



---

**PERANCANGAN, PEMBUATAN, DAN PENGUJIAN ALAT  
PEMURNIAN BIOGAS DARI KANDUNGAN HIDROGEN SULFIDA  
(H<sub>2</sub>S) PADA METODE PURIFIKASI DENGAN LIMBAH GERAM BESI  
(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**

---

**Ahmad Nuril Huda**

**Program Studi Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**

**Jl. Lingkar Selatan, Kasihan, Tamantirto, Bantul, Yoga, Daerah Istimewa**

**Yogyakarta, 55183**

**Email : [nurielposthardcore@gmail.com](mailto:nurielposthardcore@gmail.com)**

---

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan memanfaatkan limbah gram besi dari proses pembubutan untuk digunakan memurnikan biogas dari pengotor gas *hydrogen sulfida* (H<sub>2</sub>S) dalam rangka mendukung promosi proses manufaktur dan industri tanpa limbah di dunia. Limbah gram besi dikumpulkan dan dipilih yang berbentuk spiral dan panjang. Setiap billet dicetak dengan tegangan 200 psig berukuran diameter 6 cm dengan variasi berat geram besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 40, 50, 60, dan 70 gram. Total billet yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 4 buah dengan variasi berat geram besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) yang telah ditentukan. Selama proses ini besi akan beraksi dengan biogas yang akan direaksikan dengan (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dimana gas (H<sub>2</sub>S) yang terdapat pada biogas akan bereaksi menghasilkan Fe<sub>2</sub>S<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>O. Geram besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sangatlah reaktif terhadap H<sub>2</sub>S dengan demikian dapat bereaksi dengan H<sub>2</sub>S yang terdapat dalam biogas. Hasil penelitian menunjukkan limbah gram besi dapat digunakan untuk menurunkan kadar H<sub>2</sub>S dalam biogas dengan adanya kenaikan geram besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) yang terjadi karena adanya reaksi kimia yang terjadi.

**Kata kunci :** Hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S), Geram besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Biogas

**Abstract**

This research is intended to utilize waste steel chips from the process of turning (process in which lathe machine is used) for purification of biogas from the gas of hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S) contaminant to support the promotion of zero waste industrial and manufacturing process in the world. The waste of Iron chips is collected and selected. Each billet is printed with a voltage of 200 psig measuring 6 cm in diameter with a variation of iron (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) weight of 40, 50, 60, and 70 grams. Total billet used in this research is 4 pieces with variation of weight of iron rake (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) which have been determined. During this process the iron will act with the biogas to be reacted with (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) where the gas (H<sub>2</sub>S) present in the biogas will react to produce Fe<sub>2</sub>S<sub>3</sub> and H<sub>2</sub>O. Iron gurgers (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) are highly reactive to H<sub>2</sub>S and therefore able to eliminate the H<sub>2</sub>S contaminant inside the Biogas.. The results showed that iron gram waste can be used to decrease H<sub>2</sub>S level in biogas in the presence of iron raiser (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) which occurs due to chemical reaction.

**Key words :** *Hydrogen sulfide* (H<sub>2</sub>S), *Iron* (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Biogas

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Krisis energi yang terjadi secara global sekarang disebabkan oleh

ketimpangan antara konsumsi dan sumber energi yang tersedia. Sumber energi fosil yang semakin langka membutuhkan energi alternatif yang bisa menggantikannya. Sumber energi terbarukan merupakan sumber energi

ramah lingkungan yang tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global. Biogas merupakan salah satu energi alternatif yang sekarang sedang dikembangkan. Selain murah, biogas juga ramah lingkungan. Secara prinsip pembuatan biogas sangat sederhana, yaitu dengan memasukkan substrat yang berupa kotoran hewan atau manusia ke dalam unit pencernaan (digester) kemudian ditutup rapat, dan beberapa waktu akan terbentuk gas yang dapat digunakan sebagai sumber energi. Produk biogas terdiri dari metana (50–70 %), karbondioksida (25 – 45 %) dan sejumlah kecil hidrogen, nitrogen, hidrogen sulfida. Ketergantungan pada bahan bakar fosil mengakibatkan dampak yang sangat serius tidak hanya cadangan minyak bumi semakin berkurang tetapi juga menimbulkan polusi yang menyumbang aktif pada efek rumah kaca secara global sehingga suhu atmosfer bumi semakin hangat.

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah menciptakan alat untuk memurnikan biogas dari pengotor gas  $H_2S$  dengan menggunakan bram besi atau serpihan besi yang diperoleh dari limbah pembubutan logam besi. Gambar 3 adalah gram besi yang merupakan limbah dari proses pembubutan. Untuk itu diperlukan usaha agar limbah geram besi hasil pembubutan ini dapat digunakan sebagai alat untuk memurnikan biogas dari pengotor gas  $H_2S$ .



