

BAB IV HASIL DAN PENGUJIAN

4.1 Data Lapangan

Biogas memiliki nilai kalor 4800 - 6700 kkal/m³ dan mendekati gas metan murni yaitu 8900 kkal/m³ atau 1 m³ biogas setara sekitar 4,7 kWh/m³ dan 20 – 40 kg kotoran sapi menghasilkan 1m³ biogas.

Dengan jumlah kapasitas kotoranyang dimasukan pada digester yaitu 1650 kg kotoran sapi dan 1200 liter air, maka yang akan dihasilkan biogas sebanyak 0,8 – 1,6 m³ per hari

Tabel 4.1 Analisis kebutuhan kotoran sapi

Jumlah kotoran Sapi yang dibutuhkan perhari	30 Kg
Volume digester	4 m ³ atau 4000 liter
Masukan bahan kering perhari	6Kg
Volume digester yang terisi kotoran	1,4 m ³
Volume Kebutuhan digester total	2,8 m ³
Perkiraan Hasi Biogas	1,2m ³ /hari
Perkiraan hasil methane	0,72 m ³ /hari

Berdasarkan sumber Departemen Pertanian, konversi biogas menjadienergi listrik yaitu 1 m³ biogas sama dengan 4,7 kWh, jadi 1,2 m³ biogas setara dengan 5,64 kWh, 0,552 kg Gas elpiji.

$$P = \rho \cdot g \cdot h + \text{tekanan atmosfer}$$

Keterangan

P = Tekanan (N/m²)

ρ = Densitas zat cair (kg/m³) = 1000kg/m³

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

h = Perbedaan ketinggian kolom zat cair yang digunakan (m)

1 atm = 101.325 N/m²

1 N/m² = 9,869 . 10⁻⁶ atm

Sumber : Rohyami, 2012

Tabel 4.2 Pengukuran Biogas

No	Tgl/Bln/Thn	Manometer (cm)	Tekanan Digester	Keterangan
1	10 juni 2014	22	1,021	
2	11 Juni 2014	27	1,026	
3	12 Juni 2014	25	1,024	
4	13 Juni 2014	20	1,019	
5	16 Juni 2014	30	1,029	
6	17 Juni 2014	17	1,016	
7	18 Juni 2014	21	1,020	
8	19 Juni 2014	23	1,022	
9	20 Juni 2014	30	1,029	
10	21 Juni 2014	25	1,024	

4.2 Performansi Alat

Alat penghasil biogas model ini terbuat dari bahan yang murah dan mudah didapat, yaitu terbuat dari drum fiber/ plastik yang biasa digunakan sebagai tempat penyimpanan. Alat ini terdiri atas dua komponen utama, yaitu:

a. Tangki pencerna (biodigester)

Memiliki volume $0,1\text{m}^3 = 100$ liter, jadi kotoran yang digunakan 51,5 kg dan 37,5 kg air.

b. Plastik pengumpul gas

memiliki volume $0,62\text{m}^3$

Alat penghasil biogas ini bekerja dengan cara memasukkan bahan isian (kotoran sapi) dengan perbandingan bahan isian dan air 1 : 1 dengan komposisi 37,5 liter kotoran ternak sapi yang dicampur dengan sekitar 37,5 liter air melalui saluran pemasukan (satu buah digester). Campuran bahan dan air diaduk terlebih dahulu secara merata agar pemasukan bahan ke digester dapat berlangsung baik, kemudian menyaring campuran tersebut untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang terikat ataupun jerami. Pada lubang

saluran pemasukan dan pengeluaran ditutup untuk mengkondisikan digester anaerob.

Produksi gas hasil fermentasi anaerob oleh biodigester mulai pada hari ke- 6 -10. Gas yang dihasilkan dengan sendirinya mengalir ke tangki penampung gas. massa plastik penampung dapat terangkat dengan semakin bertambahnya produk biogas dengan melihat bertambah besarnya plastik penyimpan gas, tetapi gas pada hari ke 6 - 10 tidak dapat langsung digunakan karena gas yang terbentuk yaitu CO_2 sedangkan biogas bisa digunakan saat kadar metana CH_4 yaitu 50-70%, dan karbondioksida CO_2 yaitu 25-50%

4.3 Deskripsi Pengujian

Deskripsi pengujian menjelaskan bagaimana gambaran atau deskripsi dalam pengujian pada rancang bangun penghasil Biogas untuk diaplikasikan pada Generator Set yang dimodifikasi.

