

Penyediaan Infrastruktur Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kawasan Wisata Danau Toba

Benny Kusdinar

Sekolah Tinggi Teknologi Pekerjaan Umum, Jakarta, Indonesia

Email: benny.kusdinar@sttpu.ac.id

Abstract

Lake Toba is one of the main tourist destinations in Indonesia. Still, it now faces serious problems, including declining air quality due to pollution, particularly from household wastewater and floating net cage (KJA) fisheries. This research employs a descriptive qualitative approach, supported by quantitative data. The results show that the initiation of the Parapat-Ajibata off-site wastewater management project began in 1994/1995 and was realized with the construction of a DWWTP in 1997 in Sijambur Village, Ajibata District, Toba Regency, with a capacity of 2,010 m³ per day and a piping network to serve the Parapat-Ajibata City area. Unfortunately, this utilization accounts for only 10% of the installed capacity, which is attributed to low community involvement, inadequate supervision and infrastructure, and institutional issues. As a follow-up to minimize domestic wastewater in the Parapat Tourism City, the Free Beach Domestic Wastewater Treatment Plant with a capacity of 518 m³ per day has been built in 2021 and the Ajibata Faecal Sludge Treatment Plant with a capacity of 10 m³ per day in 2024 which is integrated with the Ajibata DWWTP, which is a necessity to address on-site service issues so as to prevent environmental impacts, improve public health and sustainable social and economic growth in the Lake Toba tourism area.

Keywords: Domestic Wastewater, Lake Toba, Water Pollution.

Abstrak

Danau Toba merupakan salah satu destinasi wisata utama di Indonesia, namun kini menghadapi masalah serius berupa penurunan kualitas air akibat pencemaran, terutama dari air limbah rumah tangga dan budi daya perikanan Keramba Jaring Apung (KJA). Penelitian ini bersifat deskriptif dengan pendekatan kualitatif dan didukung oleh data kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inisiasi proyek pengelolaan air limbah sistem off-site Parapat Ajibata dimulai pada tahun 1994/1995 dan direalisasikan dengan pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) pada tahun 1996 di Desa Sijambur, Kecamatan Ajibata, Kabupaten Toba memiliki kapasitas 2.010 m³ per hari dan jaringan perpipaan untuk area pelayanan Kota Parapat–Ajibata. Sayangnya pemanfaatan instalasi ini hanya 10% dari kapasitas terpasang, hal ini dipicu oleh rendahnya keterlibatan masyarakat, kurangnya pengawasan dan permasalahan infrastruktur serta kelembagaan. Sebagai tindak lanjut untuk meminimalisasi air limbah domestik di Kota Wisata Parapat telah dibangun IPALD Pantai Bebas dengan kapasitas 518 m³ per hari pada tahun 2021 dan pembangunan IPLT Ajibata berkapasitas 10 m³ per hari pada tahun 2024 yang terintegrasi dengan IPALD Ajibata yang merupakan sebuah kebutuhan untuk menjawab permasalahan kekosongan layanan on-site sehingga dapat mencegah pencemaran lingkungan, meningkatkan kesehatan masyarakat dan pertumbuhan sosial serta ekonomi yang berkelanjutan di kawasan wisata Danau Toba.

Kata Kunci: Air Limbah Domestik, Danau Toba, Pencemaran Air.

1. PENDAHULUAN

Kawasan perairan Danau Toba adalah aset yang sangat berharga dalam industri pariwisata, menampilkan keindahan yang menakjubkan serta kehidupan yang unik dan menarik. Namun, di samping manfaat ekonomi yang dihadirkan, kawasan ini juga menghadapi dampak lingkungan yang signifikan. Salah satu tantangan utamanya adalah

peningkatan volume air limbah domestik dan non-domestik yang berpotensi merusak ekosistem perairan, mengancam kesehatan masyarakat, dan menurunkan kualitas daya tarik wisata, yang semuanya merupakan tantangan serius bagi pariwisata berkelanjutan.

Berbagai bentuk pencemaran di kawasan perairan Danau Toba bersumber dari aktivitas manusia, antara lain limbah domestik permukiman, budidaya ikan dengan keramba jaring apung (KJA), limbah peternakan, sisa pakan ikan, serta limpasan sungai yang membawa polutan dari daerah tangkapan air. Akumulasi limbah tersebut telah menyebabkan penurunan kualitas air secara bertahap, ditandai dengan peningkatan beban nutrien dan endapan logam berat yang berdampak pada kematian plankton dan biota perairan. Meskipun kondisi pencemaran ini telah berlangsung selama bertahun-tahun, kesadaran masyarakat dan keterlibatan sektor swasta, khususnya industri perhotelan dan pariwisata, dalam pengelolaan air limbah masih relatif rendah, sehingga memperparah degradasi lingkungan dan menurunkan daya tarik Danau Toba sebagai destinasi wisata unggulan.

Tekanan terhadap lingkungan di kawasan perairan Danau Toba disebabkan oleh berbagai jenis pencemaran, termasuk limbah dari penebangan hutan di sekitar danau dan aktivitas manusia, terutama budidaya ikan dengan keramba jaring apung (KJA) serta limbah domestik dari pemukiman sekitar. Selain itu, pencemaran juga berasal dari sisa pakan ikan, limbah peternakan babi, dan aliran sungai yang membawa polutan. Sisa-sisa ini mengakibatkan endapan logam berat di perairan Danau Toba, yang menyebabkan kematian plankton dan ikan kecil serta mempercepat penurunan kualitas air selama bertahun-tahun. Bahkan, danau ini dicurigai seperti 'Toilet Raksasa', menimbulkan bau tidak sedap dan dikhawatirkan memunculkan penyakit-penyakit aneh di sekitarnya, sehingga mengurangi daya tarik kawasan perairan Danau Toba bagi wisatawan domestik maupun internasional. Sayangnya, masyarakat masih belum menyadari dampak pencemaran terhadap kesehatan pribadi dan lingkungan, selain itu, keterlibatan dan kesadaran pihak swasta atau perhotelan dalam mengatasi pencemaran lingkungan masih rendah.

