

Nomor Urut: 008 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2023

**Laporan Tugas Akhir**

**PERENCANAAN TEKNIS INSTALASI PENGOLAHAN  
LUMPUR TINJA REGIONAL PURBANEGARA  
PROVINSI JAWA TENGAH**



**Disusun Oleh:**

**Rian Aprianto**

**21080120130080**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir yang berjudul:

**PERENCANAAN TEKNIS INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR TINJA  
REGIONAL PURBANEGARA PROVINSI JAWA TENGAH**

Disusun oleh:

Nama : Rian Aprianto

NIM : 21080120130080

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 22 Mei 2024

Menyetujui,

Ketua Penguji

Anggota Penguji

Ir. Nurandani Hardyanti, S.T., M.T.,  
IPM., ASEAN Eng.

NIP. 197301302000032001

Pembimbing I

Dr. Ir. Anik Sarminingsih, M.T., IPM.,  
ASEAN Eng.

NIP. 196704011999032001

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. 197401311999031003

## ABSTRAK

Lumpur tinja yang ada di tangki septik belum aman untuk dibuang ke lingkungan karena masih harus diolah pada Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT). Fasilitas sanitasi akan dikategorikan sebagai sanitasi aman apabila dialirkan ke tangki septik dengan penyedotan rutin dan pengolahan melalui IPLT. Kabupaten Purbalingga dan Kabupaten Banjarnegara belum memenuhi target sanitasi aman. Perencanaan ini bertujuan untuk menganalisis alasan dibutuhkannya perencanaan IPLT Regional Purbanegara Provinsi Jawa Tengah serta membuat perencanaan teknis dan estimasi biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan IPLT Regional Purbanegara Provinsi Jawa Tengah. Pengambilan sampel untuk perencanaan ini menggunakan metode yang diatur dalam Buku Pedoman Perencanaan Teknis Terinci Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) yang diterbitkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. Hasil dari perencanaan ini adalah sistem pengolahan lumpur tinja dengan rangkaian unit bak penerima dan *barscreen*, *grease trap*, *sludge holding tank*, *screw press*, *cake area*, bak penampung supernatan, *anaerobic biofilter*, *aerobic biofilter*, *clarifier*, dan desinfeksi dengan perkiraan anggaran biaya Rp3.200.000.000,00 untuk biaya konstruksi, Rp2.366.000.000,00 untuk biaya pengadaan barang, dan Rp46.000.000,00 untuk biaya operasional dan pemeliharaan setiap bulannya.

**Kata kunci:** lumpur tinja, IPLT, tangki septik, biofilter

### **ABSTRACT**

*Fecal sludge in the septic tank is not yet safe to be discharged into the environment as it still needs to be treated at the Fecal Sludge Treatment Plant (FSTP). A sanitation facility will be categorized as safely sanitized if it discharges to the septic tank with regular desludging and treatment through the FSTP. Purbalingga District and Banjarnegara District have not yet met the target of safe sanitation. This plan aims to analyze the reasons for the need for planning the Purbanegara Regional FSTP in Central Java Province and to make technical planning and cost estimates needed in planning the Purbanegara Regional FSTP in Central Java Province. Sampling for this planning uses the method stipulated in the Detailed Technical Planning Guidebook for Fecal Sludge Treatment Plant (STP) published by the Ministry of Public Works and Housing, Republic of Indonesia. The result of this planning is a fecal sludge treatment plant with a series of receiving basin and bar screen units, grease trap, sludge holding tank, screw press, cake area, supernatant holding basin, anaerobic biofilter, aerobic biofilter, clarifier, and disinfection with an estimated cost budget of IDR3,200,000,000.00 for construction cost, IDR2,366,000,000.00 for procurement cost, and IDR46,000,000.00 for operational and maintenance cost each month.*

**Keyword:** *fecal sludge, FSTP, septic tank, biofilter*

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Manusia, dalam melakukan aktivitas sehari-hari, pasti menghasilkan air limbah, baik itu air limbah dari kegiatan nonkaku (*grey water*) maupun dari kegiatan kaku (*black water*). Air limbah domestik yang dihasilkan harus dilakukan pengelolaan apalagi jumlahnya akan bertambah seiring dengan peningkatan jumlah penduduk (Novilyansa et al., 2020). Indonesia dalam mengelola air limbah sebagian besar masih menggunakan sistem pengelolaan air limbah domestik setempat yang berupa tangki septik untuk mengendapkan lumpur tinja (Syamsul, 2021). Lumpur tinja yang ada di tangki septik belum aman untuk dibuang ke lingkungan karena masih harus diolah pada Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT).

