

Nomor Urut : 007A/UN.7.F3.6.8.TL/DL/IX/2023

Laporan Tugas Akhir

**EVALUASI DAN OPTIMALISASI INSTALASI
PENGOLAHAN LUMPUR TINJA KABUPATEN
KLATEN PROVINSI JAWA TENGAH**



Disusun oleh

Axelino Farrell Andika

21080120140104

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2024

HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

EVALUASI DAN OPTIMALISASI INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR TINJA KABUPATEN KLATEN PROVINSI JAWA TENGAH

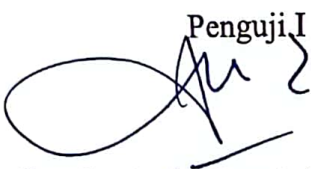
Disusun oleh:

Nama : Axelino Farrell Andika
NIM : 21080120140104

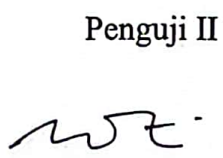
Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari : Senin
Tanggal : 27 Mei 2024

Menyetujui,

Penguji I


Dr. Ir. Anik Sarminingsih, M.T.,
IPM., ASEAN Eng.
NIP.196704011999032001
Pembimbing I

Penguji II


Ir. Nurandani Hardyanti, S.T., M.T., IPM.,
ASEAN Eng.
NIP.197301302000032001
Pembimbing II



Ir. Wiharyanto Oktiawan, S.T., M.T.
NIP.197310242000031001



Ir. Ganjar Samudro, S.T., M.T., Ph.D, IPP
NIP.198201202008011005

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan

Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.
NIP.197401311969031003

ABSTRAK

Tingginya buangan lumpur tinja di Kabupaten Klaten harus didukung dengan instalasi pengolahan yang memadai. Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Jomboran Kabupaten Klaten sudah tidak mampu menampung debit timbulan harian yang masuk dan effluen belum memenuhi PermenLHK No.68 Tahun 2016. Selain itu, banyak kerusakan pada sisi bangunan pengolahan dan belum memiliki unit pemisah padatan-cairan. Perencanaan optimalisasi IPLT Jomboran didasarkan pada evaluasi kinerja IPLT dan berdasarkan evaluasi tersebut akan disusun rencana optimalisasi berupa *detail engineering desain*, estimasi biaya, dan SOP operasi-pemeliharaan. Pengembangan pelayanan IPLT Jomboran dengan jangkauan pelayanan mencapai radius 15 km. Serta, peningkatan kapasitas IPLT Jomboran dalam mengolah lumpur tinja mencapai 24,39 m³/hari menggunakan 4 truk tinja dengan 2 ritasi per harinya. Optimalisasi IPLT Jomboran dilakukan dengan rehabilitasi bak pengumpul dan *bar screen*, pembangunan *solid separation chamber* dan *drying area*, rehabilitasi kolam anaerobik-kolam fakultatif, substitusi kolam maturasi menjadi kolam aerasi, pembangunan kolam sedimentasi, desinfeksi, dan kolam indikator, serta rehabilitasi *sludge drying bed*. Biaya yang dibutuhkan untuk konstruksi optimalisasi IPLT Jomboran Kabupaten Klaten ini mencapai Rp 3.700.000.000.

Kata Kunci: Lumpur Tinja; Kabupaten Klaten; Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja; Optimalisasi

ABSTRACT

The high discharge of fecal sludge in Klaten Regency must be supported by an adequate treatment plant. The Fecal Sludge Treatment Plant (STP) of Jomboran, Klaten Regency is no longer able to accommodate the daily discharge and the effluent does not meet the PermenLHK No.68 of 2016. In addition, there is a lot of damage to the side of the processing building and does not yet have a solid-liquid separation unit. The optimization planning of Jomboran STP is based on the performance evaluation of the STP and based on the evaluation, an optimization plan will be prepared in the form of detailed engineering design, cost estimation, and operation-maintenance SOP. Service development of Jomboran STP with service coverage reaching a radius of 15 km. Also, increasing the capacity of Jomboran STP in treating septage to 24.39 m³/day using 4 septage trucks with 2 round trips per day. Optimization of Jomboran STP is carried out by rehabilitation of collecting basin and bar screen, construction of solid separation chamber and drying area, rehabilitation of anaerobic pond-facultative pond, substitution of maturation pond into aeration pond, construction of sedimentation pond, disinfection and indicator pond, and rehabilitation of sludge drying bed. The cost required for the construction of the optimization of IPLT Jomboran Klaten Regency is Rp 3,700,000,000.

