

Nomor Urut : 031 A/UN7.F3.6.8.TL /DL/IX/2023
032 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2023

Laporan Tugas Akhir

**PERENCANAAN DAN STUDI KELAYAKAN
PENEMPATAN FASILITAS BIODIGESTER SAMPAH
ORGANIK DI KABUPATEN DEMAK**



Disusun oleh:

Irkham Akbar Syaifullah 21080120130071

Salma Pradipa Ardelia 21080120120027

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

PERENCANAAN DAN STUDI KELAYAKAN PENEMPATAN FASILITAS BIODIGESTER SAMPAH ORGANIK DI KABUPATEN DEMAK

Disusun oleh:

Irkham Akbar Syaifullah 21080120130071

Telah disetujui dan disahkan pada

Hari : Rabu

Tanggal : 20 Desember 2023

Menyetujui,

Penguji I



Dr. Ling, Ir. Sri Sumiyati S.T.,
M.Si., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197103301998022001

Penguji II



Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T.,
M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197208302000031001

Pembimbing I



Prof. Ir. Mochamad Arief Budihardjo
S.T., M.Eng.Sc, Env.Eng, Ph.D.,
IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197409302001121002

Pembimbing II



Dr. Ika Bagus Priyambada, S.T., M.
Eng.
NIP. 197103011998031001

Mengetahui
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

PERENCANAAN DAN STUDI KELAYAKAN PENEMPATAN FASILITAS BIODIGESTER SAMPAH ORGANIK DI KABUPATEN DEMAK

Disusun oleh:

Salma Pradipa Ardelia 21080120120027

Telah disetujui dan disahkan pada

Hari : Rabu

Tanggal : 20 Desember 2023

Menyetujui,

Penguji I

Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T.,
M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197208302000031001

Penguji II

Dr. Ling., Ir. Sri Sumiyati S.T.,
M.Si., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197103301998022001

Pembimbing I

Prof. Ir. Mochamad Arief Budihardjo
S.T., M.Eng.Sc, Env.Eng, Ph.D.,
IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197409302001121002

Pembimbing II

Dr. Ika Bagus Priyambada, S.T., M.
Eng.
NIP. 197103011998031001

Mengetahui
Ketua Departemen Teknik Lingkungan

Dr. Hg. Satrio, S.T., M.Sc
NIP. 197401311999031003

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk yang pesat seiring dengan peningkatan aktivitas ekonomi dan sosial memicu masalah perkotaan seperti peningkatan timbulan sampah. Di Indonesia, tercatat pada tahun 2022 mengalami peningkatan timbulan sampah sebanyak 20% dibandingkan dengan timbulan sampah tahun sebelumnya yang disebabkan oleh pengelolaan yang tidak efisien seperti di Kabupaten Demak. Pengelolaan sampah yang tidak efisien dan meningkatnya timbulan sampah maka diperlukan teknologi terbaru seperti *biodigester*. *Biodigester* dalam penempatannya harus mempertimbangkan kriteria-kriteria agar dapat bekerja secara optimal dan tidak menimbulkan masalah. Penempatan lokasi *biodigester* menggunakan metode *analytical hierarchy process* (AHP) dan *geographic information system* (GIS). Proses pengambilan data menggunakan SNI 19-3694-1994 dan metode gravimetri untuk pengukuran kadar volatil untuk mengetahui potensi dari sampah organik dan jumlah fasilitas *biodigester* yang diperlukan. Sampah organik di Kabupaten Demak mencapai 53,75% dari total sampah. Pada kondisi eksisting, hanya 30% sampah yang dapat dibuang ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dan sisanya belum memperoleh pelayanan. Berdasarkan hasil analisis sesuai dengan metode diperoleh kadar *volatile solid* sampah mencapai 91%, kadar *total solid* mencapai 14% sehingga layak digunakan sebagai bahan baku *biodigester* sampah organik; sesuai dengan proyeksi jumlah penduduk penempatan fasilitas *biodigester* sebanyak 69 titik; dibutuhkan 29 kg sampah untuk menciptakan listrik 1 Kwh; dan total biaya yang diperlukan dalam membangun TPS 3R dengan fasilitas *biodigester* adalah Rp1.415.628.561. Hasil analisis dengan *Net Present Value*, *Economic Internal Rate of Return*, *Benefit Cost Ratio*, dan *Payback Period* menyatakan bahwa proyek TPS 3R yang beroperasi selama 20 tahun adalah layak untuk dilakukan.

