

BAB IV

PERANCANGAN, PEMBUATAN, DAN PENGUJIAN

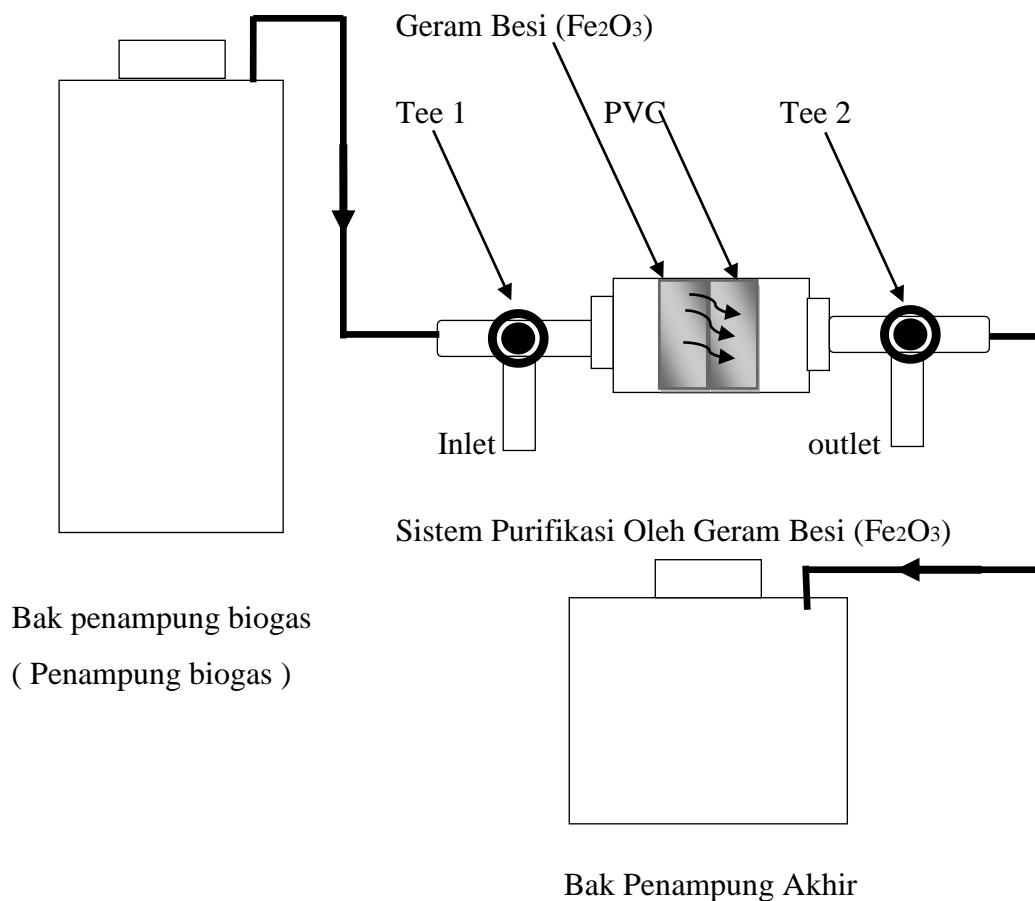
4.1 Perancangan Model Alat Pemurnian Biogas Dengan Geram Besi

