

Enviroous

Vol. 6, No. 2, Bulan Maret, Tahun 2026, pp. 32-40
Halaman Beranda Jurnal: <http://enviroous.upnjatim.ac.id/>
e-ISSN 2777-1032 p-ISSN 2777-1040



Analisis Efektivitas Instalansi Pengolahan Lumpur Tinja Kabupaten Nganjuk untuk menurunkan Kadar Polutan

Zidane Syah Putra^{1*}, Cindy Aisyah Hakim¹

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi: cindy_aisyah.tl@upnjatim.ac.id

Diterima: 17-12-2026

Disetujui: 24-12-2026

Diterbitkan: 30-03-2026

Kata Kunci: Instalansi Pengolahan Lumpur Tinja, Efektivitas, Kadar Polutan, Kabupaten Nganjuk, Unit Pengolahan

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk di Kabupaten Nganjuk berpengaruh terhadap peningkatan produksi lumpur tinja dimana Kabupaten Nganjuk tidak memiliki Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) yang beroperasi, sehingga hal ini dapat menimbulkan risiko pencemaran lingkungan. Upaya untuk menangani permasalahan tersebut, Pemerintah Nganjuk berencana untuk membangun fasilitas Pengolahan Lumpur Tinja melalui IPLT. Analisis efektivitas unit pengolahan lumpur tinja pada perencanaan IPLT di Kabupaten Nganjuk menggunakan metode deskriptif-analitis kuantitatif dengan menggunakan sampel kualitas lumpur tinja. Adapun hasil perhitungan tingkat efektivitas unit pengolahan IPLT menunjukkan tingkat penurunan yang efektif untuk BOD (84%), COD (84%), TSS (80%), Ammonia (84%) dan Total Coliform (99%). Sehingga dapat disimpulkan bahwa Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Cangkringan mampu menurunkan parameter pencemar utama secara signifikan hingga memenuhi baku mutu, sehingga layak untuk diterapkan dalam rangka mendukung pengelolaan limbah domestik berkelanjutan di Kabupaten Nganjuk.

Received: 17-12-2026

Accepted: 24-12-2026

Published: 30-03-2026

Keywords:

fecal sludge treatment plant, effectiveness, polutan level, Nganjuk regency, treatment plant

ABSTRACT

Population growth in Nganjuk Regency has led to increased sludge production, as the Regency lacks an operational Sludge Treatment Plant (STP), which poses a risk of environmental pollution. To address this issue, the Nganjuk Government plans to build a Sludge Treatment Plant (STP). The effectiveness of the Sludge Treatment Unit in the STP planning in Nganjuk Regency was analyzed using a quantitative descriptive-analytical method using sludge quality samples. The results of the STP treatment unit effectiveness calculations indicate an effective reduction rate for BOD (84%), COD (84%), TSS (80%), Ammonia (84%), and Total Coliform (99%). Therefore, it can be concluded that the Cangkringan Sludge Treatment Plant is capable of significantly reducing key pollutant parameters to meet quality standards, making it suitable for implementation to support sustainable domestic waste management in Nganjuk Regency.

1. PENDAHULUAN

Salah satu tujuan pembangunan nasional Indonesia adalah mewujudkan Indonesia Emas 2045. Visi jangka panjang yang ambisius ini bertujuan untuk mengubah Indonesia menjadi negara yang makmur dan maju pada tahun 2045. Meningkatkan akses universal terhadap sanitasi yang

aman merupakan elemen inti dari rencana ini (Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan, 2022). Sanitasi yang tidak memadai secara global berkontribusi terhadap sekitar 829.000 kematian per tahun akibat penyakit diare dan penyakit yang berhubungan dengan air, khususnya di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah (Prüss-Ustün dkk., 2019). Peningkatan layanan sanitasi tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan standar

hidup masyarakat tetapi juga untuk mempromosikan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya Tujuan 6, yang menekankan air bersih dan sanitasi (Perserikatan Bangsa-Bangsa, 2015). Oleh karena itu, pemerintah daerah, seperti Kabupaten Nganjuk, harus meningkatkan kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) mereka. Fasilitas pengolahan air limbah (IPLT) diharapkan dapat mendukung pengelolaan lumpur yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, sehingga mengurangi risiko pencemaran dan meningkatkan kesehatan masyarakat secara keseluruhan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2020).

Pertumbuhan penduduk secara langsung memengaruhi permintaan akan infrastruktur dan layanan publik, terutama dalam hal pengelolaan air limbah domestik di Kabupaten Nganjuk. Produksi air limbah domestik, termasuk lumpur, meningkat pesat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Penelitian di daerah perkotaan di Asia menunjukkan bahwa produksi lumpur per kapita dapat berkisar antara 0,2 hingga 1,0 L/orang/hari, tergantung pada pola konsumsi, sistem sanitasi, dan kondisi sosial ekonomi (Kone & Strauss, 2004). Untuk mencegah dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat, lumpur dari aktivitas rumah tangga harus dikelola dengan baik. Pengelolaan yang buruk dapat menyebabkan degradasi lingkungan, penyebaran penyakit, dan penurunan kesejahteraan masyarakat (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2020).