Keywords: *Biodigester*, Sampah Organik, Kabupaten Demak, TPS 3R

ABSTRACT

Population growth along with increased economic and social activities trigger urban problems such as increased waste generation. In Indonesia, it is recorded that by 2022 there will be a 20% increase in waste generation compared to the previous year's waste generation caused by inefficient management such as in Demak Regency. Inefficient waste management and increasing waste generation require renewable technologies such as biodigesters. Biodigesters in their placement must consider criteria so that they can work optimally and not cause problems. Placement of biodigester locations using analytical hierarchy process (AHP) and geographic information system (GIS) methods. The data collection process uses SNI 19-3694-1994 and the gravimetric method for measuring volatile content to determine the potential of organic waste and the number of biodigester facilities needed. Organic waste in Demak Regency accounts for 53.75% of the total waste. In the existing condition, only 30% of the waste can be disposed of to the Landfill and the rest has not received service. Based on the method used, the volatile solid content of waste is 91%, the total solid content is 14% so that it is feasible to use as raw material for organic waste biodigester; in accordance with the projected population, the placement of biodigester facilities is 69 points; 29 kg of waste is needed to create 1 Kwh of electricity; and the total cost required in building TPS 3R with biodigester facilities is IDR 1.415.628.561. The results of the analysis with Net Present Value, Economic Internal Rate of Return, Benefit Cost Ratio, and Payback Period state that the TPS 3R project that operates for 20 years is feasible.

Keywords: *Biodigester, Organic Waste, Demak Regency, 3R Waste Treatment Plant*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk yang pesat bersama meningkatnya aktivitas ekonomi dan sosial memicu timbulnya masalah-masalah perkotaan seperti peningkatan timbulan sampah (E. Hidayat, 2020). Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) timbulan sampah pada tahun 2022 tercatat sebanyak 35,257,252.45 ton/tahun meningkat sebesar 20% dari tahun sebelumnya. Selama 3 tahun terakhir Jawa Tengah menjadi provinsi dengan jumlah timbulan sampah terbesar di Indonesia. Timbulan sampah di Provinsi Jawa Tengah sebesar 16% dari total timbulan sampah di Indonesia. Dari 29 kabupaten dan 6 kota, Kabupaten Demak menduduki peringkat 6 penghasil sampah terbesar di Jawa Tengah dengan jumlah timbulan sampah sebesar 0,7% dari total sampah di Indonesia.

Pengelolaan sampah di Kabupaten Demak masih belum optimal (Hardiyanti, 2021). Sebagian besar sampah langsung dibuang di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Dua dari 3 TPA di Kabupaten Demak telah overload dan tidak menerima timbulan sampah pada tahun 2022 yaitu TPA Kalikondang dan TPA Candisari. Oleh karena itu dibuat TPA baru oleh Pemerintah Kabupaten Demak di Kecamatan Wedung yang bernama TPA Berahan Kulon. Penanganan sampah di Kabupaten Demak mengandalkan TPA tersebut.

Penanganan sampah di Kabupaten Demak pada tahun 2021 sebesar 43,19% dan pada tahun 2022 mengalami penurunan menjadi 12,46%. Kemudian pengurangan sampah tahun 2021 sebesar 6% lalu pada tahun 2022 sebesar 0,68% dari total timbulan sampah di Kabupaten Demak. Usaha pengurangan sampah di Kabupaten Demak hanya melalui 25 bank sampah yang dikelola oleh masyarakat. Kemudian, satu-satunya penanganan sampah hanya diangkut ke TPA Berahan Kulon. Oleh sebab itu, usaha untuk mengurangi sampah dan memperpanjang usia TPA yang ada diperlukan.

