

Studi Kelayakan Pembangunan Biodigester Limbah Cair Pabrik Tahu (Development Feasibility Study Biodigester Liquid Waste Tofu Factory)

Meriana Wahyu Nugroho¹, Suryo Hidayatulloh¹, Rahma Ramadhani¹, Rifky Aldila Primasworo²

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari- Jl. Irian Jaya No.55, Tebuireng, Cukir, Kec.Diwek, Kabupaten Jombang, Jawa Timur 61471

² Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tunggaladewi- Jl Telaga Warna, Tlogomas, Kec. Lowokwaru, Kota Malang 65144

ARTICLE INFO

Article history

Received : 05 Februari 2021

Revised : 26 Februari 2021

Accepted : 10 Maret 2021

DOI :

<https://doi.org/10.33366/rekabuana.v6i1.2258>

Keywords :

details of the cost budget; feasibility study; tofu waste biodigester

e-mail corresponding author :

rian.sipilunhasy@gmail.com

ABSTRAK

Dampak pengolahan industri tahu adalah limbah cair yang kebanyakan menimbulkan masalah. Limbah cair tahu dapat dimanfaatkan menjadi biogas. Untuk itu perlu studi analisa kelayakan untuk pembangunan biodigester dari segi teknis, ekonomi dan lingkungan. Proses pekerjaan teknik pada analisa teknik digunakan untuk menentukan jenis digester dan penempatan yang sesuai dan efisien diperoleh dari biaya operasional, luas lahan dan kapasitas produksi. Dari survei analisa teknik didapatkan jenis instalasi reaktor yang dipilih yaitu Cover Lagoon Anaerobic Reactor (Colar) termodifikasi dengan model portable kapasitas 200 liter. Pada studi analisa ekonomi digunakan untuk mengetahui kelayakan pembangunan Biodigester dalam menentukan rincian anggaran biaya dan didapatkan harga Rencana anggaran biaya senilai Rp. 2.301.000,- dan investasi dalam jangka 5 tahun ke depan dengan parameter Net Present Value (NPV)= Rp 7.512.000,- (bernilai positif), Probability Indeks (PI)= $3,2 \geq 1$ dalam jangka investasi, Internal Rate Of Return (IRR) pada suku bunga yang berlaku secara umum NPV bernilai positif dan tidak ditemukan IRR dan Payback Periode (PP) = 1,3 Tahun (\leq jangka investasi 5 tahun) usaha kembali modal. Analisa kelayakan lingkungan didapatkan hasil bahwa outer biodigester aman dan bau sedikit menyengat serta berkurangnya limbah cair pabrik tahu, penanganan dari outer tersebut adalah di jalur khusus ke drainase tertutup atau pipa ke tempat pembuangan akhir atau tangki septik tertutup.

PENERBIT

UNITRI PRESS

Jl. Telagawarna, Tlogomas-
Malang, 65144, Telp/Fax:
0341-565500



This is an open access article under the **Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License**. Any further distribution of this work must maintain attribution to the author(s) and the title of the work, journal citation and DOI. CC-BY-SA

ABSTRACT

The impact of the tofu processing industry is their liquid waste which mostly causes problems. Tofu liquid waste can be used as biogas. For that, we need a feasibility study for the development of a Biodigester from a technical, economic, and environmental perspective. The process of technical analysis is used to determine the type of digester and the suitable and efficient place, obtained from operational costs, land area, and production capacity. From the technical analysis study, the selected type of reactor installation was obtained, namely the modified Cover Lagoon Anaerobic Reactor (Colar) with a portable model with a capacity of 200 liters. The economic analysis study is used to determine the feasibility of the Biodigester development in determining the detail of cost budget and it reached Rp. 2.301.000,- and the investment in the next 5 years with the parameter Net Present Value (NPV) = Rp. 7.512.000,- (positive value), the probability Index (PI) = $3.2 \geq 1$ in the investment term, the internal Rate Of Return (IRR) is generally positive at the applicable interest rate, and there is no IRR and Payback Period (PP) = 1.3 years (\leq 5 years investment) of the return on investment. The environmental analysis study resulted that the outer biodigester is safe and smells a bit sting to reduce the liquid waste from the tofu factory. Those handling of the outer is located in a special route pipe to the final landfills site or closed septic tank.

