

Transformasi sanitasi lingkungan melalui perancangan infrastruktur IPAL komunal bagi masyarakat kawasan bantaran sungai musi, Kelurahan Gandus

Debby Sinta Devi¹, Revianty Nurmeyliandari², Fathoni Usman², Ratih Baniva¹, Sumi Amariena Hamim²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indo Global Mandiri, Indonesia

²Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indo Global Mandiri, Indonesia

Penulis korespondensi : Debby Sinta Devi

E-mail : debbysintadevi@uigm.ac.id

Diterima: 15 Mei 2026 | Direvisi: 08 Juni 2026 | Disetujui: 09 Juni 2026 | Online: 20 Juni 2026

© Penulis 2026

Abstrak

Kegiatan pengabdian masyarakat ini difokuskan pada penyediaan bantuan desain infrastruktur sanitasi tepat guna untuk menangani limbah domestik di Kelurahan Gandus, Kota Palembang. Urgensi perancangan ini didasari oleh kondisi geografis wilayah yang berada di kawasan bantaran sungai, di mana limbah domestik yang tidak terkelola berisiko tinggi mencemari badan air secara langsung dan merusak ekosistem perairan sungai. Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal ini menjadi solusi strategis dalam meminimalisir pencemaran lingkungan pada pemukiman padat penduduk tersebut. Sistem ini dirancang untuk melayani kebutuhan sanitasi bagi 67 (KK) dengan kapasitas volume efektif reaktor sebesar 27.200 liter (27,2 m³ /IPAL) guna memastikan air buangan memenuhi baku mutu sebelum dialirkan. Desain teknis yang diterapkan mengadopsi sistem pengolahan biologis anaerobik yang mengintegrasikan empat kompartemen utama yaitu bak pengendapan dengan sistem Anaerobic Baffled Reactor (ABR) pada tahap awal, diikuti dengan dua tahap biofilter menggunakan media bioball dan media batu pecah untuk mengoptimalkan degradasi polutan organik. Struktur unit pengolahan ini memiliki dimensi total panjang 900 cm, lebar 200 cm, dan tinggi 200 cm. Berdasarkan pertimbangan kemudahan operasional dan efisiensi pemeliharaan bagi warga setempat, air hasil pengolahan akhir diarahkan untuk langsung dialirkan menuju sistem drainase lingkungan atau badan air terdekat. Diharapkan implementasi rancangan ini dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pelestarian ekosistem sungai serta peningkatan derajat kesehatan masyarakat di wilayah Kelurahan Gandus.

Kata kunci: IPAL komunal; sistem anaerobik; sanitasi bantaran sungai; kelurahan gandus.

Abstract

This community service initiative focuses on providing design assistance for appropriate sanitation infrastructure to manage domestic wastewater in Gandus Village, Palembang City. The urgency of this design stems from the area's geographical location along a riverbank, where unmanaged domestic wastewater poses a high risk of directly polluting water bodies and damaging the river's aquatic ecosystem. The design of this Community Wastewater Treatment Plant (WWTP) serves as a strategic solution to minimize environmental pollution in this densely populated residential area. This system is designed to meet the sanitation needs of 67 households (HH) with an effective reactor volume capacity of 27,200 liters (27.2 m³ / WWTP) to ensure that effluent meets quality standards before discharge. The technical design employs an anaerobic biological treatment system integrating four main compartments: a sedimentation tank with an Anaerobic Baffled Reactor (ABR) in the initial stage, followed by two biofilter stages using bioball media and crushed stone media to optimize the degradation of organic pollutants. The treatment unit structure has total dimensions of 900 cm in length,

200 cm in width, and 200 cm in height. Considering operational ease and maintenance efficiency for local residents, the treated effluent is directed to be discharged directly into the local drainage system or the nearest water body. It is hoped that the implementation of this design will make a significant contribution to the preservation of the river ecosystem and the improvement of public health in the Gandus neighborhood.

Keywords: community wastewater treatment plant; anaerobic system; riverbank sanitation; gandus subdistrict.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang pesat di kawasan urban seringkali tidak diimbangi oleh penyediaan infrastruktur sanitasi yang memadai, terutama di kawasan padat penduduk seperti bantaran sungai. Fenomena urbanisasi yang tidak terkendali memicu munculnya permukiman padat dengan sistem pembuangan limbah yang buruk, yang pada gilirannya menurunkan kualitas lingkungan secara signifikan (T.Suheri, 2019). Pengolahan limbah domestik memegang peranan krusial dalam mereduksi sifat berbahaya limbah serta memastikan kualitasnya memenuhi standar baku mutu sebelum dilepaskan ke lingkungan (Sularto et al., 2025). Kawasan permukiman bantaran sungai memiliki kerentanan tinggi terhadap pencemaran air akibat karakteristik hidrologisnya yang dinamis dan keterbatasan lahan untuk sistem pengolahan limbah individu (Agus Tugas Sudjianto et al., 2023). Pembuangan air limbah domestik, baik berupa black water maupun grey water, secara langsung ke badan air tanpa pengolahan awal akan mengakibatkan pencemaran serius pada ekosistem perairan (Sriliani surbakti et al., 2026). Berdasarkan data lapangan di RT 05 Kelurahan Gandus, Kota Palembang, dari total 1.010 Kepala Keluarga (KK), baru sekitar 50 KK yang memiliki fasilitas pengolahan limbah mandiri berupa sumur resapan dari Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman. Sebagian besar warga lainnya masih mengandalkan sistem pembuangan konvensional yang belum terstandarisasi (Antoni et al., 2022). Terbatasnya infrastruktur ini berdampak pada tingginya skor parameter pengelolaan air limbah dalam penilaian tingkat kekumuhan wilayah, sehingga diperlukan penanganan yang lebih komprehensif melalui pembangunan sistem IPAL Komunal.