Berdasarkan rancangan awal penggunaan bahan geram besi sebagai alat pemurnian biogas terhadap gas korosif yaitu H₂S baik menggunakan (Fe₂O₃) maupun (Fe(OH)₃) sangatlah reaktif terhadap H₂S, dengan demikian (Fe₂O₃) maupun (Fe(OH)₃) dapat bereaksi dengan H₂S yang terdapat dalam biogas ketika biogas mengalir melewati alat purifikasi. Sehingga pada tahap awal baik (Fe₂O₃) maupun (Fe(OH)₃) mampu lebih banyak menangkap H₂S namun berikutnya ketika volume biogas mendekati 300 liter mulai terjadi penurunan kadar H₂S, diakibatkan karena pada tahap ini (Fe₂O₃) maupun (Fe(OH)₃) yang sudah menangkap H₂S sudah mengandung besi sulfida (Fe₂S₃) dan uap air (H₂O) yang cukup banyak yang akhirnya membentuk air menutupi hampir seluruh bagian geram besi (Komang, 2012). H₂S tidak akan reaktif lagi terhadap (Fe₂O₃) maupun (Fe(OH)₃) karena terlalu banyak (Fe₂S₃) dan air (H₂O) akibatnya performansi penurunannya semakin menurun. Agar (Fe₂O₃) maupun (Fe(OH)₃) dapat kembali bereaksi terhadap H₂S dan proses pemurnian dapat kembali berlangsung maka perlu dilakukan proses pembilasan yaitu dengan cara melakukan kembali oksidasi terhadap bahan bilet geram besi (Fe₂O₃).

4.1.1 Sistem Kerja Alat Pemurnian Biogas dengan Geram Besi (Fe₂O₃)

Sudah diketahui bahwasannya biogas memiliki bermacam – macam kandungan gas yang menghambat efisiensi dari proses pembakaran berbahan bakar biogas dan juga terdapat gas beracun di dalamnya. Salah satu kandungan gas yang beracun dan sekaligus bersifat korosif yang terkandung di dalam biogas adalah Hidrogen Sulfida (H₂S). Hidrogen Sulfida (H₂S) dapat menyebabkan hal buruk bagi lingkungan yang dapat menyebabkan korosi pada benda logam. Sehingga parameter yang digunakan dalam perancangan ini adalah penurunan :

kadar hidrogen sulfida (H_2S) yang bersifat korosif sebagai salah satu kandungan dari biogas tersebut. Dengan cara dilakukannya *treatment* atau perlakuan pemurnian menggunakan alat pemurnian biogas. Metode yang digunakan adalah purifikasi dengan menggunakan adsorbden berupa geram besi (Fe_2O_3). Sehingga pada tahap ini setelah dilakukan beberapa studi literatur mengenai bentuk dan model alat pemurnian biogas terhadap gas hidrogen sulfida (H_2S), maka diperoleh bentuk dan skema rancangan alat pemurnian biogas yang efektif dengan menggunakan geram besi (Fe_2O_3) secara aliran dengan bentuk skema gambar 4.1 .



Gambar 4.1 Skema rancangan alat pemurnian biogas terhadap Hidrogen Sulfida (H_2S)

Skema aliran yang terjadi dalam alat pemurnian biogas ini adalah sebagai berikut :

- a. Pada awalnya biogas yang berada pada penampungan awal mengalir melalui pipa penyalur menuju mulut pipa alat pemurnian (inlet) lalu langsung menuju ke alat purifikasi berbahan geram besi (Fe_2O_3) yang telah di letakan di dalam pipa tersebut.
- b. Saat terjadi purifikasi akan dengan sendirinya terjadi reaksi kimia dengan sifat geram besi (Fe_2O_3) yang sangat reaktif terhadap gas hidrogen sulfida (H_2S).
- c. Setelah melewati alat pemurnian dengan metode purifikasi tersebut diharapkan biogas yang keluar melalui outlet pipa pemurnian akan terbebas atau minim dari kandungan gas hidrogen sulfida (H_2S) sehingga dapat meminimalisir terjadinya dampak buruk yaitu korosi pada bagian alat pembakaran seperti kompor dll.

4.2 Perancangan dan Perhitungan Alat pemurnian Biogas

Perancangan dan perhitungan alat meliputi perhitungan jumlah kapasitas biogas yang digunakan serta persentase penurunan kadar gas hidrogen sulfida (H_2S) (inlet dan outlet). Setelah kapasitas dan persentase penurunan didapatkan, maka dilakukan perancangan : Sistem perpipaan, letak bahan purifikasi (Fe_2O_3), perancangan posisi inlet dan outlet.

