^7$ MPN/100 ml. Dengan demikian, banyaknya penduduk yang langsung membuang limbah ke sungai meningkatkan jumlah *Fecal coliform* di sungai.

Keberadaan *Fecal coliform* di sungai selain dipengaruhi oleh pertumbuhan juga dipengaruhi oleh debit air sungai. Berdasarkan hasil pemantauan kualitas air yang dilakukan oleh Dirjen Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan KLHK tahun 2016-2022, diketahui debit air sungai sebagai berikut:

Tabel 1. Rata-Rata Debit Air Permukaan pada *Intake* PDAM tahun 2016-2022

Tahun	Rata-Rata Debit Air Pertahun (m ³ /det)
2016	59,00
2017	60,00
2018	37,50
2019	44,73
2020	49,16
2021	65,47
2022	123,00

Baku mutu air yang digunakan adalah baku mutu air kelas II sebagaimana Lampiran VI PP Nomor 22 Tahun 2021. Adapun Baku Mutu parameter *Fecal coliform* adalah 1.000MPN/100ml. Perbandingan antara *Fecal coliform* pada sungai dengan baku mutu air akan diperoleh rasio *Fecal coliform* yang akan berpengaruh terhadap kebutuhan pembangunan IPAL, dimana apabila rasio *Fecal coliform* >1 maka diperlukan penambahan IPAL sebanyak 9 pcs/tahun.

Hasil penelitian menunjukkan pada tahun 2022 terdapat 52,27% penduduk yang tidak memiliki IPAL, sehingga langsung membuang limbah *grey water* dan *black water* ke sungai. Usaha pemotongan hewan juga belum dilengkapi dengan pengolahan limbah, sehingga sisa pemotongan seperti bulu, darah, usus, kepala dan kaki langsung dibuang ke sungai.

Berdasarkan data yang dihimpun oleh Dinas Pekerjaan Umum, Penataan Ruang, Perumahan dan Kawasan Permukiman, jumlah IPAL yang dimiliki penduduk di bantaran sungai kedua desa tersebut pada periode tahun 2016 – 2022 adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Jumlah IPAL di Bantaran Sungai Desa Tideng Pale dan Tideng Pale Timur Tahun 2016-2022

Tahun	Jumlah IPAL (Pcs)
2016	175
2017	184
2018	194
2019	205
2020	217
2021	229
2022	242

Dengan demikian, kemampuan pembangunan IPAL penduduk Desa Tideng Pale dan Tideng Pale Timur rata-rata pertahun adalah sebesar 5,6%. Adapun IPAL yang dibangun memiliki kapasitas pengolahan limbah rata-rata untuk kebutuhan 4 (empat) anggota keluarga. Sehingga pembangunan IPAL yang sesuai dengan ketentuan dapat mengurangi jumlah tinja yang dibuang langsung ke sungai.

2. Validasi Model

Hasil validasi model seperti disajikan pada Tabel 3.

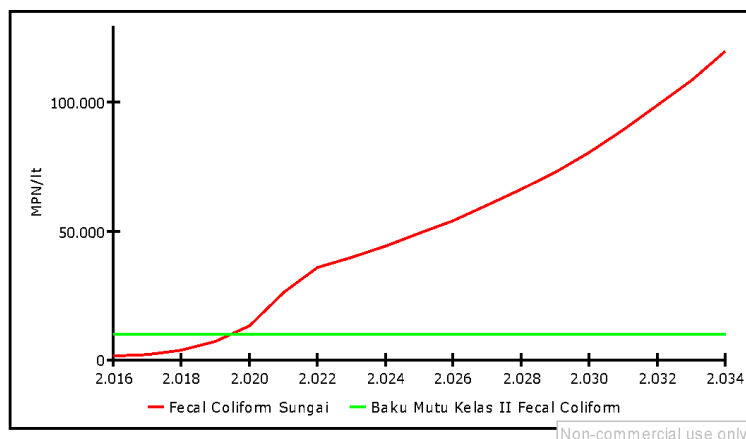
Tabel 3; Validasi Model Pengendalian Pencemaran Sungai Sesayap

Tahun	Referensi	Simulasi	Baku Mutu
2016	1.500	1.501	10.000
2017	2.100	2.232	10.000
2018	1.200	4.077	10.000
2019	6.630	7.487	10.000
2020	11.500	13.160	10.000
2021	26.400	26.565	10.000
2022	31.000	35.675	10.000
11.476	12.956,89	AME=12,91%	

Menurut Soesilo (2020), batas maksimal AME yang diperbolehkan adalah 30% karena model yang dibangun merupakan model secara riil, sehingga banyak variabel yang tidak dapat dikendalikan. Dalam model yang dibangun, variabel yang tidak dapat dikendalikan antara lain debit air, faktor pengencer seperti: curah hujan, kelimpahan faktor pertumbuhan *Fecal coliform*, evaporasi air sungai, serta kemampuan asimilasi Sungai Sesayap.