Cara Mengutip : Nugroho, M. W., Hidayatulloh, S., Ramadhani, R., Primasworo, R. A. (2021). Studi Kelayakan Pembangunan Biodigester Limbah Cair Pabrik Tahu. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 6(1), 38-47. doi:<https://doi.org/10.33366/rekabuana.v6i1.2258>

1. PENDAHULUAN

Jombang adalah kabupaten yang berada di Jawa bagian timur. Selain dikenal sebagai kota santri, Jombang terkenal karena adanya industri tahu yang menyebar di tiap daerah. Sebagai contoh industri tahu di Jombang terdapat di Desa Bapang Sumbermulyo Jogoroto. Sama juga industri pabrik tahu yang lainnya, limbah cair hasil produksi dari pabrik dibuang ke tanah atau irigasi. Kebiasaan ini bila dilakukan secara terus menerus akan merusak ekosistem di daerah yang teraliri limbah. Produsen tahu masih acuh terhadap limbah cair karena dampak tidak secara eksplisit diakomodasikan kedalam model produksi dan konsumsi padahal dengan mengabaikan dampak jangka panjang untuk produksi dan konsumsi tidak terpenuhi melainkan juga mengabaikan biaya sosial yang seharusnya ditanggung oleh penerima dampak (1).

Biogas adalah Gas yang mudah terbakar yang di hasilkan dari proses pembusukan bahan-bahan organik oleh bakteri yang hidup dalam kondisi tanpa oksigen (2), Dari permasalahan tersebut maka perlu adanya pemanfaatan limbah tahu yang baik dan dapat memberikan nilai tambah dari limbah (3). Sistem pengolahan limbah atau reaktor memiliki keuntungan yaitu mengurangi bau tidak sedap dan mencegah penyebaran penyakit (4).

Berdasarkan kajian terdahulu perlu perencanaan yang sistematis supaya dapat melihat nilai kurang dan lebihnya demi terciptanya pemanfaatan limbah yang baik, serta dampak bagi kehidupan manusia dan ekosistem. Biogas adalah salah satu solusi teknologi energi untuk mengatasi kesulitan masyarakat akibat kenaikan harga BBM (5). Berdasarkan pengalaman terdahulu penggunaan energi biogas sangatlah membantu karena energi tersebut ramah lingkungan dan terbaharukan (6). Sistem manajemen dalam perencanaan banyak mempengaruhi biaya dan waktu sehingga dapat tercapai fungsi yang dikehendaki. Untuk meningkatkan waktu pembangunan dan menekan biaya adalah mencari solusi yaitu perlu adanya ilmu pengetahuan dan teknologi berbagai bidang (7). Studi kelayakan pemanfaatan limbah pabrik tahu menjadi biogas adalah prospek yang melibatkan sejumlah investasi studi kelayakan pada aspek keuangan yang berguna untuk mengetahui alternatif untuk di kembangkan (8). Beberapa aspek lain yang diperhatikan untuk melihat layak atau tidak pembuatan biodigester dari aspek teknik dan lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Perencanaan Digester

Pembuatan Biogas seperti prinsipnya ialah adanya penguraian bahan organik secara anaerobik atau tertutup dari udara bebas untuk menghasilkan gas yang sebagian besar merupakan metana yang bersifat mudah terbakar dan karbondioksida. Penentuan model berdasarkan kebutuhan dan biaya (5), berdasarkan kepentingan lain pemilihan ukuran reaktor adalah ketersediaan limbah bukan memperhatikan keluarga maupun gas (2).