- a. *Head* kerugian gesek untuk pipa lurus (*hf mayor*)

Diketahui :

$$D = \frac{3}{4} \text{ inchi (pipa PVC)} = 0,019 \text{ m}$$

$$L = 320 \text{ mm} = 0,32 \text{ m (terlampir di perancangan)}$$

$$v = 0,9 \text{ m/s (diasumsikan)}$$

$$\lambda = 0,0027 \text{ (Sularso 1991)}$$

Dijawab :

$$hf = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$hf = 0,0027 \cdot \frac{0,32 \text{ m} \cdot (0,9^2)}{0,019 \text{ m} \cdot 2 \cdot (9,81)} = 1,87 \text{ m}$$

b. Kerugian pada belokan 90° (hf1)

Diketahui :

$$f = 1,129 \quad \text{(Sularso, 1991)}$$

$$v = 0,9 \text{ m/s} \quad \text{(diasumsikan)}$$

Dijawab :

$$hf = f \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$hf = 1,129 \cdot \frac{0,9^2}{2 \cdot (9,81)} = 0,046 \text{ m}$$

c. Kerugian pada sambungan Tee (hf2)

Diketahui :

$$f = 1,30 \quad \text{(Sularso, 1991)}$$

$$v = 0,9 \text{ m/s} \quad \text{(diasumsikan)}$$

Dijawab :

$$hf = f \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$hf = 1,30 \cdot \frac{0,9^2}{2 \cdot (9,81)} = 0,053 \text{ m}$$

d. Kerugian pada *ball valve* (h_{f3})

Asumsi : (*fully open ball valve*)

Diketahui :

$$f = 0.05 \quad (\text{open ball valve})$$

$$v = 0,9 \text{ m/s} \quad (\text{diasumsikan})$$

Dijawab :

$$h_f = f \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$h_f = 0,05 \cdot \frac{0,9^2}{2 \cdot (9,81)} = 0,002 \text{ m}$$

e. Kerugian pada *Globe Valve* (h_{f4})

Asumsi : (*fully open globe valve*)

Diketahui :

$$f = 10 \quad (\text{fluid piping system})$$

$$v = 0,9 \text{ m/s} \quad (\text{diasumsikan})$$

Dijawab :

$$h_f = f \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$h_f = 10 \cdot \frac{(0,9^2)}{2 \cdot (9,81)} = 0,414 \text{ m}$$

f. Kerugian pada ujung pipa (h_{f5})

Diketahui :

$$f = 1 \quad (\text{Sularso, 1991})$$

$$v = 0,9 \text{ m/s} \quad (\text{diasumsikan})$$

Dijawab :

$$h_f = f \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$h_f = 1 \cdot \frac{(0,9^2)}{2 (9,81)} = 0,044 \text{ m}$$

g. *Head loss* instalasi perpipaan

Diketahui :

$$h_{f \text{ mayor}} = 1,87 \text{ m}$$

$$h_{f \text{ minor}} : \quad h_{f \text{ minor}1} = 0,046 \text{ m}$$

$$h_{f \text{ minor}2} = 0,053 \text{ m}$$

$$h_{f \text{ minor}3} = 0,002 \text{ m}$$

$$h_{f \text{ minor}4} = 0,414 \text{ m}$$

$$h_{f \text{ minor}5} = 0,044 \text{ m}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} h_{f \text{ minor}} &= h_{f \text{ minor}1} + h_{f \text{ minor}2} + h_{f \text{ minor}3} + h_{f \text{ minor}4} + h_{f \text{ minor}5} \\ &= 0,046 \text{ m} + 0,053 \text{ m} + 0,002 \text{ m} + 0,414 \text{ m} + 0,044 \text{ m} \end{aligned}$$

$$h_{f \text{ minor}} = 0,559 \text{ m}$$

Maka,

$$\begin{aligned} h_{f \text{ total}} &= h_{f \text{ mayor}} + h_{f \text{ minor}} \\ &= 1,87 \text{ m} + 0,559 \text{ m} = 2,429 \text{ m} \end{aligned}$$