Usaha yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan pengurangan sampah langsung di sumbernya dan melakukan pengurangan sampah di Tempat Pengolahan Sampah *Reduce, Reuse, dan Recycle* (TPS 3R). Pengurangan sampah pada sumbernya masih sulit dilakukan sehingga perlu usaha terintegrasi agar dikelola dengan baik melalui TPS 3R. Usaha pengurangan sampah melalui TPS 3R efektif mengurangi timbulan sampah terutama sampah organik (Halimah, dkk, 2022; Shofi, dkk, 2023). Saat ini, usaha pengurangan di Kabupaten Demak melalui bank sampah hanya mengelola sampah anorganik untuk dijadikan bahan daur ulang. Berdasarkan hal itu, penerapan TPS 3R akan membantu mengurangi timbulan sampah karena 47% sampah di Kabupaten Demak adalah sampah organik.

Pengelolaan sampah organik untuk pengurangan timbulan sampah di Kabupaten Demak dengan TPS 3R dapat dilakukan menggunakan teknologi pengelolaan *biodigester*. Pemilihan teknologi pengolahan *Biodigester* ini karena ditinjau dari potensi yang dihasilkan yaitu mengubah sampah menjadi sumber energi terbarukan. Sumber energi tersebut berupa bahan bakar yang dapat dikonversi menjadi energi panas dan energi listrik. Selain itu, hasil endapan dari *biodigester* dapat dimanfaatkan menjadi kompos untuk nutrisi tambahan pada tanaman. Oleh karena itu, teknologi ini dipilih sebagai usaha mengurangi timbulan sampah di Kabupaten Demak.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dilakukan identifikasi masalah yang ada sebagai berikut:

1. Jumlah penduduk yang meningkat yang dibarengi dengan peningkatan jumlah timbulan sampah.
2. Pembangunan TPA Berahan Kulon karena tingginya timbulan sampah organik di Kabupaten Demak yang belum dikelola dan dimanfaatkan dengan baik sehingga terjadi overload di TPA Candisari dan TPA Kalikondang.
3. TPS 3R yang ada di Kabupaten Demak belum dapat melakukan penanganan sampah dengan optimal.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting timbulan sampah organik di Kabupaten Demak?
2. Bagaimana perencanaan jumlah dan lokasi optimal penempatan TPS 3R dengan fasilitas biodigester sampah organik di Kabupaten Demak?
3. Bagaimana rancangan desain bangunan TPS 3R dengan fasilitas biodigester sampah organik di Kabupaten Demak?
4. Bagaimana perhitungan jumlah biogas dan listrik yang dihasilkan dari proses fasilitas biodigester sampah organik di Kabupaten Demak?
5. Berapa biaya yang diperlukan untuk perencanaan penempatan TPS 3R dengan fasilitas biodigester sampah organik di Kabupaten Demak?

1.4 Rumusan Tujuan

Tujuan dari perencanaan penempatan fasilitas biodigester di Kabupaten Demak dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kondisi eksisting timbulan sampah organik di Kabupaten Demak.
2. Merencanakan jumlah dan lokasi optimal untuk penempatan TPS 3R dengan fasilitas biodigester sampah organik di Kabupaten Demak.
3. Merencanakan desain bangunan TPS 3R dengan fasilitas biodigester sampah organik di Kabupaten Demak.
4. Menghitung jumlah biogas dan daya listrik yang dihasilkan dari proses pengolahan sampah organik dengan biodigester sampah organik di Kabupaten Demak.
5. Menentukan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang diperlukan untuk perencanaan TPS 3R dengan fasilitas biodigester sampah organik di Kabupaten Demak.

1.5 Pembatasan Masalah

1.5.1 Pembatasan Wilayah

Pembatasan wilayah pada perencanaan penempatan fasilitas biodigester yaitu pada Kabupaten Demak.