Pemerintah Indonesia sebenarnya telah menginisiasi upaya pengelolaan air limbah domestik sejak pertengahan 1990-an melalui pembangunan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik (SPALD) jaringan perpipaan Parapat–Ajibata dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) di Desa Sijambur pada tahun 1996. Namun demikian, hingga saat ini, keberadaan infrastruktur tersebut belum mampu memberikan dampak signifikan dalam mengendalikan pencemaran perairan Danau Toba. Kesenjangan utama (*gap analysis*) terletak pada lemahnya keberlanjutan pengelolaan infrastruktur, kerusakan dan hilangnya jaringan perpipaan, keterbatasan cakupan layanan, rendahnya integrasi antara sistem *off-site* dan *on-site*, serta minimnya edukasi dan pengawasan terhadap perilaku sanitasi masyarakat. Selain itu, tumpang tindih kebijakan lintas sektor dan belum optimalnya koordinasi antar pemangku kepentingan turut menyebabkan sistem yang dibangun sejak 1996 tidak berfungsi secara efektif dalam jangka panjang.

Penyelenggaraan layanan SPALD di Kota Parapat–Ajibata membutuhkan perhatian prioritas untuk mengatasi pencemaran, menurut penelitian Annisa et. al. (2024) disebutkan bahwa Kawasan Danau Toba juga memiliki kelemahan dalam pengelolaan limbah belum optimal sehingga mempengaruhi kualitas air di Kawasan Danau Toba, ini berpengaruh kepada kualitas flora dan fauna yang ada di sekitar kawasan. Sedangkan menurut hasil studi Bank Dunia (2018) menyatakan hanya sedikit penduduk di sekitar Danau Toba yang terhubung dengan jaringan saluran air limbah yang dikelola secara terpusat (*off-site*), sedangkan fasilitas sanitasi setempat (*on-site*) di wilayah perkotaan sebagian besar berupa cubluk, yang berarti limbah manusia mengalami kontak langsung dengan air tanah yang terhubung dengan ekosistem danau dan dengan air permukaan saat

hujan tinggi. Oleh karena itu, diperlukan keterlibatan para pemangku kepentingan untuk melakukan pendekatan terpadu dalam memperbaiki perilaku tersebut, disamping itu, perlu tindakan percepatan untuk mengembalikan kondisi kawasan Danau Toba seperti sedia kala yang memakan waktu sangat lama.

Komitmen pemerintah dan para pemangku kepentingan Kawasan Danau Toba merupakan bagian dari upaya kolaboratif untuk melakukan penataan lingkungan hidup jangka panjang, khususnya dalam mengatasi beban pencemaran yang berpotensi meningkat dari tahun ke tahun dan untuk memastikan bahwa air limbah domestik dari rumah tangga maupun komersial tidak lagi mencemari Danau dan memenuhi standar baku mutu lingkungan, maka dalam kajian ini bertujuan untuk menganalisis manfaat keberlanjutan pengelolaan air limbah domestik secara terpadu dalam mendorong pengelolaan kepariwisataan berkelanjutan yang ramah lingkungan.

Temuan penelitian Annisa *et al.* (2024) menunjukkan bahwa pengelolaan limbah di Kawasan Danau Toba masih belum optimal dan berdampak langsung pada penurunan kualitas flora dan fauna perairan. Sejalan dengan itu, laporan Bank Dunia (2018) mengungkapkan bahwa hanya sebagian kecil penduduk di sekitar Danau Toba yang terhubung dengan sistem pengelolaan air limbah terpusat (*off-site*), sementara sebagian besar masih mengandalkan sistem sanitasi setempat (*on-site*) berupa cubluk yang berpotensi mencemari air tanah dan badan air permukaan. Kondisi ini menegaskan bahwa permasalahan utama tidak semata-mata terletak pada ketersediaan infrastruktur, melainkan pada lemahnya integrasi sistem, tata kelola, dan perubahan perilaku sanitasi masyarakat.

Berdasarkan kondisi tersebut, kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada penekanan terhadap pentingnya pengelolaan air limbah domestik secara terpadu melalui integrasi sistem *off-site* dan *on-site* yang berkelanjutan, dengan melibatkan seluruh pemangku kepentingan secara kolaboratif. Penelitian ini tidak hanya menyoroti aspek teknis infrastruktur, tetapi juga mengkaji manfaat keberlanjutan pengelolaan air limbah domestik dalam mendukung pengelolaan kepariwisataan berkelanjutan yang ramah lingkungan. Dengan demikian, kajian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi konseptual dan praktis dalam merumuskan strategi pengelolaan air limbah domestik yang efektif sebagai fondasi utama pelestarian lingkungan dan keberlanjutan pariwisata Danau Toba di masa depan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif yang didukung oleh data kuantitatif. Pendekatan deskriptif kualitatif digunakan untuk menggambarkan dan memaparkan secara sistematis kondisi aktual objek penelitian berdasarkan situasi dan kondisi yang terjadi di lapangan pada saat penelitian dilakukan (Sugiyono, 2017). Dukungan data kuantitatif dimanfaatkan untuk memperkuat hasil analisis kualitatif melalui penyajian data numerik yang relevan dan terukur. Lokasi penelitian ditetapkan di kawasan Danau Toba, Provinsi Sumatera Utara, dengan fokus wilayah Kota Wisata Parapat Ajibata, yang dipilih karena perannya sebagai kawasan strategis pariwisata nasional.

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari lapangan melalui kegiatan survei lapangan (*field observation*), wawancara mendalam (*in-depth interview*), serta diskusi terbatas dengan narasumber yang relevan. Narasumber penelitian meliputi perwakilan instansi pemerintah daerah terkait, pengelola infrastruktur dan utilitas, serta pihak-pihak yang memiliki keterlibatan langsung dengan pengelolaan kawasan Parapat Ajibata. Observasi

dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting objek penelitian, sedangkan wawancara bertujuan untuk menggali informasi kualitatif terkait kebijakan, permasalahan, serta upaya pengelolaan yang telah dan sedang dilakukan. Data sekunder diperoleh dari berbagai instansi resmi, antara lain Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Perumda Tirtanadi, serta dinas teknis terkait di tingkat provinsi dan kabupaten/kota. Selain itu, data sekunder juga bersumber dari literatur berupa buku teks, buku panduan teknis, dokumen perencanaan, laporan resmi, serta peraturan perundang-undangan yang relevan dengan fokus kajian penelitian.