Limbah cair domestik yang dibuang secara langsung (*direct discharge*) tanpa proses pengolahan mengandung konsentrasi parameter pencemar berbahaya yang dapat merusak kualitas badan air penerima dan mengancam keberlanjutan ekosistem perairan (Pidun et al., 2025). Kandungan limbah cair dari aktivitas rumah tangga maupun fasilitas umum pada umumnya memiliki karakteristik biologis dan kimiawi yang kompleks, sehingga memerlukan perlakuan khusus sebelum dilepaskan ke lingkungan.

Efektivitas sebuah sistem sanitasi sangat bergantung pada ketepatan pemilihan teknologi yang adaptif terhadap kondisi biofisik wilayah. Inovasi teknologi seperti penggunaan filter anaerobik terbukti mampu meningkatkan performa pengolahan air limbah domestik agar tetap memenuhi baku mutu lingkungan yang ketat (Elna Rasani et al., 2025). Selain itu, penggunaan media filter yang variatif dalam unit pengolahan sangat krusial untuk memastikan efisiensi penurunan kadar polutan (Hadi et al., 2024). Namun, keberhasilan sistem ini di lapangan sangat ditentukan oleh evaluasi kinerja yang rutin untuk memantau kemampuan instalasi dalam mengolah limbah secara konsisten (Farizal & Diyanti, 2021).

Transformasi sanitasi tidak hanya berfokus pada aspek mekanis-biologis semata. Perencanaan teknis yang komprehensif melalui penyusunan *Detail Engineering Design* (DED) yang akurat merupakan prasyarat utama keberhasilan implementasi fisik (Acung et al., 2025). Selain aspek teknis, keberlanjutan infrastruktur sangat bergantung pada efisiensi kinerja unit pengolahan dan keterlibatan masyarakat dalam pemeliharaan (Trianita et al., 2026). Sinergi antara desain rekayasa yang presisi dan partisipasi aktif masyarakat merupakan instrumen fundamental bagi keberlanjutan fungsi infrastruktur sanitasi di kawasan kumuh. Melalui kegiatan pengabdian ini, diharapkan perancangan IPAL Komunal di Kelurahan Gandus dapat menjadi *pilot project* bagi masyarakat di sepanjang bantaran Sungai Musi.

Transformasi sanitasi lingkungan melalui perancangan infrastruktur IPAL komunal bagi masyarakat kawasan bantaran sungai musu, Kelurahan Gandus

Dalam ekosistem padat penduduk, penerapan sistem pengolahan terpusat atau IPAL Komunal menjadi solusi teknis paling efektif karena dirancang khusus untuk menyisihkan polutan biologis dan kimiawi agar air efluen tidak lagi membahayakan lingkungan (Alfaridzi et al., 2026).

METODE

Metode pelaksanaan program pengabdian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif yang dikombinasikan dengan metode perancangan rekayasa partisipatif (*participatory engineering design*). Pendekatan ini dilakukan untuk memastikan bahwa infrastruktur yang dirancang tidak hanya memenuhi kaidah teknis rekayasa sipil, tetapi juga memiliki akseptabilitas tinggi di masyarakat. Secara sistematis, tahapan pelaksanaan pengabdian ini dibagi menjadi empat fase utama. Tahapan perencanaan teknis IPAL ini secara umum mencakup fase persiapan dan identifikasi, analisis data teknis, penyusunan laporan perancangan dan tahap desiminasi & edukasi (Firanita et al., 2024). Berikut merupakan diagram alir metode pengabdian masyarakat terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir metode pelaksanaan kegiatan pengabdian.

Tahap Identifikasi dan pemetaan Partisipatif

Fase awal bertujuan untuk menyelaraskan kebutuhan warga dengan kondisi lingkungan eksistensi di bantaran Sungai Musi. Mengacu pada metode penelitian deskriptif, pengamatan dilakukan terhadap titik pembuangan limbah eksisting dan perilaku sanitasi masyarakat. Pada tahap ini dilakukan survei kondisi sanitasi eksisting. Berdasarkan hasil survei lapangan di RT 05 Kelurahan Gandus yang memiliki total 1.010 KK, tercatat hanya 50 KK yang memiliki IPAL (*septic tank*). Hal ini menunjukkan bahwa sebesar 95,05% KK di wilayah studi tidak memiliki akses terhadap sistem pengelolaan air limbah yang layak. Untuk menentukan tingkat kekumuhan pada aspek ini, analisis dilakukan dengan mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) No. 14/PRT/M/2018. Berdasarkan regulasi tersebut, jika persentase KK yang tidak memiliki IPAL layak berada pada rentang 76%–100%, maka aspek tersebut mendapatkan nilai Skor 5 dengan klasifikasi Kumuh Berat (Tabel 1). Dengan angka 95,05%, maka kondisi sanitasi air limbah di lokasi penelitian secara definitif masuk dalam kategori Kumuh Berat.