Untuk mengukur geset bensin yang dimodifikasi, diperlukan:

- a. Menghitung volume Biogas yang dihasilkan pada digester.
- b. Perhitungan gas yang dibutuhkan untuk menyalakan genset bensin yang dimodifikasi, dalam satuan waktu.
- c. Perbandingan genset yang berbahan bakar biogas dan bensin.

4.5.1. Target Pengujian

- a. Memperoleh data volume gas yang dihasilkan pada digester.
- b. Berapa volume gas yang dibutuhkan untuk menyalakan genset biogas dalam satuan waktu.
- c. Mengetahui kelayakan Biogas sebagai bahan bakar generator set.

4.4 Data Hasil Pengujian dan Analisa

Berikut ini adalah tabel dan analisa data yang diperoleh :

4.4.1. Gas bio

Tabel 4.3 Analisis kebutuhan kotoran sapi untuk menghasikan Biogas

Jumlah kotoran Sapi	51,5Kg
Volume digester yang di isi slurry	75 liter
Kandungan bahan kering	10,3 Kg
Volume digester yang terisi kotoran	0,0375 m ³
Kebutuhan digester total	0,075 m ³
Hasil biogas perhari	0,03 m ³

Data pengamatan kondisi dan volume Biogas. Setelah gas terbentuk, volume gas yang dihasilkan oleh digester tidak terbaca oleh alat ukur psi dikarenakan tekanan yang dihasilkan dalam digester sangat kecil, sehingga hanya bisa terbaca pada dua minggu setelah pengisian. Berikut ini pengambilan data biogas yang dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.4 Pengukuran Biogas

No	Tgl/Bln/Thn	Suhu bawah Digester	Suhu atas Digester	Suhu dalam Digester	Keterangan
1	31 Mei 2014	22,6°C	26,6°C	36,1°C	
2	2 Juni 2014	22,8°C	27,2°C	34,3°C	
3	3 Juni 2014	22,5°C	27,1°C	34,2°C	
4	4 Juni 2014	22,3°C	25,7°C	31,7°C	
5	5 Juni 2014	22,7°C	26,4°C	34°C	
6	6 Juni 2014	22,3°C	26,4°C	32,7°C	
7	9 Juni 2014	22,1°C	25,7°C	34°C	
8	10 Juni 2014	21,7°C	26,6°C	34,8°C	

9	11 Juni 2014	21,5 °C	25,8 °C	31,4 °C	
10	12 Juni 2014	22,4 °C	26,8 °C	34,2 °C	

Dengan jumlah kotoran yang dimasukan pada digester yaitu 51,56 kg kotoran sapi dan 37,5 liter air, maka yang akan dihasilkan biogas sebanyak 0,03 m³per hari

4.5.2. Pengukuran Generator set bio

Genset bensin yang dimodifikasi untuk genset bio memiliki spesifikasi :

Spesifikasi Motor Bakar

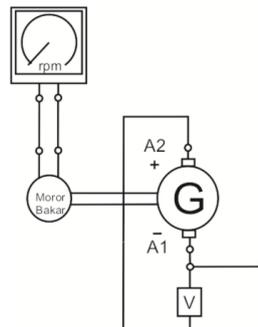
- a. Engine Type : 4 - Cycle, side valve, 1 cylinder
- b. Displacement [Bore x stroke] : 197,3 cc (12 cu in) [67 x 56 mm(2,6 x 2,2 in)]
- c. Rasio kompresi : 6,5 x 1

Spesifikasi GeneratorSet

- a. Rating Voltage : 115 Volt
- b. Max. Output : 1,5 kVA (1.500 watts)
- c. Rated Output : 1,25 kVA (1.250 watts) 10,9 A/
- d. Ignition System : CDI
- e. Frekwensi : 60 hz
- f. Dc Output : 12 volt, 8,3 A

4.5.2.1. Pengetesan Tanpa Beban

Data pengamatan genset yang telah di modifikasi dengan bahan bakar biogas dengan tidak di beri beaban, sebanyak 0,64 m³ biogas digunakan selama 30 menit dengan alat ukur yang digunakan yaitu tachometer dan voltmetter saat pengetesan generator tanpa beban.