Pengelolaan lumpur yang efektif memerlukan akses ke sanitasi yang aman, seperti pengosongan tangki septik secara teratur setiap 3–5 tahun. Praktik ini mencegah penumpukan lumpur yang berlebihan dan mengurangi kemungkinan kebocoran dan kerusakan ekologis (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018). Namun, sebuah studi oleh Manga dkk. (2020) mengungkapkan bahwa di banyak daerah, interval pengeringan seringkali tidak teratur karena keterbatasan biaya dan kurangnya kesadaran, sehingga meningkatkan risiko kontaminasi air tanah. Lumpur dari tahap pengeringan kemudian diolah di Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) untuk menghasilkan air limbah yang memenuhi standar lingkungan pemerintah (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2020).

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) adalah sistem canggih untuk fasilitas air limbah domestik, yang dirancang untuk menerima lumpur yang diangkut dengan truk atau gerobak (bukan melalui pipa). Lumpur diolah menjadi residu padat yang disebut kue, sedangkan air yang telah dimurnikan, atau efluen, dapat dibuang atau digunakan kembali. Residu padat tersebut berfungsi sebagai pupuk, dan produk olahan tersebut cocok untuk irigasi (Pedoman Perencanaan Teknis Terperinci untuk Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT), 2017). Efektivitas sistem IPLT sangat bergantung pada desain proses dan kondisi operasional. Penelitian sebelumnya tentang instalasi pengolahan air limbah (WWTP) dengan sistem aerasi anaerobik di Indonesia menunjukkan bahwa efisiensi penghilangan BOD dan COD dapat mencapai 80–90% dalam kondisi operasi optimal (Said dkk., 2020). Lumpur dari tangki septik dan instalasi pengolahan air limbah diangkut dengan truk penyedot dan

diolah di WWTP (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2020).

Berdasarkan konteks tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas unit pengolahan pada desain WWTP Cangkriangan di Kabupaten Nganjuk dalam mengurangi tingkat polutan utama (BOD, COD, TSS, Amonia, dan Total Coliform) agar sesuai dengan standar kualitas lingkungan.

2. METODE

2.1 Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer berupa hasil uji kualitas lumpur tinja yang menjadi acuan karakteristik *influen*. Data sekunder diperoleh dari Dokumen Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Nganjuk 2023–2027, Studi Kelayakan IPLT Kabupaten Nganjuk 2024, serta pedoman teknis terkait pengolahan lumpur tinja.

2.2 Kondisi Eksisting Kabupaten Nganjuk

Berdasarkan analisis data dari Dokumen Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Nganjuk untuk tahun 2023–2027, pengelolaan air limbah domestik di Kabupaten Nganjuk saat ini sudah memuaskan dalam hal penyediaan layanan, tetapi memerlukan peningkatan, terutama dalam kualitas pengolahan. Kabupaten ini telah membangun 39 Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat (IPALD-T) yang didanai oleh Dana Alokasi Khusus (DAK) dan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN). Fasilitas ini menggunakan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan dimaksudkan untuk menangani limbah domestik pada skala organisasi. Namun demikian, peran IPALD-T dalam menyediakan akses ke pengolahan air limbah yang aman masih minimal, yaitu sekitar 0,57%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun infrastrukturnya ada, efisiensi operasionalnya masih memerlukan peningkatan. Pada tahun 2022, cakupan layanan sistem air limbah di Kabupaten Nganjuk mencapai 97,49%. Angka ini menunjukkan peningkatan sebesar 1,04% dari tahun 2021 yang mencapai 96,45%. Pertumbuhan ini mencerminkan dedikasi pemerintah daerah dalam memperluas akses sanitasi publik.

Pemerintah Kabupaten Nganjuk mengalokasikan anggaran sebesar Rp5.055.000.000,00, dengan tingkat pemanfaatan hampir 99,42% atau Rp5.025.612.300,00 guna pembangunan dan penyediaan 695 unit Subsistem Pengolahan Air Limbah Domestik Lokal (SPALD-S) sebagai bentuk dukungan inisiatif pengelolaan air limbah. Berbeda dengan pengolahan lumpur tinja, Kabupaten Nganjuk tidak memiliki Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) yang melayani wilayah kabupaten. Oleh karena itu, masalah ini perlu segera mendapat perhatian untuk mencegah dampak buruk lingkungan dan masyarakat akibat lumpur tinja yang tidak diolah secara memadai (Strategi Sanitasi Kabupaten Nganjuk, 2016).

2.3 Karakteristik Data Awal

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer berupa hasil uji kualitas lumpur tinja yang menjadi acuan karakteristik *influen*. Data sekunder diperoleh dari Dokumen Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Nganjuk 2023–2027, Studi Kelayakan IPLT Kabupaten Nganjuk 2024, serta pedoman teknis terkait pengolahan lumpur tinja. Karakteristik Parameter bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Lumpur Tinja

| Parameter | Besaran |
|----------------------------|----------------------|
| pH | 7 – 7,5 |
| TSS (mg/l) | 10.000 – 20.000 |
| BOD (mg/l) | 2.000 – 5.000 |
| COD (mg/l) | 6.000 – 15.000 |
| TS (Total Solid) (mg/l) | 14.000 – 24.000 |
| Ammonia (mg/l) | 100 – 250 |
| Minyak Lemak (mg/l) | 1.000 – 2.000 |
| Fosfat (mg/l) | 8 – 20 |
| Sludge Volume Index (mg/l) | 31 - 40 |
| Total Koliform | 1.600.000- 5.000.000 |

Sumber: Pedoman Perencanaan Teknis Terinci Instalansi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) (2017) Buku A Panduan Perhitungan Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja.

