

533/TA-SS/TL-2/FT/IX/2020

**LAPORAN TUGAS AKHIR  
(TL\_003)**

**PERENCANAAN DESAIN ANAEROBIC DIGESTER SAMPAH ORGANIK  
UNTUK PENYEDIAAN LISTRIK DI TPA PECUK  
KABUPATEN INDRAMAYU**

**Disusun oleh:**

**Ummi Isnaeni  
153050050**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2020**

**PERENCANAAN DESAIN ANAEROBIC DIGESTER SAMPAH ORGANIK  
UNTUK PENYEDIAAN LISTRIK DI TPA PECUK  
KABUPATEN INDRAMAYU**

**LAPORAN TUGAS AKHIR  
(TL\_003)**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan penyelesaian Program S-1  
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik  
Universitas Pasundan

**Disusun oleh:**

**Ummi Isnaeni  
153050050**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2020**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**(TL\_003)**

**PERENCANAAN DESAIN *ANAEROBIC DIGESTER* SAMPAH ORGANIK  
UNTUK PENYEDIAAN LISTRIK DI TPA PECUK  
KABUPATEN INDRAMAYU**

**Disusun oleh:**

**Ummi Isnaeni**

**153050050**



**Telah disetujui dan disahkan**

**pada, 24 September 2020**

**Pembimbing 1**

**Pembimbing 2**

**( Dr. Ir. Anni Rochaeni, MT., )**

**( Deni Rusmaya, ST., MT., )**

**Penguji 1**

**Penguji 2**

**( Dr. Yonik Meilawati Yustiani, ST., MT., )**

**( Dr. Ir. Evi Afiatun, MT., )**

**PERENCANAAN DESAIN ANAEROBIC DIGESTER SAMPAH ORGANIK  
UNTUK PENYEDIAAN LISTRIK DI TPA PECUK  
KABUPATEN INDRAMAYU**

Umami Isnaeni

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan  
Bandung

Email: [isnaeni.36@gmail.com](mailto:isnaeni.36@gmail.com)

**Abstrak**

TPA Pecuk adalah salah satu TPA di Kabupaten Indramayu yang terletak di Kecamatan Sindang Kabupaten Indramayu. Salah satu kendala operasional di TPA Pecuk adalah kurang tersedianya sumber energi listrik untuk memenuhi seluruh kegiatan operasional alat listrik TPA Pecuk. Kondisi sumber energi listrik saat ini berasal dari panel surya yang hanya dapat mengoperasikan kegiatan pencatatan sampah dari jembatan timbang. Oleh karena itu diperlukan usaha pemanfaatan potensi sampah organik menjadi biogas melalui perencanaan desain *anaerobic digester*. Dimana selanjutnya biogas tersebut dimanfaatkan menjadi energi listrik melalui generator biogas. Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan energi listrik di TPA Pecuk sebesar 240 kWh/hari, maka dibutuhkan sampah organik untuk bahan input digester sebesar 641 kg/hari. Perencanaan reaktor digester ini menggunakan sistem basah tipe *fixed dome* model *cylindrical body*. Reaktor digester dibangun sebanyak 2 reaktor dengan kapasitas masing-masing sebesar 48,5 m<sup>3</sup>/reaktor, dengan diameter 4,8 m dan tinggi 3,5 m. Perencanaan sistem *anaerobic digester* ini memerlukan luas lahan sebesar 373,45 m<sup>2</sup> dan biaya investasi sebesar Rp.306.686.019. Pada analisis aspek ekonomi dengan 4 metode analisis kelayakan investasi, yaitu NPV > 0 (NPV = Rp.621.829.846), IRR > i<sub>A</sub> (IRR = 20,9%), B/C > 1 (B/C = 3), dan pengembalian modal dalam waktu 4,2 tahun menunjukkan bahwa perencanaan pembangunan sistem *anaerobic digester* di TPA Pecuk layak diterima.