Kabupaten Purbalingga, yang memiliki jumlah penduduk 1.019.840 jiwa dan jumlah Kepala Keluarga (KK) 305.556 KK pada tahun 2022, hanya 6,38% dari total KK yang memiliki fasilitas sanitasi yang aman (Dinas Kesehatan Kabupaten Purbalingga, 2023). Kabupaten Banjarnegara memiliki kondisi sanitasi yang lebih buruk, yaitu dari jumlah penduduk 1.038.718 jiwa dan jumlah KK 306.556 KK pada tahun 2022 masih belum memiliki fasilitas sanitasi yang aman (Dinas Kesehatan Kabupaten Banjarnegara, 2023). Sanitasi aman yang ditargetkan oleh Kelompok Kerja Perumahan, Permukiman, Air Minum, dan Sanitasi (Pokja PNAS) Nasional adalah 15%. Akses sanitasi aman yang dimaksud adalah tersedianya fasilitas sanitasi yang dialirkan ke tangki septik dengan penyedotan rutin dan pengolahan melalui IPLT. Kabupaten Purbalingga dan Kabupaten Banjarnegara belum memenuhi target sanitasi aman karena belum adanya IPLT di wilayah tersebut.

Berdasarkan kajian sosial yang dilakukan sebagai dasar dan penentuan sikap, respon, serta kesediaan masyarakat terhadap perencanaan yang akan dilakukan, 100% masyarakat Kabupaten Purbalingga dan 90% masyarakat Kabupaten Banjarnegara menyetujui untuk dibangunnya IPLT untuk kedua kabupaten dengan skala regional. Data ini dihasilkan dari survei pendahuluan

dengan tingkat kepercayaan mencapai 91%. Selain itu, pembangunan IPLT juga dibutuhkan oleh masyarakat dalam rangka memenuhi kewajiban sebagaimana yang dijelaskan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum yaitu pada Bab III Perlindungan Air Baku Pasal 15 ayat 4, “Setiap orang perseorangan atau kelompok masyarakat dilarang membuang air limbah secara langsung tanpa pengolahan ke lingkungan”.

Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 16 Tahun 2019 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009 – 2029, Kabupaten Purbalingga dan Kabupaten Banjarnegara masuk ke dalam wilayah pengembangan Barlingmascakeb (Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, Cilacap, dan Kebumen). Karena berada pada satu wilayah pengembangan, kebutuhan IPLT untuk Kabupaten Purbalingga dan Kabupaten Banjarnegara oleh Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Tengah diinisiasi untuk dibangun dalam skala regional untuk kedua kabupaten tersebut. Direncanakannya IPLT dengan skala regional dua kabupaten ini merupakan bentuk pelaksanaan otonomi daerah berupa kerja sama antardaerah yang berpedoman pada Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 12 Tahun 2019 tentang Penyelenggaraan Kerja Sama Daerah. Pembangunan IPLT dalam skala regional dua kabupaten dapat menguntungkan karena dapat mengefisiensi biaya, serta meningkatkan akses, kualitas, dan skala ekonomi sehingga penyelesaian permasalahan sanitasi dapat berjalan lebih efisien. Perencanaan IPLT dalam skala regional untuk Kabupaten Purbalingga dan Kabupaten Banjarnegara juga sudah tercantum dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Provinsi Jawa Tengah sebagai peningkatan kondisi sanitasi di Kabupaten Purbalingga dan Kabupaten Banjarnegara karena kedua kabupaten tersebut memiliki akses sanitasi air limbah yang paling rendah diantara kabupaten lainnya di wilayah pengembangan Barlingmascakeb. Perencanaan IPLT dalam skala regional untuk Kabupaten Purbalingga dan Kabupaten Banjarnegara ini juga sudah dilakukan studi kelayakan dan dinyatakan layak secara teknis, sosial, lingkungan, dan tata ruang.