Parameter kualitas lumpur feses yang digunakan sebagai data awal (*influen*) dalam penelitian ini selaras dengan karakteristik umum yang diuraikan dalam pedoman teknis. Berikut adalah deskripsi setiap parameter dan metode pengujiannya, sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang relevan.

pH berfungsi sebagai indikator untuk mengevaluasi keasaman atau kebasaaan suatu cairan, membantu dalam menentukan kesesuaiannya. Biasanya, air alami menunjukkan kisaran pH 6 hingga 9. Pengukuran pH dilakukan secara potensiometrik dengan pH meter, mengikuti SNI 06-6989.11:2004 tentang prosedur pengujian pH air. Total Suspended Solids (TSS) mengacu pada partikel padat yang tersuspensi dalam air, bertindak sebagai pengangkut utama zat organik, seperti nitrogen dan fosfor. TSS berdampak pada kualitas air dan memengaruhi dinamika ekologis yang lebih luas. Analisis TSS menggunakan pendekatan gravimetri, yang melibatkan penyaringan sampel air melalui filter pori 0,45 µm dan pengeringan pada suhu 103–105°C, sesuai dengan SNI 06-6989.3:2004. (Pedoman Perencanaan Teknis Terinci Instalansi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT), 2017). Kebutuhan Oksigen Biologis (BOD) mewakili jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik di lingkungan aerobik. Tingkat BOD mencerminkan volume oksigen yang dibutuhkan untuk dekomposisi ini. Penilaian BOD menggunakan metode Winkler (titrasi iodometri) setelah inkubasi 5 hari pada suhu 20°C, sesuai dengan SNI 6989.72:2009. Kebutuhan Oksigen Kimia (COD) mengukur oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air limbah, yang menandakan tingkat polusi. Pengujian COD menggunakan metode spektrofotometri reflus tertutup dengan kalium dikromat (K₂Cr₂O₇) sebagai oksidator, sesuai dengan SNI 6989.2:2009 (Pedoman Perencanaan Teknis Terinci Instalansi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT), 2017).

Total Padatan (TS) mengukur massa keseluruhan padatan per satuan volume dalam sampel air atau limbah cair, meliputi semua zat organik dan anorganik yang tahan terhadap penguapan pada suhu pengeringan yang ditentukan. Evaluasi TS dilakukan melalui teknik gravimetri melalui penguapan dan pengeringan pada suhu 103–105°C, sesuai dengan SNI 06-6989.26-25. Amonia (NH₃-N) adalah polutan umum dalam air limbah domestik, terutama berasal dari penguraian bahan organik kaya nitrogen. Penentuan amonia dilakukan secara spektrofotometri menggunakan Nesslerisasi, sesuai dengan SNI 06-6989.30:2005. (Pedoman Perencanaan Teknis Terinci Instalansi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT), 2017). Minyak dan lemak adalah zat yang mampu mencemari badan air dengan membentuk lapisan permukaan yang mengurangi kadar oksigen terlarut. Analisis minyak dan lemak melibatkan metode ekstraksi dengan pelarut n-heksana diikuti dengan penguapan, sesuai SNI 6989.10:2011. Fosfat Total menilai konsentrasi fosfor dalam bentuk fosfat (PO₄³⁻). Fosfat yang berlebihan dapat memicu eutrofikasi dalam sistem perairan. Pengukuran fosfat total menggunakan teknik spektrofotometri asam askorbat, seperti yang diuraikan dalam SNI 06-6989.31:2005. (Pedoman Perencanaan Teknis Terinci Instalansi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT), 2017). Nitrogen Total mengevaluasi kandungan nitrogen kumulatif dalam berbagai bentuk (organik, amonia, nitrit, nitrat) dalam sampel. Pengujian nitrogen total menerapkan pendekatan pencernaan dan distilasi, mengikuti SNI 4146:2013. Koliform Total mengukur jumlah keseluruhan bakteri koliform, yang berfungsi sebagai penanda biologis untuk deteksi pencemaran tinja. Pemeriksaan Total Coliform dilakukan melalui metode *Most Probable Number* (MPN) menggunakan media Lactose Broth, sesuai dengan SNI ISO 9308-1:2010. (Pedoman Perencanaan Teknis Terinci Instalansi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT), 2017). Indeks Volume Lumpur (SVI) mengukur volume lumpur yang dihasilkan selama pengolahan air limbah, yang mencerminkan efisiensi pengendapan lumpur. SVI adalah parameter terhitung yang berasal dari hasil Volume Lumpur (SV) setelah 30 menit pengendapan dan konsentrasi *Mixed Liquor Suspended Solids* (MLSS), yang selaras dengan metode pengujian TSS (SNI 06-6989.3:2004). (Pedoman Perencanaan Teknis Terinci Instalansi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT), 2017).

Pemeriksaan parameter-parameter ini dirancang untuk memastikan sifat-sifat lumpur yang ditujukan untuk diproses di instalasi pengolahan air limbah (IPAL), sehingga memungkinkan pemilihan metode pengolahan yang sesuai dan efisien. Indikator-indikator ini menggambarkan atribut lumpur terkait zat organik, komponen kimia, partikel tersuspensi, unsur nutrisi, lemak, dan mikroba berbahaya, yang masing-masing berdampak pada pendekatan pengolahan yang dipilih. Pengambilan sampel dilakukan selama tiga hari berturut-turut dan memastikan setidaknya terdapat satu sampel setiap hari, dengan setiap sampel dikumpulkan dalam tiga fase, yaitu 1) selama pembuangan lumpur; 2) di tengah-tengah pengosongan setengah volume tangki; 3) menjelang akhir ketika tangki hampir kosong (kira-kira tiga perempat penuh).