**Kata kunci:** *Anaerobic digester*, Sampah organik, TPA Pecuk.

## DESIGN PLANNING OF ORGANIC WASTE ANAEROBIC DIGESTER FOR ELECTRICITY SUPPLY IN TPA PECUK INDRAMAYU

Umami Isnaeni

Environmental Engineering Study, Faculty of Engineering, Pasundan University  
Bandung

Email: [isnaeni.36@gmail.com](mailto:isnaeni.36@gmail.com)

### Abstract

*TPA Pecuk is one of the landfills in Indramayu Regency, which is located in Sindang, Indramayu. One of the operational constraints at TPA Pecuk is the lack of availability of electrical energy sources to meet all operational activities of electric devices. The current condition of the source of electrical energy comes from solar panels which can only operationalize waste recording activities. Therefore, it is necessary to make an effort to utilize the potential of organic waste into biogas through anaerobic digester design planning. Where then the biogas is used as electrical energy through a biogas generator. Based on the results of the identification of electric energy needs in TPA Pecuk of 240 kWh/day, and the amount of organic waste needs for digester input material is 641 kg/day. The digester reactor planning uses a fixed dome type wet system with a cylindrical body model. The digester reactors were built as many as 2 reactors with a capacity of 48.5 m<sup>3</sup>/reactor, with a diameter of 4.8 m and a height of 3.5 m. The planning of this anaerobic digester system requires a land area of 373.45 m<sup>2</sup> and an investment cost of Rp.306,686,019. In the analysis of economic aspects with 4 methods of investment feasibility analysis, with NPV > 0 (NPV = Rp.621.829.846), IRR > iA (IRR = 20,9%), B/C > 1 (B/C = 3), and the return on investment within 4,2 years, shows that the planning to build an anaerobic digester system at TPA Pecuk is acceptable.*

**Keywords:** Anaerobic digester, Organic waste, TPA Pecuk

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-2
1.3 Maksud dan Tujuan .....	I-2
1.4 Ruang Lingkup .....	I-2
1.5 Sistematika Penulisan Laporan .....	I-3
<b>BAB II GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN</b>	
2.1 Gambaran Umum Kabupaten Indramayu .....	II-1
2.1.1 Letak Geografis dan Batas Wilayah.....	II-1
2.1.2 Iklim .....	II-3
2.1.3 Topografi.....	II-3
2.1.4 Kependudukan .....	II-4
2.2 Gambaran Umum TPA Pecuk Kabupaten Indramayu.....	II-4
2.2.1 Kelembagaan dan Organisasi.....	II-7
2.2.2 Teknik Operasional .....	II-9
2.2.3 Sumber Daya Manusia TPA Pecuk.....	II-11
2.2.4 Fasilitas Operasional TPA Pecuk.....	II-11
<b>BAB III TINJAUAN PUSTAKA</b>	
3.1 Definisi Sampah .....	III-1
3.2 Digestifikasi Anaerobik.....	III-2
3.3 Tahap Pembentukan Biogas .....	III-3
3.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Digestasi Anaerobik .....	III-5
3.4.1 Temperatur.....	III-5
3.4.2 Nutrisi dan Penghambat Bagi Bakteri Anaerob .....	III-6
3.4.3 Waktu yang Dibutuhkan untuk Proses Pencernaan.....	III-6
3.4.4 Derajat Keasaman (pH) .....	III-6
3.4.5 Rasio Karbon Nitrogen (Rasio C/N) .....	III-7
3.4.6 <i>Total Solid</i> .....	III-7
3.4.7 <i>Volatile Solid</i> .....	III-8
3.4.8 Pengadukan Bahan Organik .....	III-8

