

LAMPIRAN I
DATA PENELITIAN

Tabel 12. Data Harian *Digester*

No.	Hari ke-	Suhu (°C)	Perbandingan Ketinggian Manometer (cm)
1.	5	37	-
2.	6	36	-
3.	7	37	-
4.	8	35	-
5.	9	34	149
6.	10	34	149
7.	11	34	148
8.	12	34	145
9.	13	34	147
10.	14	33	144
11.	15	32	143
12.	16	33	144
13.	17	33	145
14.	18	32	147
15.	19	33	149
16.	20	32	150
17.	21	33	150
18.	22	34	150
19.	23	34	149
20.	24	34	149
21.	25	34	149

Tabel 13. Data Hasil Analisa *Volatile Solid*

No	Hari ke-	Suhu (°C)	<i>Digester</i>					<i>Overflow</i>				
			SBP		STP		Vf + Vm (liter)	SBP		STP		Vf + Vm (liter)
			m (gr)	Vf (l)	m (gr)	Vm (l)		m (gr)	Vf (l)	m (gr)	Vm (l)	
1	5	37	10,05	0,10	0,30	0,0102	0,1102	10,14	0,13	0,06	0,0106	0,1360
2	6	36	10,05	0,10	0,30	0,0102	0,1102	10,10	0,13	0,06	0,0105	0,1380
3	7	37	10,05	0,10	0,30	0,0102	0,1102	10,00	0,13	0,05	0,0104	0,1374
4	8	35	10,05	0,10	0,30	0,0102	0,1102	10,12	0,13	0,05	0,0105	0,1397
5	9	34	10,28	0,10	0,35	0,0104	0,1104	10,08	0,13	0,05	0,0105	0,1373
6	10	34	10,30	0,12	0,32	0,0105	0,1305	10,22	0,15	0,05	0,0107	0,1637
7	11	34	10,12	0,13	0,30	0,0103	0,1403	10,12	0,17	0,04	0,0106	0,1773
8	12	34	10,26	0,12	0,30	0,0104	0,1304	10,22	0,15	0,04	0,0107	0,1642
9	13	34	10,14	0,12	0,28	0,0103	0,1303	10,17	0,15	0,04	0,0106	0,1648
10	14	33	10,10	0,14	0,27	0,0103	0,1503	10,15	0,18	0,03	0,0106	0,1904
11	15	32	10,18	0,13	0,22	0,0104	0,1404	10,21	0,17	0,03	0,0107	0,1764
12	16	33	10,04	0,10	0,19	0,0103	0,1103	10,08	0,13	0,03	0,0105	0,1381
13	17	33	10,08	0,11	0,18	0,0104	0,1204	10,03	0,14	0,03	0,0105	0,1493
14	18	32	10,18	0,12	0,16	0,0105	0,1305	10,10	0,15	0,03	0,0105	0,1611
15	19	33	10,20	0,10	0,15	0,0105	0,1105	10,18	0,13	0,03	0,0106	0,1371
16	20	32	10,11	0,11	0,14	0,0104	0,1204	10,14	0,14	0,03	0,0106	0,1503
17	21	33	10,22	0,12	0,14	0,0106	0,1306	10,24	0,15	0,03	0,0107	0,1628
18	22	34	10,10	0,10	0,12	0,0105	0,1105	10,08	0,13	0,03	0,0105	0,1370
19	23	34	10,00	0,10	0,11	0,0104	0,1104	10,10	0,13	0,03	0,0106	0,1385
20	24	34	10,18	0,10	0,09	0,0106	0,1106	10,15	0,13	0,03	0,0106	0,1367
21	25	34	10,17	0,10	0,09	0,0106	0,1106	10,08	0,12	0,02	0,0105	0,1305

Keterangan :