4.3 Proses Pembuatan

4.3.1 Alat dan Bahan Pembuatan

a) Alat

- | | |
|-----------------------------------|------------------|
| 1. Lem Pipa | 4. Solder |
| 2. Gergaji Besi (Pemotong Pipa) | 5. Alat Ukur |
| 3. Gunting | 6. <i>Marker</i> |


b) Bahan




- | | |
|---------------------------|----------|
| 1. Pipa PVC Ø¾ | (100 cm) |
| 2. Pipa PVC Ø2 | (20 cm) |
| 3. Selang Air Ø4 mm | (3 m) |
| 4. Tutup Pipa Ø¾ | (4 buah) |
| 5. <i>Tee Pipe</i> Ø¾ | (2 buah) |
| 6. <i>Reducer Pipe</i> Ø¾ | (2 buah) |



4.3.2 Langkah-langkah Pembuatan

Pembuatan alat dijelaskan pada tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Langkah-langkah Pembuatan

No.	Langkah-langkah	Alat dan Bahan yang digunakan
1	memotong pipa PVC Ø¾ menjadi 7 cm sebanyak 8 buah 	1. Pipa PVC Ø¾ 2. Meteran 3. Gergaji Besi (pemotong pipa)

2	<p>Memasang pipa PVC Ø$\frac{3}{4}$ yang telah dipotong ke <i>Reducer Pipe</i> Ø$\frac{3}{4}$</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Reducer Pipe</i> Ø$\frac{3}{4}$ 2. Lem Pipa
3	<p>Memasang pipa PVC Ø$\frac{3}{4}$ yang telah di potong ke <i>Tee Pipe</i> Ø$\frac{3}{4}$</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lem Pipa 2. <i>Tee Pipe</i> Ø$\frac{3}{4}$ 3. Pipa PVC Ø$\frac{3}{4}$
4	<p>Melubangi tutup pipa Ø$\frac{3}{4}$ untuk Input dan Output dan memasukkan selang air Ø4 mm sebagai saluran input dan output pada alat.</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Marker</i> 2. Tutup pipa Ø$\frac{3}{4}$ 3. Selang Air Ø4 mm

5	<p>Memasang <i>Reducer Pipe</i> Ø$\frac{3}{4}$ ke pipa PVC Ø2 dengan menghubungkan ke <i>Reducer Pipe</i> Ø$\frac{3}{4}$ lainnya</p> 	<ol style="list-style-type: none">1. <i>Reducer Pipe</i> Ø$\frac{3}{4}$2. Pipa PVC Ø2
6	<p>Selesai</p> 	

4.4 Proses Pembuatan Bahan

4.4.1 Alat dan Bahan

a) Alat

1. Alat tekan Hidrolik
2. Timbangan (gram)
3. Cetakan (60 mm)




b) Bahan



1. Geram Besi (Fe_2O_3)

4.4.2 Langkah- langkah Pembuatan

Alat dan bahan dijelaskan pada Tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Alat dan Bahan

No	Langkah – langkah	Alat dan Bahan
1		1. Geram Besi (Fe_2O_3)
2	Timbang geram besi dengan variasi berat 40, 50, 60, 70 (gram)  	1. Timbangan (gram)



		
3	<p>Cetak geram besi dengan cetakan geram besi yang telah di timbang dan tekan (<i>press</i>) menggunakan Alat tekan hidrolik (200 Psig)</p> 	<ol style="list-style-type: none">1. Alat tekan hidrolik2. Cetakan geram besi (Fe_2O_3) diameter 60 (mm)
4	<p>Selesai</p> 	



4.5 Proses Pengujian

4.5.1 Alat dan Bahan Pengujian

Alat dan bahan pengujian dijelaskan pada Tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Alat dan Bahan Pengujian