3.4.9	Inokulasi dan <i>Start Up</i> .....	III-9
3.4.10	Penjernihan Biogas .....	III-9
3.5	Pengklasifikasian Teknologi <i>Anaerobic Digestion</i> .....	III-10
3.5.1	Pendekatan <i>Total Solids</i> .....	III-11
3.5.2	Metode Pengumpanan .....	III-12
3.5.3	Jumlah Reaktor .....	III-12
3.6	Jenis-Jenis Digester Biogas .....	III-13
3.7	Konversi Energi Biogas untuk Tenaga Listrik dan Pemanfaatannya .....	III-19
BAB IV PROSEDUR PERENCANAAN		
4.1	Umum .....	IV-1
4.2	Studi Literatur .....	IV-2
4.3	Lokasi Studi Kasus .....	IV-2
4.4	Pengumpulan Data Sekunder .....	IV-2
4.5	Pengumpulan Data Primer .....	IV-2
4.6	Perhitungan Kebutuhan Sampah Organik .....	IV-5
4.7	Perhitungan Desain Reaktor <i>Anaerobic Digester</i> .....	IV-5
4.8	Studi Kelayakan Aspek Ekonomi .....	IV-8
BAB V ANALISIS DAN DESAIN TEKNIS		
5.1	Identifikasi Kebutuhan Energi Listrik .....	V-1
5.2	Timbulan Sampah dari Pasar Sayur Jatibarang di TPA Pecuk....	V-3
5.3	Karakteristik Fisika Kimia Sampah Organik Pasar Sayur Jatibarang di TPA Pecuk.....	V-4
5.3.1	Berat Jenis Sampah Organik.....	V-4
5.3.2	Analisis Laboratorium Karakteristik Sampah Organik ...	V-5
5.4	Perhitungan Kebutuhan Gas Metan Per Hari .....	V-6
5.5	Massa Input Sampah Organik .....	V-7
5.6	Perancangan <i>Anaerobic Digester</i> .....	V-8
5.6.1	Desain Reaktor <i>Anaerobic Digester</i> .....	V-8
5.6.2	Bak Inlet.....	V-14
5.6.3	Bak Outlet.....	V-14
5.6.4	Bak Pengering Lumpur.....	V-15
5.6.5	Penyimpanan Biogas .....	V-17
5.7	Konfigurasi Sistem <i>Anaerobic Digester</i> .....	V-17
5.8	Analisis Kebutuhan Lahan dan Titik Lokasi <i>Anaerobic Digester</i>	V-20
5.9	Spesifikasi Teknis.....	V-24
5.9.1	Spesifikasi Mesin Pencacah.....	V-24
5.9.2	Spesifikasi Penampung Gas Metan .....	V-25
5.9.3	Spesifikasi Generator Set Biogas.....	V-26
5.9.4	Spesifikasi Gerobak Pengangkut .....	V-26

5.9.5 Spesifikasi Pompa Lumpur.....	V-27
-------------------------------------	------

**BAB VI RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN ANALISIS NON TEKNIS**

6.1 Rencana Anggaran Biaya .....	VI-1
6.2 Studi Kelayakan.....	VI-2
6.2.1 Aspek Ekonomi .....	VI-2
6.2.2 Aspek Lingkungan.....	VI-10

**BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1 Kesimpulan.....	VII-1
6.2 Saran.....	VII-2

DAFTAR PUSTAKA .....	x
----------------------	---

LAMPIRAN.....	xi
---------------	----





# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah merupakan tempat dimana sampah mencapai tahap terakhir dalam pengelolaannya sejak mulai timbul di sumber, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pembuangan. TPA merupakan tempat dimana sampah diisolasi secara aman agar tidak menimbulkan gangguan terhadap lingkungan sekitarnya. Karenanya diperlukan fasilitas dan perlakuan yang benar agar keamanan tersebut dapat dicapai dengan baik.

TPA Pecuk merupakan salah satu dari dua lokasi yang dijadikan TPA di Kabupaten Indramayu yaitu TPA Pecuk dan TPA Kertawinangun. TPA Pecuk terletak di Kecamatan Sindang Kabupaten Indramayu. Salah satu kendala operasional di TPA Pecuk adalah kurang tersedianya sumber energi listrik untuk memenuhi seluruh kegiatan operasional alat listrik TPA Pecuk. Kondisi sumber energi listrik saat ini berasal dari panel surya yang hanya dapat mengoperasikan kegiatan pencatatan sampah dari jembatan timbang. Oleh karena itu diperlukan usaha untuk mendapatkan energi terbarukan dari sumber daya yang tersedia. Sebagai solusinya, ketersediaan sampah organik yang di buang ke TPA Pecuk dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif biogas untuk memenuhi kebutuhan energi listrik.

Tujuan dari perencanaan ini adalah pemanfaatan potensi sampah organik di TPA Pecuk menjadi biogas melalui perancangan reaktor biogas diharapkan dapat memenuhi sumber energi listrik. Sebagai pembandingnya, perencanaan ini mengacu pada biodigester sampah organik di pasar sayur Mantung, Kabupaten Malang, dari sampah organik pasar sayur sebesar 2 ton/hari dapat menghasilkan energi listrik sebesar 30 kW/jam (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Malang, 2019). Maka dari itu sampah organik yang akan dijadikan bahan masukan reaktor digester dalam perencanaan ini diambil dari sampah pasar sayur Jatibarang yang masuk ke TPA Pecuk.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dirumuskan masalah sebagai berikut:

- a. Tidak tersedianya aliran listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) untuk memenuhi kegiatan operasional TPA Pecuk.
- b. Potensi sumber energi terbarukan berupa sampah organik di TPA Pecuk yang cukup besar masih belum dimanfaatkan secara optimal.

