



Perencanaan Pengolahan Air Limbah Domestik di Kampung Nelayan Desa Labuan Kecamatan Lage Kabupaten Poso

Riwan Fridolin Kelo

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sintuwu Maroso Poso, Indonesia

*Penulis Korespondensi : riwan@unsimar.ac.id

Abstract. *This study aimed to plan a communal domestic wastewater treatment system for the fishing settlement in Dusun 1 and Dusun 2, Labuan Village, Lage District, Poso Regency. The study used a quantitative descriptive approach supported by field observation, interviews, population data, household data, and a village map. Population for the 2030 design horizon was projected using arithmetic, geometric, and least-square methods. The largest projection, 775 people, was used for subsequent design calculations. Domestic wastewater flow was estimated from water demand, while the communal treatment units were sized hydraulically. The results produced a total design flow of 75.33 m³/day or 3.14 m³/hour, consisting of 74.37 m³/day from households and 0.96 m³/day from a restaurant. The effective volumes and hydraulic retention times were 7.8 m³ and 2.48 hours for the grease trap, 13 m³ and 4.14 hours for the primary settling tank, 10.4 m³ and 3.31 hours for the anaerobic biofilter, and 9.1 m³ and 2.90 hours for the final settling tank. The proposed design provides a planning basis for centralized domestic wastewater management in the coastal settlement, while implementation still requires elevation control, routine maintenance, community participation, and effluent quality monitoring.*

Keywords: *Anaerobic Biofilter; Communal WWTP; Domestic Wastewater; Fishing Settlement; Population Projection.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan merencanakan sistem pengolahan air limbah domestik komunal untuk Kampung Nelayan di Dusun 1 dan Dusun 2 Desa Labuan, Kecamatan Lage, Kabupaten Poso. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif yang didukung observasi lapangan, wawancara, data jumlah penduduk, data rumah, dan peta desa. Proyeksi penduduk untuk horizon perencanaan tahun 2030 dihitung dengan metode aritmatika, geometri, dan least square. Nilai proyeksi terbesar, yaitu 775 jiwa, digunakan untuk perhitungan desain berikutnya. Debit air limbah ditentukan berdasarkan kebutuhan air bersih, sedangkan unit IPAL komunal direncanakan secara hidraulik. Hasil penelitian menunjukkan debit desain total sebesar 75,33 m³/hari atau 3,14 m³/jam yang terdiri atas 74,37 m³/hari limbah rumah tangga dan 0,96 m³/hari limbah restoran. Volume efektif dan waktu tinggal masing-masing unit adalah 7,8 m³ dan 2,48 jam pada bak pemisah lemak, 13 m³ dan 4,14 jam pada bak pengendapan awal, 10,4 m³ dan 3,31 jam pada biofilter anaerob, serta 9,1 m³ dan 2,90 jam pada bak pengendapan akhir. Desain ini dapat menjadi dasar perencanaan pengelolaan air limbah domestik terpusat di kawasan permukiman pesisir, dengan kebutuhan lanjutan berupa pengendalian elevasi, pemeliharaan rutin, partisipasi masyarakat, dan pemantauan kualitas efluen.

Kata Kunci : Air Limbah Domestik; Biofilter Anaerob; IPAL Komunal; Kampung Nelayan; Proyeksi Penduduk.

1. PENDAHULUAN

Permukiman pesisir menghadapi persoalan sanitasi yang khas karena kedekatan rumah dengan badan air, keterbatasan lahan, serta kebiasaan pembuangan air limbah langsung ke lingkungan. Desa Labuan, Kecamatan Lage, Kabupaten Poso memiliki luas sekitar 27,70 km² dan dikenal sebagai kampung nelayan. Sebagian besar penduduk pada kawasan yang menjadi fokus penelitian tinggal di rumah panggung di pesisir dan daerah pasang surut. Kondisi pada dokumen penelitian menunjukkan bahwa limbah kakus, air cucian piring, dan air cucian pakaian masih dibuang ke laut atau ke kolong rumah dengan anggapan limbah akan terbawa

ketika air pasang. Praktik tersebut berpotensi menurunkan kualitas lingkungan dan memperbesar risiko gangguan sanitasi.