Tabel 1. Klasifikasi Skor Kekumuhan Aspek Air Limbah Berdasarkan Permen PUPR No. 14/PRT/M/2018

Nilai Skor	Klasifikasi Kategori	Keterangan / Rekomendasi Tindakan
76% – 100%	5 Kumuh Berat	Memerlukan intervensi skala kawasan/prioritas utama penanganan fisik massal.

Transformasi sanitasi lingkungan melalui perancangan infrastruktur IPAL komunal bagi masyarakat kawasan bantaran sungai musu, Kelurahan Gandus

	Nilai Skor	Klasifikasi Kategori	Keterangan / Rekomendasi Tindakan
51% – 75%	3	Kumuh Sedang	Memerlukan penanganan moderat dan perbaikan infrastruktur secara bertahap.
25% – 50%	1	Kumuh Ringan	Memerlukan pemeliharaan lingkungan dan stimulasi swadaya masyarakat.
< 25%	0	Tidak Kumuh	Kondisi ideal, cukup dilakukan monitoring dan perawatan rutin.

Selanjutnya dilakukan *Focus Group Discussion* (FGD) melalui dialog interaktif langsung dengan warga dan tokoh masyarakat setempat untuk menentukan titik lokasi perencanaan sistem IPAL komunal ini. Kegiatan FGD ini dihadiri dan diikuti oleh total 15 orang peserta partisipan, yang meliputi Ketua RT 05, perwakilan Pemberdayaan Kesejahteraan Keluarga (PKK), tokoh agama setempat, serta perwakilan warga dari perwakilan pemukiman bantaran sungai. Keterlibatan aktif para tokoh dan elemen masyarakat ini bertujuan untuk memastikan rencana titik lokasi reaktor yang disepakati bersama bersifat strategis, berdampak optimal, serta meminimalkan potensi konflik sosial dalam pemanfaatan lahan.

Tahap Formulasi Parameter Desain

Tahap ini menitikberatkan pada pengolahan data lapangan menjadi batasan teknis dalam perancangan. Parameter-parameter teknis yang dihasilkan berfungsi sebagai indikator kinerja utama dari sistem yang akan dibangun. Penentuan parameter ini sangat penting untuk menjamin bahwa reaktor yang dirancang mampu menurunkan konsentrasi pencemar sesuai dengan baku mutu lingkungan yang berlaku. Selanjutnya dilakukan analisis proyeksi debit air limbah dengan menentukan ekuivalen populasi (EP) berdasarkan jumlah kepala keluarga untuk menghitung kebutuhan kapasitas tampung reaktor secara akurat. Selain itu juga dilakukan analisis topografi lokal untuk memastikan sistem perpipaan dapat mengalirkan limbah dengan prinsip gravitasi (kemiringan minimal 1%). Berikut merupakan Proyeksi Kebutuhan dan Perhitungan Hidrolis IPAL Komunal:

a. Penentuan Jumlah Unit IPAL yang diperlukan

Berdasarkan data survei lapangan, total populasi terpetakan di bantaran Sungai Musi adalah sebanyak 1.010 KK. Mengacu pada regulasi Ditjen Cipta Karya (SE No. 04/SE/DC/2021), batas pelayanan optimal untuk satu unit IPAL komunal terpusat (SPALD-T) adalah maksimal 70 KK.

Kebutuhan total unit IPAL (N) untuk melayani seluruh wilayah sasaran dihitung sebagai berikut:

$$N = \frac{\text{Total KK Wilayah Sasaran}}{\text{Kapasitas Pelayanan Maksimum per Unit}}$$

$$N = \frac{1.010 \text{ KK}}{70 \text{ KK/unit}} = 14,42 \text{ unit}$$

Untuk menjamin seluruh warga mendapatkan akses sanitasi, dilakukan pembulatan ke atas (*rounding up*) sehingga total infrastruktur yang diperlukan adalah 15 unit IPAL komunal yang tersebar di beberapa titik. Desain reaktor dengan dimensi 900 × 200 × 200 cm dengan rata-rata beban pelayanan riil sebesar:

$$\text{Beban Pelayanan Riil} = \frac{1.010 \text{ KK}}{15 \text{ unit}} \approx 67 \text{ KK/unit}$$

b. Perhitungan Parameter Desain per Unit IPAL (Basis 67 KK)

Untuk satu unit reaktor prototipe yang melayani 67 KK, uraian proyeksi hidrolisnya adalah sebagai berikut:

Transformasi sanitasi lingkungan melalui perancangan infrastruktur IPAL komunal bagi masyarakat kawasan bantaran sungai mus, Kelurahan Gandus