Berdasarkan permasalahan dan kebijakan yang telah dipaparkan, diperlukan adanya Perencanaan Teknis Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Regional Purbanegara Provinsi Jawa Tengah. Perencanaan yang dilakukan akan mengatasi masalah yang telah dipaparkan. Selain itu, perencanaan juga dilakukan dalam memenuhi kebijakan yang telah ditetapkan Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Tengah dan akan memperluas kesempatan dalam meningkatkan keuntungan daerah Provinsi Jawa Tengah.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Adapun identifikasi masalah berdasarkan latar belakang yang telah disusun adalah sebagai berikut:

1. Meningkatnya jumlah penduduk yang akan menyebabkan peningkatan timbulan air limbah domestik sehingga berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan dan mengganggu kesehatan manusia.
2. Belum terpenuhinya target sanitasi aman di Kabupaten Purbalingga dan Kabupaten Banjarnegara sehingga dibutuhkan fasilitas pengolahan lumpur tinja untuk meningkatkan akses sanitasi aman.
3. Belum tersedianya fasilitas IPLT di Kabupaten Purbalingga dan Kabupaten Banjarnegara sehingga lumpur tinja masyarakat tidak dikeluarkan secara berkala dan berpotensi menyebabkan lumpur tinja di tangki septik merembes ke lingkungan yang berakibat tidak terlaksananya kewajiban masyarakat dalam mengelola air limbah.

## **1.3 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang muncul dalam perencanaan IPLT ini adalah sebagai berikut:

1. Mengapa dibutuhkan perencanaan IPLT Regional Purbanegara Provinsi Jawa Tengah?
2. Bagaimana rencana teknis dan estimasi biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan IPLT Regional Purbanegara Provinsi Jawa Tengah?

#### 1.4 Rumusan Tujuan

Tujuan perencanaan IPLT Regional Regional Purbanegara Provinsi Jawa Tengah berdasarkan rumusan masalah yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis alasan dibutuhkannya perencanaan IPLT Regional Purbanegara Provinsi Jawa Tengah.
2. Membuat perencanaan teknis dan estimasi biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan IPLT Regional Purbanegara Provinsi Jawa Tengah.

#### 1.5 Pembatasan Masalah

Untuk memastikan bahwa perencanaan yang dibahas pada tugas akhir ini tetap fokus pada topik bahasan, dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

##### 1.5.1 Ruang Lingkup Wilayah

Perencanaan IPLT akan dilakukan untuk wilayah pelayanan Kabupaten Purbalingga dan Kabupaten Banjarnegara yang berada pada radius maksimal 15 km dari lokasi IPLT.

##### 1.5.2 Ruang Lingkup Kajian

Kajian yang dilakukan pada perencanaan IPLT ini akan berfokus pada hal-hal berikut:

1. Kondisi wilayah perencanaan dan kondisi eksisting sistem pengelolaan *black water* setempat
2. Karakteristik sampel lumpur tinja wilayah perencanaan
3. Sistem pengolahan lumpur tinja yang sesuai dengan karakteristik lumpur tinja yang direncanakan
4. *Detail Engineering Design (DED)* unit pengolahan lumpur tinja yang dihitung berdasarkan kriteria desain unit pengolahan air limbah yang direncanakan.
5. *Bill of Quantity (BOQ)* dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan untuk pembangunan, operasional, dan pemeliharaan IPLT yang direncanakan.



### 1.5.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Ruang lingkup kegiatan perencanaan IPLT ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data yang diperlukan baik data primer maupun data sekunder melalui metode observasi secara langsung dan studi literatur.
2. Melakukan uji laboratorium terkait karakteristik lumpur tinja yang dihasilkan
3. Merencanakan sistem pengolahan lumpur tinja yang diperlukan sesuai dengan karakteristik lumpur tinja yang dihasilkan.
4. Melakukan perhitungan *Detail Engineering Design (DED)* unit pengolahan yang akan digunakan di IPLT yang direncanakan sesuai dengan kriteria desain unit yang direncanakan.
5. Menghitung estimasi *Bill of Quantity (BOQ)* dan Rencana Anggaran Biaya yang diperlukan untuk pembangunan, operasional, dan pemeliharaan IPLT.