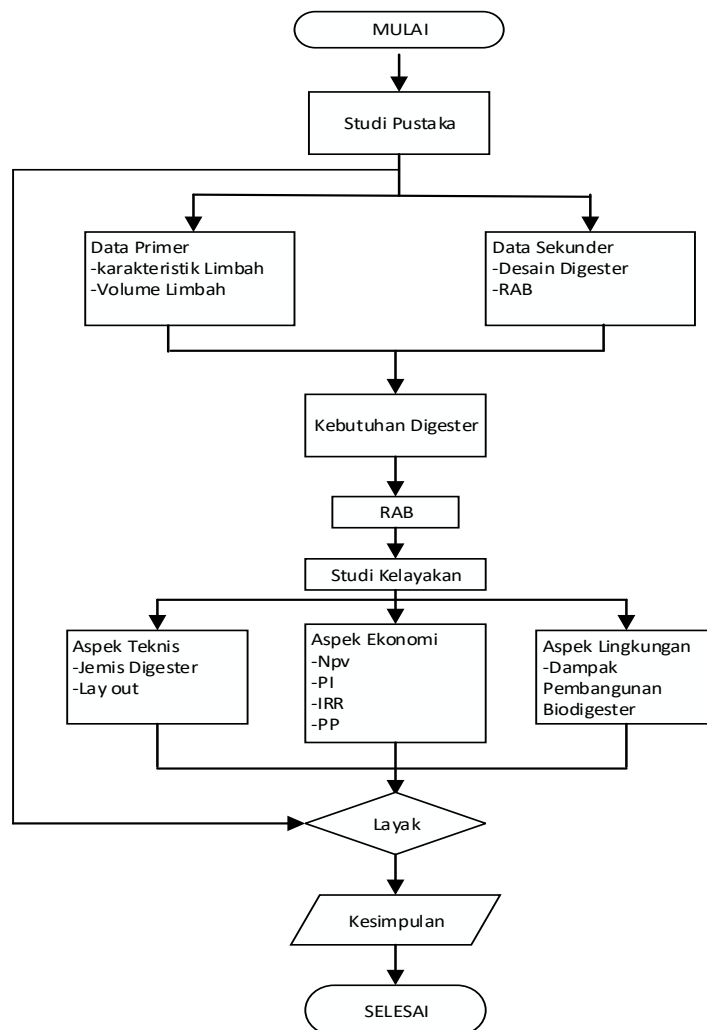
Rencana anggaran biaya merupakan merencanakan sesuatu bangunan dalam bentuk dan faedah dalam penggunaannya beserta besar biaya yang di perlukan dan susunan pelaksanaan dalam administrasi maupun teknik kerja (9). Efisiensi dalam pembangunan didasarkan dengan jumlah volume biogas yang sudah disurvei sebelumnya dan sudah

mengetahui jumlah limbah cair yang keluar/dibuang setiap harinya sehingga harga biogas ini pun bersifat bersaing secara ekonomi.

2.2 Biaya Produksi dan Kapasitas biogas

Biaya Produksi pembuatan tahu ini merupakan pabrik milik Sendiri sehingga biaya produksi lebih hemat. Hasil survei yang sudah di lakukan sebelumnya oleh peneliti di dapatkan jumlah produksi tahu setiap harinya yaitu dengan jumlah giling kedelai 120 Kg. Komponen biaya tetap produksi tahu terdiri dari biaya untuk pembelian tampah saringan, bak, cetakan, ember, raga, mesin, penggilingan dan saringan. Untuk mengetahui jumlah kapasitas limbah koefisien limbah = 9,46 liter/ Kg dan limbah tahu 90 liter = 0,08204 m³ didapatkan dengan rumus Kapasitas Limbah = Koefisien Limbah x Jumlah Kedelai (10). (11).

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah secara bertahap dimulai dari survei tempat penelitian, observasi, studi pustaka/ penelitian terdahulu dan wawancara dengan seorang akademisi/ dan pengembang atau owner pabrik tahu di desa tersebut



Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian (12)

2.3 Studi Kelayakan Biodigester

Studi kelayakan pembangunan merupakan penelitian tentang dapat tidaknya suatu proyek (investasi) dilaksanakan berhasil (13).

2.3.1 Analisa Teknik

Aspek teknis dalam menentukan jenis biodigester limbah cair pabrik tahu dan kapasitas volume biodigester yang di rencanakan guna mendapatkan biodigester limbah cair pabrik tahu yang berpadu dengan aspek-aspek teknis seperti luas lahan, biaya operasional dan kapasitas limbah yang di hasilkan [3].