Ekivalen Populasi (EP) Desain Dengan asumsi rata-rata kepadatan anggota keluarga adalah 4 jiwa per KK:

$$EP = 67 \text{ KK} \times 4 \text{ jiwa/KK} = 268 \text{ jiwa}$$

Debit Air Limbah Harian (Q_{desain}) Menggunakan kriteria kebutuhan air bersih rumah tangga sebesar 120 L/jiwa/hari (SNI 03-7065-2005) dan faktor konversi air limbah (*sewerage factor*) sebesar 80% (0,8) sesuai pedoman teknis Cipta Karya:

$$q_{limbah} = 120 \text{ L/jiwa/hari} \times 0,8 = 96 \text{ L/jiwa/hari}$$

$$Q_{desain} = EP \times q_{limbah}$$

$$Q_{desain} = 268 \text{ jiwa} \times 96 \text{ L/jiwa/hari} = 25.728 \text{ L/hari} = 25,73 \text{ m}^3/\text{day}$$

c. Validasi Volume Reaktor Eksisting dan Waktu Tinggal (*Hydraulic Retention Time*)

Berdasarkan gambar kerja detail kerja, spesifikasi reaktor memiliki panjang total panjang 900 cm, lebar 200 cm, dan tinggi efektif air 170 cm *freeboard* 30 cm.

Volume Aktual Total (V_{aktual}):

$$V_{aktual} = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi Efektif}$$

$$V_{aktual} = 9,0 \text{ m} \times 2,0 \text{ m} \times 1,7 \text{ m} = 30,6 \text{ m}^3$$

*Volume Bersih Ruang Air (V_{netto}):

Mengingat adanya ruang yang terpakai oleh media filter (bioball dan batu pecah) di Zona 2 dan Zona 3, digunakan angka porositas (*void ratio*) rata-rata sebesar 89% (0,89) untuk mendapatkan volume efektif fluida bebas:

$$V_{netto} = V_{aktual} \times \text{Porositas}$$

$$V_{netto} = 30,6 \text{ m}^3 \times 0,89 = 27,23 \text{ m}^3$$

Perhitungan Waktu Tinggal Aktual (HRT_{total}):

$$HRT_{total} = \frac{V_{netto}}{Q_{desain}}$$

$$HRT_{total} = \frac{27,23 \text{ m}^3}{25,73 \text{ m}^3/\text{hari}} = 1,058 \text{ hari} \approx 25,4 \text{ jam}$$

Berdasarkan parameter di atas, diperoleh waktu tinggal hidrolis aktual (HRT_{total}) sebesar 25,4 jam. Nilai ini secara teknis dinyatakan memenuhi syarat kriteria desain Ditjen Cipta Karya KemenPUPR, yang menetapkan batasan waktu tinggal hidrolis minimum untuk IPAL komunal anaerobik adalah 24 jam. Dengan nilai $HRT > 24$ jam, reaktor memiliki kapasitas penahanan aliran yang cukup untuk memberi kesempatan bagi koloni bakteri biofilm pada media filter mendegradasi kandungan zat pencemar organik (BOD dan COD) secara optimal, sehingga air olahan (*effluent*) aman saat dilepaskan ke badan air Sungai Musi.

d. Proyeksi Efisiensi Penurunan Parameter BOD

Untuk memvalidasi kemampuan reaktor dalam memenuhi baku mutu lingkungan sesuai Permen LHK No. 68/2016 (BOD efluen ≤ 30 mg/L), dilakukan analisis proyeksi kinerja pengolahan secara teoritis. Berdasarkan karakteristik limbah cair domestik urban di Indonesia, konsentrasi BOD awal (*influent*) rata-rata diasumsikan sebesar 250 mg/L hingga 300 mg/L. Pada analisis ini, digunakan pendekatan konservatif dengan konsentrasi BOD awal (C_0) sebesar 250 mg/L. Pengolahan biologis anaerobik 4-zona yang dirancang mengombinasikan bak pengendapan sistem ABR, biofilter media *bioball*, dan biofilter media batu pecah. Berdasarkan berbagai literatur teknis pengolahan air limbah, efisiensi penyisihan (*removal efficiency*) kumulatif untuk konfigurasi ini diestimasikan mencapai 85% hingga 90%. Perhitungan penurunan konsentrasi BOD pada tiap tahapan diuraikan melalui pendekatan efisiensi berikut:

Tahap 1: Bak Pengendapan & ABR (Zona 1)

Efisiensi penyisihan BOD pada kompartemen ABR dengan waktu tinggal > 24 jam diestimasikan sebesar 65%.

$$C_1 = C_0 \times (1 - 0,65) = 250 \times 0,35 = 87,5 \text{ mg/L}$$

Tahap 2 & 3: Biofilter Anaerobik Media Bioball & Batu Pecah (Zona 2 & 3)

Aliran efluen dari ABR kemudian melewati reaktor biofilter lekat diam. Media *bioball* dan batu pecah memberikan *surface area* yang luas bagi pertumbuhan biofilm bakteri, sehingga mampu menyisihkan sisa beban organik sebesar 70% dari konsentrasi yang masuk ke zona ini.

$$C_2 = C_1 \times (1 - 0,70) = 87,5 \times 0,30 = 26,25 \text{ mg/L}$$

Efisiensi Total Sistem:

$$\eta_{\text{total}} = \left(\frac{C_0 - C_2}{C_0} \right) \times 100\% = \left(\frac{250 - 26,25}{250} \right) \times 100\% = 89,5\%$$

Berdasarkan perhitungan teoretis di atas, kombinasi sistem ABR dan biofilter 2 tahap menghasilkan proyeksi efisiensi total sebesar 89,5%, dengan konsentrasi BOD akhir pada bak kontrol (*effluent*) sebesar 26,25 mg/L. Nilai efluen ini secara teknis telah memenuhi standar baku mutu Permen LHK No. 68/2016 yang mensyaratkan kadar BOD maksimal 30 mg/L.