Keywords: *Fecal Sludge; Klaten Regency; Fecal Sludge Treatment Plant; Optimization*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring meningkatnya jumlah penduduk tiap tahunnya tentunya akan meningkatkan konsumsi pemakaian air minum/bersih yang akan berdampak pada peningkatan jumlah air limbah yang dihasilkan, khususnya air limbah domestik. Dampak peningkatan jumlah air limbah adalah bertambahnya volume air limbah domestik yang berisi ekstrak manusia seperti lumpur tinja yang harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air. Apabila pengelolaan dan pengolahan air limbah domestik belum memadai, dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan (Yanuar, 2013). Pengelolaan air limbah domestik dapat dilakukan dengan menerapkan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S). Sistem ini sangat cocok untuk pengelolaan air limbah domestik khususnya lumpur tinja. Sistem tersebut diawali dari pewadahan tinja di lokasi sumber dengan sarana seperti tangki septik. Lumpur tinja yang berada pada tangki septik kemudian disedot dan diangkut menggunakan truk tangki untuk diolah lebih lanjut di bangunan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT).

Kabupaten Klaten sebagai salah satu wilayah yang mengalami pertumbuhan penduduk setiap tahunnya, menghasilkan jumlah lumpur tinja yang semakin besar. Menurut Badan Pusat Statistik (2023), Klaten di tahun 2022 telah memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.275.850 jiwa. Sedangkan, berdasarkan data yang dihimpun oleh Dinas Cipta Karya Kabupaten Klaten (2023), Kondisi SPALD-S Kabupaten Klaten di tahun 2022, persentase rumah tangga yang melakukan buangan akhir tinja dengan Jamban Sehat Permanen (JSP) sebesar 84,79%; *sharing* sebesar 13,46%; dan Jamban Sehat Semi Permanen (JSSP) 0,43%. Selain itu, Kabupaten Klaten telah memiliki 2 (dua) truk tinja yang melayani sub-sistem pengangkutan. Tingginya persentase penggunaan tangki septik sebagai buangan lumpur tinja tersebut tentunya harus disertai dengan adanya sarana dan prasarana penunjang yang memadai, seperti bangunan IPLT.

Kabupaten Klaten telah memiliki Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) yang terletak di Kelurahan Jomboran, Kecamatan Klaten Tengah yang didirikan sejak tahun 1996. IPLT Jomboran telah memiliki sarana dan prasarana pengolahan lumpur tinja namun belum memadai. Pembangunan unit tersebut tentunya didasari oleh peraturan terkait baku mutu limbah domestik terdahulu yang sudah tidak relevan. Sehingga, air buangan olahan IPLT belum memenuhi baku mutu terbaru. IPLT Jomboran saat ini mengalami masalah *over capacity*. Selain itu, banyak sisi bangunan sudah mulai rusak dan tidak beroperasi secara maksimal. Serta, belum terdapat unit penyaringan optimal dan unit pemisahan padatan cairan yang mendukung proses pengolahan lumpur tinja. Armada pengangkutan lumpur tinja yang masih minim juga dan buangan olahan dari instalasi pengolahan lumpur tinja yang belum disesuaikan dengan baku mutu terbaru.

Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Klaten 2021-2041 di dalam Peraturan Daerah Kabupaten Klaten Nomor 10 Tahun 2021, Pemerintah Daerah Kabupaten Klaten berencana untuk mewujudkan Sistem Pengelolaan Air Limbah (SPAL). Perwujudan tersebut dilakukan dengan cara mengembangkan sistem air limbah dan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik (SPALD) termasuk di dalamnya pengelolaan lumpur tinja. Selain itu berdasarkan Strategi Sanitasi Kabupaten Klaten 2023-2027, masih perlu adanya upaya dalam mempertahankan dan meningkatkan rumah tangga yang terlayani sistem pengelolaan lumpur tinja. Upaya itu perlu dilakukan, karena saat ini sistem pengelolaan lumpur tinja (akses aman) Kabupaten Klaten masih sebesar 1,4%.

Masalah-masalah yang terjadi pada bangunan IPLT dan peraturan-peraturan yang mendukung pengembangan pengelolaan air limbah domestik menjadi dasar perlu dilakukan evaluasi dan optimalisasi pada Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Kabupaten Klaten dengan melakukan observasi dan pengambilan sampel lumpur tinja untuk mengetahui karakteristiknya dan perlu dilakukan perencanaan ulang Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Kabupaten Klaten agar beban pencemar yang terdapat pada lumpur tinja dapat diminimalisir dan memenuhi ketentuan sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan di atas, perlu dilakukan identifikasi masalah yang akan dibahas lebih lanjut dalam melaksanakan sebuah perencanaan maka akan diidentifikasi sebagai berikut:

1. Pertambahan jumlah penduduk setiap tahunnya berdampak pada meningkatnya jumlah air limbah domestik yang dihasilkan seiring meningkatnya tingkat konsumsi air bersih di masyarakat.
2. Tingkat buangan lumpur tinja di Kabupaten Klaten dengan tangki septik sudah sangat tinggi, sehingga perlu disertai sarana dan prasarana penunjang pengolahan lumpur tinja yang baik.
3. IPLT Jomboran Kabupaten Klaten yang dibangun masih didasarkan pada baku mutu terdahulu, sehingga air buangan olahan IPLT ini belum sesuai dengan baku mutu PermenLHK Nomor 68 Tahun 2016.
4. Minimnya sistem pengelolaan lumpur tinja dan belum dilakukan pengembangan sistem air limbah di Kabupaten Klaten.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Mengapa diperlukan evaluasi kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) di Kabupaten Klaten?
2. Apa optimalisasi kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Kabupaten Klaten yang sesuai agar pelayanan meningkat dan effluen dapat memenuhi baku mutu?
3. Bagaimana perencanaan teknis dan estimasi biaya yang dibutuhkan dalam optimalisasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Kabupaten Klaten?

1.4 Rumusan Tujuan

Tujuan dari evaluasi dan optimalisasi bangunan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) di Kabupaten Klaten adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis hasil evaluasi kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) di Kabupaten Klaten.

2. Menyusun optimalisasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Kabupaten Klaten yang tepat berdasarkan evaluasi kinerja IPLT.
3. Menyusun perencanaan teknis berupa *detail engineering desain*, standar operasi pemeliharaan, dan estimasi biaya yang dibutuhkan dalam optimalisasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Kabupaten Klaten.

1.5 Pembatasan Masalah

1.5.1 Pembatasan Wilayah

Ruang lingkup wilayah dalam Evaluasi dan Optimalisasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) dilakukan di Kabupaten Klaten.

1.5.2 Pembatasan Materi

Ruang lingkup materi dalam Evaluasi dan Optimalisasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) di Kabupaten Klaten antara lain menganalisis data terkait gambaran umum wilayah perencanaan dan kondisi eksisting bangunan IPLT, mengevaluasi bangunan IPLT yang ada, merencanakan ulang IPLT Kabupaten Klaten, dan menghitung rencana anggaran biaya yang akan dibutuhkan.

1.5.3 Pembatasan Perencanaan

Ruang lingkup perencanaan meliputi kajian mengenai kondisi wilayah perencanaan (identifikasi dan analisis) serta kajian perencanaan ulang bangunan pengolahan lumpur tinja (perencanaan ulang unit yang telah ada).