Air limbah domestik berasal dari kegiatan rumah tangga seperti toilet, dapur, mandi, dan pencucian. Karena mengandung beban organik, padatan, nutrien, minyak dan lemak, serta mikroorganisme, pembuangan tanpa pengolahan memerlukan perhatian (Kresdianto et al., 2025; Machsuni Hadi et al., 2024). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68 Tahun 2016 pada dokumen penelitian menetapkan parameter baku mutu air limbah domestik, antara lain pH, BOD, COD, TSS, minyak dan lemak, amonia, dan total coliform. Dalam konteks permukiman padat, IPAL komunal menjadi salah satu alternatif karena pengolahan dapat digunakan bersama oleh beberapa rumah tangga dalam satu sistem.

Sistem pengolahan komunal perlu direncanakan berdasarkan jumlah pengguna, debit air limbah, karakteristik kawasan, serta kapasitas unit pengolahan (Anhar & Purnomo, 2025; Jawwad & Safitri, 2025). Said dan Widayat (2019) menempatkan rangkaian pengolahan anaerob-aerob sebagai pendekatan yang dapat digunakan dalam pengolahan air limbah domestik. Pada penelitian ini, perencanaan difokuskan pada rangkaian konvensional yang meliputi bak pengumpul, bak pemisah lemak, bak pengendapan awal, biofilter anaerob, dan bak pengendapan akhir. Pendekatan tersebut dipilih agar sistem dapat melayani sumber limbah rumah tangga dan aktivitas restoran pada Dusun 1 dan Dusun 2.

Perencanaan kapasitas harus mempertimbangkan perkembangan penduduk agar sistem tidak hanya memenuhi kebutuhan saat ini. Data penduduk Dusun 1 dan Dusun 2 tahun 2016 sampai 2020 digunakan sebagai dasar proyeksi sampai tahun 2030. Selain itu, kebutuhan air bersih dan persentase air yang menjadi air limbah digunakan untuk menentukan debit desain. Tahapan tersebut penting karena kesalahan penentuan kapasitas dapat menghasilkan unit yang terlalu kecil atau terlalu besar, sehingga memengaruhi fungsi dan efisiensi investasi.

IPAL komunal juga merupakan infrastruktur konstruksi yang membutuhkan pengelolaan implementasi yang baik. Pengelolaan risiko proyek dapat membantu mengidentifikasi potensi kendala teknis, biaya, mutu, dan pelaksanaan (Kelo & Walenta, 2025; Wulandari et al., 2026). Kepemimpinan proyek juga berperan dalam koordinasi sumber daya dan pelaksanaan pekerjaan konstruksi (Kelo, 2025), sedangkan pengendalian proyek berbasis nilai hasil dapat mendukung evaluasi kinerja biaya dan waktu pada pekerjaan gedung atau infrastruktur (Kelo et al., 2026). Prinsip tersebut relevan pada tahap implementasi IPAL, terutama untuk kawasan pesisir yang memiliki tantangan elevasi, akses, pasang surut, dan kebutuhan pemeliharaan (Setyaningtias & Novembrianto, 2024).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan menghitung proyeksi penduduk Dusun 1 dan Dusun 2 sampai tahun 2030, menentukan debit air limbah domestik, menghitung waktu tinggal dan volume efektif unit pengolahan, serta menentukan dimensi bak IPAL komunal yang direncanakan di Kampung Nelayan Desa Labuan Kecamatan Lage Kabupaten Poso.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengolah data penduduk, kebutuhan air, debit air limbah, volume unit, dan dimensi bak, sedangkan deskripsi lapangan digunakan untuk menjelaskan kondisi sanitasi dan kebutuhan sistem. Kerangka penelitian yang rasional, empiris, dan sistematis sejalan dengan prinsip umum penelitian kuantitatif dan kualitatif yang menekankan proses pengumpulan serta analisis data secara terstruktur (Ma'Arif et al., 2026).