Tahap Penyusunan Detail Engineering Design (DED)

Fase ini merepresentasikan substansi pengabdian melalui penyusunan dokumentasi teknis yang terstandarisasi, guna memberikan panduan aplikatif bagi pemangku kepentingan dalam upaya perbaikan infrastruktur sanitasi. Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem biofilter anaerobik dengan mengembangkan desain reaktor empat zona yang mencakup bak pengendapan (ABR), filter bioball, filter batu pecah, dan bak kontrol dengan dimensi total 900 x 200 cm. Selanjutnya menyusun gambar kerja detail serta menentukan spesifikasi material teknis yang adaptif terhadap lahan basah, seperti beton bertulang kedap air dan sistem ventilasi gooseneck.

Tahap Diseminasi dan Edukasi Keberlanjutan

Tahap akhir difokuskan pada penyerahan dokumen rancangan dan pembekalan aspek non-teknis. Pada tahap ini dilakukan sosialisasi rancangan teknis dengan memaparkan dokumen DED kepada masyarakat dan aparat kelurahan sebagai rujukan untuk pengajuan bantuan pembangunan kepada pemerintah atau pihak swasta. Kemudian untuk tim memberikan edukasi operasional dan pemeliharaan dengan memberikan pemahaman mengenai prosedur pemeliharaan sistem IPAL, seperti manajemen lumpur tinja dan perawatan media filter agar fungsi sanitasi tetap terjaga dalam jangka panjang. Strategi kolaboratif yang melibatkan masyarakat sejak fase perencanaan hingga evaluasi terbukti sangat efektif dalam meningkatkan keberhasilan program pengentasan kawasan kumuh serta menjamin keberlanjutan fungsi sarana sanitasi yang dibangun (Pariangu & Nainel, 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil survei lapangan tahun 2026, kondisi sanitasi di RT 05 Kelurahan Gandus mencerminkan urgensi intervensi teknis yang masif seperti yang terdapat pada Gambar 2.

Ketiadaan akses terhadap IPAL layak pada 95,05% dari total 1.010 KK menimbulkan beban polutan ekstrem terhadap badan air Sungai Musi. Tingginya angka pembuangan langsung (*direct discharge*) berkontribusi pada akumulasi limbah cair domestik yang mengandung parameter berbahaya dan berpotensi menurunkan daya dukung lingkungan secara permanen. Kondisi ini menuntut adanya transformasi dari sistem pembuangan konvensional menuju sistem pengolahan terpusat guna mereduksi konsentrasi *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang lazim ditemukan pada limbah rumah tangga.

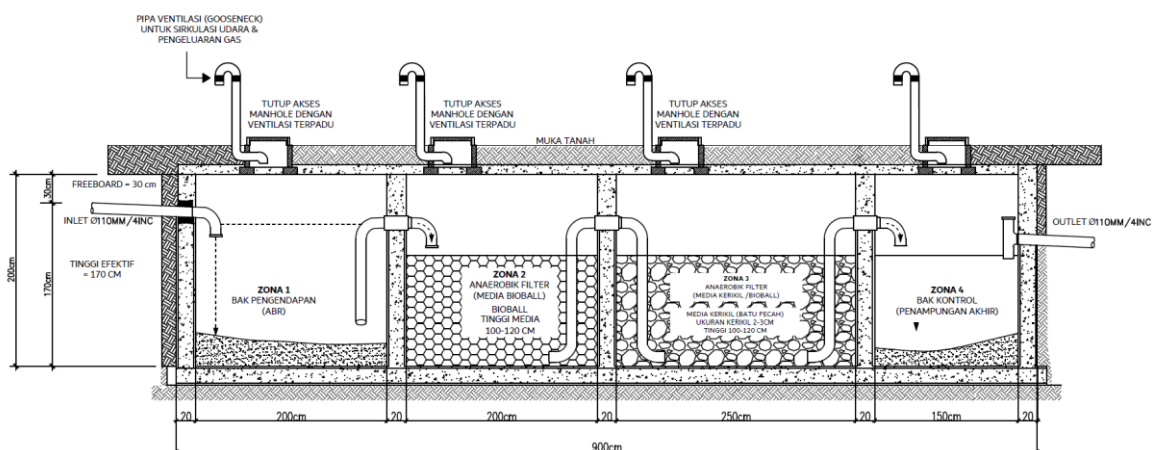
Transformasi sanitasi lingkungan melalui perancangan infrastruktur IPAL komunal bagi masyarakat kawasan bantaran sungai musu, Kelurahan Gandus



Gambar 2. Survei lokasi dan wawancara dengan warga RT 05, kelurahan Gandus.

Deskripsi Teknis *Detail Engineering Design (DED)*

Perancangan IPAL Komunal untuk masyarakat Gandus difokuskan pada keandalan operasional di kawasan bantaran sungai yang memiliki karakteristik tanah lunak dan fluktuasi muka air tinggi. Berdasarkan gambar tampak samping yang dihasilkan pada Gambar 3 infrastruktur ini dirancang dengan mempertimbangkan profil hidrolis yang presisi dan Gambar 4 Tampak perspektif 3D.