### 1.6 Rumusan Manfaat

Manfaat yang bisa didapatkan dari perencanaan IPLT ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis  
Sebagai sarana untuk menambah wawasan, meningkatkan keterampilan, dan mengaplikasikan ilmu yang telah didapatkan tentang perencanaan IPLT.
2. Bagi Wilayah Pelayanan IPLT  
Sebagai referensi dan bahan pertimbangan dalam perencanaan Pembangunan IPLT Regional Kabupaten Purbalingga dan Kabupaten Banjarnegara sehingga dapat dimanfaatkan dalam mengatasi permasalahan sanitasi dan meningkatkan kualitas lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- AED. (2009). *Design Requirements : Grease Trap Design* (Issue March). Afghanistan Engineer District.
- Ahmad, A., Bahruddin, & Rahmi, A. (2021). Penyisihan Minyak Lemak Yang Terkandung Dalam Limbah Cair Industri Minyak Sawit Dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Cangkang Sawit. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, C04-1.
- Andreottola, G., Foladori, P., Ragazzi, M., & Villa, R. (2002). Dairy wastewater treatment in a moving bed biofilm reactor. *Water Science and Technology*, 45(12), 321–328.
- Atabani, A. E., Silitonga, A. S., Ong, H. C., Mahlia, T. M. I., Masjuki, H. H., Badruddin, I. A., & Fayaz, H. (2013). Non-edible Vegetable Oils: A Critical Evaluation of Oil Extraction, Fatty Acid Compositions, Biodiesel Production, Characteristics, Engine Performance and Emissions Production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 211–245. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.013>
- Azizah, C. A. (2017). Layanan Lumpur Tinja Terjadwal di Kecamatan Lowokwaru Kota Malang. In *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Banjarnegara. (2023). *Kabupaten Banjarnegara dalam Angka 2023*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Banjarnegara.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Purbalingga. (2023). *Kabupaten Purbalingga dalam Angka 2023*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Purbalingga.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 2398:2017 tentang Tata Cara Perencanaan Tangki Septik dengan Pengolahan Lanjutan (Sumur Resapan, Bidang Resapan, Up flow Filter, Kolam Sanita)*.
- Badrul Alam, A. K. M. (2013). *Control and Management of Greasy Waste in Melbourne : Performance Review and Optimization Options*. International Technologies Centre (IDTC).

- Budisusanti, Setiadi, T., Tanaka, N., Sudjarwo, H., & Supriyati, Y. (2014). *Manual Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air Limbah*. PUSTEKLIM.
- Darmasetiawan, M. (2004). *Sarana Sanitasi Perkotaan*. Jakarta: Ekamitra Engineering.
- Dinas Kesehatan Kabupaten Banjarnegara. (2023). *Profil Kesehatan Kabupaten Banjarnegara Tahun 2022*. 8.
- Dinas Kesehatan Kabupaten Purbalingga. (2023). *Profil Kesehatan Kabupaten Purbalingga Tahun 2022*.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2017). *Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT)*. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, 92.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2018). *Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) BUKU UTAMA*. In *Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*.
- Dirjen Cipta Karya PUPR. (2013). *Materi Bidang Air Limbah I*. In *Kementerian PUPR*.
- Gutterer, B., Sasse, L., Panzerbieter, T., & Thorsten, R. (2009). *Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries* (Vol. 14, Issue 0). Water, Engineering and Development Centre (WEDC).
- Hadatu, T. (2020). *Alternatif Revitalisasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (Iplt) Supit Urang Kota Malang*. *Jurnal Purifikasi*, 20(1), 40–53. <https://doi.org/10.12962/j25983806.v20.i1.408>
- Ibnu, F., & Laila, F. (2016). *Efektivitas Pengolahan Lumpur Tinja di IPAL Duri Kosambi*. 95.
- IUWASH. (2016). *Saatnya Sekarang! Jalankan Layanan Lumpur Tinja Terjadwal*. USAID.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2017). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik*

*Indonesia Nomor 04/PRT/M/2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.* 1–20.