Sampel individual sebanyak 1000 ml masing-masing dicampur untuk menghasilkan sampel komposit. Sampel disimpan dalam wadah plastik 1500 ml untuk menilai sifat fisik dan kimianya, serta wadah kaca 1500 ml untuk mengevaluasi total coliform dan kadar minyak/lemak, sebelum dikirim ke laboratorium dan diuji sesuai pedoman

pengawetan yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) (Pedoman Perencanaan Teknis Terperinci Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPAL), 2017).

2.4. Metode Analisis Efektivitas

Analisis efektivitas unit pengolahan... dilakukan dengan pendekatan perhitungan efisiensi penyisihan (removal efficiency). Data primer yang digunakan adalah nilai uji kulaitas uji lumpur tinja (sebagai *influent*) seperti tercantum pada Tabel 4. Nilai *effluent* dari setiap unit pengolahan diestimasi berdasarkan efisiensi penyisihan tipikal masing-masing unit yang mengacu pada pedoman teknis (PUPR, 2017).Efektivitas dihitung dengan membandingkan nilai parameter sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan rumus:

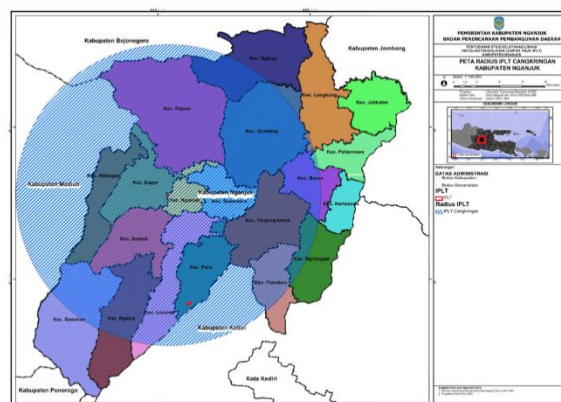
$$\text{Efisiensi Penyisihan (\%)} = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\%$$

di mana C_{in} adalah konsentrasi influen dan C_{out} adalah konsentrasi efluen. Perhitungan ini diterapkan pada setiap unit secara berurutan (SSC, Bak Anaerobik, Bak Aerasi, Bak Maturasi, dan Desinfeksi) untuk parameter utama BOD, COD, TSS, Amonia, dan Total Coliform. Hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan baku mutu yang berlaku untuk menilai kelayakan efluen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kebutuhan IPLT Kabupaten Nganjuk

Kabupaten Nganjuk belum memiliki Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) yang beroperasi. Hal ini menimbulkan tantangan serius, karena lumpur tangki septik harus diolah agar memenuhi baku mutu lingkungan sebelum dibuang ke sistem perairan. Mengutip Dokumen Strategi Sanitasi Kota (SSK) Kabupaten Nganjuk tahun 2023-2027, pembangunan IPLT ditonjolkan sebagai prioritas utama untuk mewujudkan layanan sanitasi publik yang aman dan berkelanjutan (Strategi Sanitasi Kabupaten Nganjuk, 2016). Berdasarkan Studi Kelayakan IPLT Kabupaten Nganjuk 2024, lokasi yang diusulkan adalah IPLT Cangkringan, dengan meliputi Desa Cangkringan, Kecamatan Nganjuk, Kabupaten Nganjuk. IPLT Cangkringan mencakup luas 2,21 hektar, terdiri dari 1,36 hektar lahan pertanian dan 0,85 hektar kawasan perumahan perkotaan. Selain itu, topografi wilayah ini memiliki kemiringan lereng berkisar antara 0-8% yang sebagian besar datar, menyediakan akses mudah, dan secara menguntungkan terletak pada zona perkotaan yang padat penduduk.



Gambar 1. Peta Lokasi IPLT Cangkringan

Berdasarkan dari Gambar 1, penentuan rencana jangkauan pelayanan, olah data spasial menggambarkan bahwa rencana IPLT Cangkringan akan melayani 9 (sembilan) kecamatan. Dalam penentuan area pelayanan IPLT maka digunakan ukuran radius jangkauan pelayanan yang masih memungkinkan untuk dilakukan pengangkutan. Oleh karena itu, jarak terjauh pelayanan IPLT di Kabupaten Nganjuk direncanakan sejauh 20 km. Berdasarkan peta area pelayanan tersebut, maka area pelayanan IPLT Cangkringan meliputi:

1. Kecamatan Tanjunganom
2. Kecamatan Ngronggot
3. Kecamatan Baron
4. Kecamatan Gondang
5. Kecamatan Sukomoro
6. Kecamatan Nganjuk
7. Kecamatan Bagor
8. Kecamatan Wilangan
9. Kecamatan Ngluyu

Perhitungan produksi lumpur tinja dihitung dengan pendekatan produksi lumpur tinja per orang per hari. Dengan pendekatan volume tinja 0,25 lt/orang/hari, didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut

Tabel 2. Proyeksi Timbulan Lumpur Tinja yang Dilayani IPLT Cangkringan

| No | Kecamatan | Lumpur Tinja yang Dihasilkan di Wilayah Pelayanan (m ³ /hari) | | | | |
|----|--------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | | 2024 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
| 1 | Tanjunganom | 18,00 | 18,59 | 18,95 | 19,19 | 19,29 |
| 2 | Ngronggot | 12,63 | 13,04 | 13,30 | 13,47 | 13,54 |
| 3 | Baron | 8,25 | 8,52 | 8,69 | 8,80 | 8,85 |
| 4 | Gondang | 8,49 | 8,77 | 8,94 | 9,05 | 9,10 |
| 5 | Sukomoro | 7,18 | 7,42 | 7,56 | 7,66 | 7,70 |
| 6 | Nganjuk | 10,58 | 10,92 | 11,14 | 11,28 | 11,34 |
| 7 | Bagor | 9,54 | 9,85 | 10,04 | 10,17 | 10,22 |
| 8 | Wilangan | 4,64 | 4,79 | 4,88 | 4,94 | 4,97 |
| 9 | Ngluyu | 2,16 | 2,23 | 2,28 | 2,31 | 2,32 |
| | Jumlah total | 81,46 | 84,12 | 85,78 | 86,86 | 87,33 |

Sumber: Studi Kelayakan IPLT Kabupaten Nganjuk Tahun 2024

Dari data hasil timbulan Lumpur Tinja, dapat disimpulkan pembangunan IPLT sangat diperlukan dikarenakan akan bisa menimbulkan dampak yang signifikan akibat jumlah lumpur tinja yang semakin meningkat akibat tidak adanya pengolahan khusus melalui IPLT. Berdasarkan proyeksi jumlah penduduk dari tahun 2024 hingga tahun 2045, maka volume lumpur tinja yang harus dilayani oleh IPLT

Cangkriangan sebesar 87,33 m³/hari dengan asumsi pelayanan 100 %. Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Nomor 4 Tahun 2017, cakupan pelayanan pengolahan lumpur tinja diasumsikan sebesar 60%, sehingga kapasitas IPLT yang harus dibangun, sehingga kapasitas yang direncanakan pada IPLT Cangkriangan adalah sebesar 50 m³/hari.

Pada saat ini, Pemerintah Kabupaten Nganjuk sedang merencanakan Pembangunan IPLT yang pertama di Kabupaten Nganjuk. Untuk itu, pada tahap awal pembangunan IPLT perlu mempertimbangkan pembangunan IPLT dengan kapasitas terkendali. Hal ini dilatarbelakangi oleh fakta di beberapa kabupaten/kota bahwa pengisian IPLT pada tahap awal terkendala oleh rendahnya volume lumpur tinja yang masuk untuk diolah. IPLT yang akan dibangun merupakan IPLT yang pertama, sehingga dalam dokumen Studi Kelayakan IPLT Kabupaten Nganjuk Tahun 2024 direkomendasikan untuk mengambil kapasitas terkendali. Penentuan kapasitas didasarkan jumlah tangki septic sehat yang terbangun sesuai dengan data dari Dinas PUPR dan PRKP Kabupaten Nganjuk yang tertera pada Tabel 2.

Tabel 3. Perhitungan Kapasitas Terkendali IPLT

| No | Kecamatan | Lumpur Tinja yang Dihasilkan di Wilayah Pelayanan (m ³ /hari) | | | | |
|----|-------------------------------|--|------|------|------|------|
| | | 2024 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
| 1 | Jumlah lumpur yang dihasilkan | 5,36 | 6,40 | 7,42 | 8,60 | 9,97 |

Sumber: Studi Kelayakan IPLT Kabupaten Nganjuk Tahun 2024

Berdasarkan data jumlah tangki septic terbangun didapatkan perhitungan volume lumpur tinja Tahun 2024 sebesar 5,36 m³/hari dan diproyeksikan akan mencapai volume 9,97 m³/hari pada Tahun 2045. Dari perhitungan tersebut, didapatkan perhitungan kapasitas layanan pengolahan lumpur tinja hingga tahun 2045 sebesar 9,97 m³/hari. Dengan demikian, kapasitas IPLT di Kabupaten Nganjuk direncanakan sebesar 10 m³/hari. (Studi Kelayakan IPLT Kabupaten Nganjuk Tahun 2024).

3.2 Kinerja Pengolahan IPLT Kabupaten Nganjuk

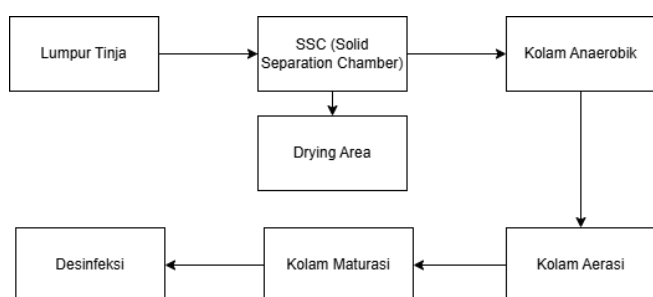
Kabupaten Nganjuk berencana membangun Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) di Desa Cangkriangan, seluas 2,21 hektar. IPLT ini dipilih karena keunggulan teknisnya, seperti kemiringan landai 0–8%, lahan datar, akses jalan yang mudah, dan posisi sentral yang melayani sembilan kecamatan. Fasilitas ini diproyeksikan dapat mengolah 10 m³ lumpur setiap hari pada tahun 2045 (Studi Kelayakan untuk IPLT Kabupaten Nganjuk, 2024). Urutan pengolahan di IPLT ini mencakup beberapa fase: Ruang Pemisahan Padatan (KSS) untuk pemisahan padatan awal, Kolam Biofilter Anaerobik untuk penguraian zat organik, Kolam Aerasi untuk penguraian tambahan, Kolam Pematangan untuk stabilisasi, dan tahap disinfeksi untuk menghilangkan patogen (Pedoman Perencanaan Teknis Terperinci Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT), 2017).