1. Kajian kondisi wilayah perencanaan meliputi:
 - a. Kondisi fisik
 - b. Kondisi sanitasi
 - c. Analisis pengguna
 - d. Daerah layanan
2. Kajian perencanaan ulang sistem dan evaluasi bangunan pengolahan lumpur tinja meliputi:
 - a. Analisis sistem pengolahan lumpur tinja
 - b. Evaluasi efektivitas bangunan pengolahan lumpur tinja
 - c. Gambar bangunan pengolahan lumpur tinja
 - d. Rancangan Anggaran Biaya (RAB)

1.6 Rumusan Manfaat

Manfaat dari Evaluasi dan Optimalisasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Kabupaten Klaten adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Sebagai sarana bagi penulis untuk mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang telah didapat selama perkuliahan dan menambah wawasan dan ilmu pengetahuan mengenai perencanaan sistem pengelolaan lumpur tinja.

2. Bagi Kabupaten Klaten

Sebagai bahan masukan dan pertimbangan dalam pengelolaan lumpur tinja di wilayah Kabupaten Klaten sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengatasi permasalahan sanitasi yang ada, serta meningkatkan kualitas lingkungan dan kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- AED. (2009). *Design Requirements: Grease Trap Design*.
- Alavi, J., & Ansari, S. (2022). Kinetic models evaluation for chemical organic matter removal prediction in a full-scale primary facultative pond treating municipal wastewater. *Water Science and Technology*, 85(6), 1720–1735. <https://doi.org/10.2166/wst.2022.074>
- Azzahra, S. (2022). *Evaluasi dan Optimalisasi Kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Kupula Tanjong Kabupaten Pidie*.
- Badan Pusat Statistik. (2020). Perka BPS Nomor 120 Tahun 2020 Tentang Klasifikasi Desa Perkotaan dan Perdesaan di Indonesia Tahun 2020. 2020.
- Badan Standarisasi Nasional. (2017). *Tata Cara Perencanaan Tangki Septik dengan Pengolahan Lanjutan (Sumur Resapan, Bidang Resapan, Up Flow Filter, Kolam Sanita)*. www.bsn.go.id
- BPS Kabupaten Klaten. (2023). *Kabupaten Klaten dalam Angka 2023*. BPS Kabupaten Klaten.
- Burhanudin, I. (2015). *Analisis Klorin terhadap Keluhan Iritasi Mata pada Pengguna Kolam Renang Pemerintah di Jakarta Selatan Tahun 2015*.
- Cahyana, G. H. (2020). Desinfeksi Novel Corona Virus di Dalam Air Minum PDAM dan Air Limbah Untuk Fase Normal Baru. *Serambi Engineering*, V(3).
- Clark, J. P. (2010). *Treatment of Mine Site Runoff Containing Suspended Solids Using Sedimentation Ponds-A Proposed Best Management Practice Design Guideline*.
- Dinas Kesehatan Kabupaten Klaten. (2023). *Laporan Akses Kemajuan Jamban Kabupaten Klaten*.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Klaten. (2023). *Strategi Sanitasi Kabupaten Klaten Tahun 2023-2037*.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2017a). *Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (Buku A) (Vol. 1)*. Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2017b). *Perencanaan Pelayanan Lumpur Tinja (Buku E)*.

- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2018). Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT). *Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.*
- DLH Surabaya. (2019). *Petunjuk Teknis Pengelolaan Limbah Cair Kegiatan Perhotelan.*
- DPUPR. (1999). *Tata Cara Perencanaan Instalasi Lumpur Tinja Sistem Kolam.*
- El-Gohary, F., Abdel Wahaab, R., El-Hawary, S., Shehata, S., Badr, S., & Shalaby, S. (1993). Assessment of the performance of oxidation pond system for wastewater reuse. *Water Science and Technology*, 27(9), 115–123.
- Eliasson, J. (2004). *Rule Development Committee Issue Research Report Draft (Septic Tank Effluent Values).*
- Ewing, T., Babauta, J. T., Atci, E., Tang, N., Orellana, J., Heo, D., & Beyenal, H. (2014). Self-powered wastewater treatment for the enhanced operation of a facultative lagoon. *Journal of Power Sources*, 269, 284–292.
- Fazhar, I., & Febrina, L. (2016). *Efektifitas Pengolahan Lumpur Tinja di IPAL Duri Kosambi.*
- Grady, C. P. L., Daigger, G. T., & Lim, H. C. (2011). *Biological Wastewater Treatment Third Edition.*
- Hadatu, T. (2020). Alternatif Revitalisasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Supit Urang Kota Malang. *Jurnal Purifikasi*, 20(1), 40–53.
- Hapsari, D. R., Haqq, E. F. T., & Pradana, V. R. (2022). *Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja Kecamatan Rungkut Kota Surabaya.* UPN Veteran Jawa Timur.
- Hayati, H., Doosti, M., & Sayadi, M. (2013). Performance evaluation of waste stabilization pond in Birjand, Iran for the treatment of municipal sewage. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 3(1), 52.
- Heins. (1998). *Solids Separation and Pond Systems Treatment of Faecal Sludges In the Tropics Lessons Learnt and Recommendations for Preliminary Design Second Edition.* www.sandec.ch

- Hidayat, H., Sasmita, A., & Reza, M. (2017). Perencanaan Pembangunan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 4(1), 1–7.
- Illah, R. M. H. (2019). *Manajemen Risiko Keselamatan Kerja pada Proyek Pembangunan Unit Sludge Drying Bed di PLTGU Keramasan Palembang Tahun 2019*.
- IUWASH. (2016). *Karakteristik Lumpur Tinja di Indonesia*.
- Juntai. (2023). *Advantages and Disadvantages of Screw Press*.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). *Baku Mutu Air Limbah Domestik*.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2017). *Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik (4)*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Lee, B., Jones, D., & Turco, R. (2014). *Wastewater Biological Oxygen Demand in Septic Systems*. <http://www.ces.purdue.edu/new>
- Lukman, R. R., Pratiwi, Y. E., & Rosdiana, R. (2021). Evaluasi Teknik Operasional dari Kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja di Kota Kendari. *Jurnal TELUK: Teknik Lingkungan UM Kendari*, 1(1), 1–7.
- Mara, D. (2003). *Domestic wastewater treatment in developing countries*. Routledge.
- McFarland, A., Getaneh Workneh, Z., & Carlson, A. (2022). Examining sanitation services for human excreta in Addis Ababa, Ethiopia. *World Development Perspectives*, 26(C).
- Mega, G. D., & Herumurti, W. (2016). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Keputih, Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 5(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i1.15035>
- Mulyani, N., & Solikhin, M. (2018). Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Babakan Karet Kabupaten Cianjur Menggunakan Kolam Stabilisasi Tahun 2017. *Jurnal Teknologi Dan Pengelolaan Lingkungan*, 5(02), 24–39.