3. *Trend* Kualitas Air Kondisi BAU (Skenario Pesimis)

Simulasi terhadap model pengendalian pencemaran Sungai Sesayap yang telah dibangun sampai tahun 2034 pada kondisi *business as usual* adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Model Pengendalian Sungai Sesayap Kondisi BAU

Berdasarkan hasil simulasi tersebut, jumlah *Fecal coliform* apabila tidak dilakukan kebijakan pengendalian pencemaran sungai akan terus meningkat, jauh melebihi baku mutu air permukaan kelas II sebagaimana ditetapkan dalam lampiran VI Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Dengan demikian, kualitas air Sungai Sesayap semakin turun dari tahun ke tahun. Kondisi ini menuntut dilakukannya penentuan status mutu kualitas air Sungai Sesayap yang bersifat menyeluruh. Penentuan status mutu kualitas air Sungai Sesayap ini penting dilakukan karena menjadi dasar bagi para *stakeholder* dalam pemanfaatan air Sungai Sesayap, sebagai contoh ketika kandungan *Fecal coliform* jauh melebihi baku mutu kelas II bahkan kelas IV (>2000 MPN/100ml), maka air permukaan tidak lagi dapat digunakan sebagai air baku air minum. Dengan demikian, PDAM sebagai unit pengelola dan penyedia air bersih daerah perlu menambah biaya produksi agar dapat memproduksi dan menyediakan air bersih yang layak sebagaimana ketentuan Permenkes No 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus per Aqua dan Pemandian Umum. Selain itu, PDAM Tideng Pale perlu mengalokasikan dana untuk mengevaluasi sumber air baku yang digunakan dan mencari sumber air baku baru alternatif yang kualitasnya lebih baik serta membangun infrastrukturnya guna menekan biaya produksi.

Strategi pengendalian pencemaran air Sungai Sesayap dalam hal ini perlu dilakukan guna menjaga kelestarian agar sungai dapat dimanfaatkan sebagaimana peruntukannya. Menurut Sari dan Wijaya (2019), strategi yang dapat dilakukan dalam pengendalian sungai antara lain dengan melibatkan masyarakat dalam pengelolaan sungai. Beberapa upaya pengendalian yang dapat dilakukan di lokasi penelitian yaitu dengan mendorong masyarakat untuk mengelola limbah domestik yang dihasilkan, baik limbah cair maupun limbah padat. Pengurangan limbah domestik dapat dilakukan melalui program 4R dalam pengelolaan sampah, yang meliputi: *reduce* atau mengurangi aktifitas produksi limbah penyebab *Fecal coliform* di bantaran sungai, misalnya dengan efisiensi penggunaan air baku melalui kegiatan kampanye hemat air sehingga jumlah limbah cair domestik yang dihasilkan dapat diminimalisir; *reuse* atau memanfaatkan ulang limbah yang dapat menimbulkan *Fecal coliform* tanpa pengolahan terlebih dahulu, misalnya dengan memanfaatkan air cucian daging atau ikan untuk menyiram tanaman; *recycle* atau olah kembali limbah domestik penyebab timbulan *Fecal coliform*, misalnya dengan mengolah sampah sisa makanan dan peternakan atau rumah potong hewan menjadi kompos dan pupuk organik lainnya sehingga tidak langsung dibuang ke sungai; dan *repair* atau melakukan pemeliharaan terhadap unit pengelolaan limbah yang dimiliki, sehingga efektifitas pengelolaan limbah yang dihasilkan dapat ditingkatkan.

Upaya penanggulangan timbulan limbah dari rumah potong hewan unggas (RPU) dapat dilakukan dengan penyediaan RPU yang memenuhi SNI 01-6160-1999 tentang rumah pemotongan unggas. Dalam hal ini, Dinas Perindustrian, Perdagangan, Koperasi dan UKM perlu bersinergi dengan Dinas Pertanian

Pangan dan Peternakan dalam penyediaan RPU yang layak dan terintegrasi, sehingga limbah pemotongan unggas dapat di lokalisir.

Upaya lain yang dapat dilakukan pemerintah dalam pengendalian pencemaran lainnya adalah dengan melakukan pemantauan rutin kualitas air sungai serta memetakan sumber – sumber pencemar sehingga pengendalian pencemaran sungai dapat dilakukan dengan lebih terukur dan komprehensif. Pemantauan kualitas air sungai penting dilakukan guna menyediakan gambaran atau informasi kondisi kualitas air sungai yang nantinya dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan pengambilan kebijakan baik dalam perencanaan, pelaksanaan maupun evaluasi terhadap pengelolaan sumber daya air (Pranowo & Hayati, 2020).