Gambar 4.1 Skema pengujian generator set tanpa beban

a. Analisis pengukuran

Dari rumus pertama dibawah, jika konstanta dan fluks magnet di anggap tetap, maka pada saat putaran rotor naik, tegangan pun naik, putaran rotor berbanding lurus dengan GGL induksi.

$$E_a = C \cdot n \cdot \phi$$

Keterangan :

E_a = ggl induksi (Volt)

n = Putaran (rpm)

C = Konstanta

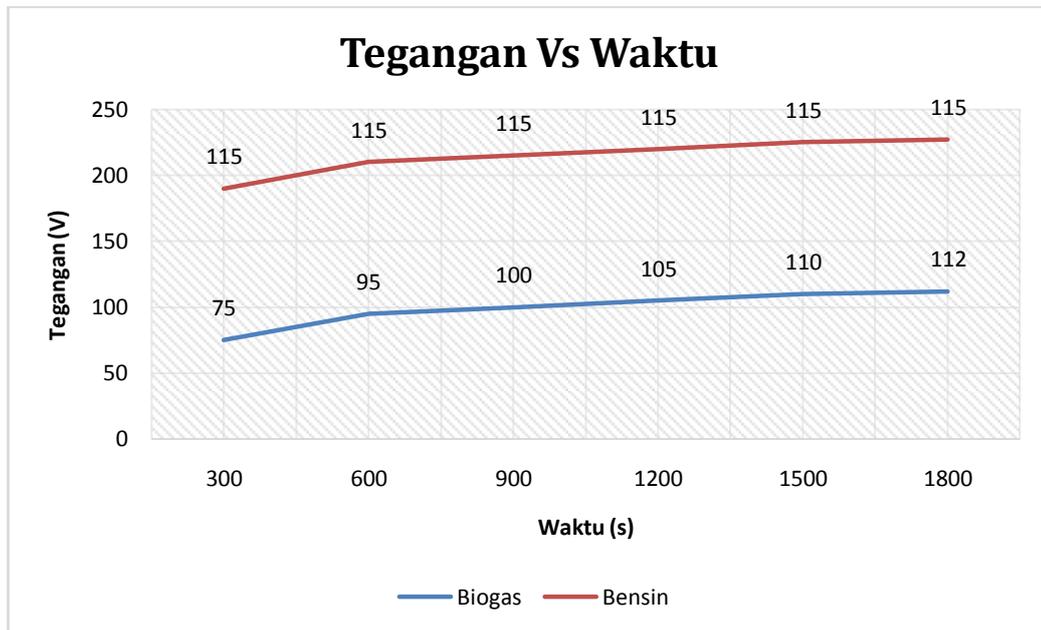
ϕ_{maks} = Fluks magnet (weber)