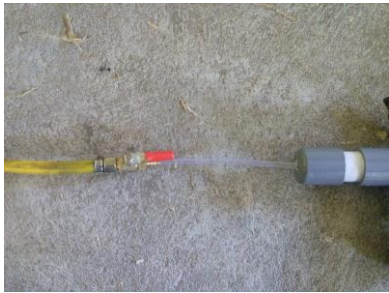

No	Alat dan bahan	Spesifikasi
Alat		
1	<p><i>Gas Analyzer/Kromatografi (Simadzu GC-2010 plus)</i></p> 	<p>Pengujian sample dilakukan di Lab. Pengelolaan Limbah Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.</p>
2	<p><i>Vacuum Tube (5ml)</i></p> 	<p><i>Vacuum Tube</i> dengan volume 5 ml (5 buah) dengan 4 variasi perlakuan dan 1 non variasi (biogas mentah)</p>

3	<p>Suntikan</p> 	Volume (5 ml)
4	<p><i>Extech HD350 Pitot Tube Anemometer & Manometer</i></p> 	<p>K. Tekanan : 0,7252 psi Tekanan max : 10 psi Resolusi max : 0,0001 psi Dasar akurasi : $\pm 0,3\%$ FS Linearitas : $\pm 0,29$ FS Ft/menit : 200-15733</p>
Bahan		
1	Biogas	<p>Penelitian dilaksanakan di Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya (P4S) Pandan Mulyo, Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta.</p>





4.5.2 Langkah-langkah Pengujian

Proses pengujian dijelaskan pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Alat dan Bahan Pengujian

No	Pengoprasian Alat dan Bahan	Penjelasan
1	Biogas (Kotoran Sapi) 	Pastikan biogas telah terisi dan siap digunakan untuk melakukan pengujian.
2	Saluran masuk (Inlet) 	Pasang selang kompresor biogas ke selang saluran masuk (inlet)
3	Memasukan bahan uji geram besi (Fe_2O_3) 	Memasukan bahan uji geram besi (Fe_2O_3) ke alat uji dengan variasi yang telah ditentukan dan pasang pipa pada alat uji untuk dilakukan pengujian

4	<p>Pengoprasian alat uji selama 20 menit</p> 	<p>Pengoprasian alat uji dengan variasi bahan geram besi (Fe_2O_3) dialirkan biogas selama 20 menit di setiap variasi bahan.</p> <p>Pengukuran dalam Kecepatan Aliran di setiap variasi menggunakan alat <i>Extech HD350 Pitot Tube Anemometer & Manometer</i>.</p>
5	<p>Hasil pengukuran kecepatan kompresor biogas</p> 	<p>Kecepatan awal 40,31 m/s</p>
6	<p>Hasil pengukuran kecepatan dengan variasi berat geram besi (Fe_2O_3)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>(40 gram)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(50 gram)</p> </div> </div>	<p>Kecepatan aliran biogas dengan variasi berat yang telah di tentukan :</p> <p>40 gram : 21,78 m/s 50 gram : 18,46 m/s 60 gram : 11,97 m/s 70 gram : 7,66 m/s</p>

	 <p>(60 gram) (70 gram)</p>	
7	<p>Pengambilan sample biogas</p> 	<p>Memasukan Suntikan ke saluran keluar (outlet) sebanyak 5 ml biogas.</p>
8	<p>Memasukan sample ke <i>Vacum Tube</i></p> 	<p>Memasukan sample biogas ke <i>Vacum Tube</i> sebanyak 5 ml.</p>
9	<p>Selesai</p> 	<p>5 jenis variasi sample yang didapat.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Murni 2. 40 gram 3. 50 gram 4. 60 gram 5. 70 gram