Upaya lain yang dapat dilaksanakan menurut Bahri (2019) adalah dengan ketegasan hukum terhadap pembuang limbah, pemantauan, dan pengawasan secara kontinyu, khususnya pencemaran yang disebabkan oleh *Fecal coliform*. Selain itu, pengurangan beban pencemar dengan melibatkan peran serta masyarakat dan penerapan program penghapusan jamban di atas sungai, manajemen IPAL yang baik, pemantauan kualitas air serta pemetaan sumber pencemar berkontribusi terhadap peningkatan kualitas air sungai (Sari & Wijaya, 2019; Rismawati, 2020). Arisanty dan Huda (2017) dalam Sahanita dkk (2021) merekomendasikan penggunaan jamban yang dilengkapi dengan *saptictank* pada seluruh masyarakat untuk menurunkan kandungan bakteri *Fecal coliform* pada sungai.

Dengan demikian, upaya – upaya pengendalian yang dicanangkan tersebut perlu dilakukan oleh semua stakeholders dari proses hulu sampai hilir (Prihatiningsih, 2021). Hal ini dimulai dari rumah tangga dan usaha dan/atau kegiatan sebagai penghasil limbah sampai pihak terkait yang berwenang dan didukung dengan kebijakan dan sanksi yang harus diterapkan sehingga mendukung pelaksanaan pengelolaan limbah secara berkelanjutan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa *trend* kualitas air WS Sesayap dengan parameter *Fecal coliform* sampai tahun 2034 pada kondisi *business as usual* adalah terus meningkat, semakin jauh melebihi baku mutu. Sehingga diperlukan intervensi kebijakan pengendalian pencemaran air.

REFERENSI

- Adrianto, R. (2018). Pemantauan Jumlah Bakteri Coliform di Perairan Sungai Provinsi Lampung. *Majalah Teknologi Agro Industri (Tegi)* 10 (1)
- Afwa, R. S., Muskananfola, M. R., Rahman, A., Suryanti, S., & Sabdaningsih, A. (2021). Analysis of the Load and Status of Organic Matter Pollution in Beringin River Semarang. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 10(3), 168-178.

- Bahri, S., Kadir, S., Suyanto, S., & Lilimantik, E. (2019). Strategi Pengendalian Terhadap Polusi Air Sungai Di Sub-DAS Riam Kiwa Kabupaten Banjar. *EnviroScienteeae*, 15(2), 291-295.
- BSN. (2002). Standar Nasional Indonesia SNI 19-2454-2002 Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan
- BSN. (2002). Standar Nasional Indonesia 19-6728.1-2002 tentang Penyusunan neraca sumber daya –Bagian 1: Sumber daya air spasial.
- BSN. (1999). Standar Nasional Indonesia 01-6160-1999 tentang Rumah Pemotongan Unggas
- Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman dan Direktorat Jendral Cipta Karya. (2018). *Pedoman Perencanaan Teknik Terinci instalasi Pengolahan lumpur Tinja (IPLT)*. Jakarta Selatan: Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat
- Dirjen PPKL KLHK. (2022). Indeks Kualitas Lingkungan Hidup. <https://ppkl.menlhk.go.id/iklh/login>. Diakses pada 21 November 2022
- DLH Kabupaten Tana Tidung. (2021). *Laporan Pemantauan Kualitas Air Tahun 2021*. Tana Tidung.
- DLH Kabupaten Tana Tidung. (2022). *Laporan Pemantauan Kualitas Air Tahun 2022*. Tana Tidung
- Hadianto, Z., Syafrudin, S., & Sunarsih, S. (2019). *Evaluasi dan Strategi Pengelolaan Limbah Tinja Kota Surabaya Sebagai Konsep Awal Pengembangan Layanan Lumpur Tinja Terjadwal* (Doctoral dissertation, School of Postgraduate Jambi University).
- Husein, H.M. (1993). *Lingkungan Hidup: Masalah Pengelolaan dan Penegakan Hukumnya*. Jakarta: Bumi Aksara
- Indonesia. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 Tentang Sungai*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2011 Nomor 74. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Indonesia. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 1323. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Indonesia. *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus per Aqua dan Pemandian Umum*. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2017 Nomor 864. Sekretariat Negara. Jakarta.