Data primer dan data sekunder yang telah dikumpulkan selanjutnya dianalisis melalui beberapa tahapan. Pada pendekatan kualitatif, analisis dilakukan dengan cara membaca (*text reading*), mengkaji, mengelompokkan, serta menginterpretasikan data hasil wawancara dan observasi lapangan untuk mengidentifikasi pola, tema, dan permasalahan utama yang berkaitan dengan objek penelitian. Proses ini dilakukan secara sistematis untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif terhadap kondisi dan dinamika yang terjadi di lokasi penelitian. Sementara itu, data kuantitatif dianalisis dengan cara membandingkan data numerik yang diperoleh dari instansi terkait dengan standar atau ketentuan baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah, baik melalui peraturan teknis maupun dokumen kebijakan resmi. Hasil perbandingan tersebut digunakan untuk menilai tingkat kesesuaian kondisi eksisting dengan standar yang berlaku. Selanjutnya, hasil analisis kualitatif dan kuantitatif diintegrasikan secara deskriptif-analitis untuk menghasilkan kesimpulan yang utuh dan relevan dengan tujuan penelitian.

Secara sistematis, tahapan penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa langkah utama sebagai berikut:

1. Identifikasi dan perumusan permasalahan penelitian berdasarkan kondisi awal dan studi pendahuluan;
2. Pengumpulan data primer melalui survei lapangan, observasi, dan wawancara, serta pengumpulan data sekunder dari instansi dan literatur terkait;
3. Pengolahan dan analisis data kualitatif dan kuantitatif sesuai dengan teknik analisis yang telah ditetapkan;
4. Interpretasi hasil analisis untuk menjawab rumusan masalah penelitian; dan
5. Penarikan kesimpulan serta penyusunan rekomendasi berdasarkan temuan penelitian.

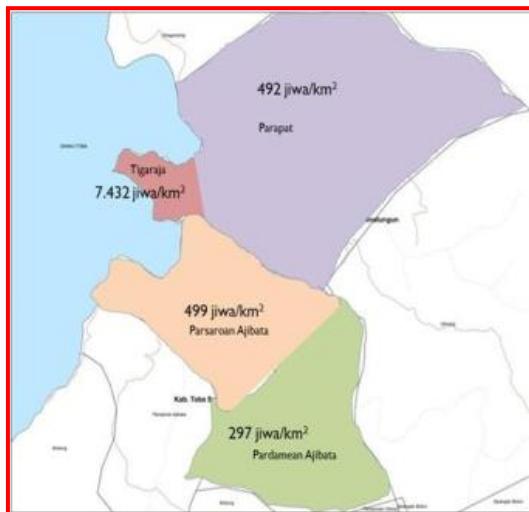
Tahapan-tahapan tersebut selanjutnya disajikan dalam bentuk diagram alir penelitian (*research flowchart*) untuk memberikan gambaran yang jelas dan sistematis mengenai alur penelitian, mulai dari tahap awal hingga penyusunan kesimpulan akhir, sehingga memudahkan pembaca dalam memahami proses penelitian yang dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum

Kawasan Danau Toba terletak di Provinsi Sumatera Utara. Secara geografis, danau ini terletak di bagian utara Pulau Sumatera, membentang sepanjang 100 km dan lebar 30 km yang diarahkan dan didorong untuk berkembang sebagai kawasan industri pariwisata dan kawasan lindung dengan berbagai keanekaragaman flora dan fauna serta budaya. Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 81 Tahun 2014 Tentang Rencana Tata ruang Kawasan Danau Toba dan Sekitarnya, telah ditetapkan sebagai Destinasi Pariwisata Super Prioritas (DPSP) pada tahun 2019 dan Unesco telah menetapkan Kaldera Toba (yang meliputi Danau Toba) sebagai salah satu *global geopark network* pada tahun 2020.

Kota Parapat dikenal sebagai salah satu *icon* wisata utama di kawasan Danau Toba yang terletak di tepi danau, disamping itu Kota Parapat sebagai salah satu kelurahan dan sekaligus ibukota Kecamatan Girsang Sipangan Bolon, Kabupaten Simalungun, berlokasi 175 km sebelah tenggara Kota Medan, Ibukota Provinsi Sumatera Utara, memiliki luas sekitar 29 Km², berada pada ketinggian 600-900 m di atas permukaan laut dan kondisi topografi mayoritas berbukit, terjal, bergelombang, sedangkan sebagian lagi landai, terbentang sepanjang ±2,5 Km.



Gambar 1. Peta Kepadatan Penduduk Kota Parapat–Ajibata

(Sumber: Dinas Penataan Ruang dan Permukiman Provinsi Sumatera Utara, 2015)

Kota Parapat memiliki jumlah penduduk sebesar 15.090 jiwa, dengan mayoritas berasal dari suku Batak (BPS, 2020). Wilayah ini berbatasan langsung di bagian selatan dengan Kecamatan Ajibata, Kabupaten Toba, yang dihuni oleh 7.668 jiwa dengan pusat pemerintahan di Pardamean Ajibata (BPS, 2020). Secara demografis, tingkat pertumbuhan penduduk di kedua wilayah yang berada pada administrasi kabupaten berbeda tergolong rendah, dengan rata-rata satu kepala keluarga terdiri atas empat jiwa. Sebagai kawasan wisata, Kota Parapat dilengkapi berbagai fasilitas pendukung aktivitas ekonomi dan sosial, seperti restoran atau rumah makan, perumahan, hotel atau penginapan, industri, serta fasilitas pelayanan publik berupa klinik, rumah sakit, dan pasar. Namun demikian, aktivitas domestik dan usaha diduga masih menghasilkan limbah cair dan limbah padat yang belum seluruhnya dikelola secara optimal, ditambah dengan keberadaan Keramba Jaring Apung (KJA) dalam jumlah signifikan, yang berkontribusi terhadap penurunan kualitas air Danau Toba dan meningkatnya pertumbuhan ganggang dibandingkan beberapa dekade sebelumnya.

Pengelolaan sistem *off-site* Parapat–Ajibata dilaksanakan melalui beberapa tahap pembangunan. Tahap pertama dimulai pada tahun 1994/1995 dengan pendanaan dari pemerintah pusat. Pada tahap kedua, Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) Ajibata dibangun pada tahun 1996 dengan pendanaan pinjaman dari pemerintah Jepang sebesar Rp7,3 miliar atau setara dengan USD 3,2 juta. IPALD Ajibata berlokasi di Desa Sijambur, Kecamatan Ajibata, Kabupaten Toba, dengan luas lahan sekitar 20.000 m². Secara teknis, lokasi IPALD berbatasan dengan area persawahan di sebelah utara dan selatan, perbukitan di sebelah timur, serta Sungai Sisera-sera di sisi lainnya. Tahap ketiga berupa pembangunan sistem jaringan perpipaan *Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-Terpusat)* dilaksanakan pada periode 1997–2000 dengan sumber pendanaan dari pinjaman pemerintah Jepang melalui *Japan International Cooperation Agency (JICA)*. Setelah seluruh pembangunan fisik selesai, aset IPALD

Parapat–Ajibata secara resmi diserahkan oleh Gubernur Provinsi Sumatera Utara kepada PDAM Tirtanadi Provinsi Sumatera Utara sebagai operator pengelola pada tahun 2010, dan unit IPALD Parapat–Ajibata beroperasi sebagai cabang dari IPALD Cemara Kota Medan di bawah Direktorat Air Limbah.