Gambar 1. Sebuah unit digester biogas yang dibangun pemerintah di Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya (P4S) Pandan Mulyo, Ngentak, Pongosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta



Gambar 2. Kasus korosi parah yang terjadi pada kompor dengan menggunakan bahan bakar biogas karena kandungan gas  $H_2S$  yang tinggi



Gambar 3. Gram besi limbah dari proses pembubutan. Limbah ini sangat potensial untuk diolah menjadi alat untuk memurnikan bioas dari gas pengotor  $H_2S$

## 1.2 Tinjauan Pustaka

Hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) merupakan gas pengotor yang terdapat dalam gas-gas komersial. Hidrogen sulfida merupakan gas yang berbau dan mematikan serta sangat korosif bagi berbagai jenis logam, sehingga membatasi penggunaannya untuk bahan bakar pada mesin [2]. Hasil pembakaran gas yang mengandung  $H_2S$  menghasilkan belerang dan asam sulfat yang sangat korosif terhadap logam. Kandungan  $H_2S$  mencapai 200 ppm dapat menyebabkan kematian dalam waktu 30 menit. Standar keamanan dan kesehatan memberikan ijin maksimum pada tingkat 20 ppm. [2]. Gas hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) yang terkandung dalam gas hasil fermentasi mengurangi umur pakai (*lifetime*) dari sistem pemipaan pada instalasi yang menggunakan biogas. Gas ini juga beracun dan sangat korosif untuk sebagian besar jenis logam yang terbuat dari besi [1]. Jika Hidrogen sulfida yang terkandung dalam biogas terbakar maka akan berubah menjadi sulphur oksida yang akan menyebabkan korosi pada komponen yang terbuat dari logam dan membuat minyak pelumas mesin menjadi asam jika digunakan misalnya pada mesin CHP (*combines heat and power generation*). Agar dapat mencegah kerusakan yang ditimbulkan oleh *hydrogen sulfide* ( $H_2S$ ) maka gas ini harus dihilangkan atau minimal dikurangi kandungannya [1]. Salah satu pertimbangan yang dapat dikembangkan untuk menghilangkan gas  $H_2S$  dari biogas adalah dengan mempertimbangkan penggunaan reaksi penyerapan oleh gram atau serpihan besi. Dengan reaksi ini maka hidrogen sulfida akan diserap kedalam besi(III) hidroksida ( $Fe(OH)_3$ ) yang dikenal sebagai bijih besi bog (*bog iron ore*) atau diserap menjadi besi (III) oksida

( $Fe_2O_3$ ). Kedua system ini cara kerjanya mirip dan merupakan jenis penghilangan gas  $H_2S$  dengan cara kering (*dry desulfurization processes*). Dengan menggunakan proses kering ini maka  $H_2S$  dikonversikan besi (III) oksida dan air berdasarkan Reaksi 1 :



## 2. METODE

Limbah gram besi seperti terlihat pada gambar 3 diatas dipilih yang berbentuk spiral dan panjang. Sebelum membuat bahan geram besi ( $Fe_2O_3$ ) dalam bentuk bilet, geram besi ditimbang terlebih dahulu dengan variasi berat 40, 50, 60, dan 70 gram seperti gambar 4. Proses penyetakan bahan (*Press*) menggunakan cetakan pada gambar 5 dan alat tekan hidroulik pada gambar 6 hingga menjadi bilet berdiameter 6 cm seperti gambar 7 .



Gambar 4. Proses penimbangan berat pada geram besi ( $Fe_2O_3$ )



Gambar 5. Cetakan geram besi ( $Fe_2O_3$ )



Gambar 6. Alat Tekan Hidraulik



Gambar 7. Bilet Geram Besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )

Rangkaian yang digunakan untuk proses pemurnian biogas dari gas pengotor  $\text{H}_2\text{S}$  adalah biogas dialirkan melewati bilet gram besi dengan variasi berat 40, 50, 60, dan 70 gram seperti gambar 8. Proses masukan biogas sebelum menuju bilet penyaring, pada rangkain *inlet* dilakukan pengambilan data dengan mencatat kecepatan awal aliran biogas yang mengalir menggunakan alat ukur *Extech HD350 Pitot Tube Anemometer & Manometer* seperti gambar 9. Selanjutnya biogas mengalir melewati bilet penyaring lalu dilakukan pengukuran kecepatan sesuai variasi berat penyaring geram besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dengan waktu masing-masing variasi pengujian sebanyak 20 menit. Setelah itu dilakukan pengambilan sample menggunakan suntikan 5 ml seperti gambar 10 dan kemudian dimasukan sample tersebut ke *Vacuum tube* 5 ml seperti gambar 11.