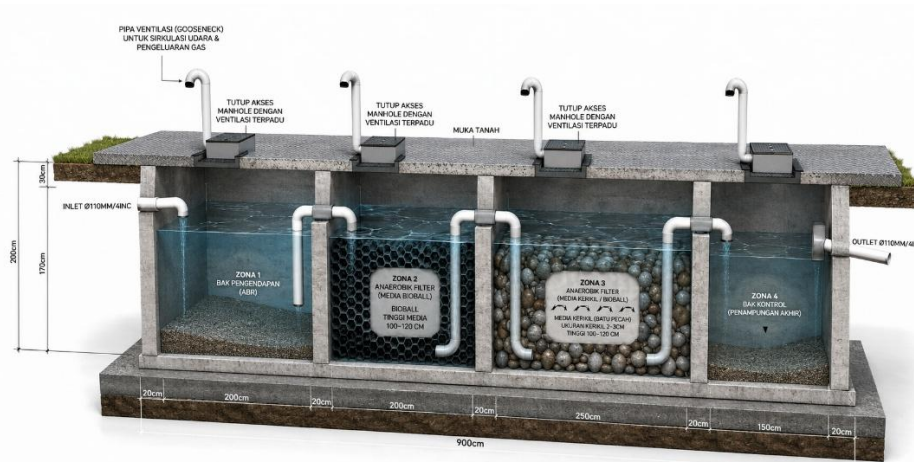


Gambar 3. Profil Tampak Samping Reaktor IPAL Komunal

Air limbah domestik dari sambungan rumah (SR) akan dialirkan melalui pipa inlet menuju unit pemisah lemak (*grease trap*) untuk mengeliminasi kandungan minyak yang dapat mengganggu proses biologis. Aliran kemudian diteruskan ke dalam reaktor biofilter anaerobik. Mengacu pada kedalaman galian yang direncanakan sebesar 3 m dengan posisi pipa 100 cm dari permukaan tanah, desain ini bertujuan untuk memaksimalkan tekanan hidrostatis dan waktu tinggal cairan (*Hydraulic Retention Time*). Hal ini selaras dengan prinsip rekayasa yang menekankan bahwa kestabilan proses degradasi organik sangat bergantung pada parameter waktu tinggal dan volume reaktor yang cukup. Selain itu, pertimbangan geologi lingkungan di kawasan bantaran sungai sangat menentukan pemilihan material

Transformasi sanitasi lingkungan melalui perancangan infrastruktur IPAL komunal bagi masyarakat kawasan bantaran sungai musi, Kelurahan Gandus

dan kedalaman fondasi agar tidak membahayakan struktur di sekitarnya. Berikut merupakan rencana anggaran biaya pembuatan IPAL komunal tersebut terdapat pada Tabel 2.



Gambar 4. Perpektif 3D IPAL

Tabel 2. Rencana Anggaran Biaya IPAL Komunal

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Vol	Harga Satuan (IDR)	Total (IDR)	Harga	
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				3.500.000		
1	Pembersihan Lahan & Bouwplank	Ls	1	1.500.000	1.500.000		
2	Mobilisasi Alat & Tenaga Kerja	Ls	1	2.000.000	2.000.000		
II	PEKERJAAN TANAH & PONDASI				12.450.000		
1	Galian Tanah (Kedalaman 3m)	m ³	45	110.000	4.950.000		
2	Urugan Pasir Alas (t = 10 cm)	m ³	2,5	300.000	750.000		
3	Lantai Kerja Beton (Mutu K-100)	m ³	2,5	1.200.000	3.000.000		
4	Urugan Tanah Kembali	m ³	15	250.000	3.750.000		
III	PEKERJAAN BETON & DINDING (KEDAP AIR)				38.600.000		
1	Beton Bertulang K-250 (Dinding & Plat)	m ³	12	2.500.000	30.000.000		
2	Pembesian (Besi Ulir & Polos)	kg	450	16.000	7.200.000		
3	Bekisting Multiplex 12mm	m ²	28	50.000	1.400.000		
IV	PEKERJAAN PERPIPAAN & AKSESORIS				9.250.000		
1	Pipa PVC AW Ø110m (Inlet, Outlet, Antar Bak)	btg	6	650.000	3.900.000		
2	Pipa Ventilasi (Gooseneck) + Aksesoris	Set	4	450.000	1.800.000		
3	Tutup Manhole (Cast Iron/Beton Precast)	unit	4	750.000	3.000.000		
4	Sealant & Waterstop (Sambungan Pipa)	Ls	1	550.000	550.000		
V	MEDIA FILTER (BIOBALL & KERIKIL)				14.800.000		
1	Media Bioball (Zona 2)	m ³	4	2.200.000	8.800.000		
2	Media Kerikil/Batu Pecah 2-3 cm (Zona 3)	m ³	10	600.000	6.000.000		
VI	PEKERJAAN FINISHING				4.500.000		
1	Waterproofing (Crystalline/Cementitious)	Internal	m ²	65	50.000	3.250.000	
2	Pembersihan Akhir & Perapihan Rumput Atas	Ls	1	1.250.000	1.250.000		
A	TOTAL BIAYA KONSTRUKSI (I - VI)				83.100.000		