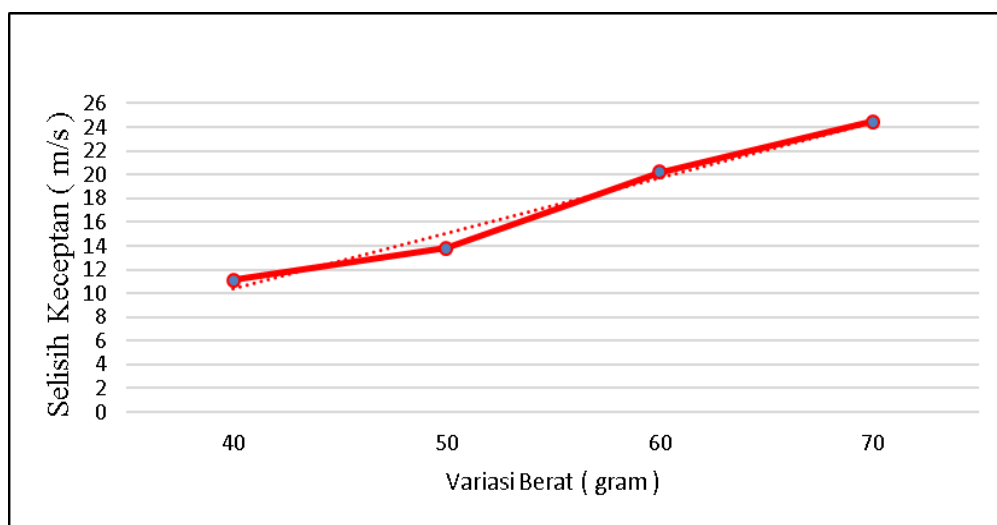
4.6 Hasil Pengujian

4.6.1 Hasil Pengujian Kecepatan aliran

Hasil Pengujian Alat Pada Perubahan Kecepatan Aliran disampaikan pada Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Alat

No	Variasi Pengujian	Kecepatan Awal (m/s)	Kecepatan Akhir (m/s)	Selisih Kecepatan
1	40 gram geram besi (Fe_2O_3)	32,91 m/s	21,78 m/s	11,13 m/s
2	50 gram geram besi (Fe_2O_3)	32,27 m/s	18,46 m/s	13,81 m/s
3	60 gram geram besi (Fe_2O_3)	32,18 m/s	11,97 m/s	20,21 m/s
4	70 gram geram besi (Fe_2O_3)	32,13 m/s	7,66 m/s	24,47 m/s



Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Terhadap Perubahan Kecepatan Aliran

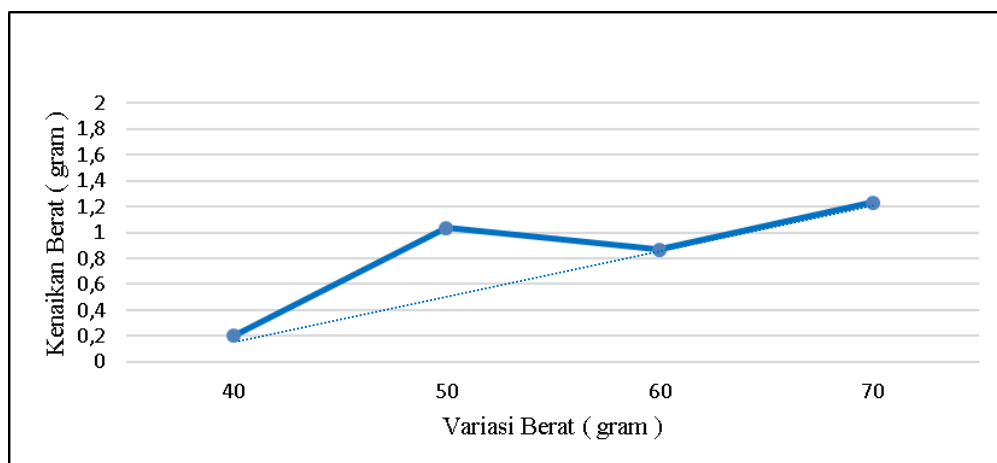
Pada hasil pengujian kecepatan aliran pada alat pemurnian biogas, terjadi penurunan kecepatan aliran pada setiap variasi pengujian yang dilakukan dimana semakin besar variasi pengujian yang dilakukan maka semakin besar pula selisih perubahan kecepatan yang terjadi.