SBP : Sebelum Pemanasan

STP : Setelah Pemanasan

V_f : Volume FiltratV_m : Volume H₂O yang Menguap

Tabel 14. Analisa Kandungan Biogas

No	Hari ke	H ₂ (%mol)	CO ₂ (%mol)	O ₂ (%mol)	N ₂ (%mol)	CH ₄ (%mol)	GHV btu/cuft
1.	10	0,05	42,93	1,07	7,68	47,16	511
2.	16	0,04	39,31	0,93	7,95	51,37	519
3.	20	0,02	37,46	0,92	7,98	53,22	528
4.	22	0,03	37,52	0,96	7,92	53,16	527
5.	24	0,04	37,53	0,97	7,89	53,16	527

LAMPIRAN II PERHITUNGAN

1. Menghitung Konsentrasi *Volatile Solid* (VS) setelah proses degradasi

a. *Digester*

$$\text{Massa VS} = 9,93 \text{ gr} = 9930 \text{ mg}$$

$$\text{Volume VS} = 0,1104 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi VS } \textit{Digester} &= \frac{9930 \text{ mg}}{0,1104 \text{ liter}} \\ &= 89945 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

b. *Overflow*

$$\text{Massa VS} = 10,03 \text{ gr} = 10030 \text{ mg}$$

$$\text{Volume VS} = 0,1373 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi VS } \textit{Overflow} &= \frac{10030 \text{ mg}}{0,1373 \text{ liter}} \\ &= 73033 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi VS Akhir} &= \text{Konsentrasi VS } \textit{Digester} - \text{Konsentrasi VS } \textit{Overflow} \\ &= 89945 \text{ mg/l} - 73033 \text{ mg/l} \\ &= 16913 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

2. Menghitung Konstanta Kecepatan Degradasi

Persamaan laju reaksi dalam proses penguraian senyawa organik secara anaerob dapat didekati dengan model *first order reaction*.

$$\frac{dc}{dt} = kC$$

$$\frac{dc_0}{dc_t} = kt$$

$$\ln C_0 - \ln C_t = kt$$

$$\ln C_A = kt$$

$$\text{Sehingga, } k = \frac{\ln C_A}{T}$$

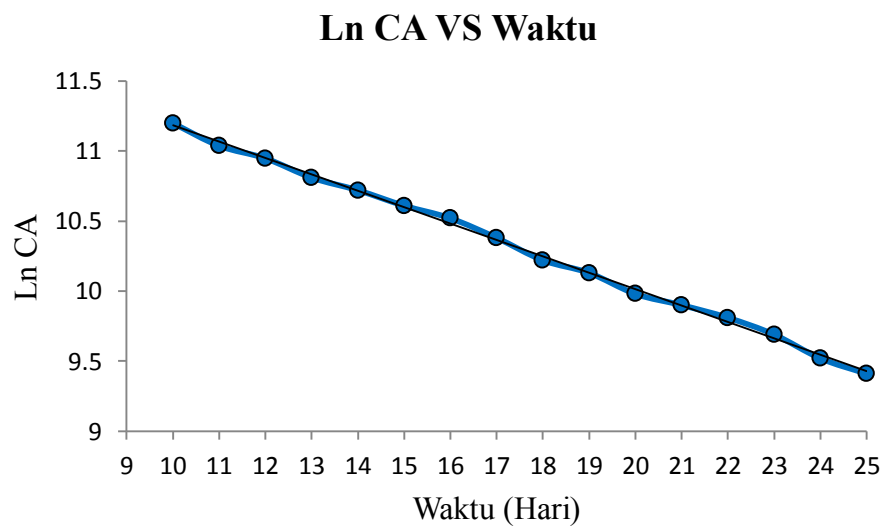
Untuk perhitungan $\ln C_A$ dilakukan dengan cara :

$$\ln C_A = \ln C_0 - \ln C_t$$

$$\begin{aligned}
 \ln C_A &= \ln (89945) - \ln (16913) \\
 &= \ln 73032 \\
 &= 11,20
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama untuk hari ke-10 sampai hari ke-25 dapat dibawah ini.