2.3.2 Analisa ekonomi (14)

Nilai penyusutan akhir tahun = Prentase penyusutan x investasi tetap (1)

2.3.2.1 Menentukan harga pokok

Total Cost = Penyusutan + Biaya Operasional/th (2)

Hpp = TC pertahun / kapasitas produksi gas pertahun (3)

Laba gas pertahun = Harga biogas x jumlah biogas/th- biaya operasional/th (4)

2.3.2.2 Kelayakan investasi.

$Net\ present\ value = \sum_{t=0}^n At/(1 + k)t$ (5)

Keterangan:

At = aliran kas masuk pada periode t

K = discoun faktor

N = periode terakhir aliran kas yang diharapkan

$Profitability\ indeks = Nilai\ aliran\ khasmasuk\ (NPV) / Nilai\ Investasi$ (6)

$Internal\ rate\ return = NPV = \sum_{t=0}^n CFt(FBP)$ (7)

Keterangan:

Cf = Cash flow investasi

Fbp = Faktor bunga Present

i^* = i yang akan di cari

$Payback\ period = Nilai\ total\ Investasi/ Keuntungan\ 1\ Th$ (8)

2.3.3 Analisa lingkungan

Sebagai kelanjutan dalam penyempurnaan penelitian segi pengaruh buruk maupun pengaruh baik pembangunan biodigester bagi lingkungan maupun masyarakat di sekitar yang aman dan ekonomis.

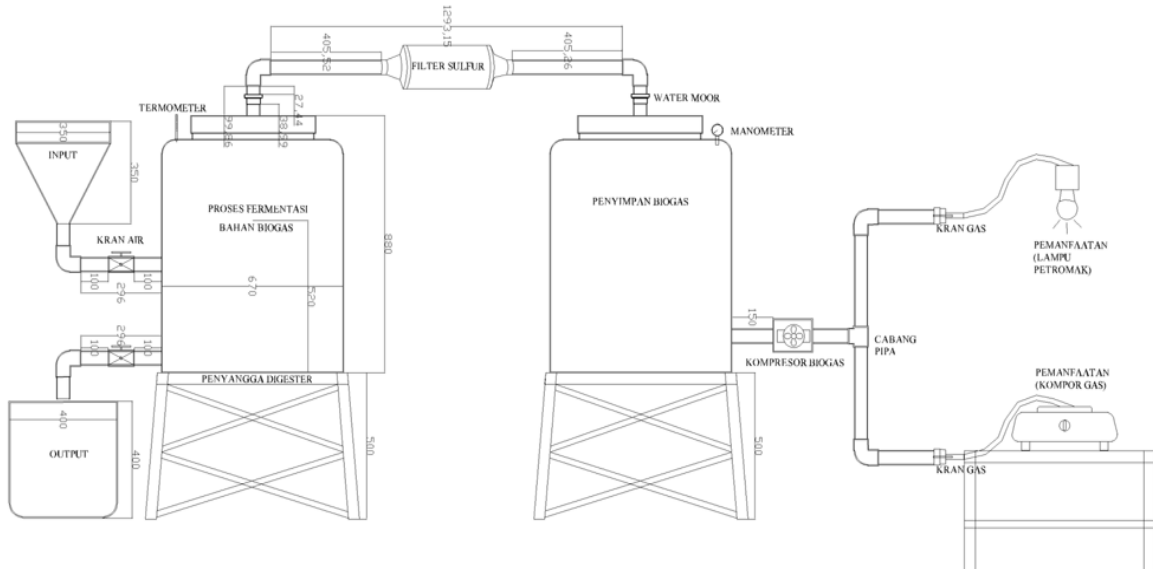
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Cover Lagoon Anaerobic Reactor (colar)

Total produksi tahu dengan jumlah kedelai 120kg, sesuai kapasitas yang didapatkan survey digester yang di pilih adalah *cover lagoon anaerobic reactor (colar)*/ Reaktor Anaerobik tertutup termodifikasi dengan model portable kapasitas 200 L. Serta

tempat/lahan hanya membutuhkan 5 m x 3 m =15m². Secara teknis jenis reaktor ini merupakan pemodifan menurut tempat pabrik tahu yang sebelumnya telah di survei berdasarkan reaktor yang aman dan ekonomis.

Secara sistem input maupun output limbah cair tahu di tampung di bak 1 setelah proses anaerob biogas akan masuk di bak 2 hasil metana akan terlihat pada monometer yang ada di bak ke 2.



Gambar 2. Rancangan Digester Limbah Cair Tahu (12)

3.2 Uraian Rincian Anggaran Biaya (15)

Dari hasil survey yang telah di lakukan sebelumnya di dapatkan Rincian anggaran biaya didapatkan biaya material Rp. 2.123.000 dan Biaya operasional Rp. 178.000 dengan keterangan biaya tanah adalah tanah sendiri bukan beli dan bukan sewa dengan nilai Rupiah. 0.