Kinerja unit pengolahan dinilai melalui perhitungan efisiensi pemisahan untuk setiap parameter. Ruang Pemisahan Padatan (SSC) menunjukkan tingkat penghilangan TSS sebesar 80%, sejalan dengan

pernyataan yang mencatat bahwa sistem pemisahan fisik dapat menghilangkan 75–85% padatan tersuspensi dari lumpur melalui sedimentasi dan filtrasi dasar (Kundu dkk, 2014) Meskipun demikian, unit ini terbukti tidak efektif untuk amonia dan indikator mikroba karena karakteristik biologis dan kimianya. Kolam Biofilter Anaerobik mencapai efisiensi penghilangan 84% untuk BOD dan COD. Begitu juga di instalasi pengolahan air limbah (WWTP) di Yogyakarta, di mana biofilter anaerobik mencapai pengurangan BOD dan COD hingga 80–87% melalui penguraian anaerobik oleh mikroorganisme tersuspensi dan melekat (Said dkk. (2020). Selain itu, unit ini unggul dalam menurunkan Total Coliform hingga 99%, yang menyatakan bahwa lingkungan anaerobik dan waktu retensi yang memadai dapat secara substansial mengurangi jumlah bakteri patogen (Manga dkk, 2020). Kolam aerasi sangat penting untuk pengurangan amonia, mencapai hingga 98% melalui nitrifikasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa aerasi yang dikelola dalam pengaturan lumpur aktif dapat mengubah amonia menjadi nitrat dengan efisiensi lebih dari 95%. Kolam ini juga membantu penurunan BOD dan COD hingga 93% (Sharma & Kazmi 2016). Kolam pematangan berfungsi sebagai tahap akhir untuk stabilisasi dan eliminasi patogen. Unit ini dapat mengurangi Total Coliform hingga 98,1%, difasilitasi oleh paparan UV alami dan interaksi mikroba. Kolam pematangan di desain dengan waktu retensi melebihi 10 hari dan dapat menurunkan penanda patogen hingga 2–3 log unit. (Niwagaba , 2014) Tahap disinfeksi penutup (diperkirakan menggunakan klorinasi atau sinar UV) menghasilkan efluen dengan Total Coliform sebesar 200 MPN/100 mL, memenuhi standar ≤1000 MPN/100 mL sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 11 Tahun 2025. Jadi bisa disimpulkan bahwa disinfeksi tambahan sangat penting untuk menjamin keamanan mikrobiologis efluen sebelum dilepaskan ke sistem air (Purnama,2019)

Singkatnya, desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (PLTA) Cangkriangan, yang menggabungkan metode fisik, anaerobik, aerasi, pematangan, dan disinfeksi, menghasilkan efluen yang sesuai dengan standar kualitas. Pendekatan terintegrasi ini telah menunjukkan keberhasilan dalam penelitian sebelumnya yang menentukan bahwa sistem anaerobik-aerasi hibrida cocok untuk pengolahan lumpur di daerah tropis seperti Indonesia. (Kone & Strauss, 2004)

Adapun skema proses pengolahan lumpur tinja dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Proses Pengolahan Lumpur Tinja

Proses pengolahan dimulai dari truk lumpur yang membongkar ke Ruang Pemisahan Padat (SSC) untuk pemisahan fisik (sedimentasi, filtrasi, penguapan). Padatan dikeringkan, sementara air limbah masuk ke Biofilter Anaerobik yang memiliki zona sedimentasi dan pengolahan biologis dengan teknik pertumbuhan tersuspensi serta sekat biofilter sebagai pengaduk. Selanjutnya, air diolah secara berturut-turut di kolam fakultatif (mengurangi BOD dan amonia dengan bantuan alga dan aerasi), kolam pematangan (mengurangi patogen melalui kedalaman dangkal dan infiltrasi cahaya), dan terakhir melalui desinfeksi sebelum dibuang. Proses ini bertujuan menghasilkan efluen yang mematuhi standar Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 11 Tahun 202, adapun kualitas hasil uji dan baku mutu dapat dilihat pada Tabel 4.

| Parameter | Satuan | Hasil Uji | Kadar Maksimum |
|----------------|---------------|-----------|----------------|
| pH | - | 7 | 6-9 |
| BOD | mg/L | 5.000 | 150 |
| COD | mg/L | 15.000 | 300 |
| TSS | mg/L | 15.000 | 100 |
| Amoniak | mg/L | 250 | 50 |
| Total Coliform | Jumlah/100 mL | 5.000.000 | 1.000 |

Tabel 4. Hasil Uji Kualitas Lumpur Tinja

Sumber : Hasil Analisis (2024)