Berdasarkan dokumen perencanaan teknis, layanan *SPALD-Terpusat* Kota Parapat–Ajibata dirancang untuk melayani sekitar 14.700 jiwa atau setara dengan 3.480 sambungan rumah (SR). Kapasitas layanan ini didukung oleh cakupan area pelayanan jaringan air limbah domestik seluas 70 hektare, yang terdiri atas kawasan permukiman seluas 27 hektare, kawasan perhotelan dan restoran seluas 20,5 hektare, serta kawasan perdagangan dan perkantoran seluas 22,5 hektare. Dari sisi jumlah pelanggan, target sambungan yang direncanakan mencakup 1.595 sambungan rumah tangga dan 530 sambungan non-rumah tangga. Data ini menunjukkan bahwa secara teknis dan kapasitas, IPALD Parapat–Ajibata telah dirancang untuk mendukung kebutuhan pengelolaan air limbah domestik kawasan wisata dan permukiman, meskipun efektivitas pemanfaatannya bergantung pada tingkat keterhubungan pelanggan dan kepatuhan masyarakat terhadap sistem yang tersedia.



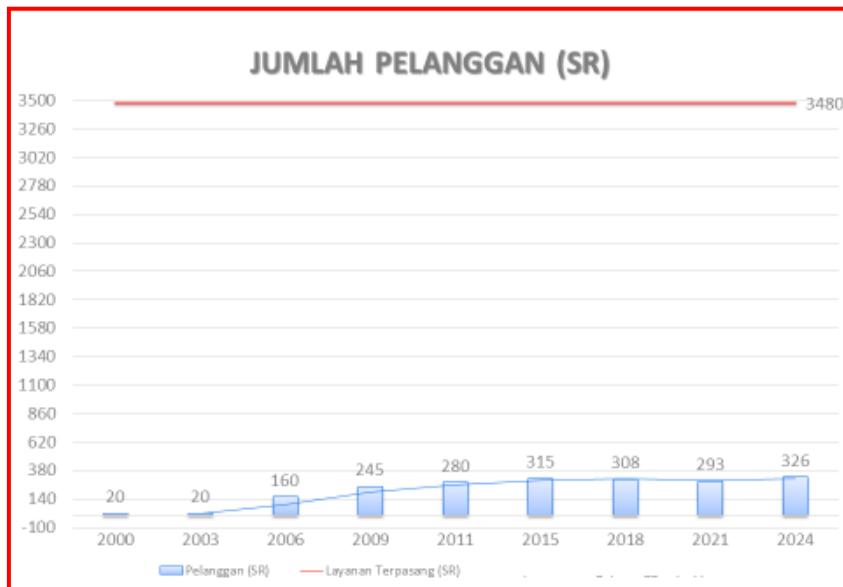
Gambar 2. Cakupan Pelayanan Jaringan Air Limbah Domestik Parapat-Ajibata
(Sumber: Dinas Penataan Ruang dan Permukiman Provinsi Sumatera Utara, 2015)

Pengoperasian IPALD Ajibata dengan sambungan awal hanya 16 rumah pada tahun 2000. Namun sayangnya, upaya pengendalian pencemaran air belum efektif disebabkan jumlah pelanggan layanan air limbah domestik Kota Parapat–Ajibata sampai tahun 2024 tidak ada perubahan yang signifikan hanya 10% dari kapasitas terpasang, padahal Kelurahan Parapat dan Tiga Raja yang merupakan area potensial untuk menjaring pelanggan.

Tabel 1. Data Pelanggan Air Limbah Tahun 2015

No.	Lokasi Pelayanan	Jumlah Pelanggan (SR)		
		Aktif	Non Aktif	Total
A.	Kecamatan Girsang Sipangan Bolon	56	35	91
1.	Kelurahan Parapat	3	3	6
2.	Kelurahan Tiga Raja	53	32	85
B.	Kecamatan Ajibata	259	20	279
1.	Nagori Parsaroan Ajibata	131	10	141
2.	Nagori Pardamean Ajibata	128	10	138
	Total	315	55	370

(Sumber: Perumda Tirtanadi Provinsi Sumatera Utara, 2015)



Gambar 3. Pelanggan Air Limbah Parapat-Ajibata Tahun 2000-2024
(Sumber: Perumda Tirtanadi Provinsi Sumatera Utara, 2025)

Berdasarkan data pada Tabel 1 dan Gambar 3, kinerja layanan pengelolaan air limbah domestik terpusat Parapat–Ajibata dengan sistem jaringan perpipaan menunjukkan tingkat pemanfaatan yang rendah selama satu dekade terakhir dibandingkan dengan kapasitas terpasang IPALD Ajibata. Pada tahun 2015, jumlah pelanggan aktif di Kecamatan Girsang Sipangan Bolon tercatat sebanyak 56 pelanggan, yang sebagian besar berada di Kelurahan Tiga Raja, sementara kondisi jaringan perpipaan di Kelurahan Parapat mengalami banyak kerusakan dan kehilangan komponen teknis, termasuk *manhole*, sehingga tidak berfungsi secara optimal. Dari sektor perhotelan, hanya empat unit hotel—Hotel Inna Parapat, Hotel Aek Sere, Hotel Riris, dan Hotel Dharma Agung—yang tercatat menyalurkan air limbah melalui jaringan perpipaan IPALD, sedangkan sebagian besar hotel lainnya belum terhubung dengan sistem terpusat. Hingga tahun 2024, jumlah pelanggan aktif meningkat menjadi 326 pelanggan, namun angka tersebut baru mencapai sekitar 10% dari total kapasitas terpasang IPALD Ajibata, yang mengindikasikan terjadinya *idle capacity* dan rendahnya tingkat *cost recovery* dalam operasional sistem. Kondisi ini menyebabkan pendapatan dari layanan air limbah domestik belum mampu menutupi biaya operasional dan pemeliharaan, sehingga operator, yaitu Perumda Tirtanadi Provinsi Sumatera Utara, masih melakukan subsidi silang dari pendapatan layanan air minum untuk menjaga keberlanjutan operasional IPALD Ajibata.