Tabel 1. Uraian Rincian Anggaran Biaya (12)

No	Uraian Pekerjaan	Spesifikasi	Volume	Harga Satuan(Rp)	Jumlah Harga(Rp)
I	Biaya Material				
1	Bak Penampung Awal	200 L	1	220.000	220.000
2	Bak Penampung Ke 2	150 L	1	180.000	180.000
3	Corong	Sedang	1	5.000	5.000
4	Keni	1/2Inc	1	5.000	5.000
5	penyangga Bak	Buah	1	400.000	400.000
6	Manometer	Buah	1	60.000	60.000
7	Digital Termometer	Buah	1	45.000	45.000
8	Disulfurliser	Kg	1	75.000	75.000
9	Compresor Mini	20 watt	1	850.000	850.000
10	Flexible gas	Meter	3	15.000	45.000
11	Solatape	Buah	4	2.000	8.000
12	Palf	1/2 Inch	2	12.000	24.000
13	kran gas	1/2 Inch	1	20.000	20.000

14	shock drat	1/2 Inch	3	2.500	7.500
15	shock drat	1 Inch	2	4.000	8.000
16	shock drat dalam	1/2 Inch	1	6.500	6.500
17	Pipa	1/2 Inch	1	5.000	5.000
18	Pipa	1 inch	1	7.000	7.000
19	kompor gas joss	Buah	1	55.000	5.000
20	klem Selang gas	Buah	6	1.500	9.000
21	lem pipa	Buah	2	8.000	16.000
22	Mur drum	1 Inch	2	10.000	20.000
23	Mur drum	1/2 Inch	3	10.000	30.000
24	tatakan wajan	Buah	1	22.000	22.000
Jumlah					2.123.000
II Biaya Operasional					
25	Upah pekerja	Orang	2	50.000	100.000
26	Listrik	20 watt	12	6.500	78.000
27	Lahan/ tanah	m ²	5x3	15	-
Jumlah Total					2.301.000

3.3 Biaya produksi dan kapasitas

Peneliti telah melakukan survey sebelumnya dan didapatkan nilai dan uraian biaya tetap.

Tabel 2. Biaya tetap produksi unit Biogas (12)

No	Uraian	Satuan	Harga(Rp)	Jumlah(Rp)
1	Unit Digester	1	2.123.000	2.123.000
2	Tampah Saringan	2	824.000	1.772.000
3	Ember	5	180.000	900.000
4	Saringan	2	213.600	427.200
5	Penggilingan	1	6.000.000	6.000.000
6	Cetakan	2	412.800	825.600
7	Tungku Pemanas	55	73.800	4.059.000
Jumlah Total				16.056.800

3.4 Jumlah potensi biogas

Kapasitas Limbah

$$= \text{Koefisien Limbah} \times \text{Jumlah Kedelai} \dots\dots\dots (9)$$

$$= 9,46 \times 120 = 1.135 \text{ Lt/hari } m^3/\text{hari} - 300 \text{ Lt (proses produksi tahu dihari berikutnya)}$$

$$= 1.135 - 300 = 0,835 m^3/\text{hari} \quad (10)$$

Jumlah Biogas

$$= 835/90 \text{ L (11)} \times 0,08204 m^3$$

$$= 9,28 \times 0,08204 = 0,76 m^3/\text{hari}$$

Jadi, biogas yang dihasilkan dari produksi tahu 120 kg sebesar 0,76 m³

3.5 Studi kelayakan biodigester

3.5.1 Analisa teknik

Jenis instalasi reaktor biogas yang dipilih yaitu *Cover Lagoon Anaerobic Reactor (Colar)* termodifikasi dengan Kapasitas 200 L. Pemilihan Biodigester ini merupakan hasil

survey yang di lakukan pada hari sebelumnya Sedangkan luas lahan setelah survei analisa teknis didapatkan luas tempat produksi pabrik tahu $12,5m \times 15m = 187,5 m^2$.

