

## Pemurnian Biogas dengan Proses Absorpsi Menggunakan Absorben $K_2CO_3$ dan $Fe_2(SO_4)_3$

Niselia Oktarina<sup>1</sup>, Dyah Puspita Ayu<sup>2</sup>, Sahrul Effendy<sup>3</sup>, Zurohaina<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Energi, Politeknik Negeri Sriwijaya

e-mail: niseliaoktarina11@gmail.com

### Abstrak

Biogas adalah gas hasil dari proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dengan keadaan anaerob. Sebagian besar komposisi biogas terdiri dari senyawa Metan ( $CH_4$ ), Karbon Dioksida ( $CO_2$ ), dan Hidrogen Sulfida ( $H_2S$ ). Adanya  $CO_2$  dan  $H_2S$  dalam biogas sangat tidak diinginkan karena menjadikan berkurangnya nilai kalor dan menyebabkan korosi pada mesin. Penelitian ini bertujuan menentukan pengaruh laju alir dan konsentrasi  $K_2CO_3$  dan  $Fe_2(SO_4)_3$  terhadap terserapnya kadar  $CO_2$  dan  $H_2S$ . Dengan larutan  $K_2CO_3$  didapat penyerapan  $CO_2$  optimum sebesar 67,39% dan  $H_2S$  optimum didapat 34,91%. Sedangkan larutan  $Fe_2(SO_4)_3$  didapat penyerapan  $CO_2$  optimum sebesar 36,92% dan  $H_2S$  optimum didapat 91,50%. Hasil menunjukkan semakin besar laju alir dan konsentrasi maka  $CO_2$  dan  $H_2S$  terserap cenderung meningkat.

**Kata Kunci:** *Biogas;  $Fe_2(SO_4)_3$ ;  $K_2CO_3$ ; Pemurnian*

### Abstract

Biogas is gas resulting from the process of decomposing organic materials by microorganisms under anaerobic conditions. Most of the biogas composition consists of methane ( $CH_4$ ), carbon dioxide ( $CO_2$ ), and hydrogen sulfide ( $H_2S$ ). The presence of  $CO_2$  and  $H_2S$  in biogas is very undesirable because it reduces the calorific value and causes corrosion in the engine. This research aims to determine the effect of flow rate and concentration of  $K_2CO_3$  and  $Fe_2(SO_4)_3$  on the absorption of  $CO_2$  and  $H_2S$  levels. With the  $K_2CO_3$  solution, the optimum  $CO_2$  absorption was obtained at 67.39% and the optimum  $H_2S$  was obtained at 34.91%. Meanwhile, the  $Fe_2(SO_4)_3$  solution obtained an optimum  $CO_2$  absorption of 36.92% and an optimum  $H_2S$  absorption of 91.50%. The results show that the greater the flow rate and concentration, the more  $CO_2$  and  $H_2S$  absorbed tend to increase.

**Keywords:** *Biogas;  $Fe_2(SO_4)_3$ ;  $K_2CO_3$ ; Purification*

### PENDAHULUAN

Tingginya penggunaan energi fosil merupakan persoalan yang sangat penting saat ini, disebabkan oleh semakin meningkatnya jumlah populasi manusia, pertumbuhan industri, serta transportasi yang menyebabkan penggunaan energi yang meningkat. Sumber energi fosil yang terus menerus digunakan seiring kebutuhan yang meningkat juga membuat cadangan menipis. Dengan ini sangat diperlukan adanya transisi energi dari energi fosil ke Energi Baru dan Terbarukan (EBT). Biogas dengan nama lain gas bio merupakan salah satu energi terbarukan yang menjadi solusi kebutuhan energi alternatif. Bahan baku yang murah dan mudah didapatkan menjadikan biogas sebagai salah satu energi alternatif yang banyak diproduksi. Dalam pembuatan biogas bahan baku utama yang banyak digunakan yaitu, limbah dari peternakan dan pertanian.

Biogas adalah gas hasil dari proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dengan keadaan anaerob [1]. Biogas dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar memasak, energi listrik, dan bahan bakar motor atau genset. Sifat yang ramah lingkungan dan dapat

diperbaharui merupakan keunggulan dari biogas dibandingkan bahan bakar fosil [1]. Sebagian besar komposisi biogas terdiri dari senyawa Metan ( $\text{CH}_4$ ), Karbon Dioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan Hidrogen Sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

Biogas dalam penggunaannya sebagai bahan bakar masih banyak dibatasi oleh kemurniannya. Adanya  $\text{CO}_2$  dalam biogas sangat tidak diinginkan karena menjadikan berkurangnya nilai kalor dan menyebabkan korosi pada mesin [2]. Kehadiran hidrogen sulfida  $\text{H}_2\text{S}$  juga berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dan menimbulkan korosi pada logam [3]. Dengan ini diperlukan pemurnian dari komponen pengotor untuk meningkatkan kualitas biogas. Teknologi pemurnian gas sudah banyak dilakukan dengan metode yang beragam. Diantara teknologi pemurnian yang ada, absorpsi kimia yang paling banyak menghasilkan tingkat pemisahan gas lebih tinggi dibandingkan dengan metode lain [4].