Sumber : Zuhail, 1999

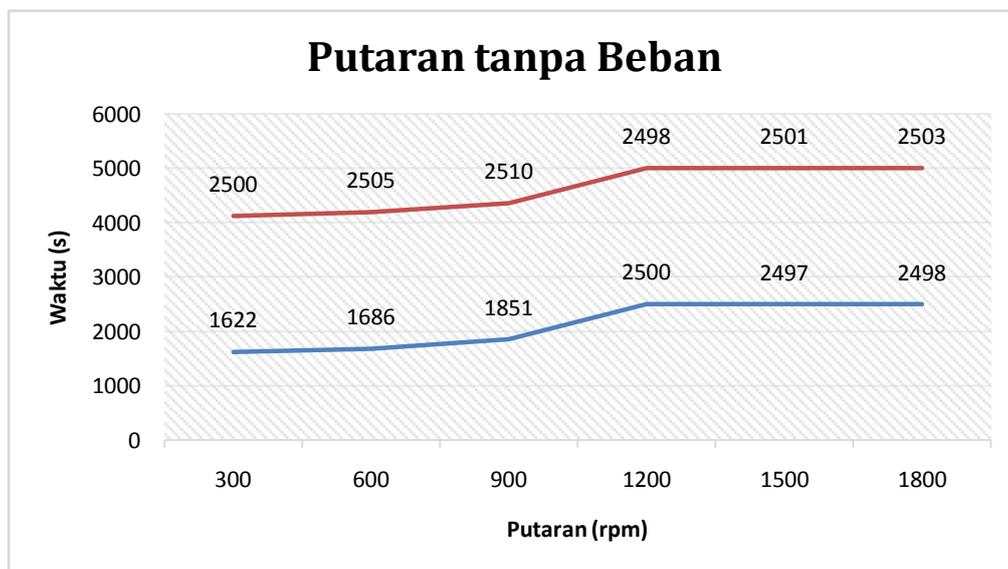
b. Pengukuran Genset Tanpa Beban

Tabel 4.5 Data hasil pengujian tanpa beban

Data Biogas dan Bensin								
Beban (Watt)	Bahan Bakar	Hasil Pembacaan Unit Instrumentasi	Waktu					
			5	10	15	20	25	30
Tanpa Beban	Biogas	Tegangan (V)	75	95	100	105	110	112
		PutaranMesin (RPM)	1622	1686	1851	2500	2497	2498
	Bensin	Tegangan (V)	115	115	115	115	115	115
		PutaranMesin (RPM)	2500	2505	2510	2498	2501	2503



Gambar 4.2 Grafik Tegangan Tanpa Beban



Gambar 4.3 Grafik Putaran Tanpa Beban

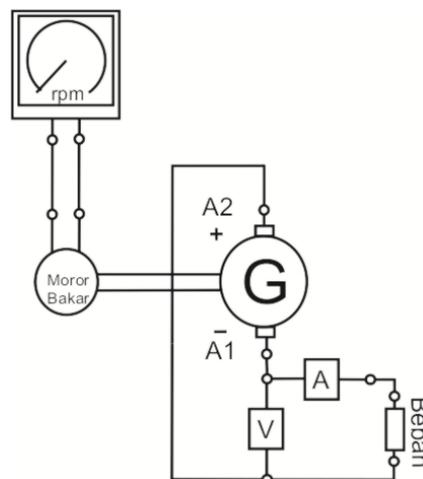
Dari gambar 4.2 dan 4.3 dijelaskan bahwa putaran pada saat mesin menggunakan bahan bakar biogas tanpa adanya beban mencapai 1686 rpm dan tegangan 100 volt dan bahan bakar bensin 2498 rpm sampai 2510 rpm sedangkan tegangan yang dihasilkan adalah 115 Volt.

Dari gambar 4.2 dan 4.3 diperoleh perbandingan bahwa:

- Putaran mesin saat menggunakan bahan bakar bensin lebih besar dari pada saat menggunakan bahan bakar biogas.
- Tegangan pada saat mesin menggunakan bahan bakar bensin lebih besar dari pada saat menggunakan bahan bakar biogas,
- Putaran generator berbanding lurus dengan tegangan terminal atau output.

4.5.2.2. Pengetesan Berbeban 25 watt

Data pengamatan genset yang telah dimodifikasi dengan bahan bakar biogas dengan di beri beban 25 watt sebanyak 0,64 m³ biogas selama 30 menit, tegangan yang dihasilkan ketika mesin menggunakan bahan bakar biogas pada saat pengujian dapat dilihat pada tabel 4.6 sebagai berikut :



Gambar 4.4 Skema Pengetesan Generator Berbeban

a. Analisis Pengukuran

Dari rumus dibawah, saat generator memiliki beban dapat ditarik kesimpulan, pada saat putaran generator naik maka GGL induksipun naik dan tegangan terminalpun naik, putaran berbanding lurus dengan frekwensi, berbanding lurus dengan GGL induksi dan tegangan terminal, saat generator diberi beban.

Maka :
$$E_a = C n \phi_{maks}$$

$$V = E_a - I.R_a + j I.X_s$$

Keterangan :