Kementerian PUPR. (2017). *Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Buku A Panduan Perhitungan Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja.*

Lee, B., Jones, D., & Turco, R. (2014). Wastewater Biological Oxygen Demand in Septic Systems. *Purdue Extension*, 1–3.

Mara, D. (2003). *Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries.* Earthscan.

McVicker, J. (1993). *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment and Wildlife Habitat.*

Mulyani, N., & Solikhin, M. (2018). Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Babakan Karet Kabupaten Cianjur Menggunakan Kolam Stabilisasi. *Jurnal Teknologi Dan Pengelolaan Lingkungan*, 5(2), 24–39.

Novilyansa, E., Anwar, A., & Cambodia, M. (2020). Analisis Kebutuhan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (Ipald) Dengan Variasi Jumlah Sambungan Rumah (Sr). *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, 5(1), 27–34.

Ong, H. K., Choo, P. Y., & Suhaimi, M. (2014). *Efficiencies of solid-liquid separators applied to pig farm slurry.* 32(1), 93–100.

Pasaribu, M., Adibroto, S., Manurung, M., & Indiyani, A. (2018). *SOP Aset Operasi (Buku 3).* UPTD Pengelola Air Limbah Domestik.

Purba, A., Widyawati, R., & Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur, D. (2021). Analisis Penentuan Desain Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) di Kabupaten OKU Timur. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Teknik Dan Aplikasi Industri (SINTA) 4, 4.*

Putra, P. T., Syahadat, R. M., Radnawati, D., & Nurisyah, S. (2017). *Buku Panduan Pengelolaan Taman Kota Depok.* Ikatan Arsitektur Lansekap Indonesia (IALI).

Qasim, S. R., & Zhu, G. (2018a). *Wastewater Treatment and Reuse Theory and*

*Design Examples Volume 1*. CRC.

- Qasim, S. R., & Zhu, G. (2018b). *Wastewater Treatment and Reuse Theory and Design Examples Volume 2*. CRC Press. <https://doi.org/10.1596/37317>
- Rasawula Lukman, R., Eka Pratiwi, Y., & 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. <https://doi.org/10.51454/teluk.v1i1.119>
- Reed, S. C., Crites, R. W., & Middlebrooks, E. J. (1995). *Natural systems for waste management and treatment*. (Issue Ed. 2). McGraw-Hill, Inc.
- 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. <https://doi.org/10.31284/j.jts.2022.v3i2.3616>
- Rustiani, A. D., 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). <https://doi.org/10.23960/snip.v2i2.289>
- Saaty, T. L. (2001). *Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World*. RWS publications.
- Said, N. I. (2017). *Teknologi Pengolahan Air Limbah: Teori dan Aplikasi*. Erlangga.
- Said, N. I., & Ruliasih. (2021). Tinjauan Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 1(3), 272–281.
- Said, N. I., & Sya'bani, M. R. (2014). Removal Ammonia in Domestic Wastewater Using Aerobic Biofilter Process. *Jurnal Air Indonesia*, 7(1).
- Sefentry, A., & Masriatini, R. (2021). Analisis Penentuan Desain Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (Iplt) di Kabupaten Musi Rawas (Mura). *Jurnal Teknik Kimia*, 16(1), 15–21.
- Sperling, M. von. (2007). Activated Sludge and Aerobic Biofilm Reactors. In *IWA*

*publishing* (5th ed., Vol. 5, Issue 1).  
<https://revistas.ufrj.br/index.php/rce/article/download/1659/1508%0Ahttp://hpatiapress.com/hpjournals/index.php/qre/article/view/1348%5Cnhttp://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500799708666915%5Cnhttps://mckinseysociety.com/downloads/reports/Educa>

Syamsul, M. (2021). Manajemen Pengelolaan Air Limbah dan Tinjau. *Kesehatan Lingkungan*, 42.

Tan, H. (2007). *An Evaluation of Biological Aerated Filtration for Wastewater Treatment Through Pilot and Laboratory Scale Experiments*. Queen's University.

Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse 4th Edition*. McGraw-Hill New York.

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), 1–8.  
<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 System Manual. In *U.S. Environmental Protection Agency*.

USAID IUWASH PLUS. (2019). *Fecal Sludge Management (FSM) National Twinning Program* (Issue November).