Lokasi penelitian adalah Kampung Nelayan Desa Labuan, Kecamatan Lage, Kabupaten Poso, khususnya Dusun 1 dan Dusun 2 yang sebagian permukimannya berada di pesisir. Data primer diperoleh melalui observasi kondisi saluran dan pembuangan air limbah serta wawancara dengan masyarakat mengenai ketersediaan WC, jumlah anggota keluarga, pekerjaan, dan tempat pembuangan air limbah. Data sekunder berupa jumlah penduduk, jumlah rumah, dan peta wilayah diperoleh dari Kantor Desa Labuan.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian Desa Labuan.

Sumber: Dokumen penelitian

Proyeksi jumlah penduduk menggunakan data tahun 2016-2020 dan tiga pendekatan, yaitu aritmatika, geometri, dan least square. Hasil setiap metode dibandingkan dan nilai proyeksi terbesar digunakan sebagai dasar perencanaan kapasitas tahun 2030. Selain penduduk, penelitian memperhitungkan satu restoran di Dusun 1 dan Dusun 2 dengan jumlah awal 75 kursi yang diproyeksikan menjadi sekitar 80 kursi pada tahun 2030.

Kebutuhan air bersih rumah tangga ditetapkan sebesar 120 liter/penghuni/hari dan restoran sebesar 15 liter/kursi/hari berdasarkan nilai yang digunakan pada dokumen penelitian dan SNI 03-7065-2005. Debit air limbah dihitung sebesar 80% dari kebutuhan air bersih. Secara ringkas, perhitungan menggunakan hubungan $Q_{\text{air bersih}} = \text{kebutuhan air} \times \text{jumlah pengguna}$ dan $Q_{\text{air limbah}} = 80\% \times Q_{\text{air bersih}}$.

Perencanaan unit pengolahan didasarkan pada debit total air limbah. Waktu tinggal hidraulik dievaluasi menggunakan perbandingan volume efektif terhadap debit per jam. Rangkaian unit yang direncanakan terdiri atas bak pengumpul, grease trap atau bak pemisah lemak, bak pengendapan awal, biofilter anaerob, dan bak pengendapan akhir. Untuk biofilter anaerob, dokumen penelitian menggunakan beban BOD per volume media 0,4 kg BOD/m³/hari dan beban BOD air limbah 118,5 g/m³ dengan acuan Said dan Widayat (2019).

3. HASIL PENELITIAN

Proyeksi Penduduk dan Kapasitas Pelayanan

Data dasar menunjukkan jumlah penduduk Dusun 1 dan Dusun 2 meningkat dari 697 jiwa pada tahun 2016 menjadi 722 jiwa pada tahun 2020. Proyeksi sampai tahun 2030 menghasilkan nilai yang berbeda antarmetode. Metode aritmatika menghasilkan 772 jiwa, geometri 775 jiwa, dan least square 755 jiwa. Penelitian menggunakan nilai terbesar, yaitu 775 jiwa, sebagai dasar analisis debit dan kapasitas IPAL.

Tabel 1. Data dasar dan hasil proyeksi penduduk.

Data/Metode	2016	2020	2030	Keterangan
Data aktual	697	722	-	Kantor Desa Labuan
Aritmatika	-	-	772	Proyeksi
Geometri	-	-	775	Proyeksi terbesar
Least square	-	-	755	Proyeksi

Debit Air Limbah

Debit air limbah rumah tangga dihitung dari kebutuhan air bersih 120 liter/penghuni/hari untuk 775 jiwa. Kebutuhan air bersih yang digunakan dalam dokumen penelitian adalah 92,97 m³/hari. Dengan asumsi 80% menjadi air limbah, debit limbah rumah tangga sebesar 74,37 m³/hari. Untuk restoran, kebutuhan air bersih 15 liter/kursi/hari pada 80

Sumber: Dokumen penelitian; acuan Said & Widayat (2019)

