

ANALISA KELAYAKAN FINANSIAL PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOGAS (PLTBG) SEBAGAI SUMBER ENERGI BARU TERBARUKAN (STUDI KASUS: BALAI PIALAM YOGYAKARTA DPU-P ESDM DIY)

Agus Dwi Setiyono¹, Mathilda Sri Lestari², Ainur Komariah³, Ig. Sudarno⁴

¹Program Studi Teknik Industri Univet Bantara Sukoharjo

Email : 1adwi90630@gmail.com

²Program Studi Teknik Industri Univet Bantara Sukoharjo

Email : 2mathildasrilestari@yahoo.com

²Program Studi Teknik Industri Univet Bantara Sukoharjo

Email : 3ainurkomariah.ak@gmail.com

⁴Balai PIALAM Yogyakarta

Abstract. Balai PIALAM Yogyakarta is an installation for processing household waste and human waste sludge located in Cepit Hamlet, Pendowoharjo, Sewon, Bantul, Yogyakarta. This study aims to determine the potential of biogas and electrical energy produced, as well as to analyze the financial feasibility of designing a biogas power plant (PLTBg) from the utilization of sewage sludge as a new renewable energy source (EBT). The object of this research is biogas which is produced from human waste sludge in a waste container (digester). The method used in this research is financial feasibility analysis. The result of this research is that the amount of fecal waste that enters the Balai PIALAM Yogyakarta is an average of 165 m³/day and the capacity of the fecal receptacle is 497.28 m³. The biogas produced is 16.6 m³/day with an electrical energy potential of 78 kWh/day. Utilization of biogas in fecal waste as raw material for biogas power plants (PLTBg) with an economic value of 15 years requires an investment of Rp. 75,203,500, - and the income is Rp. 13,374,278, -/year. The results of the financial feasibility analysis if the discount rate used is 9%, the NPV value is Rp. 29,662.124, -, the IRR is 15.32% greater than the discount rate used, the Net Benefit Cost Ratio is 1.39, and the Payback Period is 5 ,62 years.

Keywords: Balai PIALAM, biogas, renewable energy source

I. PENDAHULUAN

Balai PIALAM Yogyakarta merupakan instalasi pengolahan limbah rumah tangga dan limbah lumpur tinja manusia yang berada di Jalan Bantul KM 8, Dusun Cepit, Pendowoharjo, Sewon, Bantul, Yogyakarta. Pemanfaatan limbah sebagai sumber energi alternatif dan terbarukan adalah salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil atau energi tak terbarukan. Hal ini selaras dengan Kebijakan Energi Nasional (KEN) bahwa Indonesia berupaya mengubah konsumsi energi yang berasal dari fosil atau disebut “energi tak terbarukan” seperti minyak bumi, batubara, dan gas bumi menjadi struktur bauran energi berbasis energi baru terbarukan (Humas-EBTKE, 2019)

Berdasarkan sumber Departemen Pertanian 2014, didalam 1 m³ tinja manusia terdapat kandungan biogas sebesar 0,02-0,028 m³ dengan konversi energi listrik 1 m³ sama dengan 4,7 kWh. Maka, dengan jumlah tinja yang masuk sejumlah 165 m³ /hari dan jumlah pada bak penampung tinja (*digester*) sebanyak 497,28 m³ dapat menghasilkan biogas sebanyak 16,6 m³ dengan potensi energi listrik sebesar 78 kWh/hari (Haq & Soedjono, 2010)

Analisis kelayakan perlu dilakukan untuk menguji fisibilitas dari suatu sumber daya untuk tujuan tertentu (*feasibility study*). Analisis kelayakan finansial merupakan perhitungan yang dilakukan untuk menganalisis apakah suatu aktivitas investasi memiliki peluang untuk menghasilkan keuntungan. Dengan melaksanakan analisis kelayakan terhadap aspek finansial, sebuah organisasi dapat terhindar dari penanaman modal atau investasi yang terlalu besar untuk suatu aktivitas usaha yang ternyata tidak memberikan keuntungan (Sullivan et al., 2015)

II. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian (Ardiansyah, 2017) tentang Kajian Potensi Limbah Kotoran Manusia sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Di Kota Pontianak membahas pemanfaatan limbah kotoran (feses) manusia untuk digunakan sebagai pembangkit listrik dengan hasil dari jumlah penduduk pada tahun 2016 sebanyak 618.388 jiwa, dapat menghasilkan biogas sebanyak 3.091,94 m³/hari dengan potensi listrik sebesar 24.157,88 kWh/hari

Penelitian (Gemini, 2017) tentang Analisa Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) Skala Rumah Tangga dari Sampah Organik Perumahan sebagai Sumber Energi Listrik (Studi Kasus: Masjid Perumahan *Diamond Residence* Pekanbaru) membahas analisa kelayakan finansial sampah organik dari perumahan sebagai pembangkit listrik skala rumah tangga dengan hasil sampah organik sebanyak 113,4 kg/hari. Sampah organik sebanyak itu dapat menghasilkan energi listrik sebesar 58 kWh/hari. Hasil perhitungan kelayakan finansial net present value diperoleh nilai NPV sebesar Rp 2.006.276.992,-. Laju pengembalian atau internal rate of return diperoleh sebesar 10,79 %. Nilai IRR ini lebih besar dari suku bunga yang ditetapkan pada riset tersebut yaitu sebesar 8%. Sedangkan untuk lamanya waktu pengembalian atau *payback period* diperoleh 6,43 tahun.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Obyek Penelitian

Riset tentang analisis pembangkit listrik tenaga biogas ini dilaksanakan di Balai PIALAM Yogyakarta dengan obyek penelitian biogas dari limbah lumpur tinja pada bak penampung tinja.

3.2. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam riset ini adalah data jumlah tinja yang masuk per hari, daya listrik yang digunakan di Balai PIALAM Yogyakarta, potensi biogas dan besarnya energi listrik dari biogas tersebut, serta analisis kelayakan finansial perancangan PLTBg dari pemanfaatan limbah lumpur tinja di Balai PIALAM Yogyakarta.

3.3. Pengolahan Data

Inti dari pengolahan data pada riset ini adalah analisis kelayakan finansial yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan perancangan PLTBg di Balai PIALAM Yogyakarta. Analisis kelayakan finansial dilakukan untuk memperoleh nilai internal rate of return (IRR) dengan memperhitungkan arus kas masuk dan arus kas keluar sepanjang umur investasi (Komariah, 2014)

Pengolahan data untuk memperoleh analisis kelayakan finansial meliputi:

1. Volume/kapasitas bak penampung tinja (*digester*) dengan rumus:

$$\text{Volume digester} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}$$
2. Jumlah tinja masuk per hari dengan rumus:

$$\text{Jumlah tinja masuk} = \text{jumlah truk} \times \text{kapasitas tinja/truk}$$
3. Jumlah kandungan biogas pada bak penampung tinja dengan rumus:

$$\text{Kandungan biogas} = \text{jumlah tinja} \times 0,025\text{m}^3$$
4. Perhitungan potensi listrik yang dihasilkan dengan rumus (Ardiansyah, 2017)

$$\text{Potensi listrik} = \text{jumlah biogas} \times 4,7 \text{ kWh}$$
5. Perhitungan *Net Present Value* dengan rumus (Sullivan et al., 2015):

$$\text{NPV} = (C_1/(1+r)) + (C_2/(1+r)^2) + \dots + (C_t/(1+r)^t) - C_0$$
6. Perhitungan *Internal Rate of Return* dengan rumus:

$$\text{IRR} = i_1 + \frac{\text{NPV } 1}{(\text{NPV } 1 - \text{NPV } 2)} (i_1 - i_2)$$
7. Perhitungan *Payback Period* dengan rumus :

PP = Investasi/Arus Kas

8. Perhitungan *Net Benefit Cost Ratio* dengan rumus:

Net B/C = *present value* dari manfaat/*present value* investasi

3.4. Analisis Hasil

Pada analisa hasil akan diketahui potensi biogas dan energi listrik yang dihasilkan, serta hasil kelayakan finansial instalasi pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBg) dari pemanfaatan limbah lumpur tinja manusia.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengumpulan Data