Transformasi sanitasi lingkungan melalui perancangan infrastruktur IPAL komunal bagi masyarakat kawasan bantaran sungai musi, Kelurahan Gandus

B	PPN 11%	9.141.000
C	GRAND TOTAL (A + B)	92.241.000

Total rencana anggaran biaya untuk pembangunan IPAL Komunal ini diproyeksikan sebesar Rp92.241.000 (termasuk PPN 11%)/IPAL. Anggaran ini mencakup seluruh tahapan konstruksi, mulai dari pekerjaan galian tanah sedalam 3 meter hingga pengadaan media filter spesifik seperti bioball dan batu pecah.

Efisiensi Pengolahan dan Inovasi Teknologi

Penggunaan sistem biofilter anaerobik dalam perancangan ini didasarkan pada efektivitasnya dalam memproses limbah domestik dengan biaya operasional rendah. Media lekat pada biofilter berfungsi sebagai tempat pertumbuhan mikroorganisme yang akan mendekomposisi polutan organik secara alami. Untuk meningkatkan performa efluen, teknologi ini dapat dikembangkan menjadi sistem hybrid yang menggabungkan proses biofilm dengan fitoremediasi di bagian outlet. Hal ini krusial mengingat standar baku mutu air limbah domestik yang semakin ketat sesuai dengan regulasi pemerintah (Permen LHK No. 68/2016).

Aspek Keberlanjutan dan Manajemen Operasional

Transformasi sanitasi tidak akan berhasil tanpa adanya mekanisme pemeliharaan yang terukur. Evaluasi pada berbagai unit IPAL Komunal menunjukkan bahwa penurunan kinerja sering disebabkan oleh penumpukan lumpur tinja (*sludge*) pada kompartemen awal dan penyumbatan pada media filter. Oleh karena itu, perancangan ini mengintegrasikan penyusunan DED dan pemeliharaan rutin infrastruktur. Edukasi teknis yang berkelanjutan diperlukan untuk memastikan masyarakat mampu mengenali gangguan sistemik pada unit IPAL secara dini, yang merupakan kunci utama dalam efisiensi pemeliharaan sarana sanitasi. Strategi kolaboratif yang menempatkan masyarakat sebagai pengelola aktif terbukti dapat meningkatkan efektivitas program pengentasan kawasan kumuh dan menjamin keberlanjutan infrastruktur dalam jangka panjang (Pariangu & Nainel, 2024).

Diseminasi dan Implementasi Luaran Pengabdian

Sebagai bentuk luaran nyata dari pengabdian ini, dokumen *Detail Engineering Design* (DED) yang komprehensif telah diserahkan kepada pihak Kelurahan Gandus. Penyerahan ini sebagai bentuk langkah strategis untuk menjembatani kesenjangan antara perencanaan akademis dan kebutuhan infrastruktur wilayah. Dokumen DED tersebut kini berfungsi sebagai instrumen legal dan teknis bagi perangkat kelurahan untuk mengusulkan bantuan pembangunan fisik, baik melalui skema pendanaan pemerintah maupun program *Corporate Social Responsibility* (CSR). Proses diseminasi ini juga disertai dengan edukasi teknis yang membekali kader lokal mengenai alur kerja sistem biofilter anaerobik. Hal ini memastikan bahwa ketika pembangunan fisik terealisasi, masyarakat telah memiliki kesiapan kognitif dalam mengelola aset tersebut secara mandiri. Strategi kolaboratif ini menempatkan masyarakat sebagai pengelola aktif yang krusial bagi keberhasilan program pengentasan kawasan padat penduduk. Dengan demikian, integrasi antara desain *engineering* dan manajemen sosial yang kuat menjadi kunci keberhasilan program sanitasi di Kelurahan Gandus.

SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini berhasil merumuskan sebuah kerangka transformasi sanitasi lingkungan bagi masyarakat kawasan bantaran Sungai Musi di Kelurahan Gandus melalui pendekatan teknis perancangan IPAL Komunal. Berdasarkan hasil analisis kuantitatif yang mengacu pada parameter Permen PUPR No. 14/PRT/M/2018, ditemukan bahwa 95,05% KK di RT 05 Kelurahan Gandus belum memiliki fasilitas IPAL yang layak. Oleh karena itu, khusus pada aspek pengelolaan air limbah domestik, wilayah studi mendapatkan nilai skor maksimal yaitu 5, yang diklasifikasikan ke dalam kategori Kumuh Berat. Hasil perancangan *Detail Engineering Design* (DED) merekomendasikan penggunaan teknologi biofilter anaerobik yang telah disesuaikan dengan karakteristik geologi