- Indonesia. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/PRT/M/2015 Kriteria dan Penetapan Wilayah Sungai*. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 429. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Indonesia. *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 32. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Lestari, K.L.A., Sodikin, Nurmawati, S. (2023). Faktor Penyebab Tingginya Fecal Coliform di Sungai Sesayap, Kabupaten Tana Tidung, Provinsi Kalimantan Utara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Volume 17, Nomor 1 p-ISSN 1978-5283 DOI 10.31258/jil.17.1.p.93-104
- Martani, N. S., Furtuna, D. K., Klin, M. K., MK, S., & Nawan, M. K. (2022). Monograf *Escherichia Coli Sungai Kahayan (Riset In-Vitro di Empat Lokasi)*. *Media Sains Indonesia*.
- Marhama, M. (2020). *Efektivitas Septik Tank Apung Dalam Mereduksi Kadar COD, TSS, Suhu DAN pH Limbah Black Water Pulau Kodingareng Kota Makassar* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Metcalf and Eddy, 1991. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal dan Reuse*. NewYork: McGraw-Hill
- Morris, C. L., Pokhrel, L. R., Williams, A., & Iverson, G. (2022). Understanding factors influencing total coliform and Fecal coliform sampling outcomes in new private water wells in North Carolina, USA. *Groundwater for Sustainable Development*, 17, 100759.
- Naillah, A., Budiarti, L. Y., Heriyani, F. (2021). Literature Review: Analisis Kualitas Air Sungai Dengan Tinjauan Parameter pH, SUHU, BOD, COD, DO Terhadap Coliform. *Homeostasis*, 4(2): 487-494
- Octavia, Y. T., & Jusniar, E. (2020). Gambaran Pelaksanaan Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) di Kelurahan Sri Padang Kecamatan Rambutan Kota Tebing Tinggi. *Jurnal Riset Hesti Medan Akper Kesdam I/BB Medan*, 5(1), 1-8.
- Pelczar, M. J. & Chan, E. C. S. (2008). *Dasar - Dasar Mikrobiologi Jilid I*. Jakarta: UI Press.
- Pranowo, A. & Hayati, S.N. (2020). Pemantauan Kualitas Air. <http://itjen.menlhk.go.id/pdf/2020/PEMANTAUAN-KUALITAS-AIR-SUNGAI-3-VER-WEB-compressed.pdf> . Diakses 29 Desember 2022
- Prihatiningsih, B. (2021, January). Peran Stakeholder Dalam Pengelolaan Limbah Cair Domestik Berkelanjutan di Kota Malang. In *Seminar Nasional Teknologi Fakultas Teknik 2021*.
- Putri, R. N. (2019). Pengaruh Airlindi Terhadap Airtanah Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Air Dingin Kota Padang. *Jurnal Azimut*, 2(1), 72-80.

- Raffah, A. M., & Kristiastuti, F. (2021). Analisis Penerapan Konsep Eco Green Airport Dalam Menangani Pencemaran Air Limbah Di Bandara Internasional Husein Sastranegara Bandung. *Manners*, 4(1), 11-28.
- Rahayu, Y., Juwana, I., & Marganingrum, D. (2018). Kajian perhitungan beban pencemaran air sungai di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikapundung dari sektor domestik. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 2(1).
- Ristiani, N.P. (2000) *Pengantar Mikrobiologi Umum*. Bandung: PPGSM Dirjen Dikti Depiknas
- 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.
- Sahanita, N. L. M. A. S., Rahmi, B., & Purnama, I. G. H. (2021). Analisis Kualitas Bakteriologis, Kandungan Logam Berat, Serta Perilaku Pengelolaan Sampah Dan Limbah Cair Pada Masyarakat Di Sekitar Sungai Ayung, Desa Kesiman Petilan–Kota Denpasar. *Health*, Desember 2021, p-ISSN 2302-139X e-ISSN 2527-3620 Vol. 8, 462 - 474
- Setyati, W.A., Pringgenis, D., Pamungkas, D. B. P., Suryono, C.A. (2022). Monitoring Bakteri Coliform pada Pasir Pantai dan Air Laut di Wisata Pantai Marina dan Pantai Baruna. *Jurnal Kelautan Tropis*, Vol. 25(1): 113-120
- Sianipar, H. F., Sijabat, A., Sinaga, C. V. R., Sinaga, M. P., Sianturi, T., & Barat, W. O. B. (2022). Penyuluhan Dampak Bakteri Coliform Fecal bagi Kehidupan Biota Air bagi Warga Simalungun. *Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(4), 1428-1433.
- Soesilo, T.E.B. (2020). *Pemodelan Lingkungan*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Thorpe, C. M., Pulsifer, A. R., Osburne, M. S., Vanaja, S. K., & Leong, J. M. (2022). *Citrobacter rodentium* (ϕ Stx2dact), a murine infection model for enterohemorrhagic Escherichia coli. *Current opinion in microbiology*, 65, 183-190.
- Widyastutie, E. D. (2020). *Analisis Ketimpangan Infrastruktur di Pulau Kalimantan* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).