Data laporan jumlah tinja masuk harian di Balai PIALAM Yogyakarta rata-rata 55 truk dengan kapasitas 3000 liter/truk dari data laporan jumlah tinja masuk harian pada bulan September dan Oktober 2019. Perhitungan jumlah biogas dan energi listrik yang dihasilkan sebagai berikut:

- Perhitungan volume bak penampungan (*digester*)
 $\text{Volume digester} = 14,8\text{m} \times 11,2\text{m} \times 3\text{m}$
 $= 497,28\text{m}^3$
- Jumlah tinja yang masuk per hari
 $\text{Jumlah tinja masuk/hari} = 55 \text{ truk} \times 3000\text{liter}$
 $= 165 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Jumlah biogas dan potensi energi listrik yang dihasilkan
 $\text{Biogas tetap} = 497,28 \times 0,025 \text{ m}^3$
 $= 12,432 \text{ m}^3$
 $\text{Biogas harian} = 165 \text{ m}^3 \times 0,025 \text{ m}^3$
 $= 4,125 \text{ m}^3$
 $\text{Potensi energi listrik} = 16,6 \text{ m}^3/\text{hari} \times 4,7 \text{ kWh}$
 $= 78 \text{ kWh/hari}$

Daya listrik yang digunakan di Balai PIALAM Yogyakarta termasuk pada kategori konsumen kantor pemerintah besar dengan batas daya di atas 200 kVa. Berdasarkan sumber Kementerian ESDM golongan tarif listrik P-2/TM pada kategori kantor pemerintah besar dengan biaya pemakaian sebesar Rp 1.115/kWh.

Biaya investasi perancangan PLTBg di Balai PIALAM Yogyakarta meliputi investasi tanah, bangunan, mesin PLTBg dan alat-alat lain disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rencana Anggaran Biaya (RAB) Investasi Perancangan PLTBg Balai PIALAM Yogyakarta

No	Uraian	Spesifikasi	Jumlah	Satuan	Harga/unit (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Tanah*	Luas tanah 6,5 X 5 m ²	1	m ²	9.750.000	9.750.000
2	Bangunan*	Bangunan gudang 4,5 X 4,5 m ²	1	unit	15.750.000	15.750.000
		Struktur beton				
		Bata merah, hebel				
		Konstruksi baja				
		Kusen Aluminium				
		Cat vinilex				
		Lantai cor				
		Tukang Bangunan				
3	Mesin PLTBg	Selang Biogas Hose Alfagomma 5 inchi (10 m)	1	set	5.115.000	5.115.000
		Biogas Holder 20.000 L Mat Jushi-Kwe	1	unit	15.750.000	15.750.000

		Manometer Pressure Gauge Yamamoto 250 psi	1	set	315.000	315.000
		Generator Biogas Honda 5 kV BG-5000 Silent Type Japan Tech	1	set	23.950.000	23.950.000
		Tukang Instalasi	2	orang	1.115.000	2.230.000
4	Alat-alat lain	Meja kursi kantor jaring hidrolik	1	set	1.250.000	1.250.000
		Kabel engkel	100	m	3.700	370.000
		Stop kontak broco 3 lubang	25	pcs	21.500	537.500
		Saklar lampu broco indicator	15	pcs	12.400	186.000
	Total Investasi Peralatan/Mesin					75.203.500

Sumber: Data diolah

Dari Tabel 1 diketahui total biaya investasi perancangan PLTBg di Balai PIALAM Yogyakarta yang meliputi investasi tanah, bangunan, mesin PLTBg dan alat-alat lain sebesar Rp 75.203.500,-.