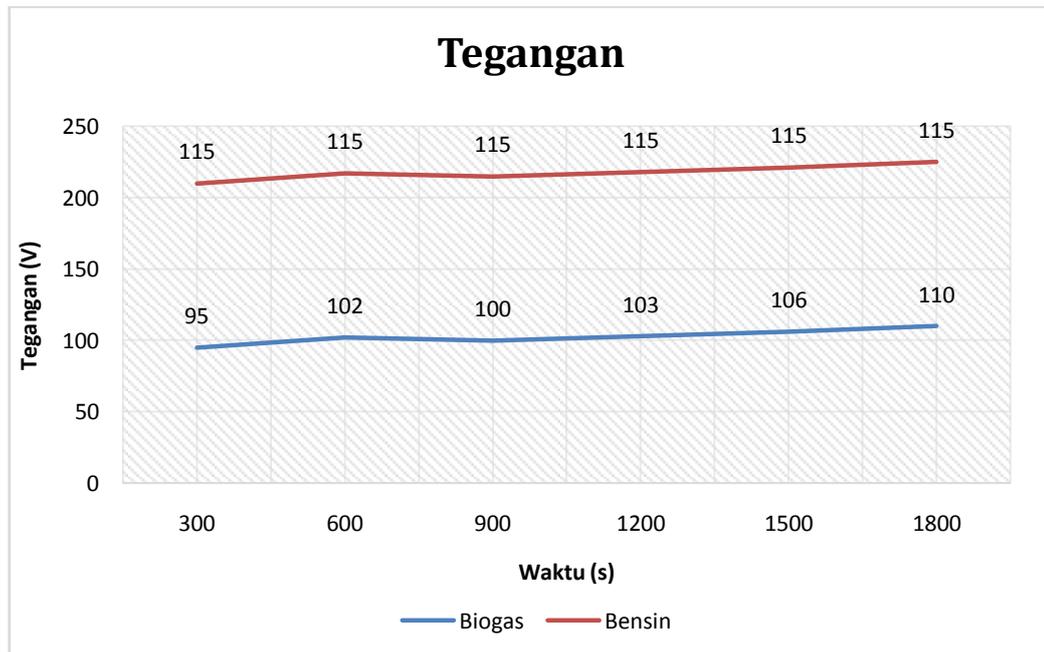
E_a	= ggl induksi (Volt)	ϕ_{maks}	= Fluks magnetik (weber)
f	= Frekuensi (Hz)	V	= Tegangan Terminal (Volt)
n	= Putaran (rpm)	X_s	= Resistansi Sinkron
C	= Konstanta	R_a	= Resistansi jangkar

Sumber : Prih, dkk, 2008

b. Pengukuran Genset Berbeban

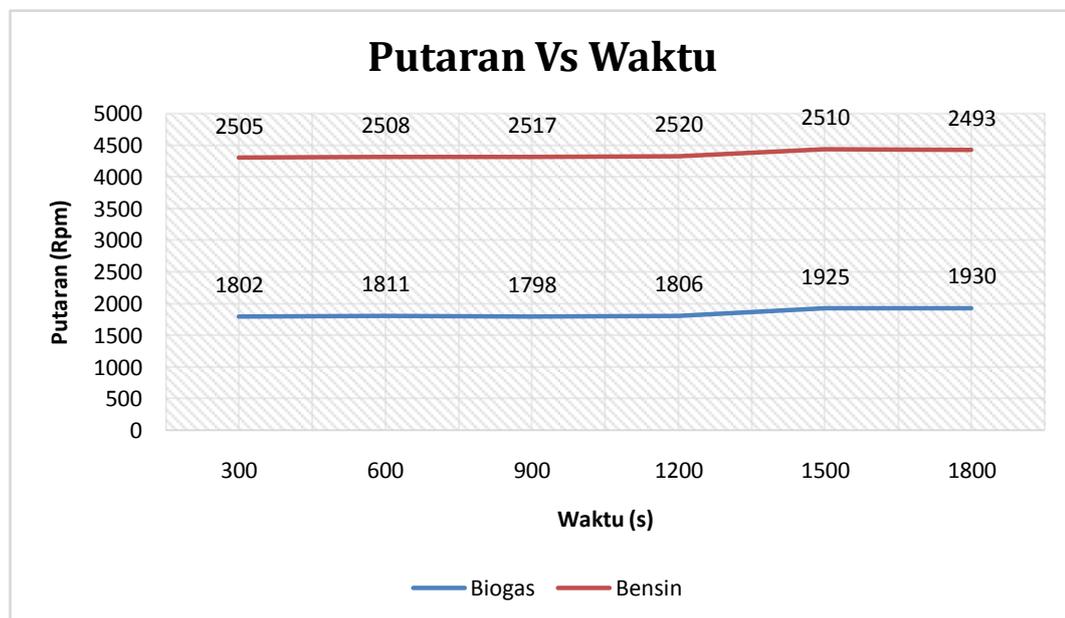
DATA Bensin dan Biogas								
Beban (Watt)	Bahan Bakar	Hasil Pembacaan Unit Instrumentasi	Waktu					
			15	30	45	60	75	90
25 Watt	Bensin	Tegangan (V)	115	115	115	115	115	115
		PutaranMesin (RPM)	2505	2508	2517	2520	2510	2493
		Arus(A)	0,06	0,05	0,04	0,05	0,06	0,05
	Biogas	Tegangan (V)	95	102	100	103	106	110
		PutaranMesin (RPM)	1802	1811	1798	1806	1925	1930
		Arus(A)	0,04	0,05	0,04	0,03	0,06	0,07