Biogas yang diproduksi masih banyak mengandung beberapa senyawa pengotor  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{S}$ . Maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{S}$  dengan metode absorpsi ditinjau dari laju alir dan konsentrasi absorben  $\text{K}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  terhadap pemurnian biogas. Metode yang digunakan dengan memvariasikan laju alir larutan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  0,6 L/m, 0,8 L/m, 1 L/m, 1,2 L/m, dan 1,4 L/m dengan konsentrasi 10 % dan 30%. Dan laju alir larutan  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  0,2 L/m, 0,4 L/m, 0,6 L/m, 0,8 L/m, dan 1 L/m dengan konsentrasi 0,2 dan 0,4 M.

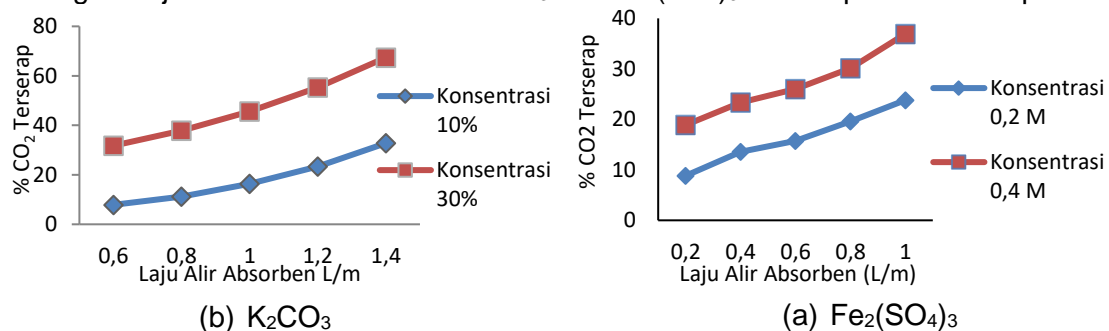
## METODE

Pada Penelitian digunakan seperangkat alat biogas terdiri dari biogas dengan volume 250 liter untuk memproduksi biogas, plastik penampung gas, tangki absorben dan kolom absorber. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan biogas adalah campuran kotoran sapi dan limbah cair tahu dengan perbandingan 3:1. Campuran bahan baku diaduk hingga homogen dan dimasukkan ke dalam digester. Menutup digester dengan rapat selama fermentasi agar tidak ada kebocoran yang akan melepaskan gas yang telah dihasilkan. Biogas akan terbentuk selama  $\pm$  4-6 minggu yang kemudian ditampung dalam plastik berkapasitas 100 liter. Selama proses fermentasi dicek kadar yang terkandung pada biogas setiap minggunya untuk melihat kenaikan metan.

Biogas yang telah terbentuk dilakukan pemurnian dari gas pengotor  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{S}$ . Pemurnian dilakukan dengan menggunakan absorben  $\text{K}_2\text{CO}_3$  laju alir 0,6 L/m, 0,8 L/m, 1 L/m, 1,2 L/m, dan 1,4 L/m dengan konsentrasi 10 % dan 30%. Dan absorben  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  laju alir 0,2 L/m, 0,4 L/m, 0,6 L/m, 0,8 L/m, dan 1 L/m dengan konsentrasi 0,2 dan 0,4 M. Pemurnian dilakukan dengan mengalirkan gas dari bawah kolom dengan laju alir 0,5 liter/menit. Bersamaan mengalirnya biogas absorben dialirkan dari bagian atas absorber dengan laju alir 1 liter/menit. Gas yang telah dimurnikan ditampung dalam kantong sampel untuk dianalisa kadar  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{H}_2\text{S}$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Laju Alir dan Konsentrasi  $\text{K}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  terhadap  $\text{CO}_2$  terserap

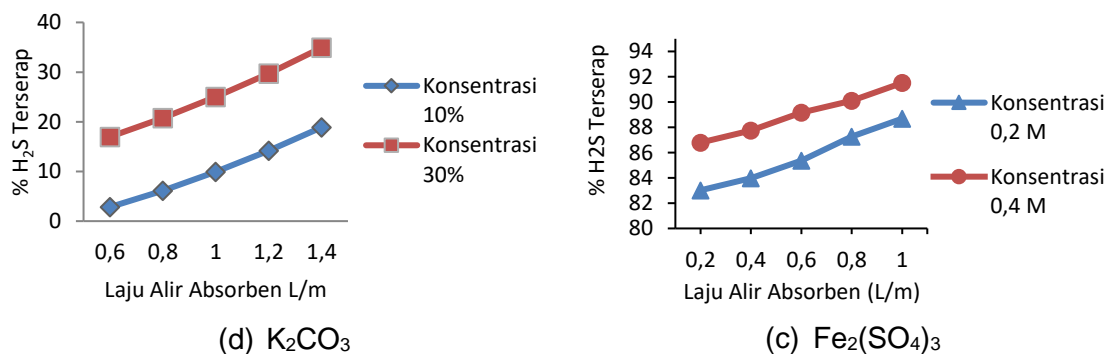


Gambar a dan b menunjukkan hubungan laju alir absorben  $\text{K}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  terhadap  $\text{CO}_2$  terserap. Laju alir  $\text{K}_2\text{CO}_3$  menunjukkan hasil absorpsi  $\text{CO}_2$  paling sedikit terjadi