Setelah mengetahui biaya investasi selanjutnya dilakukan perhitungan biaya penyusutan dan biaya perawatan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rincian Biaya Penyusutan dan Biaya Perawatan Perancangan PLTBg Balai PIALAM Yogyakarta

No	Uraian	Harga Perolehan (Rp)	Masa Manfaat (Tahun)	Tarif Penyusutan	Harga Penyusutan (Rp)	Tarif Perawatan	Harga Perawatan (Rp)
1	Bangunan Permanen	15.750.000	20	5%	787.500	15%	2.362.500
2	Selang Biogas Hose Alfagomma 5 inchi (10 m)	5.115.000	20	5%	255.750	5%	255.750
3	Biogas Holder 20.000 L Mat Jushi-Kwe	15.750.000	20	5%	787.500	8%	1.500.000
4	Manometer Pressure Gauge Yamamoto 250 psi	315.000	5	12,5%	39.375	5%	15.750
5	Generator Biogas Honda 5 kV BG-5000 Silent Type Japan Tech	23.950.000	15	6,25%	1.496.875	15%	3.592.500
6	Meja kursi kantor jaring hidrolik	1.250.000	10	12,5%	156.250	5%	62.500
7	Kabel engkel	370.000	15	6,25%	23.125	-	-
8	Stop kontak broco 3 lubang	537.500	15	6,25%	33.594	-	-
9	Saklar lampu broco indikator	186.000	15	6,25%	11.625	-	-
Total Biaya					3.591.594		7.549.000

Sumber: Data diolah

Dari Tabel 2 persentase tarif penyusutan dan tarif perawatan berdasarkan masa manfaat dengan sumber Peraturan Menteri Keuangan No. 96/PMK.03/2009 (Kementerian Keuangan RI, 2008) dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 24/PRT/M/2008 (Kementerian Pekerjaan Umum, 2008). Total biaya penyusutan sebesar Rp 3.591.594,- dan total biaya perawatan sebesar Rp 7.549.000,-. Selanjutnya dilakukan perhitungan biaya *overhead* meliputi BTKTL, biaya kesejahteraan karyawan, dan biaya asuransi gedung disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rincian Biaya *Overhead* PLTBg Kapasitas *Output* 78 kWh/hari

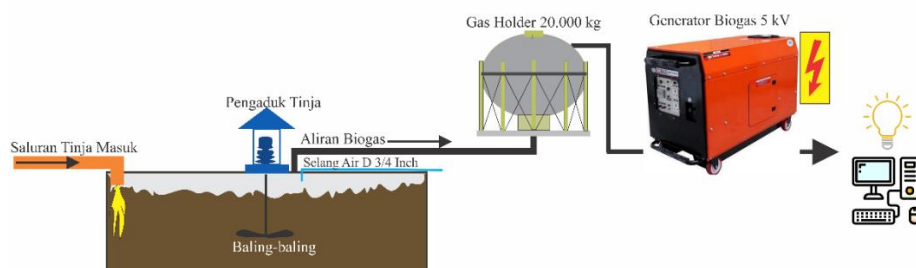
No	Jenis Biaya	T/V	Jumlah (Rp)
1	Biaya Bahan Penolong	V	-
2	Biaya Listrik	V	-
3	Biaya Bahan Bakar	V	-
4	BTKTL	V	360.000
		T	205.714
5	Biaya Kesejahteraan Karyawan	T	216.000
6	Biaya Perawatan	V	7.549.000
		T	4.313.714
7	Biaya Asuransi Gedung	T	393.750
8	Biaya Penyusutan	T	3.591.594
	Jumlah	V	7.909.000
		T	8.720.772
	Jumlah Total		16.629.772

Dari Tabel 3 diketahui total biaya *overhead* PLTBg Balai PIALAM Yogyakarta dengan kapasitas *output* 78 kWh/hari sebesar Rp 16.629.772,-.

Setelah mengetahui biaya investasi, biaya penyusutan dan biaya perawatan, dan biaya *overhead* dilakukan perancangan PLTBg di Balai PIALAM Yogyakarta seperti Gambar 1 dan Gambar 2. Perancangan PLTBG mengacu pada rancangan Ohara-Ironworks (2020).