.Bilet penyaring ini lah yang digunakan untuk menangkap kandungan gas pengotor  $\text{H}_2\text{S}$  dalam biogas sehingga

biogas yang keluar dari bilet penyaring sudah mengalami penurunan kadar  $\text{H}_2\text{S}$  dengan adanya reaksi kimia yang terjadi antara  $\text{H}_2\text{S}$  dan ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) sekaligus melakukan pengambilan data pada rangkaian *outlet*.



Gambar 8. Rangkaian proses pemurnian



Gambar 9. *Extech HD350 Pitot Tube Anemometer & Manometer*



Gambar 10. Suntikan ( 5 ml )



Gambar 11. *Vacuum Tube* ( 5 ml )



Gambar 12. Sample

Setelah dilakukan pengambilan sample menggunakan suntikan ke *vacuum tube* lalu dilakukan pengujian sample di Lab. Pengelolaan Limbah Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta menggunakan alat uji yaitu *Gas Analyzer/Kromatografi (Simadzu GC-2010 plus)* seperti pada gambar 13.



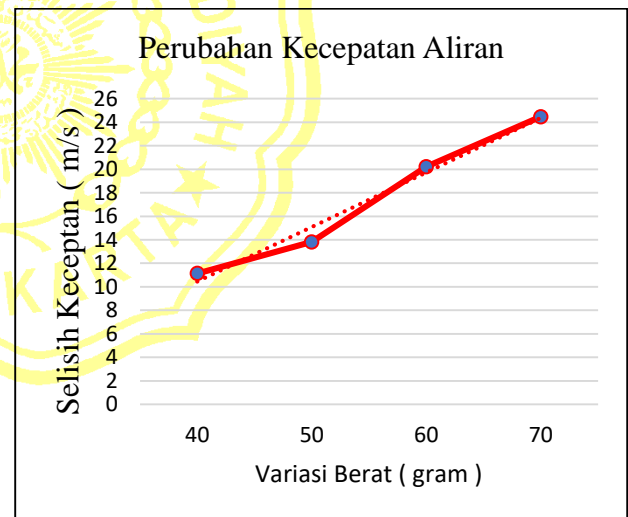
Gambar 13. *Gas Analyzer/Kromatografi (Simadzu GC-2010 plus)*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Pengujian Kecepatan Aliran

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Kecepatan aliran

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



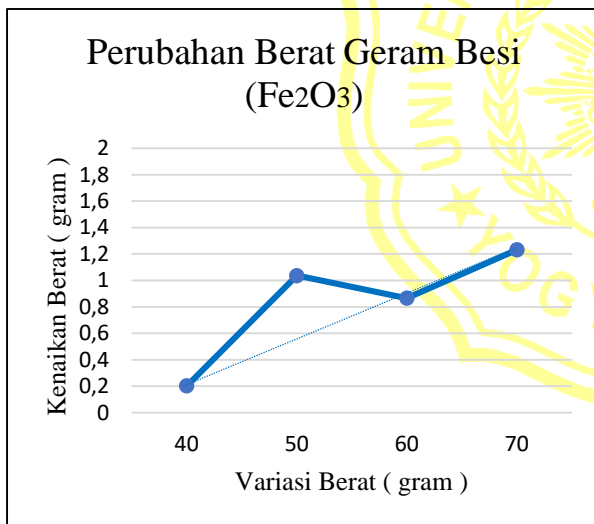
Gambar 14. Grafik Perubahan Kecepatan Aliran

Perubahan kecepatan terjadi karena adanya perbedaan ketebalan geram besi ( $Fe_2O_3$ ) sesuai dengan perbedaan variasi berat geram besi ( $Fe_2O_3$ ).

### 3.2 Hasil Pengujian Berat Geram Besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Kecepatan aliran

No	Variasi Pengujian	Kenaikan berat ( gram )
1	40 gram	0,2029 gram
2	50 gram	1,0371 gram
3	60 gram	0,8658 gram
4	70 gram	1,2318 gram