## 1.3 Tujuan Perencanaan

Tujuan dari perencanaan tugas akhir ini adalah:

- a. Merencanakan desain reaktor *anaerobic digester* di TPA Pecuk.
- b. Menyusun anggaran biaya untuk pembangunan *anaerobic digester* yang direncanakan.
- c. Melakukan studi kelayakan dari aspek ekonomi dan aspek lingkungan.

## 1.4 Ruang Lingkup Studi

Ruang lingkup perencanaan desain tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

- a. Tempat yang akan dijadikan objek studi adalah TPA Pecuk Kabupaten Indramayu dan limbah padat yang diobservasi adalah sampah organik pasar sayur Jatibarang yang masuk ke TPA Pecuk.
- b. Mengidentifikasi karakteristik bahan baku sampah organik yang akan dijadikan input *anaerobic digester* dari parameter berat jenis, kadar air, kadar solid, kadar volatil, kadar abu, C-organik, dan nitrogen total kjedahl.
- c. Perencanaan desain reaktor *anaerobic digester* tipe *fixed dome* berdasarkan kebutuhan energi listrik pada kegiatan operasional TPA Pecuk, yang meliputi perhitungan volume gas metan yang dibutuhkan per hari, massa input sampah organik, dan perhitungan volume reaktor digester.
- d. Membuat rencana anggaran biaya untuk pembangunan *anaerobic digester* dan analisis kelayakan dari aspek ekonomi dan lingkungan.

## 1.5 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika dari penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- BAB I            PENDAHULUAN**  
Memberikan gambaran tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan perencanaan, ruang lingkup, dan sistematika penulisan.
- BAB II            GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN**  
Bab ini menjelaskan mengenai gambaran umum wilayah yang dijadikan objek perencanaan.
- BAB III           TINJAUAN PUSTAKA**  
Memaparkan dasar teori mengenai *anaerobic digester*, faktor-faktor yang mempengaruhi proses digestifikasi anaerobik, pengklasifikasian teknologi *anaerobic digester*, konversi energi biogas untuk tenaga listrik.
- BAB IV           PROSEDUR PERENCANAAN**  
Menjelaskan tahapan-tahapan perencanaan, metode pengukuran dan analisis sampel, serta pengolahan data dan analisis.
- BAB V            ANALISIS DAN DESAIN TEKNIS**  
Bab ini berisi menjelaskan hasil identifikasi kebutuhan energi listrik, karakteristik fisik kimia sampah organik, perhitungan kebutuhan sampah organik, perhitungan desain reaktor dan perlengkapan *anaerobic digester*, analisis kebutuhan lahan, dan spesifikasi teknis.
- BAB VI           RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN ANALISIS NON TEKNIS**  
Memaparkan rencana anggaran biaya dan analisis kelayakan dari aspek ekonomi dan lingkungan.
- BAB VII          KESIMPULAN DAN SARAN**  
Berisikan tentang kesimpulan dari laporan yang telah disusun dan yang terakhir pemberian saran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Indramayu. (2019). *Kabupaten Indramayu Dalam Angka 2019*. Indramayu: Badan Pusat Statistik.
- Buku BIRU (Biogas Rumah). (2010). *Pedoman Pengguna Biogas*. Jakarta: Tim Biogas Rumah.
- Damanhuri, Enri. (2007). *Metode Pengukuran Timbulan-Komposisi Sampah Kota*.  
<[https://www.academia.edu/7873190/Metode\\_pengukuran\\_timbulan\\_komposisi\\_sampah](https://www.academia.edu/7873190/Metode_pengukuran_timbulan_komposisi_sampah)> (Diakses pada 30-10-2019).
- Deublein dan Steinhauser. (2008). *Konversi POME Menjadi Biogas*.
- Environment Canada. (2013). *Technical Document on Municipal Solid Waste Organic Processing, 2013*: Public Works and Government Services of Canada.
- Hambali E., S. Mujdalipah., A. H. Tambunan., A. W. Pattiwiri dan R. Hendroko. (2008). *Teknologi Bioenergi*. Jakarta: Agro Media.
- Houdkova L., J. Boran., J. Pecek and P. Sumpela. (2008). *Biogas – A Renewable Source of Energy*. Journal of Thermal Science. 12 (4): 27-33.
- K. Muthupandi. (2007). *Resource Optimization Initiative*. Bangalore: ROI Working Paper – Bio-Gas Senior Researcher.
- Mata-Alvarez, J. (2003). *Biomethanization of the Organic Fraction of Municipal Solid Waste*. London: IWA Publishing.
- Nugroho, Panji. (2013). *Panduan Membuat Kompos Cair*. Jakarta: Pustaka baru Press.
- Patil VS and Deshmukh HV. (2015). *Anaerobic digestion of Vegetable waste for Biogas generation: A Review*. International Research Journal of Environment Sciences ISSN 2319-1414 Vol. 4(6), 80-83.
- Peraturan Bupati Kabupaten Indramayu No. 15 Tahun 2018 Tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis Daerah Pengelolaan Sampah pada Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Indramayu.
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Barat No. 16 Tahun 2019 tentang Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah Tahun Anggaran 2020.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 28 Tahun 2016 Tentang Pedoman Analisis Haega Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.