Gambar 1. Konsep Sistem Pembangkit Listrik Biogas



Gambar 2. Rancangan Instalasi Biogas di Balai PIALAM Yogyakarta

Dari Gambar 1 dan Gambar 2 digunakan konsep perancangan PLTBg di Balai PIALAM Yogyakarta dari instalasi biogas Ohara Ironworks meliputi tahapan *material*, *pretreatment*, *biogas fermentation*, dan *energi utilitazion*. *Ouput* sebesar 78 kWh/hari yang akan dimanfaatkan sebagai berikut:

- 25 Komputer (PC) = 2.000 watt x 25
= 50.000 watt (50 kW)
- 40 lampu 20 watt = 800 watt x 20 jam (8 jam kerja + 12 jam malam)

= 16.000 watt (16 kW)

3. 1 mesin pengaduk dengan daya listrik 500 watt

= 500 watt x 24 jam

= 12.000 watt (12 kW)

Dari perhitungan tersebut, total *output* PLTBg sebesar 78kWh/hari dapat dimanfaatkan seluruhnya.

4.2. Pengolahan Data Analisis Kelayakan Finansial

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 1 s.d Tabel 3 diperoleh rincian biaya *cashoutflow*, *cashinflow* dan *net cash* seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Biaya *Cashoutflow*, *Cashinflow* dan *Net Cash* Perancangan PLTBg Balai PIALAM Yogyakarta

Tahun ke-	<i>Cashoutflow</i>	<i>Cashinflow</i>	<i>Net Cash</i>
0	Rp 75.203.500	-	-Rp 75.203.500
1	Rp 18.369.772	Rp 31.744.050	Rp 13.374.278
2	Rp 18.369.772	Rp 31.744.050	Rp 13.374.278
3	Rp 18.369.772	Rp 31.744.050	Rp 13.374.278
4	Rp 18.369.772	Rp 31.744.050	Rp 13.374.278
5	Rp 19.439.512	Rp 31.744.050	Rp 12.304.538
6	Rp 18.369.772	Rp 31.744.050	Rp 13.374.278
7	Rp 18.369.772	Rp 31.744.050	Rp 13.374.278
8	Rp 18.369.772	Rp 31.744.050	Rp 13.374.278
9	Rp 18.369.772	Rp 31.744.050	Rp 13.374.278
10	Rp 23.684.512	Rp 31.744.050	Rp 8.059.538
11	Rp 18.369.772	Rp 31.744.050	Rp 13.374.278
12	Rp 18.369.772	Rp 31.744.050	Rp 13.374.278
13	Rp 18.369.772	Rp 31.744.050	Rp 13.374.278
14	Rp 18.369.772	Rp 31.744.050	Rp 13.374.278
15	Rp 18.369.772	Rp 31.744.050	Rp 13.374.278

Sumber: Data diolah

Berdasarkan rincian biaya *cashoutflow*, *cashinflow* dan *net cash* pada Tabel 4, selanjutnya dilakukan analisa kelayakan finansial perancangan PLTBg di Balai PIALAM Yogyakarta disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisa Kelayakan Finansial

No	Discount Rate	NPV	IRR	Net B/C	PP
1	1%	Rp 104.402.377	15,32 %	2,39	5,62 tahun
2	2%	Rp 91.317.284		2,21	
3	3%	Rp 79.580.326		2,06	
4	4%	Rp 69.027.205		1,92	
5	5%	Rp 59.515.970		1,79	
6	6%	Rp 50.923.720		1,68	
7	7%	Rp 43.143.817		1,57	
8	8%	Rp 36.083.545		1,48	
9	9%	Rp 29.662.124		1,39	
10	10%	Rp 23.809.033		1,32	
11	11%	Rp 18.462.579		1,25	
12	12%	Rp 13.568.690		1,18	
13	13%	Rp 9.079.876		1,12	
14	14%	Rp 4.954.353		1,07	