3.5.2 Analisa Ekonomi

$$\begin{aligned}
 3.5.2.1 \text{ Nilai penyusutan akhir tahun} &= \text{Prentase penyusutan} \times \text{investasi tetap} \dots\dots\dots(10) \\
 &= 10\% \times \text{Rp}16.056.800 \\
 &= \text{Rp } 1.605.680
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai penyusutan/tahun} &\dots\dots\dots (11) \\
 &= \text{Rp } 16.056.800 - 1.605.680/5 \\
 &= \text{Rp } 2.890.224
 \end{aligned}$$

Tabel 3. Perhitungan penyusutan metode linier (12)

Tahun ke-	Nilai Akhir Penyusutan(Rp)	Nilai Penyusutan(Rp)
0	16.056.800	
1	13.166.576	2.890.224
2	10.276.352	2.890.224
3	7.386.128	2.890.224
4	4.495.904	2.890.224
5	1.605.680	2.890.224

3.5.2.2 Menentukan harga pokok penjualan

$$\begin{aligned}
 \text{Total Cost} &= \text{Penyusutan} + \text{Biaya Operasional/th} \dots\dots\dots (12) \\
 &= \text{Rp } 2.890.224 + 2.136.000 \\
 &= \text{Rp } 5.026.224,-
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Hpp} &= \text{Tc pertahun} / \text{kapasitas produksi gas pertahun} \dots\dots\dots (13) \\
 &= \text{Rp}5.026.224 / (0,76 \times 30 \times 12) \\
 &= \text{Rp}5.026.224 / 273,6 \\
 &= \text{Rp}18.371.000,- / m^3
 \end{aligned}$$

Jadi, harga harga biogas / m^3 Rp18.371.000,-
 Diasumsikan penjualan menjadi Rp20.000.000,-/ m^3

$$\begin{aligned}
 \text{Laba gas/Th} &= \text{harga biogas} \times \text{jumlah biogas /th} - \text{biaya operasional pertahun} \dots\dots\dots(14) \\
 &= (20.000 \times 273,6) - 2.136.000 \\
 &= \text{Rp } 5.472.000 - \text{Rp}.2.136.000 \\
 &= \text{Rp } 3.336.000.00,-
 \end{aligned}$$

3.5.2.3 Kelayakan Ekonomi Investasi

$$\text{Net Present Value} = \sum_{t=0}^n At / (1 + k)^t \dots\dots\dots (15)$$

Tabel 4. Net Present Value (12)

Th ke	Faktor Discont 6 %	Cash In(Rp)	PV(Rp)
0	1	-	3.336.000
1	1,75	3.336.000	1.906.286
2	3,0625	3.336.000	1.089.306
3	5,359375	3.336.000	622.461
4	9,37890625	3.336.000	355.692
5	16,4130859	3.336.000	203.252
NPV =			7.512.997

Jadi, nilai Net Present Rp.7.512.997,- dikatakan layak karena bernilai positif.

Profitability Indeks

$$= \text{Nilai aliran khas masuk (NPV)} / \text{Nilai Investasi} \dots\dots\dots (16)$$

$$= 7.512.997 / 2.301.000$$

$$= 3,2$$

Jadi, nilai *Profitability Indeks* ≥ 0 maka dinyatakan layak untuk dijalankan

Internal Rate Return

$$NPV = \sum_{t=0}^n CF_t(FBP) \dots\dots\dots (17)$$

Tabel 5. Faktor Discount IRR (12)

Faktor Discount (i)%	P/a	Ab(Rp)	Investasi(Rp)	nilai Npv(Rp)
3	5	3.336.000	2.301.000	12.976.879
10	3,7908	3.336.000	2.301.000	10.345.109
12	3,6048	3.336.000	2.301.000	9.724.613
20	2,9906	3.336.000	2.301.000	7.675.642
25	1,5077	3.336.000	2.301.000	2.728.687

Untuk NPV pada suku bunga yang berlaku secara umum bernilai positif dan tidak ditemukan IRR.

Payback periode (PP)

$$= \text{Nilai total Investasi/ Keuntungan 1 Th}$$

$$= 2.123.000+(178.000 \times 12)/3.336.000$$

$$= 4.259.000/3.336.000$$

$$= 1.3 \text{ (1 tahun, 3 bulan)/ kembali modal}$$

Tabel 7. Payback periode

Tahun	Cash Flow(Rp)	Akumulasi(Rp)
0	-2.301.000	-2.301.000
1	3.336.000	1.035.000
2	3.336.000	4.371.000
3	3.336.000	7.707.000
4	3.336.000	11.043.000
5	3.336.000	14.379.000

Dari keterangan diatas menunjukkan tahun pertama sudah mendapat laba jadi investasi layak dijalankan.