1.5.2 Pembatasan Perencanaan

Pembatasan perencanaan dan studi kelayakan penempatan fasilitas biodigester sampah organik di Kabupaten Demak meliputi:

1. Kajian kondisi umum wilayah perencanaan yang meliputi jumlah penduduk, analisis timbulan dan komposisi sampah, dan kondisi eksisting pengelolaan sampah organik.
2. Kajian rencana titik penempatan TPS 3R *biodigester* yaitu kajian Sistem Informasi Geografis terintegrasi dengan data, data wilayah industri, pertumbuhan perkotaan sesuai RTRW, dan jaringan listrik.
3. Kajian desain pengelolaan sampah organik dengan *biodigester* pada TPS 3R sesuai Petunjuk Teknis TPS 3R DLH 2021.
4. Rencana Anggaran Biaya (RAB) mulai dari pembangunan, pengoperasian, hingga pemeliharaan TPS 3R *biodigester* di wilayah Kabupaten Demak.

1.6 Rumusan Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari perencanaan dan studi kelayakan penempatan fasilitas *biodigester* sampah organik di Kabupaten Demak antara lain:

1. Bagi Perencana/Penulis

Sebagai sarana dalam mengaplikasikan ilmu dan teori yang didapatkan selama perkuliahan dan memperdalam pengetahuan mengenai perencanaan biodigester serta sebagai syarat kelulusan Program Studi Teknik Lingkungan.

2. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi dan alternatif dalam pengelolaan sampah organik dan mengurangi timbulan sampah organik serta mengembangkan sumber energi baru terbarukan.

3. Bagi Pemerintah

Sebagai bahan acuan Pemerintah Kabupaten Demak dalam alternatif pengelolaan sampah organik dengan perencanaan penempatan fasilitas biodigester pada TPS 3R sehingga permasalahan sampah organik dapat ditangani sekaligus mengurangi pemanasan glob

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Shafy, H. I., & Mansour, M. S. M. (2018). Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. *Egyptian Journal of Petroleum*, 27(4), 1275-1290.
- Adetunji, A. I., Oberholster, P. J., & Erasmus, M. (2023). From garbage to treasure: A review on biorefinery of organic solid wastes into valuable biobased products. *Bioresource Technology Reports*, 24, 101610.
- Adil, A., & Kom, S. (2017). *Sistem Informasi Geografis*: Penerbit Andi.
- Afrianti, S., Irvan, I., Bin Nur, T., & Delvian, D. (2023). Model combination of biodigester and composter. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 21(1), 151-159.
- Aji, K. P., & Bambang, A. N. (2019). Konversi Energi Biogas Menjadi Energi Listrik Sebagai Alternatif Energi Terbarukan dan Ramah Lingkungan di Desa Langse, Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati. Paper presented at the Prosiding SENTIKUIN (Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur).
- Akther, A., Ahamed, T., Noguchi, R., Genkawa, T., & Takigawa, T. (2019). Site suitability analysis of biogas digester plant for municipal waste using GIS and multi-criteria analysis. *Asia-Pacific Journal of Regional Science*, 3, 61-93.
- Awogbemi, O., & Kallon, D. V. V. (2022). Valorization of agricultural wastes for biofuel applications. *Heliyon*, 8(10), e11117.
- Babalola, M. A. (2018). Application of GIS-Based Multi-Criteria Decision Technique in Exploration of Suitable Site Options for Anaerobic Digestion of Food and Biodegradable Waste in Oita City, Japan. *Environments*, 5(7), 77.
- Budiyono, B., Widiyasa, I. N., Johari, S., & Sunarso, S. (2014). Increasing biogas production rate from cattle manure using rumen fluid as inoculums. *International journal of science and engineering*, 6(1), 31-38.
- Chukwuma, E. C., Okey-Onyesolu, F. C., Ani, K. A., & Nwanna, E. C. (2021). GIS bio-waste assessment and suitability analysis for biogas power plant: A case study of Anambra state of Nigeria. *Renewable Energy*, 163, 1182-1194.
- Dos Santos, P. H., Neves, S. M., Sant'Anna, D. O., Oliveira, C. H. d., & Carvalho, H. D. (2019). The analytic hierarchy process supporting decision making for sustainable development: An overview of applications. *Journal of Cleaner Production*, 212, 119-138.
- Halimah, N. N., Purwaningrum, P., & Siami, L. (2022). Kajian Timbulan, Komposisi dan Nilai Recovery Factor Sampah di TPS 3R Kampung Injeuman, Desa Cibodas. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(4).
- Hardiyanti, K. (2021). Evaluasi Kebijakan pengelolaan Sampah Di Kabupaten Demak. *Jurnal Administrasi Publik*, 11(2).
- Hidayat, E. (2020). Strategi Pengelolaan Sampah Sebagai Upaya Peningkatan Pengelolaan Sampah Di Era Otonomi Daerah. *ASAS: Jurnal Hukum Ekonomi Syariah*, 12(2), 68-79.