15	15%	Rp	1.155.279		1,02	
16	16%	-Rp	2.349.883		0,97	

Sumber: Data diolah

Dari Tabel 5 apabila *discount rate* yang digunakan 9% (Bank Indonesia, 2020) diperoleh nilai NPV sebesar Rp 29.662.124,-, IRR sebesar 15,32 % lebih besar dari *discount rate* yang digunakan, *Net Benefit Cost Ratio* sebesar 1,39, dan *Payback Period* selama 5,62 tahun. Dari hasil tersebut maka perancangan pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBg) sebagai sumber energi baru terbarukan di Balai PIALAM Yogyakarta layak untuk dijalankan dan dilaksanakan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Rata-rata jumlah limbah tinja yang masuk di Balai PIALAM Yogyakarta sebanyak 165 m³/hari dan kapasitas bak penampung tinja sebanyak 497,28 m³. Biogas yang dihasilkan sejumlah 16,6 m³/hari dengan menghasilkan energi listrik sebesar 78 kWh/hari. Pemanfaatan biogas pada limbah tinja sebagai bahan baku PLTBg dengan nilai ekonomis 15 tahun diperlukan investasi sebesar Rp 75.203.500,-, dan pendapatan diperoleh Rp 13.374.278,-/tahun.

Hasil analisa kelayakan finansial apabila *discount rate* yang digunakan 9% diperoleh nilai NPV sebesar Rp 29.662.124,-, IRR sebesar 15,32 % lebih besar dari *discount rate* yang digunakan, *Net Benefit Cost Ratio* sebesar 1,39, dan *Payback Period* selama 5,62 tahun.

5.2. Saran

Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan menambah parameter suhu dan pH agar diperoleh hasil biogas yang maksimal. Parameter suhu antara 32°-37° C dan pH antar 6,5-7,5 sangat mempengaruhi tingkat mikroorganisme dalam proses pencernaan anaerob atau *anaerobik digestion* dalam menghasilkan biogas secara maksimal sebesar 0,028 m³.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, A. (2017). Kajian Potensi Limbah Kotoran Manusia Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Di Kota Pontianak. *Elkha*, 9(2), 53.
<https://doi.org/10.26418/elkha.v9i2.25197>
- Bank Indonesia. (2020). *Kurs Tengah USD - IDR Periode Data*. Bank Indonesia.
<https://www.bi.go.id/id/moneter/bi-7day-RR/data/Contents/Default.aspx>
- Gemini, I. (2017). Analisa Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) Skala Rumah Tangga dari Sampah Organik Perumahan sebagai Sumber Energi Listrik (Studi Kasus : Masjid Perumahan Diamond Residence Pekanbaru). In *UIN Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru*. <http://repository.uin-suska.ac.id/17975/>
- Haq, P. S. El, & Soedjono, E. S. (2010). *Human Manure Potential As Biogas Producer*. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-11072-Paper.pdf>
- Humas-EBTKE. (2019). *Kebijakan Strategis Pemanfaatan EBT , Berbasis Produktivitas dan Inovasi*. Direktorat Jenderal Energi Baru Dan Terbarukan.
<http://ebtke.esdm.go.id/post/2019/12/18/2432/kebijakan.strategis.pemanfaatan.ebt.berbas.is.produktivitas.dan.inovasi>
- Kementerian-Kuangan-RI. (2008). *Peraturan Menteri Keuangan No. 96-PMK.03-2009 tentang Jenis-jenis Harta yang Termasuk dalam Kelompok Harta Berwujud Bukan Bangunan untuk Keperluan Penyusutan* (Vol. 2004).
<https://jdih.kemenkeu.go.id/fullText/2009/96~PMK.03~2009Per.htm>
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2008). *Permen PU nomor 24 tahun 2008 tentang Pedoman Pemeliharaan Gedung*.
http://dpu.balikipapan.go.id/assets/filedownload/Permen_PU_no._24_tahun_2008_ttg_Pe

- doman_Pemeliharaan_dan_Perawatan_Bangunan_Gedung_1.pdf
- Komariah, A. (2014). *PENGEMBANGAN MODEL PENENTUAN HARGA PRODUK* [Universitas Gadjah Mada Yogyakarta].
<http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/68971>
- Ohara-Ironworks. (2020). Introduction of Small and Distribution Type Biogas Generator Using Renewable Energy (Biogas by Methane Fermentation) as Fuel 2 . What is Biogas Power Generation System ? ■ Biogas Power Generation System. *The Sixth Japan-Russia Energy and Environment Dialogue*. <https://www.erina.or.jp/wp-content/uploads/2014/10/B-SAITO-e.pdf>
- Sullivan, W. G., Wicks, E. M., & Koelling, C. P. (2015). *Engineering Economy* (Sixteenth). Pearson Education.