3.5.3 Analisa Lingkungan

Menunjukkan limbah yang di hasilkan dari biodigester tidak membahayakan tetapi bau yang dihasilkan menyengat sedikit busuk tetapi jumlah setelah dari outer pembangunan biodigester lebih sediki. Untuk penanganan dari outer limbah biodigester adalah langsung dibuatkan jalur pipa/ drainase tertutup yang langsung ke tempat pembuangan akhir atau septic tank tertutup.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan masalah dan penelitian yang telah dilakukan maka kesimpulan dari penelitian bahwa jenis instalasi reaktor biogas yang dipilih yaitu *Cover Lagoon Anaerobic Reactor (Colar)* termodifikasi dengan Kapasitas 200 liter dengan rincian anggaran sebesar Rp 2.301.000,-. Dengan metode hpp unuk kapasitas produksi 120 kg mengeluarkan limbah cair 835 hari dapat menghasilkan $0,76 m^3$ biogas dengan harga Rp 20.000,- / m^3 .

Berdasarkan analisis kelayakan nilai NPV = Rp. 7.512.997,- (Bernilai positif), $Pi = 3,2 \gg 1$ (dalam jangka investasi), untuk IRR dengan kesimpulan perhitungan pada suku bunga yang berlaku secara umum NPV bernilai positif dan tidak ditemukan IRR dan Payback Periode 1,3 tahun artinya investasi sudah kembali modal (NPV bernilai positif) setelah 1 tahun 3 bulan 18 hari.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Fauzi, Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2006.
- [2] Ambar Pertiwinigrum, Instalasi Biogas, Yogyakarta: CV. Kolom Cetak, 2015.
- [3] R. Ivanudin, "Analisis Pemanfaatan Limbah Tahu APU Klaten," Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2017.
- [4] Wardani E. dan M., "Perencanaan Biodigester Tinja Manusia dan Kotoran Ternak Skala Komunal Rumah Tangga di Kecamatan Ngancar Kabupaten Kediri," Jurnal Sains, pp. vol 3, no 1, 2018.
- [5] Y. A. Ashadi Rizki Zumaro, "Perancangan Reaktor Biogas di UPTD Pasar Ternak Palangki," Jurnal Sains dan Teknologi, pp. Vol. 17, No. 1, 2017.
- [6] Hanifah N dan P., "Pemanfaatan Limbah Tahu Skala Rumah Tangga Menjadi Biogas Sebagai Upaya Teknologi Bersih di Laboratorium Pusat Teknologi Lingkungan-BPPT," Jurnal Presipitasi, pp. 139-147, 2018.
- [7] K. I. Dewi Diniaty, "Penambahan Mesin Oven pada Industri Olah Kayu CV. Riau Pallet," Jurnal Sains dan Teknologi, pp. 397-407, 2016.
- [8] Dipo Pramasida, "Studi Kelayakan Investasi Pembangunan Kondotel di Kota Batu berdasarkan Aspek Finansial," Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil, pp. vol 1, no 3, 2016.
- [9] Nida K, S. dan A. , "Perencanaa dan Studi Kelayakan Investasi Proyek Perumahan Taman Sentosa Tahap II Boyolali," Matrik Teknik Sipil, p. 183, 2013.

- [10] Sadzali, "Potensi Limbah Tahu Sebagai Biogas," Jurnal UI untuk Bangsa Seri Kesehatan, Sains dan Teknologi, pp. 62-69, 2010.
- [11] Ridhuan, "Pengolahan Limbah Cair Tahu Sebagai Energi Alternatif Biogas yang Ramah Lingkungan," Turbo, pp. 1-9, 2012.
- [12] Suryo H dan W., "Studi Kelayakan Pembangunan Biodigester," Teknik Sipil, 2020.
- [13] Husnan S dan S., "Studi Kelayakan Proyek," dalam edisi 4, Yogyakarta, 2000.
- [14] C. Giatman, Ekonomi Teknik, Jakarta: Raja Grafindo Utama, 2006.
- [15] A. Zainal, Menghitung Biaya Bangunan, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2005.