Setiap parameter yang dijelaskan pada karakteristik lumpur tinja, akan diolah melalui sistem pengolahan yang ada di IPLT Kabupaten Nganjuk sesuai dengan sistem kinerja masing-masing unit yang ada di IPLT (Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT), 2017). Berikut adalah efisiensi setiap unit di IPLT Kabupaten Nganjuk yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Efisiensi Unit IPLT

| Unit IPLT | Parameter | influen | Persen * Removal (%) | Efluen |
|--------------------------------|----------------|-----------|----------------------|-----------|
| Solid Separation Chamber (SSC) | BOD (mg/L) | 5.000 | 20% | 4.000 |
| | COD (mg/L) | 15.000 | 20% | 12.000 |
| | TSS (mg/L) | 15.000 | 80% | 3.000 |
| | Ammonia (mg/L) | 250 | - | 250 |
| | Total Coliform | 5.000.000 | - | 5.000.000 |
| Bak Anaerobik | BOD (mg/L) | 4.000 | 84% | 640 |
| | COD (mg/L) | 12.000 | 84% | 1.920 |
| | TSS (mg/L) | 3.000 | 80% | 600 |
| | Ammonia (mg/L) | 250 | - | 250 |
| | Total Coliform | 5.000.000 | 99% | 50.000 |
| Bak Aerasi | BOD (mg/L) | 640 | 93% | 44,8 |
| | COD (mg/L) | 1.920 | 93% | 134,4 |
| | TSS (mg/L) | 600 | 70% | 180 |
| | Ammonia (mg/L) | 250 | 98% | 5 |
| | Total Coliform | 50.000 | - | 50.000 |
| Bak Maturasi | BOD (mg/L) | 44,8 | 74% | 11,6 |
| | COD (mg/L) | 134,4 | 74% | 34,9 |
| | TSS (mg/L) | 180 | 70% | 54 |
| | Ammonia (mg/L) | 5 | - | 5 |
| | Total Coliform | 50.000 | 98,1% | 1.000 |
| Desinfeksi | BOD (mg/L) | 11,6 | - | 11,6 |
| | COD (mg/L) | 34,9 | - | 34,9 |
| | TSS (mg/L) | 54 | 60% | 21,6 |
| | Ammonia (mg/L) | 5 | - | 5 |
| | Total Coliform | 1.000 | 78% | 200 |

*Pedoman Perencanaan Teknis Terinci Instalasi Penolahan Lumpur Tinja (IPLT) (2017) Buku A Panduan Perhitungan Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja

Hasil analisis menunjukkan Unit IPLT Kabupaten Nganjuk sudah efektif dalam menurunkan kadar polutan yang ada pada lumpur tinja, dengan hasil efluen sebesar BOD 11,6 mg/L, COD 34,9 mg/L, TSS 21,6 mg/L, Ammonia 5 mg/L, Total Coliform 200 mg/L. Dari hasil efluen tersebut, dapat disimpulkan bahwa Unit IPLT Nganjuk telah mengolah lumpur tinja secara efektif sehingga hasil pengolahan dapat disalurkan ke badan air dikarenakan telah memenuhi baku mutu air yang diatur pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2025.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Analisis Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Cangkringan di Kabupaten Nganjuk menunjukkan bahwa kinerja pengolahan yang dirancang optimal dalam mengurangi tingkat parameter polutan utama. Optimalitas ini dibuktikan dengan membandingkan hasil perhitungan efluen akhir dengan standar kualitas yang berlaku yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 11 Tahun 2025. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa efluen akhir memiliki nilai BOD sebesar 11,6 mg/L (turun dari 5.000 mg/L), COD sebesar 34,9 mg/L (turun dari 15.000 mg/L), TSS sebesar 21,6 mg/L (turun dari 15.000 mg/L), Amonia sebesar 5 mg/L (turun dari 250 mg/L), dan Total Coliform sebesar 200 MPN/100 mL (turun dari 5.000.000 MPN/100 mL). Semua nilai efluen memenuhi standar kualitas, yang mensyaratkan BOD \leq 150 mg/L, COD \leq 300 mg/L, TSS \leq 100 mg/L, Amonia \leq 50 mg/L, dan Total Coliform \leq 1.000 MPN/100 mL. Efisiensi penghilangan sistem secara keseluruhan mencapai 99,8% untuk BOD, 99,8% untuk COD, 99,9% untuk TSS, 98% untuk Amonia, dan 99,996% untuk Total Coliform, menunjukkan kemampuan pengolahan yang sangat tinggi. Efisiensi tinggi ini dicapai melalui kombinasi proses pengolahan bertahap yang saling melengkapi, yaitu pemisahan padatan awal (SSC), pengolahan anaerobik, aerasi, pematangan, dan disinfeksi. Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Cangkringan (IPLT) dengan kapasitas 10 m³/hari memenuhi kebutuhan aktual Kabupaten Nganjuk, berdasarkan proyeksi produksi lumpur sebesar 9,97 m³/hari hingga tahun 2045 dan data jumlah tangki septik yang dibangun. Pendekatan kapasitas terkontrol ini dapat menghindari desain yang berlebihan dan memastikan pemanfaatan fasilitas yang optimal. Oleh karena itu, Instalasi Pengolahan Air Limbah Cangkringan (IPLT) layak dibangun karena tidak hanya mengurangi beban polutan untuk memenuhi standar lingkungan tetapi juga mendukung pencapaian target sanitasi berkelanjutan dan Indonesia Emas 2045.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penyusun ingin mengucapkan terimakasih kepada PT. Kreasi Konsultan yang senantiasa memberikan *supprt* berupa data dan referensi yang digunakan pada dokumen lingkungan Perancangan Pembangungan Instalansi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) di Kabupaten Nganjuk. Berkat hal tersebut ini bisa diselesaikan oleh penyusun dengan baik dan maksimal