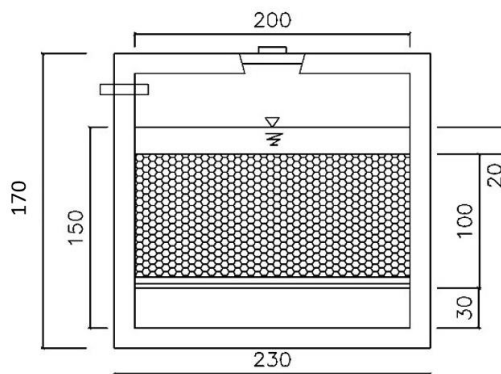
Bak pengumpul ditempatkan pada ujung jaringan perpipaan dengan panjang efektif 1,0 m, lebar 0,5 m, kedalaman efektif 0,4 m, ruang kosong 0,15 m, dan dua ruang. Setelah itu, grease trap direncanakan dengan panjang 3 m, lebar 2 m, kedalaman air 1,3 m, ruang bebas 0,4 m, volume efektif 7,8 m³, dan waktu tinggal 2,48 jam. Bak pengendapan awal berukuran 5 m × 1 m dengan kedalaman air 1,3 m, volume efektif 13 m³, dan waktu tinggal 4,14 jam.

Unit biofilter anaerob memiliki panjang efektif 4 m, lebar 2 m, kedalaman air 1,3 m, ruang bebas 0,4 m, dan dibagi menjadi dua ruang. Volume efektif yang digunakan adalah 10,4 m³ dengan waktu tinggal 3,31 jam. Bak pengendapan akhir direncanakan sepanjang 3,5 m, lebar 2 m, kedalaman air 1,3 m, ruang bebas 0,4 m, volume efektif 9,1 m³, dan waktu tinggal 2,90 jam.

Tabel 3. Dimensi, volume efektif, dan waktu tinggal unit IPAL.

Unit	Panjang (m)	Lebar (m)	Kedalaman air (m)	Volume efektif (m ³)	Waktu tinggal (jam)
Bak pengumpul	1,0	0,5	0,4	-	-
Grease trap	3,0	2,0	1,3	7,8	2,48
Pengendapan awal	5,0	1,0	1,3	13,0	4,14
Biofilter anaerob	4,0	2,0	1,3	10,4	3,31
Pengendapan akhir	3,5	2,0	1,3	9,1	2,90

Sumber: Hasil perhitungan penelitian



Gambar 4. Tipikal bak biofilter anaerob, potongan D-D.

Sumber: Hasil perhitungan penelitian

4. PEMBAHASAN

Hasil proyeksi menunjukkan bahwa kapasitas perencanaan harus mengakomodasi peningkatan jumlah penduduk sampai tahun 2030. Penggunaan proyeksi terbesar sebesar 775 jiwa membuat perhitungan debit berikutnya mengikuti skenario tertinggi dari tiga metode yang diuji. Pemilihan angka dasar ini menghasilkan debit rumah tangga 74,37 m³/hari. Penambahan sumber dari restoran sebesar 0,96 m³/hari meningkatkan debit desain total menjadi 75,33

m³/hari. Nilai tersebut menjadi parameter utama untuk menentukan volume dan waktu tinggal seluruh kompartemen pengolahan.

Rangkaian unit memperlihatkan pendekatan bertahap terhadap beban pencemar. Grease trap ditempatkan di awal untuk menangani minyak dan lemak serta mengurangi gangguan pada unit berikutnya. Bak pengendapan awal menyediakan ruang pengendapan padatan sebelum aliran memasuki biofilter. Biofilter anaerob menjadi unit biologis utama yang menyediakan media pertumbuhan mikroorganisme, sedangkan bak pengendapan akhir berfungsi memisahkan padatan tersuspensi yang masih terbawa. Konfigurasi ini konsisten dengan konsep pengolahan air limbah domestik berbasis biofilter yang dijelaskan oleh Said dan Widayat (2019) dan dengan prinsip umum pengolahan air limbah yang menekankan pemisahan fisik dan penguraian biologis (Siregar, 2005).