Hari Ke-	$\ln C_{A0} - \ln C_A$
10	11,20
11	11,04
12	10,95
13	10,81
14	10,72
15	10,61
16	10,52
17	10,38
18	10,22
19	10,13
20	9,98
21	9,90
22	9,81
23	9,69
24	9,52
25	9,41



Gambar 17. Grafik $\ln C_A$ terhadap Waktu

Dari grafik $\ln C_A$ VS waktu didapatkan garis lurus yang linier sehingga pada proses ini harga konstanta kecepatan degradasi dalam proses penguraian senyawa organik secara anaerob menggunakan orde reaksi 1. Menurut Gunnerson and Stucky (1986), harga k dapat didekati dengan persamaan :

$$k = 0,8 + (0,0016 \cdot e^{0,06 \cdot S_0})$$

$$S_0 = \text{Konsentrasi Volatile Solid (kg/m}^3\text{)}$$

Setelah proses degradasi, didapatkan kandungan volatile solid sebesar 18,8 %, sehingga,

$$\begin{aligned} &= \frac{18,8 \% \times 7,5 \text{ Kg}}{15 \text{ Liter}} \\ &= 0,094 \text{ Kg/liter} \\ &= 94 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} k &= 0,8 + (0,0016 \cdot e^{0,06 \cdot S_0}) \\ &= 0,8 + (0,0016 \cdot e^{0,06 \cdot 94}) \\ &= 0,8 + (0,0016 \cdot 281) \\ &= 1,250 \text{ dt}^{-1} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka harga konstanta kecepatan degradasi setiap hari kondisi steady state dapat ditabulasikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Tabulasi Hasil Perhitungan Konstanta Kecepatan Degradasi

No.	Hari Ke-	Konstanta Kecepatan Degradasi (dt^{-1})
1.	5	0,841
2.	6	0,856
3.	7	0,877
4.	8	0,893
5.	9	1,250
6.	10	1,250
7.	11	1,250
8.	12	1,250
9.	13	1,242
10.	14	1,242
11.	15	1,230
12.	16	1,214
13.	17	1,216
14.	18	1,221

15.	19	1,221
16.	20	1,242
17.	21	1,242
18.	22	1,250
19.	23	1,250
20.	24	1,250
21.	25	1,250

3. Menghitung Volume Gas Metana dan Volume Gas Biogas yang dihasilkan

$$V_s = \frac{B_0 \times S_0}{HRT} \times \left(1 - \frac{k}{((HRT \times \mu_m) - 1) + k} \right) \dots\dots\dots(1)$$

Dimana,

$$\mu_m = 0,013 (T) - 0,129 \dots\dots\dots(2)$$

$$V_s = \frac{V_g \text{ (volume biogas, m}^3\text{)}}{VR \text{ (volume slurry dalam digester, m}^3\text{ volume slurry)}} \dots\dots\dots(3)$$

Sehingga,

$$k = 1,250$$

$$B_0 = 0,2 \text{ m}^3 \text{ gas metana / kg volatile solid}$$

$$HRT = 9 \text{ hari}$$

$$T = 34 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \mu_m &= 0,013 (T) - 0,129 \\ &= 0,013 (34) - 0,129 \\ &= 0,306 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{B_0 \times S_0}{HRT} \times \left(1 - \frac{k}{((HRT \times \mu_m) - 1) + k} \right) \\ &= \frac{(0,2) \times (94)}{9} \times \left(1 - \frac{1,250}{((9 \times 0,306) - 1) + 1,250} \right) \\ &= (2,04) \times \left(1 - \frac{1,250}{3,07} \right) \\ &= (2,04) \times (1 - 0,41) \\ &= 1,211 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ volume slurry} \end{aligned}$$

Dari harga volume spesifik gas metana & volume *digester* yang disiapkan didapat volume gas perhari yang diproduksi :

$$\begin{aligned} V_g &= V_s \times V_R \\ &= 1,211 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ volume } \textit{slurry} \times 1,5 \text{ m}^3 \text{ volume } \textit{slurry} \\ &= 1,817 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dari data desain, untuk menghidupkan listrik 0,3 kW, Maka diperlukan volume bioga sebesar 1,83 m³, sehingga

$$1,83 \text{ m}^3 = 0,3 \text{ kW}$$

$$1,81 \text{ m}^3 = x \text{ kW}$$

$$\text{Sehingga, } \frac{1,83 \text{ m}^3}{1,81 \text{ m}^3} = \frac{0,3 \text{ kW}}{x}$$

$$0,543 \text{ kW} = 1,83 \times$$

$$x = \frac{0,543 \text{ kW}}{1,83}$$

$$= 0,296 \text{ kW}$$

Dengan cara yang sama, volume biogas, dan daya yang dihasilkan pada setiap hari kondisi steady state dapat ditabulasikan pada Tabel 16.