3.1 Pengumpulan Air Limbah Domestik Sistem Perpipaan Parapat-Ajibata

Sistem pengumpulan air limbah domestik di kawasan wisata Parapat–Ajibata menerapkan sistem terpisah (*separate system*), yaitu pemisahan antara saluran air hujan dan saluran air limbah domestik. Air limbah domestik yang berasal dari rumah tangga, rumah makan, perhotelan, serta fasilitas lainnya dialirkan setiap hari melalui jaringan perpipaan yang terhubung langsung dengan sumber pembuangan air limbah. Meskipun jaringan pengumpul air limbah telah dibangun, pemanfaatannya belum optimal karena tidak seluruh jaringan dapat difungsikan secara efektif. Cakupan layanan sambungan rumah meliputi jaringan perpipaan yang mengalirkan air limbah dari kamar mandi, WC, tempat cuci, dapur, dan fasilitas lainnya menuju bak kontrol yang dibangun di halaman depan rumah pelanggan, untuk selanjutnya dialirkan ke Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) Ajibata.

Sistem jaringan air limbah domestik umumnya berada di badan jalan dan ada juga penanaman pipa di bawah jalan setapak dipinggiran danau, sedangkan sistem pengaliran dilakukan dengan 2 cara: pengaliran secara gravitasi dan pemompaan (Stasiun/Rumah Pompa terdiri 3 Unit dan masing-masing berkapasitas 60 l/det) sebagai berikut:

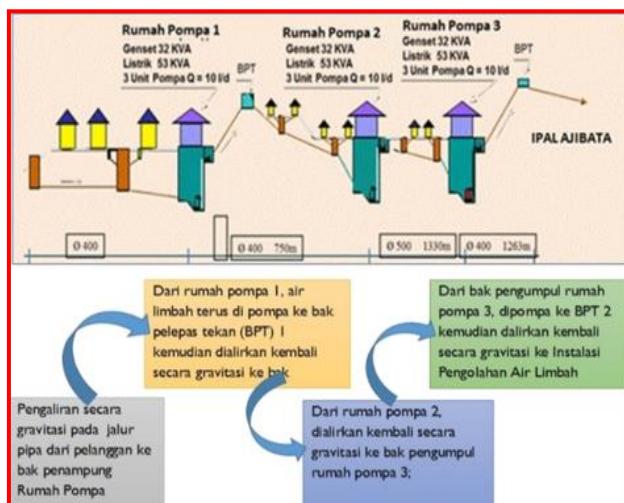
1. Pengaliran secara gravitasi pada jalur pipa dari pelanggan ke bak penampung rumah Pompa;
2. Dari rumah pompa 1 di Jl. Marihat Parapat, selanjutnya air limbah terus di pompa ke bak pelepas tekan (BPT) 1 kemudian dialirkan kembali secara gravitasi ke bak penampung rumah pompa 2;
3. Dari rumah pompa 2 di Jl. Tiga Raja Parapat, air limbah dialirkan kembali secara gravitasi ke bak pengumpul rumah pompa 3;
4. Dari bak pengumpul rumah pompa 3 di Jl. Limbah Ajibata, dipompa ke BPT 2 kemudian dialirkan kembali secara gravitasi ke IPALD Ajibata.

Tabel 2. Jaringan Pipa Air Limbah Domestik Parapat-Ajibata

A.	Katagori	Jalur Pipa	Diameter (mm)	Panjang (meter)	Jenis Pipa
1. Pipa Primer		RSUP - Pompa 1	300	1.300	PVC
		Line 3 (Sungai)	350	500	HDPE
		Pompa 1 - Pompa 2	400	1.700	HDPE
		Pompa 2 - Pompa 3	500	1.360	HDPE
2. Pipa Sekunder		Pompa 3 – IPALD	350	800	HDPE
		Motel Samosir RSUP	150	550	PVC
		Jl. Sisingamangaraja	200	700	PVC

(Sumber: Masterplan Air Limbah Kota Parapat Tahun 2010)

Kondisi pipa sekunder sebelum Rumah Pompa 1 sebagian besar sudah tidak terhubung disebabkan ada kerusakan jaringan di berbagai tempat, begitu juga pipa induk di jalan Sisingamangaraja. Diagram alir air limbah domestik Parapat-Ajibata tertuang pada Gambar 4 berikut ini:



Gambar 4. Skema Jaringan Air Limbah Domestik Parapat-Ajibata
 (Sumber: Dinas Penataan Ruang dan Permukiman Provinsi Sumatera Utara, 2015)

3.2 Pengolahan Air Limbah Domestik Sistem Perpipaan Parapat-Ajibata

Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) Ajibata merupakan aset milik Pemerintah Daerah Provinsi Sumatera Utara yang dikelola oleh Perumda Tirtanadi. IPALD ini berlokasi di Desa Sijambur, Kecamatan Ajibata, Kabupaten Toba, dengan luas lahan sekitar 20.000 m² dan kapasitas terpasang sebesar 2.010 m³/hari. Sistem pengolahan

yang diterapkan adalah teknologi *aerated lagoon*, yaitu proses pengolahan biologis aerobik dengan suplai oksigen menggunakan *surface aerator* untuk menurunkan kandungan bahan pencemar dalam air limbah domestik. Berdasarkan hasil pengukuran tahun 2015, debit air limbah yang masuk ke IPALD melalui jaringan perpipaan tercatat sebesar 211 m³/hari atau sekitar 10% dari kapasitas terpasang, yang menunjukkan tingkat pemanfaatan sistem masih relatif rendah.

Secara teknis, IPALD Ajibata terdiri atas satu unit bak pelepas tekan, lima unit kolam pengolahan, dan satu unit bak penampung lumpur (*Sludge Drying Bed/SDB*). Dari bak pelepas tekan, air limbah dialirkan secara paralel menuju dua kolam *aerated lagoon* yang berfungsi sebagai unit pengolahan utama. Kedua kolam tersebut berbentuk persegi panjang, dengan Kolam Aerasi 1 berdimensi panjang 39,00 m, lebar 20,00 m, dan kedalaman 4,00 m, sedangkan Kolam Aerasi 2 memiliki dimensi panjang 47,00 m, lebar 20,00 m, dan kedalaman 4,00 m. Kedua kolam dirancang dengan waktu tinggal hidraulik (*hydraulic retention time*) selama tujuh hari untuk mendukung proses penguraian zat organik oleh mikroorganisme aerobik.