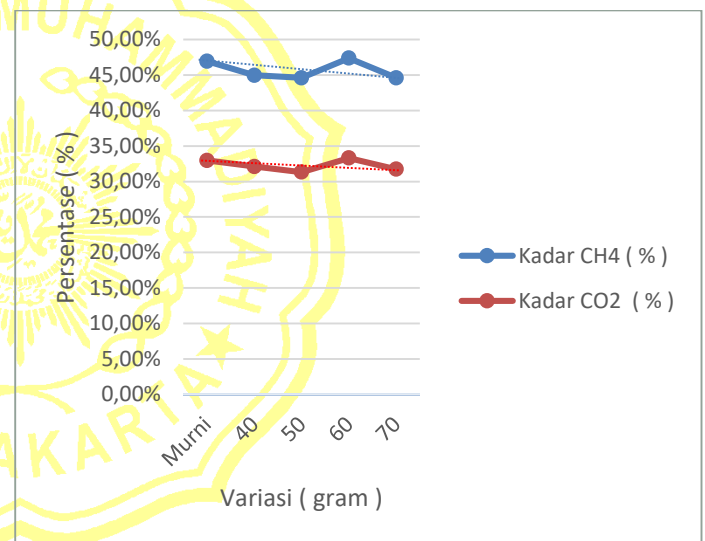
Gambar 15. Grafik Perubahan Berat Geram Besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

Kenaikan berat besi ( Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ) yang terjadi karena adanya proses korosi pada bahan uji disebabkan adanya reaksi kimia yaitu  $Fe_2O_3 + 3H_2S \longrightarrow Fe_2S_3 + 3H_2O$  dimana akan terjadi kenaikan berat serta mengurangi kandungan H<sub>2</sub>S pada biogas tersebut.

### 3.3 Hasil Kadar CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Kadar CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>

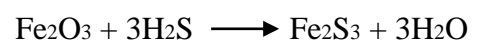
No	Variasi Pengujian	Kadar CH <sub>4</sub> ( % )	Kadar CO <sub>2</sub> ( % )
1	Murni	46,95 %	32,96 %
2	40 gram	44,97 %	32,12 %
3	50 gram	44,61 %	31,31 %
4	60 gram	47,37 %	33,30 %
5	70 gram	44,60 %	31,73 %



Gambar 16. Grafik Hasil Pengujian Kadar CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>

## 4. SIMPULAN

Kenaikan berat besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) yang terjadi karena adanya proses korosi pada bahan uji disebabkan adanya reaksi kimia yaitu :



Dimana akan terjadi kenaikan berat serta mengurangi kandungan H<sub>2</sub>S pada biogas tersebut karena adanya purifikasi yang terjadi pada bahan geram besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Jika besar berat geram besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) yang digunakan semakin besar maka semakin banyak pula kenaikan berat geram besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) yang terjadi dan H<sub>2</sub>S yang terpurifikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Seadi et al.. 2008. *Biogas Handbook*. Esbjerg: University of Southern Denmark Esbjerg, Niels Bohrs Vej 9-10, DK-6700.
- Budi Surono, Untoro dan Machmud, Syahril. 2014. *Peningkatan Kualitas Biogas Dengan Metode Absorpsi Dan Pemakaiannya Sebagai Bahan Bakar Mesin Generator Set (Genset)*. Universitas Janabadra. Yogyakarta.
- Caroko, Novi. 2015. *Hand Out Mata Kuliah Biomassa : Biogas*. Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Cengle, Yunus A. dan Boles, Michael A. 2005. *Thermodynamic: AN Engineering Approach, 5<sup>th</sup> Edition*. McGraw Hill: New York, USA
- Chang, Raymond. 2003. *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti*. Jakarta: Penerbit Erlangga.edisi ketiga, jilid kedua.
- Demirel, Y. 2012. *Energy Production, Conversion, Storage, Conservation, and Coupling Chapter 2 : Energy and Energy Type*. Springer. ISBN
- Deublein, D., dan Steinhauser, A, *Biogas from Waste and Renewable Resources*, Wiley-VCH Verlag GmbH & KGaA, Federal Republic of Germany., 2008
- Hamidi, Nurkholis et al. 2011. *Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Biogas Melalui Proses Pemurnian Dengan Zeolit Alam*. Universitas Brawijaya Malang. Malang.
- Metty, Komang et al. 2012. Pemurnian Biogas Dari Gas Pengotor Hidrogen Sulfida (H<sub>2</sub>S). Teknik Mesin Universitas Udayana
- Nadliriyah, 2014. Pemurnian Produk Biogas dengan Metode Absorpsi Menggunakan Larutan Ca(OH)<sub>2</sub>. Institut Teknologi Sepuluh November
- Susilo, 2010. *Kaji Eksperimental Tingkat Produktifitas Biogas Dengan Bahan Baku Kotoran Sapi Variasi Bahan Tambah Ragi Dan Tetes Tebu Menggunakan Digester Kapasitas 2 Liter*. Yogyakarta: Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Trisna, 2012. *Pemurnian Biogas Dari Gas Pengotor Hidrogen Sulfida (H<sub>2</sub>S) Dengan Memanfaatkan Limbah Geram Besi Proses Pembubutan*. Teknik Mesin Universitas Udayana