No.	Hari Ke-	Volume Biogas via Volatile Solid (m ³)	Daya yang Dihasilkan (kW)
1.	5	1,182	0,194
2.	6	1,287	0,211
3.	7	1,316	0,216
4.	8	1,340	0,220
5.	9	1,817	0,298
6.	10	1,817	0,298
7.	11	1,817	0,298
8.	12	1,817	0,298
9.	13	1,814	0,297
10.	14	1,814	0,297
11.	15	1,812	0,297
12.	16	1,808	0,296
13.	17	1,808	0,296
14.	18	1,809	0,297

15.	19	1,809	0,297
16.	20	1,814	0,297
17.	21	1,814	0,297
18.	22	1,817	0,298
19.	23	1,817	0,298
20.	24	1,817	0,298
21.	25	1,817	0,298

4. Menghitung Tekanan pada Manometer

$$\text{Dik : } \rho \text{ air} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$h = 149 \text{ cm} = 1,49 \text{ m}$$

$$P = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ N/m}^2$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} P &= (\rho \times g \times h) + P \text{ atm} \\ &= (1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 1,50 \text{ m}) + 101325 \text{ N/m}^2 \\ &= 14700 \text{ N/m}^2 + 101325 \text{ N/m}^2 \\ &= 1,14 \text{ atm} \end{aligned}$$

5. Menghitung Volume Biogas Aktual

$$\text{Dik : Desain Volume Biogas (V}_1) = 0,50 \text{ m}^3$$

$$\text{Tekanan Gas Manometer (P}_1) = 1,14 \text{ atm}$$

$$\text{Tekanan Gas Digester (P}_2) = 1 \text{ atm}$$

$$\text{Dit : Volume Gas yang dihasilkan (V}_2)$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} P_1 \times V_1 &= P_2 \times V_2 \\ 1,14 \times 0,50 &= 1,00 \times V_2 \\ V_2 &= 0,57 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Untuk volume 1,83 m³ pengambilan data sebanyak

$$n = \frac{1,8}{0,57 \text{ m}^3} = 3 \text{ kali}$$

Sehingga volume biogas pada kondisi *steady state* adalah

$$\begin{aligned} V &= 3 \times 0,57 \text{ m}^3 \\ &= 1,716 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka volume biogas dari pembacaan manometer dapat ditabulasikan pada Tabel 17.

Tabel 17. Tabulasi Volume Biogas Dari Pembacaan Manometer

No	Hari ke-	Biogas yang dihasilkan (m ³)
1	9	1,716
2	10	1,715
3	11	1,710
4	12	1,713
5	13	1,709
6	14	1,707
7	15	1,709
8	16	1,710
9	17	1,713
10	18	1,716
11	19	1,716
12	20	1,718
13	21	1,718
14	22	1,716
15	23	1,716
16	24	1,716
17	25	1,716

LAMPIRAN III DOKUMENTASI



Gambar 22. Pengaturan Peletakkan *Digester*



Gambar 23. Pengecekan Kebocoran *Digester*



Gambar 24. Pengecetan *Digester*



Gambar 25. *Digester Fixed Dome Type*



Gambar 26. Pengambilan Bahan Baku



Gambar 27. Pengadukan Kotoran Sapi



Gambar 28. Pemasukkan Bahan Baku
Kedalam *Digester*



Gambar 29. *Mikroorganisme Green Phoskko 7*



Gambar 30. Penambahan Air Bahan
Baku



Gambar 31. Uji Nyala Biogas



Gambar 32. Pengambilan Biogas



Gambar 33. Uji Nyala Genset



Gambar 34. Pengambilan Sampel



Gambar 35. Sampel Analisa *Volatile Solid*