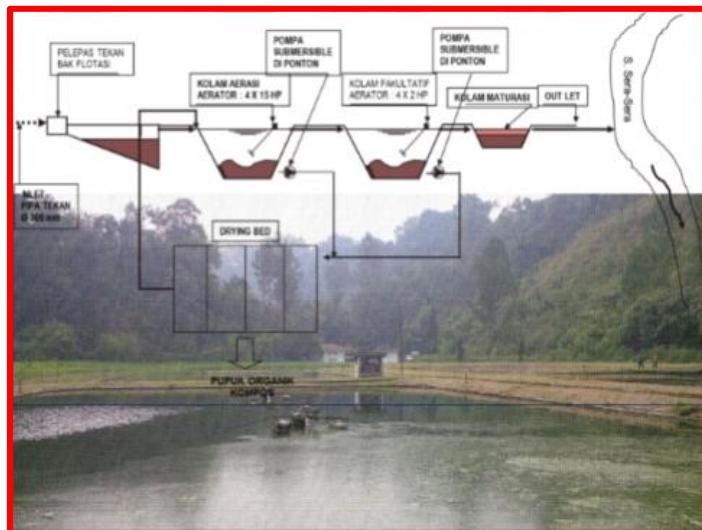
Air limbah yang telah melalui proses pada kolam *aerated lagoon* selanjutnya dialirkan ke kolam aerasi fakultatif sebagai tahap pengolahan lanjutan. Kolam ini berfungsi untuk mengombinasikan proses sedimentasi dan oksidasi aerobik guna menurunkan sisa bahan organik, mengurangi bau, serta menekan jumlah mikroorganisme patogen. Kolam aerasi fakultatif terdiri atas dua unit kolam berbentuk persegi panjang dengan dimensi yang sama, yaitu panjang 40,00 m, lebar 22,00 m, dan kedalaman 3,00 m, serta dirancang dengan waktu tinggal selama tujuh hari. Suplai oksigen pada tahap ini masih dibantu oleh aerator dari proses sebelumnya.

Tahap akhir pengolahan dilakukan pada kolam maturasi yang berfungsi sebagai kolam pematangan. Kolam ini memiliki dimensi panjang 56,00 m, lebar 14,00 m, dan kedalaman 1,50 m, dengan waktu tinggal selama empat hari. Kolam maturasi dirancang untuk mengurangi kandungan patogen, seperti bakteri fekal dan virus, yang masih tersisa setelah melewati proses anaerobik dan fakultatif. Air limbah hasil pengolahan selanjutnya dibuang ke badan air penerima Sungai Sisera-sera, dengan ketentuan bahwa kualitas efluen telah memenuhi standar baku mutu air limbah domestik yang berlaku. Tingkat pelayanan IPALD secara aktual tercermin dari debit air limbah yang terolah, yang secara tidak langsung merepresentasikan jumlah pelanggan atau sambungan rumah yang terlayani melalui sistem perpipaan eksisting.



Gambar 5. IPALD Ajibata Sebelum Optimalisasi
(Sumber: Dinas Penataan Ruang dan Permukiman Provinsi Sumatera Utara, 2015)

Untuk padatan yang belum kering selanjutnya ditampung pada bak *Sludge Drying Bed* (SLB) untuk pengeringan lumpur lebih lanjut. Adapun dimensi SLB: panjang 55,00 m dan lebar 10,80 m. Namun hasil olahan belum digunakan sebagai pupuk tanaman.



Gambar 6. Diagram Alir IPALD Ajibata
(Sumber: Dinas Penataan Ruang dan Permukiman Provinsi Sumatera Utara, 2015)

Pengujian kualitas air pada IPALD Ajibata sangat penting dan dilakukan secara rutin oleh Petugas Laboratorium Perumda Tirtanadi, Provinsi Sumatera Utara untuk memastikan air limbah yang dibuang sudah memenuhi standar baku mutu dan tidak mencemari lingkungan. Dalam pengujian parameter BOD IPALD menunjukkan kualitas air sudah memenuhi syarat, dimana BOD inlet sebesar 54,1 mg/L sedangkan BOD outlet sebesar 25,2 mg/L. Namun hasil uji tersebut dengan debit yang masuk IPALD Ajibata hanya 10% dari kapasitas terpasang.

Untuk mencegah pencemaran lingkungan perairan Danau Toba dan untuk mendukung pengembangan parawisata di wilayah Destinasi Parawisata Super Prioritas (DPSP) yang menjadi focus pemerintah telah dibangun IPALD Pantai Bebas di kota wisata Ajibata berkapasitas 518 m³/hari dengan tujuan meminilisir air limbah domestik terutama untuk area yang tidak terlayani oleh IPALD Ajibata, Kabupaten Toba yang disebabkan kondisi geografis bergelombang dan berbukit di sekitar Danau Toba tersebut dengan area layanan Kelurahan Parapat bagian utara dan jaringan perpipaan mulai jalan Singamangaraja, Terminal Sosor Saba dan Anggarajim. Selain itu dilakukan rehabilisasi Kolam Stabilisasi dan *Sludge Drying Bed* IPALD Ajibata dengan total biaya Rp. 59.42 Miliar pada tahun 2021.

3.3 Pembangunan IPLT di Lokasi IPALD Ajibata

Kondisi geografis Kecamatan Girsang Sipangan Bolon di Kabupaten Simalungun dan Kecamatan Ajibata di Kabupaten Toba yang bergelombang serta berbukit menyebabkan tidak seluruh wilayah dapat terlayani oleh sistem perpipaan (*sewerage system*) yang bermuara ke IPALD Ajibata. Pada kondisi eksisting, penyelenggaraan SPALD-Setempat di wilayah Parapat–Ajibata menunjukkan bahwa sebagian besar penduduk telah memiliki jamban dengan sistem pengolahan setempat, namun mayoritas di antaranya belum memenuhi standar kedap, sementara sebagian kecil menggunakan sistem komunal. Ketiadaan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) menyebabkan belum terselenggaranya layanan pengelolaan lumpur tinja secara terjadwal, sehingga berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Sebagai upaya mengatasi kekosongan layanan tersebut, dibangun IPLT Ajibata yang terintegrasi dengan IPALD Ajibata untuk mendukung optimalisasi pelayanan SPALD-Setempat. IPLT Ajibata dirancang dengan kapasitas terpasang sebesar 10 m³ per hari, yang setara dengan pelayanan bagi sekitar 20.000 jiwa berdasarkan asumsi laju timbulan lumpur tinja sebesar 0,5 liter per orang per hari, atau mampu melayani hingga 5.000 kepala keluarga. Infrastruktur ini ditujukan untuk menjangkau wilayah Kecamatan Girsang Sipangan Bolon, khususnya Kota Wisata Parapat, serta Kecamatan Ajibata, Kabupaten Toba, yang belum terlayani sistem terpusat secara optimal.