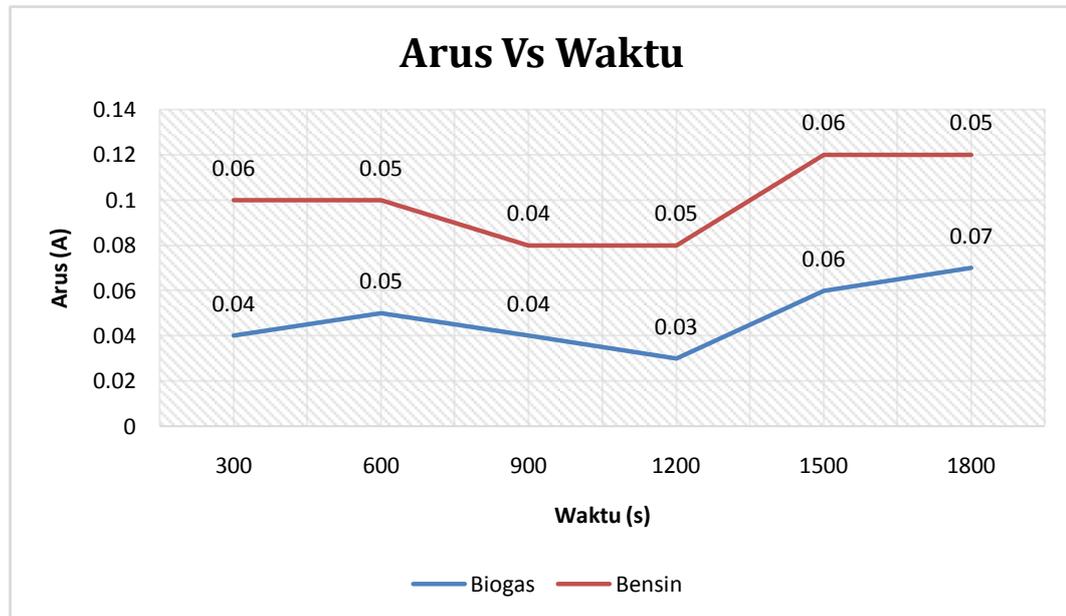
Tabel 4.6 Data hasil pengujian untuk beban 25 watt



Gambar 4.5 Grafik Tegangan Pada Beban 25 Watt

Gambar 4.6 Grafik Putaran Berbeban 25 watt





Gambar 4.7 Grafik Arus Berbeban 25 watt

Dari gambar 4.5, 4.6 dan 4.7 dijelaskan bahwa pada saat mesin menggunakan bahan bakar bensin, putaran mencapai 2520 rpm dan tegangan yang terjadi adalah 115 volt dan bahwa pada saat mesin menggunakan bahan bakar biogas, putaran yang terjadi mencapai 1930 rpm dan tegangannya adalah 110 volt.

Untuk bahan bakar biogas dengan beban 25 Watt, tegangan yang dihasilkan ditunjukkan pada tabel 4.6 berikut:

Dari gambar 4.5 dijelaskan bahwa pada saat mesin menggunakan bahan bakar biogas, putaran yang terjadi mencapai 1930 rpm dan tegangannya adalah 110 Volt.

Dari gambar 4.5, 4.6 dan 4.7 diperoleh perbandingan yaitu:

- Pada saat genset diberi beban 25 watt, putaran maupun tegangan yang dihasilkan lebih besar dan stabil dengan menggunakan bahan bakar bensin.
- Putaran Generator set berbanding lurus dengan tegangan terminal atau output.