- Ibarra-Esparza, F. E., González-López, M. E., Ibarra-Esparza, J., Lara-Topete, G. O., Senés-Guerrero, C., Cansdale, A., . . . Gradilla-Hernández, M. S. (2023). Implementation of anaerobic digestion for valorizing the organic fraction of municipal solid waste in developing countries: Technical insights from a systematic review. *Journal of Environmental Management*, 347, 118993.
- Kulikowska, D., & Bernat, K. (2023). Composting of Municipal Sewage Sludge and Lignocellulosic Waste: Nitrogen Transformations and Humic Substances Molecular Weight. *Energies*, 16(1). doi:10.3390/en16010376
- Mehta, C. M., & Sirari, K. (2018). Comparative study of aerobic and anaerobic composting for better understanding of organic waste management: Aminireview. *Plant Archives*, 18(1), 44-48.
- Ouma, Y. O., & Tateishi, R. (2014). Urban Flood Vulnerability and Risk Mapping Using Integrated Multi-Parametric AHP and GIS: Methodological Overview and Case Study Assessment. *Water*, 6(6), 1515-1545.
- Rahman, A., & Prof. Dr. Nursini, S. E. M. A. (2023). *Ekonomi Demografi dan Kependudukan: Nas Media Pustaka*.
- Rasmeni, Z. Z., & Madyira, D. M. (2019). A Review of the Current Municipal Solid Waste Management Practices in Johannesburg City Townships. *Procedia Manufacturing*, 35, 1025-1031.
- Saoutro, W. (2016). *Pengelolaan Limbah Atau Sampah Organik. Vol 2 No1 Univ Lampung: Lampung*.
- Sharma, V., Tsai, M.-L., Nargotra, P., Chen, C.-W., Kuo, C.-H., Sun, P.-P., & Dong, C.-D. (2022). Agro-Industrial Food Waste as a Low-Cost Substrate for Sustainable Production of Industrial Enzymes: A Critical Review. *Catalysts*, 12(11), 1373.
- Shofi, N. C., Auvaria, S. W., Nengse, S., & Karami, A. A. (2023). Analisis Aspek Teknis Pengelolaan Sampah di TPS 3R Desa Janti Kecamatan Waru Sidoarjo. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 8(1), 1-8.
- Siekelova, A., Podhorska, I., & Impola, J. J. (2021). Analytic Hierarchy Process in Multiple-Criteria Decision-Making: A Model Example. *SHS Web of Conf.*, 90, 01019.
- Supuwingsih, N. N., & Dr. Muhammad Rusli, M. T. (2020). *Sistem Informasi Geografis: Konsep Dasar & Implementasi: Penerbit Andi*.
- Surya, A. S., Azharul, F., & Arso, W. (2019). Rancang Bangun Alat Penghancur Sampah Organik Skala Rumah Tangga. *Journal Of Mechanical Engineering Manufactures Materials And Energy*, 3(2), 92-99.
- Vögeli, Y., Lohri, C., Gallardo, A., Diener, S., & Zurbrugg, C. (2014). *Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries - Practical Information and Case Studies*.
- Yasin, M., Jang, N., Lee, M., Kang, H., Aslam, M., Bazmi, A. A., & Chang, I. S. (2019). Bioreactors, gas delivery systems and supporting technologies for microbial synthesis gas conversion process. *Bioresource Technology Reports*, 7, 1002.