Pembangunan IPLT Ajibata dilaksanakan berdasarkan kontrak Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) pada Tahun Anggaran 2023 dengan sumber pendanaan *loan* dari *World Bank* melalui skema *Indonesia Tourism Development Project* (ITDP) Nomor IBRD 8861-ID. Program ini merupakan bagian dari upaya Pemerintah Republik Indonesia dalam meningkatkan akses pelayanan dasar pendukung sektor pariwisata. Nilai kontrak pelaksanaan pembangunan IPLT Ajibata sebesar Rp8.737.598.000,00 setelah melalui proses lelang ulang, dengan pelaksanaan pekerjaan dimulai pada awal tahun 2024. Kontraktor pelaksana proyek adalah PT Apro Megatama, dengan jangka waktu pekerjaan selama 180 hari kalender terhitung sejak penandatanganan kontrak pada 23 Januari 2024.

Lingkup pekerjaan utama pembangunan IPLT Ajibata meliputi: pekerjaan gedung IPLT, pekerjaan bangunan penghubung IPLT dengan SDB, pekerjaan Gudang. Sedangkan pekerjaan penunjang meliputi: pekerjaan Tanaman dan Landscape, ME dan Tambah Listrik dan Bahan Kimia. Secara garis unit pengolahan utama IPLT Ajibata yang diproses secara mekanis yang dapat beroperasi setiap hari di lokasi IPALD Ajibata terdiri dari:

1. Sludge Septic Receiver
2. Bak Equalisasi
3. Screw Press

Dalam layanan SPALD-Setempat di kawasan Danau Toba yang memiliki medan jalan naik turun, dibutuhkan truk tinja yang memiliki daya manuver dan kemampuan medan yang baik untuk mengangkut lumpur tinja yang disedot dari tangki septik milik masyarakat maupun swasta dan membawanya ke IPLT Ajibata secara terjadwal maupun berdasarkan *on call*.



Gambar 7. IPALD Ajibata Terintegrasi dengan IPLT Ajibata
(Sumber: Google, 2025)

Penyelenggaraan layanan SPALD-Setempat diharapkan dapat meningkatkan pengelolaan air limbah domestik dan mendukung penerapan Standar Pelayanan Minimum (SPM) untuk mencapai sanitasi yang aman dan layak bagi masyarakat. Disamping itu dengan dibangunannya infrastruktur sanitasi di kawasan Danau Toba, maka Indonesia dapat menunjukkan langkah baik dalam mengatasi pencemaran air dan Danau Toba akan kembali bersinar sebagai destinasi unggulan Indonesia yang ramah lingkungan.

3.4 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyediaan infrastruktur pengelolaan air limbah domestik di kawasan wisata Danau Toba telah tersedia secara teknis, namun belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat dan pelaku usaha. Kapasitas terpasang IPALD Ajibata sebesar $2.010 \text{ m}^3/\text{hari}$ secara nyata belum sebanding dengan debit air limbah yang terolah, yang hanya mencapai sekitar 10% dari kapasitas tersebut. Kondisi ini mengindikasikan adanya *idle capacity* yang dipengaruhi oleh rendahnya tingkat sambungan pelanggan dan belum berfungsinya sebagian jaringan perpipaan. Akibatnya, tujuan utama pengendalian pencemaran dan peningkatan kualitas lingkungan perairan Danau Toba belum tercapai secara maksimal.

Rendahnya tingkat pemanfaatan sistem SPALD-Terpusat (off-site) tidak hanya disebabkan oleh faktor teknis, tetapi juga dipengaruhi oleh aspek sosial dan kelembagaan. Temuan penelitian memperlihatkan bahwa rendahnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pengelolaan air limbah yang aman masih menjadi hambatan utama dalam peningkatan jumlah pelanggan. Selain itu, lemahnya pengawasan, keterbatasan rehabilitasi jaringan perpipaan, serta belum optimalnya koordinasi antar pemangku kepentingan memperparah kondisi tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan infrastruktur sanitasi sangat bergantung pada integrasi aspek teknis dan non-teknis secara berkelanjutan.

Pembangunan IPLT Ajibata yang terintegrasi dengan IPALD Ajibata merupakan langkah strategis untuk mengisi kekosongan layanan SPALD-Setempat (on-site) di wilayah yang tidak terjangkau sistem perpipaan. Kapasitas IPLT sebesar $10 \text{ m}^3/\text{hari}$ dirancang untuk melayani hingga 20.000 jiwa atau sekitar 5.000 kepala keluarga, sehingga berpotensi meningkatkan cakupan layanan sanitasi secara signifikan. Integrasi sistem off-site dan on-site ini diharapkan mampu menekan pencemaran lingkungan dari lumpur tinja yang sebelumnya tidak terkelola secara terjadwal. Dengan demikian, keberadaan IPLT Ajibata memperkuat sistem pengelolaan air limbah domestik yang lebih komprehensif di kawasan wisata Danau Toba.

Penelitian internasional oleh Kurniawan et al. (2021) menunjukkan bahwa kawasan wisata perairan di negara berkembang menghadapi tantangan serius dalam pengelolaan air limbah akibat ketidakseimbangan antara kapasitas infrastruktur dan pertumbuhan aktivitas pariwisata. Studi tersebut menegaskan bahwa rendahnya tingkat koneksi pelanggan menyebabkan sistem IPAL tidak beroperasi secara optimal. Temuan serupa juga disampaikan oleh Massoud et al. (2020) yang menekankan pentingnya integrasi sistem *centralized* dan *decentralized wastewater treatment* untuk kawasan dengan kondisi geografis kompleks. Hal ini relevan dengan kondisi Parapat–Ajibata yang memiliki topografi berbukit dan keterbatasan jaringan perpipaan.