Waktu tinggal yang diperoleh dalam dokumen penelitian adalah 2,48 jam pada grease trap, 4,14 jam pada pengendapan awal, 3,31 jam pada biofilter anaerob, dan 2,90 jam pada pengendapan akhir. Nilai tersebut merupakan hasil hubungan antara volume efektif setiap bak dan debit desain 3,14 m³/jam. Dari sisi ruang, biofilter anaerob dan bak pengendapan akhir menggunakan lebar 2 m, sehingga kebutuhan lahan sistem harus dipastikan sesuai dengan kondisi aktual kawasan pesisir. Perbedaan elevasi antara rumah, jaringan perpipaan, dan lokasi IPAL juga menjadi aspek penting karena sistem pengaliran harus tetap bekerja pada lingkungan yang dipengaruhi pasang surut.

Kondisi Kampung Nelayan memperkuat kebutuhan pendekatan komunal. Rumah yang berdiri di atas atau dekat air menyebabkan sistem individual tidak selalu mudah diterapkan. Sistem bersama dapat mengonsolidasikan aliran dari beberapa rumah menuju unit pengolahan terpusat. Namun, desain hidraulik saja belum menjamin keberlanjutan sistem. Operasi IPAL membutuhkan pengurusan lumpur, pemeriksaan jaringan, pengendalian bau, serta pemantauan efluen. Dokumen penelitian juga menekankan perlunya sosialisasi rutin agar masyarakat memahami fungsi IPAL dan tidak kembali membuang limbah langsung ke lingkungan.

Penelitian ini berfokus pada proyeksi pengguna dan perencanaan dimensi, sehingga belum mengevaluasi kinerja penyisihan BOD, COD, TSS, amonia, minyak dan lemak, maupun total coliform melalui pengujian influen dan efluen. Karena itu, pemenuhan baku mutu yang dirujuk dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 Tahun 2016 perlu dikonfirmasi pada tahap operasi melalui pengambilan sampel dan pemeriksaan laboratorium. Pengukuran elevasi rinci, kondisi tanah, pengaruh pasang surut, kebutuhan pompa bila diperlukan, dan rencana biaya juga perlu dikembangkan dalam desain teknis lanjutan.

Pada tahap implementasi, faktor manajemen proyek perlu ditempatkan sebagai bagian dari keberhasilan konstruksi. Identifikasi risiko sejak awal dapat mencakup akses alat dan material, kondisi pesisir, perubahan elevasi, keselamatan kerja, mutu beton, serta keberlanjutan operasi. Pendekatan manajemen risiko pada proyek konstruksi di Kabupaten Poso menunjukkan pentingnya pengelolaan risiko dalam mendukung efektivitas proyek (Kelo & Walenta, 2025). Koordinasi pelaksana, pemerintah desa, masyarakat, dan operator membutuhkan kepemimpinan yang jelas (Kelo, 2025). Selanjutnya, pengendalian biaya dan waktu dapat menggunakan pendekatan evaluasi kinerja proyek seperti metode nilai hasil yang telah diterapkan pada proyek gedung penunjang pariwisata di Kecamatan Pamona Puselemba (Kelo et al., 2026).



Gambar 5. Kondisi permukiman Kampung Nelayan Desa Labuan.

Sumber: Dokumentasi penelitian

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Proyeksi penduduk Dusun 1 dan Dusun 2 Desa Labuan untuk tahun 2030 menghasilkan nilai 772 jiwa dengan metode aritmatika, 775 jiwa dengan metode geometri, dan 755 jiwa dengan metode least square. Nilai 775 jiwa digunakan sebagai dasar perencanaan.

Debit air limbah desain sebesar $75,33 \text{ m}^3/\text{hari}$ atau $3,14 \text{ m}^3/\text{jam}$, terdiri atas $74,37 \text{ m}^3/\text{hari}$ dari rumah tangga dan $0,96 \text{ m}^3/\text{hari}$ dari restoran.