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiani, K., & Mirwan, M. (2024). Analisis kualitas air limbah domestik perkantoran berdasarkan parameter COD, amonia, dan TSS. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 2(7), 64.
- Alfirmansyah, R., Utama, S. P., Ramdhon, M., Adeko, R., Arifin, Z., ... Jayanti, U. (2022). Analisis kualitas dan permusuhan strategi pengendalian pencemaran air Sungai Rawas Kabupaten Musi Rawas Utara. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 2(7).
- Andika, B., Wahyuningsih, P., & Fajri, R. (2020). Penentuan nilai BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. *Quimica: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 2(1). Retrieved from <https://ejournalunsam.id/index.php/JQ>
- Aziz, N. I. H. A., Hanafiah, M. M., Halim, N. H., & Fidri, P. A. S. (2020). Phytoremediation of TSS, NH₃-N, and COD from sewage wastewater by Lemna minor L., Salvinia minima, Ipomea aquatica, and Centella asiatica. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(16). <https://doi.org/10.3390/APP10165397>
- Harmawan, T. (2022). Analisis kandungan minyak dan lemak pada limbah outlet pabrik kelapa sawit di Aceh Tamiang. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 4(1), 15–19. <https://doi.org/10.33059/jq.v4i1.4318>
- Health Canada. (2012). *Guideline technical document: Total coliforms*. In *Guidelines for Canadian drinking water quality*. Health Canada.
- Kemntrian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). *Pedoman Sanitasi Lingkungan Masyarakat: Pengolahan Lumpur Tinja dan IPLT*. Jakarta: Ditjen Kesehatan Lingkungan
- Kemntrian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan (2022). *Renana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024: Menuju Indonesia Emas 2045*. Jakarta: Sekretariat Kabinet RI
- Kemntrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/PLB.3/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Jakarta: KLHK.
- Kemntrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). (2019). *Strategi Nasional Sanitasi 2019-2024*. Jakarta: Direktorat Jendral Cipta Karya.
- Kemntrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). (2020). *Pedoman Teknis Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT)*. Jakarta: Direktorat Jendral Cipta Karya.
- Kone, D., & Strauss, M. (2004). Low-cost options for treating faecal sludges (FS) in developing countries –

- challenges and performance. *Water Science and Technology*, 48(11-12), 119–126.
- Kundu, P., Debsarkar, A., & Mukherjee, S. (2014). Performance assessment of a full-scale fecal sludge treatment plant in India: Case study. *Journal of Environmental Management*, 145, 290–299.
- Manga, O. E., Camargo-Valero, M. A., & Evans, B. E. (2020). Fate of faecal pathogen indicators during faecal sludge composting with different bulking agents in tropical climate. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 4196.
- Metcalf & Eddy, Inc. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery* (5th ed.).
- Niwagaba, C. B., Mbéguéré, M., & Strande, L. (2014). Comparison of faecal sludge treatment processes: Case study in Dakar, Senegal. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 4(2), 201–210.
- Okbah, M. A., & El-Gohary, S. E. (2024). Water quality assessment, eutrophication, and pollution status of Lake Mariut, Egypt. *Blue Economy*, 1(1), 1–18. National Institute of Oceanography and Fisheries.
- Oklahoma State University. (2016). *Solids content of wastewater and manure* (Fact Sheet ANSI-8215). Oklahoma Cooperative Extension Service.
- Pedoman Perencanaan Teknis Terinci Instalansi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) (2017) Buku A Panduan Perhitungan Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja.
- Pemerintah Kabupaten Nganjuk (2024). *Studi Kelayakan Instalansi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Kabupaten Nganjuk 20224*.
- Prüss-Ustün, A., Wolf, J., Bartram, J., Clasen, T., Cumming, O., Freeman, M. C., Gordon, B., Hunter, P. R., Medlicott, K., & Johnston, R. (2019). Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene for selected adverse health outcomes: An updated analysis with a focus on low- and middle-income countries. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 222(5), 765–777.
- Purnama, D. W., Notodarmojo, S., & Soewondo, P. (2019). Disinfection of fecal sludge effluent using ultraviolet light: A case study in Bandung, Indonesia. *Journal of Ecological Engineering*, 20(8), 1–9.
- Said, N. I., Ruliasih, R., & Kurniawan, T. (2020). Performance evaluation of fecal sludge treatment plants (FSTPs) in Indonesia: A case study in Yogyakarta. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 10(3), 506–515.
- Sharma, D., & Kazmi, A. A. (2016). Nitrogen removal from domestic wastewater in subsurface flow constructed wetlands: A review. *Journal of Environmental Engineering*, 142(10), 04016047.
- Strategi Sanitasi Kabupaten Nganjuk (2016), *Pengolahan air Limbah Domestik di Kabupaten Nganjuk*.
- Tchobanoglous, G., Burton, F.L., & Stensel, H. D. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse* (4th ed.). McGraw-Hill
- United Nations (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. New York: United Nations.
- Water and Wastewater Courses. (2016, March 31). *Overview of sludge volume index (SVI)*. Water & Wastewater Courses.
- Zhao, J., Zhang, F., Chen, S., Wang, C., Chen, J., Zhou, H., & Xue, Y. (2020). Remote sensing evaluation of total suspended solids dynamic with Markov model: A case study of inland reservoir across administrative boundary in South China. *Sensors (Switzerland)*, 20(23), 1–29. <https://doi.org/10.3390/s20236911>