Transformasi sanitasi lingkungan melalui perancangan infrastruktur IPAL komunal bagi masyarakat kawasan bantaran sungai mus, Kelurahan Gandus

lingkungan kawasan bantaran sungai. Secara teknis, sistem ini dirancang untuk memberikan efisiensi penurunan konsentrasi pencemar organik secara stabil, sehingga efluen yang dihasilkan dapat memenuhi standar baku mutu lingkungan. Namun, transformasi sanitasi yang komprehensif tidak hanya bergantung pada keandalan infrastruktur teknis semata. Keberhasilan jangka panjang sangat ditentukan oleh efektivitas tata kelola pasca-konstruksi, terutama dalam aspek pemeliharaan rutin oleh masyarakat untuk mencegah penurunan kinerja reaktor akibat sedimentasi. Sinergi antara desain rekayasa yang presisi dan partisipasi aktif masyarakat melalui program kolaboratif terbukti menjadi kunci utama dalam mewujudkan pemukiman yang sehat dan bebas kumuh. Sebagai rekomendasi lanjut, model perancangan ini dapat direplikasi pada kawasan bantaran sungai lainnya dengan penyesuaian pada parameter beban organik dan karakteristik hidrologis setempat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan apresiasi dan terima kasih kepada Universitas Indo Global Mandiri (UIGM) atas dukungan institusional, fasilitas, dan motivasi yang diberikan dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini. Sebagai bagian dari civitas akademika UIGM, dukungan ini sangat berarti dalam mewujudkan kontribusi nyata perguruan tinggi bagi masyarakat. Terima kasih juga kami sampaikan kepada pihak Kelurahan Gandus, Kota Palembang, khususnya kepada Ketua RT 05 dan seluruh warga sasaran, atas keterbukaan, kerja sama, dan partisipasi aktif selama proses pengambilan data hingga diseminasi rancangan teknis. Semoga dokumen rancangan yang dihasilkan dapat memberikan manfaat jangka panjang dalam upaya perbaikan kualitas sanitasi dan lingkungan di wilayah Kelurahan Gandus.

DAFTAR RUJUKAN

- Acung, B. B., Widiatmoko, K. W., & Faizal Mahmud. (2025). Pendampingan Teknis Pemeliharaan Struktur Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Desa Leyangan Kabupaten Grobogan. *Jurnal Pengabdian KOLABORATIF*, 3(1), 18–25. <https://doi.org/10.26623/jpk.v3i1.10371>
- Agus Tugas Sudjianto, Zulkifli, Niken Paramita, Ngudi Tjahjono, & Muhammad Yussac. (2023). Pembuatan instalasi pengolahan limbah (IPAL) berbasis eco-green di sdn madyopuro 2 malang. *Jurnal Aplikasi Dan Inovasi Ipteks SOLIDITAS*, 6(1), 114–120.
- Antoni, A., Bintara, A. S., & Rizani, Mohammad Debby Yudaningrum, F. (2022). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPAL) Skala Komunal Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati. *Jurnal Teknik Sipil Giratory UPGRIS*, 3(2).
- Elna Rasani, Riza Miftahul Khair, Rony Riduan, & Mahmud. (2025). Evaluasi Dan Peningkatan Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Di Kota Banjarbaru. *JTAM Teknik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat*, 8(1), 1–16.
- Farizal, B., & Diyanti, R. A. (2021). *Perencanaan Sanitasi Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat (Spald-T) di Kelurahan Talang Benih*. 7(1), 33–45.
- Firanita, S. R., Utama, T. T., Nengse, S., Auvaria, S. W., & Agustina, E. (2024). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Desa Ngaresrejo Kecamatan Sukodono Kabupaten Sidoarjo Wastewater Treatment Plant Planning (IPAL) Ngaresrejo Village Sukodono Subdistrict Sidoarjo District. *Jurnal Teknika Sains*, 09(02), 292–303.
- Hadi, A., Utomo, B., & Soeryodarundio, K. (2024). Studi Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik. *Observasi: Jurnal Publikasi Ilmu Psikologi*, 2(4).
- Pariangu, U. T., & Nainel, M. (2024). Efektivitas Program Kota Tanpa Kumuh (Kotaku) Di Kawasan Kumuh Muara Abu Kelurahan Oesapa Barat Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang. *Kybernology Jurnal Ilmu Pemerintahan Dan Administrasi Publik*, 2(2), 544–549.
- Pidun, Ranno Marlany Rachman, & Romy. (2025). Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Di Rumah Sakit Kota Kendari. *STABILITA Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 13(5).
- Sriliyani surbakti, Nusa Sebayang, & I Wayan Mundra. (2026). Desain Teknologi Ipal Sistem Anaerobic Baffle Reactor Di Kelurahan Gunung Sari Kecamatan Pasangkayu Kabupaten Mamuju Utara Sulawesi Barat. *Jurnal Sondir*.
- Sularto, D. J., Nilandita, W., Auvaria, S. W., & Ratnawati, R. (2025). *Evaluasi Kualitatif Operasional dan*

Transformasi sanitasi lingkungan melalui perancangan infrastruktur IPAL komunal bagi masyarakat kawasan bantaran sungai musi, Kelurahan Gandus

-
- Pemeliharaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Di Rumah Sakit X Danang. 9(2), 31–44.*
- T.Suheri, B. L. (2019). Evaluasi Program Kotaku (Kota Tanpa Kumuh) Kelurahan Lebakgede Kecamatan Coblong Kota Bandung. *Jurnal Wilayah Dan Kota, 06(02), 78–86.*
- Trianita, D. A., Yuliani, E., & Prayogo, T. B. (2026). Efisiensi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Kelurahan Ledok Kulon Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air, 6(1), 272–282.*