Waktu tinggal dan volume efektif unit utama adalah 2,48 jam dan $7,8 \text{ m}^3$ pada grease trap, 4,14 jam dan 13 m^3 pada bak pengendapan awal, 3,31 jam dan $10,4 \text{ m}^3$ pada biofilter anaerob, serta 2,90 jam dan $9,1 \text{ m}^3$ pada bak pengendapan akhir.

Dimensi utama yang direncanakan adalah bak pengumpul $1,0 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}$; grease trap $3 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ dengan kedalaman air 1,3 m; bak pengendapan awal $5 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ dengan kedalaman air 1,3 m; biofilter anaerob $4 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ dengan kedalaman air 1,3 m; dan bak pengendapan akhir $3,5 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ dengan kedalaman air 1,3 m.

Saran

Pelaksanaan konstruksi perlu didahului survei elevasi rinci antara jaringan rumah, IPAL, dan titik pembuangan agar sistem pengaliran sesuai dengan kondisi pesisir dan pasang surut.

Pengelola perlu melakukan sosialisasi kepada masyarakat, pengurusan lumpur secara berkala, pemeriksaan jaringan, dan pemeliharaan setiap unit agar fungsi IPAL tetap terjaga.

Tahap lanjutan perlu melakukan pengujian kualitas influen dan efluen, terutama parameter BOD, COD, TSS, minyak dan lemak, amonia, dan total coliform, untuk memastikan hasil olahan memenuhi ketentuan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anhar, F. A. P. A., & Purnomo, Y. S. (2025). Kajian pengolahan limbah cair domestik di PT. X. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 3(1). <https://doi.org/10.61132/venus.v3i1.727>
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). SNI 03-7065-2005.
- Jawwad, M. A. S., & Safitri, N. (2025). Perencanaan sistem penyaluran dan pengolahan air limbah domestik industri produksi bahan kimia PT X Jawa Timur. *Globe: Publikasi Ilmu Teknik, Teknologi Kebumihan, Ilmu Perkapalan*, 3(1). <https://doi.org/10.61132/globe.v3i1.733>
- Kelo, R. F. (2025). Peran Kepemimpinan dalam Proyek Konstruksi di Kabupaten Poso. Maroso: *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sintuwu Maroso*, 2(1), 11-19.
- Kelo, R. F., & Walenta, A. S. (2025). Analisis Pengelolaan Proyek Konstruksi Berbasis Manajemen Risiko di Kabupaten Poso. Maroso: *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sintuwu Maroso*, 2(1), 1-10.
- Kelo, R. F., Walenta, A. S., Lamusu, R., & Pujiono, P. (2026). Evaluasi Pengendalian Proyek Gedung Penunjang Pariwisata Kecamatan Pamona Puselemba Menggunakan Metode Nilai Hasil. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika*, 5(2), 39-51. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v5i2.6075>
- Kresdianto, et al. (2025). Analisis desain instalasi pengolahan air limbah domestik (IPALD) komunal di RT. 04 Desa Murung Kenanga, Kecamatan Martapura, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(2). <https://scirepid.com/articles/96470>
- Ma'Arif, A. Samsul, et al. (2026). Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. PT. Srikandi Books Press.
- Machsuni Hadi, A. H. A. Y., et al. (2024). Studi perancangan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) domestik di Desa Butuh, Kecamatan Butuh, Kabupaten Purworejo. *Jurnal Publikasi Ilmu Psikologi*, 2(4). <https://doi.org/10.61132/observasi.v2i4.669>

- Mubin, F., et al. (2016). Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 4(3).
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Said, I. N., & Widayat, W. (2019). Perencanaan dan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Setyaningtias, B., & Novembrianto, R. (2024). Strategi recycle air limbah domestik terolah sebagai penunjang *green zone*. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 2(6). <https://doi.org/10.61132/venus.v2i6.619>
- Siregar, S. A. (2005). Instalasi Pengolahan Air Limbah. Yogyakarta: Kanisius.
- Wulandari, D., et al. (2026). Pemanfaatan hasil olah sistem IPAL air limbah domestik di PT. X Bandar Lampung. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Masyarakat dan Sosial*, 4(2). <https://doi.org/10.59024/jikas.v4i2.1802>