4.6.2 Hasil Pengujian Berat Geram Besi (Fe₂O₃)

Hasil Pengujian Alat Pada Perubahan Berat disampaikan pada Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Alat

No	Berat Geram Besi (gram)		Kenaikan berat (gram)	Waktu Aliran biogas (menit)
	Sebelum	Sesudah		
1	40,8174 gram	41,0203 gram	0,2029 gram	20 menit
2	50,0681 gram	51,1052 gram	1,0371 gram	20 menit
3	60,0895 gram	60,9553 gram	0,8658 gram	20 menit
4	70,0616 gram	71,2934 gram	1,2318 gram	20 menit



Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Terhadap Perubahan Berat Geram Besi (Fe₂O₃)

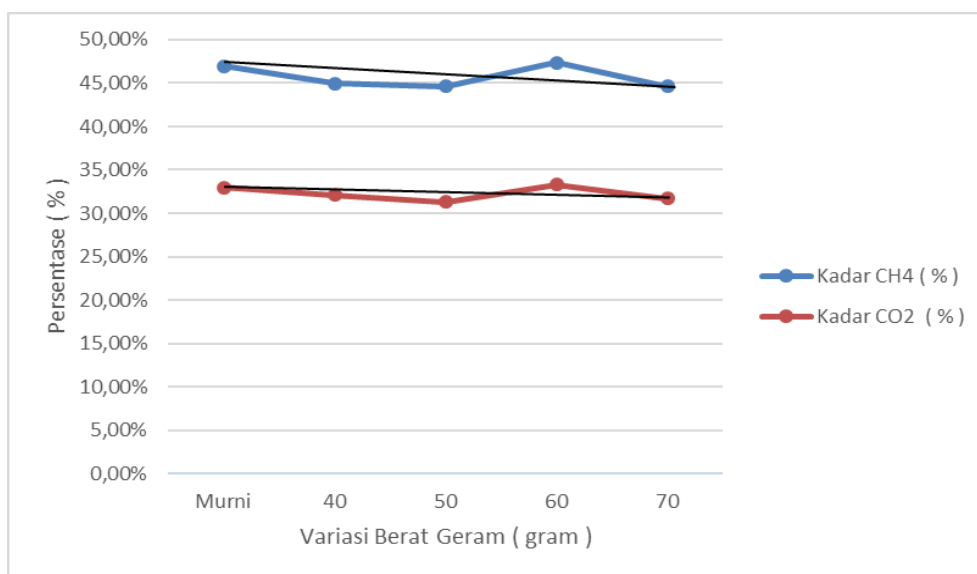
Kenaikan berat geram besi (Fe₂O₃) yang terjadi karena adanya proses korosi pada bahan uji disebabkan adanya reaksi kimia yang terjadi yaitu $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{Fe}_2\text{S}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ dimana akan terjadi kenaikan berat serta mengurangi kandungan H₂S pada biogas tersebut.

4.6.3 Hasil Pengujian

Hasil Pengujian Alat disampaikan pada Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.15 Hasil Pengujian Alat

No	Variasi Pengujian	Kadar CH ₄ (%)	Kadar CO ₂ (%)
1	Murni (biogas Mentah)	46,95 %	32,96 %
2	40 gram geram besi (Fe ₂ O ₃)	44,97 %	32,12 %
3	50 gram geram besi (Fe ₂ O ₃)	44,61 %	31,31 %
4	60 gram geram besi (Fe ₂ O ₃)	47,37 %	33,30 %
5	70 gram geram besi (Fe ₂ O ₃)	44,60 %	31,73 %



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Variasi Berat Geram Besi (Fe₂O₃) terhadap Kadar CH₄ dan CO₂

Pada grafik 4.3 diatas menunjukkan bahwa semakin berat variasi geram besi yang dilakukan maka kandungan CH₄ mengalami penurunan meski tidak terlalu signifikan dan kandungan CO₂ cenderung stabil. Hal ini disebabkan karena Fe₂O₃ tidak mengalami reaksi secara reaktif terhadap CH₄ dan CO₂ karena Fe₂O₃ lebih reaktif terhadap Hidrogen Sulfida (H₂S) sesuai dengan tujuan penelitian.