Penelitian oleh Widiyanto et al. (2022) menegaskan bahwa keberlanjutan sistem pengelolaan air limbah domestik sangat dipengaruhi oleh tata kelola kelembagaan dan edukasi masyarakat. Studi tersebut menyimpulkan bahwa keberadaan infrastruktur tanpa dukungan perubahan perilaku tidak akan memberikan dampak signifikan terhadap kualitas lingkungan. Temuan ini diperkuat oleh penelitian Putri dan Rahardjo (2020) yang

menyatakan bahwa keberhasilan sanitasi perkotaan di kawasan wisata memerlukan pendekatan kolaboratif lintas sektor. Dengan demikian, hasil penelitian ini konsisten dengan literatur yang menekankan pentingnya aspek sosial dalam pengelolaan sanitasi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa permasalahan utama pengelolaan air limbah domestik di kawasan wisata Danau Toba bukan terletak pada ketiadaan infrastruktur, melainkan pada rendahnya tingkat pemanfaatan dan integrasi sistem. Pembangunan IPLT Ajibata menjadi elemen kunci dalam memperkuat layanan SPALD-Setempat dan melengkapi sistem SPALD-Terpusat yang telah ada. Temuan penelitian ini konsisten dengan hasil penelitian terdahulu yang menekankan pentingnya integrasi teknis, kelembagaan, dan partisipasi masyarakat. Oleh karena itu, pengelolaan air limbah domestik yang berkelanjutan merupakan fondasi utama dalam mendukung pariwisata Danau Toba yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan kajian tersebut, dapat disimpulkan bahwa rendahnya pemanfaatan layanan SPALD - Terpusat (off-site) di kawasan Danau Toba, khususnya di Kota Wisata Parapat Ajibata, terutama disebabkan oleh tingkat pengetahuan masyarakat yang masih rendah mengenai pentingnya SPALD-T serta dampaknya terhadap kesehatan dan lingkungan, disertai minimnya kemauan untuk menggunakan layanan tersebut. Pembangunan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) di lokasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) Ajibata menjadi langkah strategis dalam mengoptimalkan dan meningkatkan efisiensi sistem pengelolaan air limbah domestik di kawasan Danau Toba sebagai bagian dari penyelenggaraan layanan SPALD skala kota. Selain itu, penyediaan infrastruktur air limbah domestik yang berkelanjutan di Kota Wisata Parapat-Ajibata merupakan bentuk tata kelola sanitasi yang baik untuk mendukung Destinasi Pariwisata Super Prioritas (DPSP) Danau Toba dalam menjaga kelestarian lingkungan dan keberlanjutan ekosistem kawasan.

REFERENCES

- Annisa et. al. (2024). Strategi Pengembangan Parawisata Kawasan Danau Toba. Jurnal. ITB.
- Bank Dunia. (2018). Meningkatkan Kualitas Air Danau Toba-Laporan Akhir.
- Gokma, et. al. (2023). Studi Kualitas Air di Perairan Danau Toba Kecamatan Ajibata Kabupaten Toba. Armada. Vol 1, No. 7 Juli. 641-650.
- Ditjen Cipta Karya. (2018). Buku utama Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat. Edisi 1. Jakarta-Indonesia
- Ditjen Cipta Karya. (2023). Kerangka Acuan Kerja (KAK) Pekerjaan Pembangunan IPLT Di Lokasi IPALD Ajibata, Satuan Kerja Pelaksana Prasarana Permukiman Wilayah Provinsi Sumatera Utara. Medan-Indonesia.
- Hindarko, S. (2003). Mengolah Air Limbah Supaya Tidak Mencemari Orang Lain. Edisi 1. Esha. Jakarta-Indonesia.
- Kementrian PUPR. (2017). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Umum No.: 4/PRT/M/2017 Tentang Penyelenggaraan Pengelolaan Air Limbah Domestik.
- Kementrian Pekerjaan Umum (2011). Executive Summary Master Plan Air Limbah Kota Parapat. Edisi Pertama. Ditjen Cipta Karya. Jakarta-Indonesia.

- Kholif, M. al (2020). Pengelolaan Air Limbah Domestik. Edisi Pertama. Scopindo Media Pustaka. Surabaya.
- Kurniawan, T. A., et al. (2021). Challenges of wastewater management in tourism areas of developing countries. *Journal of Environmental Management*, 290.
- Mara, D. (2004). Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries. First Published. Earth Scan. in UK and USA.
- Massoud, M. A., et al. (2020). Decentralized wastewater treatment systems in developing countries. *Water Research*, 173.
- Nugroho, A. S., Tanjung, S. D., & Hendrarto, B. (2014). Distribusi Serta Kandungan Nitrat Dan Fosfat Di Perairan Danau Rawa Pening. *Bioma*, 3(1), 27–41.
- PDAM Tirtanadi Cabang Tobasa, Laporan UKL-UPL. (2014). Edisi 1. Tobasa - Indonesia.
- Pemerintah Provinsi Sumatera Utara. Dinas Penataan Ruang dan Permukiman (2015). Studi Pengembangan IPALD Ajibata – Parapat Kawasan Danau Toba Provinsi Sumatera Utara. Medan-Indonesia.
- Perumda Tirtanadi, (2022). Studi Kelayakan Rencana Pembangunan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Ajibata di Kecamatan Ajibata dan Kecamatan Girsang Sipangan Bolon. Edisi 1. Medan-Indonesia.
- Putri, D. A., & Rahardjo, M. (2020). Pengelolaan sanitasi perkotaan berbasis partisipasi masyarakat. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 26(2).
- Presiden Republik Indonesia. (2024). Peraturan Presiden No. 89 tahun 2024 tentang Rencana Induk Destinasi Parawisata Nasional Danau Toba 2024-2044. Edisi Pertama. Jakarta-Indonesia.
- Said, Nusa Idaman. (2017). Teknologi Pengolahan Air Limbah. Edisi Pertama. Erlangga. Jakarta-Indonesia.
- Setiawati et. al. (2013). Infrastructure Development Strategy For Sustainable Wastewater System by Using SEM Method (Case Study Setiabudi and Tebel Districts, South Jakarta). *Journal of Procedia Environmental Sciences* 17: 685-692.
- Widiyanto, A., et al. (2022). Institutional sustainability of domestic wastewater management in urban tourism areas. *Sustainability*, 14(12).