- Nuraeni, R., & Anggraini, F. (2015). *Diagnosis Kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT)*. Widyariset.
- Oktarina, D., & Haki, H. (2013). Perencanaan Instalasi Pengolah Lumpur Tinja Sistem Kolam Kota Palembang (Studi Kasus: IPLT Sukawinatan). *Journal of Civil and Environmental Engineering*, 1(1).
- Pano, A., & Middlebrooks, E. J. (1982). Ammonia Nitrogen Removal in Facultative Wastewater Stabilization Ponds. In *Journal (Water Pollution Control Federation)* (Vol. 54, Issue 4).
- Pemerintah Daerah Kabupaten Klaten. (2021). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kabupaten Klaten 2021-2026*.
- Pratiwi, Y. (2019). Analisis kebutuhan instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT) di kabupaten blitar. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya*.
- Purba, R., Kasman, M., & Herawati, P. (2020). Evaluasi dan Optimalisasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Talang Bakung Jambi. *Jurnal Daur Lingkungan*, 3(1), 33–37.
- Putri, U. C. Y., & Marpaung, Z. S. (2019). Evaluasi Program Sanitasi Lingkungan Berbasis Masyarakat di Kelurahan Bagus Kuning dan Jalan Dr. M. Isa Kelurahan Kuto Batu Kota Palembang. *Demography Journal of Sriwijaya (DeJoS)*, 3(1), 28–35.
- Qarani, A., Adnan, K., Mojiri, A., & Bashir, M. (2023). Design steps and performance of aerated lagoon, oxidation ditch and wetland methods for Erbil municipal wastewater treatment and reusing. *Recyklaza i Odrzivi Razvoj*, 16(1), 67–79. <https://doi.org/10.5937/ror2301067A>
- Qasim, S. R., & Zhu, G. (2017). *Wastewater treatment and reuse, theory and design examples, volume 1: Principles and basic treatment*. CRC press.
- Rahmawati, T., Fatimah, E., & Suhendrayatna, S. (2022). Evaluasi Kondisi Fisik Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT). *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 5(3), 201–212.
- Reed, S. C., Crites, R. W., & Middlebrooks, E. J. (1995). *Natural Systems for Waste Management and Treatment*. McGraw-Hill. <https://books.google.co.id/books?id=mAZSAAAAMAAJ>

- Ronteltap, M., Dodane, P.-H., & Bassan, M. (2013). *Overview of Treatment Technologies*.
- Rosydah, E., & Hidayah, E. N. (2022). Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Kabupaten Nganjuk dengan Menggunakan Sistem Kolam. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 438–447.
- Rustiani, A. D. W. I., Yanti, S., Novilyansa, E., Despa, D., & Purba, A. (2022). Kajian Strategi Optimalisasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Bumi Ayu Kabupaten Pringsewu. *Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP)*, 2(2).
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2012). *Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process* (Vol. 175). Springer Science & Business Media.
- Sperling, M. (2017). *Waste Stabilisation Ponds*.
- SSWM. (2020). *Imhoff Tank*.
- Sub Direktorat Standarisasi dan Kelembagaan. (2018). *Pedoman Standar Operasional Prosedur (SOP) UPTD Pengelola Air Limbah Domestik Buku 3*.
- Sudarmadji, S., & Hamdi, H. (2013). Tangki Septik Dan Peresapannya Sebagai Sistem Pembuangan Air Kotor Di Permukiman Rumah Tinggal Keluarga. *Pilar: Jurnal Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya*, 9(2).
- Suyasa, W. (2015). *Pencemaran Air dan Pengolahan Air Limbah*.
<http://penerbit.unud.ac.id>
- Taylor, K. (2018). Faecal Sludge and Septage Treatment. In *Faecal Sludge and Septage Treatment*. Practical Action Publishing.
<https://doi.org/10.3362/9781780449869>
- Tchobanoglous, G., Burton, F., & Stensel, H. D. (2014). Wastewater engineering: treatment and reuse. *American Water Works Association. Journal*, 95(5), 201.
- Temesgen, G., Lelago, A., Assefa, E., & Admasie, A. (2023). Evaluation of chlorination efficiency on improving microbiological and physicochemical parameters in water samples available in Sheble Berenta district Amhara region, Ethiopia. *Applied Water Science*, 13(5).
<https://doi.org/10.1007/s13201-023-01922-5>

- Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, P., & Zurbrügg, C. (2014). *Compendium of sanitation systems and technologies*.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2002). *Onsite Wastewater Treatment Systems Manual*.
- U.S. EPA. (2002). *Onsite Wastewater Treatment Systems Manual*.
- Vincent Corporation. (2002, May). *Pressing Cake from a Belt Press*.
- Wiguna Sudiarta, G. A., & Soewondo, P. (2021). Analysis of Faecal Sludge Treatment Alternatives to Enhance the Treatment Performance of Wastewater Treatment Plant (WWTP) Denpasar Sewerage Development Project (DSDP) Suwung Denpasar City. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 53(6), 210603. <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2021.53.6.3>
- Yanuar, L. (2013). Studi Pengolahan Air Limbah Untuk Kawasan Pemukiman Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1).