4.5 Nilai Investasi Pembuatan Biogas

Listrik yang dihasilkan dari PLTBio kemudian dapat digunakan untuk menunjang aktivitas kewirausahaan dan aktivitas ekonomi diantaranya adalah untuk penerangan, alat penunjang PLTBio, dan kebutuhan listrik untuk unit kompresi.

Untuk memperoleh listrik 1000 W diperkirakan membutuhkan kotoran dari 5-6 sapi dimana diasumsikan bahwa per hari, 1 ekor sapi menghasilkan kotoran 25 kg. Analisis mengenai kebutuhan sapi dan kotoran sapi untuk menghasilkan listrik 1000 W dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 4.7 Analisis kebutuhan kotoran sapi untuk menghasilkan listrik 1000 W

Jumlah Sapi	5 - 6 ekor
Volume digester total	6 m ³ atau 6000 liter
Masukan kotoran perhari	50 kg
Masa bahan kering kotoran	10 kg
Volume digester yang terisi kotoran	1,8 m ³
Kebutuhan digester total	3,6 m ³
Perkiraan Hasi Biogas	2,4 m ³ /hari
Perkiraan hasil methane	1,2m ³ /hari

Berdasarkan sumber Departemen Pertanian, konversi biogas menjadi energi listrik 1 m³ biogas sama dengan 4,7 kWh jadi 2,4 m³ biogas setara dengan 11,3 kWh. atau bagi Genset 1 KVA (1000 watt) akan menyala 11 jam 18 menit.

Tabel 4.8 Penggunaan biogas untuk rumah tinggal dengan daya 1000 watt

No	Bahan	Harga satuan	Keterangan
1	Pembuatan Digester 6000L	Rp. 6.300.000	6 tahun
2	Penampungan (plastik)	Rp. 100.000	
3	Generator Set HL-1500 LX 1000 watt	Rp. 2.300.000	7 tahun
4	Inverter sp 300ch 12 volt 20 ampere	Rp. 1.670.000,-	
6	Bahan – Bahan Lainnya	Rp. 1.000.000	
		Rp. 11.370.000	

Jadi jika harga listrik dari PLN 1KWh = Rp. 605 per kWh dengan batas daya 900 VA

Tabel 4.9 Analisa PLTBio dengan PLN

1 KWh PLN dengan batas daya 900VA	Rp. 605 ,-
Asumsi jika daya maksimal PLN	880 watt
Asumsi jika pemakaian beban maksimal 11 jam 18 menit	290,4 kWh perbulan
Pembayaran listrik PLN perbulan	Rp. 196.000
Jika pembuatan PLTBio dengan kapasitas 6000L	Rp. 11.370.000
Asumsi modal terbayar	7 tahun

Tabel 4.10 Perbandingan PLTBio dengan PLN

Thn	Alat yang diperbaharui untuk PLTBio	Perkiraan Biaya Kumulatif (Rp) Biogas	Alat yang diperbaharui untuk PLN	Perkiraan Biaya Kumulatif (Rp) PLN
1	Plastik penampungan	Rp. 11.370.000		Rp. 2.352.000
2	Plastik penampungan	Rp. 11.470.000		Rp. 4.704.000
3	Plastik penampungan	Rp. 11.570.000		Rp. 7.056.000
4	Plastik penampungan	Rp. 11.670.000		Rp. 9.408.000
5	Plastik penampungan	Rp. 11.770.000		Rp. 11.760.000
6	Plastik penampungan	Rp. 11.870.000		Rp. 14.112.000
7	Plastik penampungan dan digester	Rp. 18.270.000		Rp. 16.464.000
8	Plastik penampungan dan Generator set	Rp. 20.570.000		Rp. 18.816.000
9	Plastik penampungan	Rp. 20.670.000		Rp. 21.168.000
10	Plastik penampungan	Rp. 20.770.000		Rp. 23.520.000
11	Plastik penampungan	Rp. 20.870.000		Rp. 25.872.000
12	Plastik penampungan	Rp. 20.970.000		Rp. 28.224.000
13	Plastik penampungan dan digester	Rp. 27.370.000		Rp. 30.576.000
14	Plastik penampungan dan Generator set	Rp. 29.770.000		Rp. 32.928.000
15	Plastik penampungan	Rp. 29.870.000		Rp. 35.280.000