- Pertiwiningrum, Ambar. (2015). *Instalasi Biogas*. Pusat Kajian Pembangunan Peternakan Nasional, UGM. Yogyakarta: CV. Kolom Cetak.
- Purnomo, Joko. (2009). *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Biogas*. Surakarta: Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Otomotif UNS.
- Qasim, R. S. (1985). *Waste Water Treatment Plants*. New York: CBS College Publishing.
- Rahmayanti, D., Dharma, A., dan Salim, M. (2013) *Fermentasi Anaerob dari Sampah Pasar untuk Pembentukan Biogas*. Jurnal Kimia Unad. Vol. 2, No. 2, Hal: 61-66, ISSN No. 2303-3401.
- Robbani, Wirduna. (2018). *Studi Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Berbasis Biogas di Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta*. Skripsi Universitas Islam Indonesia.
- Ricci, M., & Confalonieri, A. (2016). *Technical Guidance on the Operation of Organic Waste Treatment Plants*. s.I: International Solid Waste Association.
- Sanfiyan, Abdul Muiz Liddinillah., Yuri Ardiansyah Amin., dan Eka Maulana. (2017). *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Organik Zero Waste di Kabupaten Tegal (Studi Kasus di TPA Penujah Kabupaten Tegal)*. Jurnal Teknik Mesin (JTM): Vol. 06, No. 4.
- Saragih, Budiman R. (2010). *Analisis Potensi Biogas untuk Menghasilkan Energi Listrik dan Termal pada Gedung Komersil di Daerah Perkotaan*. Thesis Universitas Indonesia.
- Selangka. (2013). *Thecniques for Project and Business Feasibility Analysis*. Universitas Hasanuddin: Engineering Economy.
- SNI 7510:2011. *Tata Cara Perencanaan Pengolahan Lumpur Pada Instalasi Pengolahan Air Minum dengan Bak Pengering Lumpur (Sludge Drying Bed)*.
- SNI 19-2454-2002. *Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 19-3964-1994. *Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Sorensen, Bent. (2007). *Renewable Energy Conversion, Transmission and Storage*.  
Dalam Waskito, Didit, 2011. *Perkembangan Digester Biogas di Indonesia, Pertanian*, 1-7.

Sulistyo, Agung. (2010). *Analisis Kapasitas Pembangkit dan Perhitungan Pengurangan Emisi pada Pemanfaatan Sampah Organik di Pasar Induk Kramat Jati*. Thesis Universitas Indonesia.

Suyitno, Agus Sujono., dan Dharmanto. (2010). *Teknologi Biogas*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Teknologi WtE Berbasis Proses Biologis *Anaerobic Digester*. (2018). Bandung: Modul 4

The Andersons Centre. (2010). *A Detailed Economic Assesment of Anaerobic Digestion Technology and Its Suitability to UK Farming and Waste Systems*. Leicester: The Andersons Centre.

Uli, W., Ulrich, S., Nicolai, H. (1989). *Biogas Plants in Animal Husbandry*. Germany: GTZ.

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008. *Pengelolaan Sampah*.

Vogeli, Y., et al. (2014). *Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries*. Eawag-Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.

Wahyuni, Sri. (2011). *Biogas Energi Terbarukan Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan*. Jakarta: Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional.

Wahyuni, Sri. (2015). *Panduan Praktis Biogas*. Jakarta: Penebar Swadaya.

WRAP. (2016). *Digestate and Compost Use in Agriculture*. United Kingdom: WRAP.