pada 0,6 L/m sedangkan pada laju alir  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  paling sedikit terjadi pada 1 L/m dan cenderung meningkat seiring dengan peningkatan besar laju alir. Terlihat pada konsentrasi absorben  $\text{K}_2\text{CO}_3$  30% peningkatan penyerapan yang terjadi secara berurutan dari yang paling rendah 31,77%, 37,83%, 45,56%, 55,31%, dan 67,39%, dengan  $\text{CO}_2$  terserap optimum terjadi pada laju alir 1,4 L/m. Pada konsentrasi absorben  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  0,4 M peningkatan penyerapan yang terjadi secara berurutan dari yang paling rendah 18,88%, 23,36%, 26,06%, 30,13%, dan 36,92%, dengan  $\text{CO}_2$  terserap optimum terjadi pada laju alir 1 L/m. Hasil ini menunjukkan bahwa kenaikan laju alir pada larutan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  akan meningkatkan kemampuan absorben untuk menyerap  $\text{CO}_2$  lebih banyak. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [5] semakin tinggi laju alir maka semakin besar persentase penyerapan  $\text{CO}_2$ . Semakin besar laju alir absorben maka penyebaran larutan pada *packing* dan terbentuknya *area interfacial* semakin efektif antara larutan absorben dan gas untuk meningkatkan penyerapan terhadap  $\text{CO}_2$ . Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh [6] menunjukkan laju alir yang terus meningkat menyebabkan persentase  $\text{CO}_2$  *removal* terus meningkat.

Gambar (a) dan (b) juga menunjukkan hubungan konsentrasi  $\text{K}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  terhadap  $\text{CO}_2$  terserap dan menjelaskan penyerapan tertinggi terjadi pada konsentrasi 30% dan 0,4 M. Peningkatan penyerapan  $\text{CO}_2$  pada absorben  $\text{K}_2\text{CO}_3$  laju alir 1,4 L/m meningkat dari 32,78% dan 67,39%, sedangkan pada absorben  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  laju alir 1 L/m meningkat dari 23,80% dan 36,92. Hasil ini menunjukkan peningkatan konsentrasi menjadikan penyerapan  $\text{CO}_2$  semakin meningkat. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [7] bahwa semakin besar konsentrasi larutan absorben maka semakin besar  $\text{CO}_2$  yang akan terserap. Hal ini disebabkan karena absorben yang memiliki konsentrasi yang besar (pekat) mengandung partikel yang lebih rapat. Semakin banyak molekul-molekul dalam setiap satuan luas ruangan mengakibatkan luas kontak antara gas dan absorben semakin besar, sehingga makin sering terjadi tumbukan antar molekul dengan reaksi yang berlangsung semakin cepat [8].

#### Hubungan Laju Alir dan Konsentrasi $\text{K}_2\text{CO}_3$ dan $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ terhadap $\text{H}_2\text{S}$ terserap



Gambar (c) dan (d) menunjukkan hubungan laju alir dan konsentrasi terhadap  $\text{H}_2\text{S}$  yang terserap. Laju alir yang semakin tinggi akan meningkatkan kemampuan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  menyerap  $\text{H}_2\text{S}$ , dengan nilai presentase penyerapan secara berurutan yaitu pada absorben  $\text{K}_2\text{CO}_3$  16,98%, 20,75%, 25,00%, 29,72 dan 34,91% dan pada absorben  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  86,79%, 87,73%, 89,15%, 90,09% dan 91,50%. Penyerapan terkecil pada absorben  $\text{K}_2\text{CO}_3$  didapat pada laju alir terendah 0,6 L/m hingga tertinggi 1,4 L/m sedangkan pada absorben  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  didapat pada laju alir terendah 0,2 L/m hingga tertinggi 1 L/m, dengan ini menunjukkan persentase penyerapan terus meningkat. Hal ini sejalan dengan penelitian [10] bahwa semakin besar laju alir absorben maka semakin besar  $\text{H}_2\text{S}$  yang diserap. Hal ini dikarenakan laju alir yang besar menyebabkan luas kontak semakin besar, maka akan banyak  $\text{H}_2\text{S}$  yang terabsorpsi.

Sama halnya pada konsentrasi, peningkatan konsentrasi akan mengakibatkan luas kontak antara gas dan absorben semakin besar hal ini karena mengandung partikel yang

lebih rapat, sehingga tumbukan antar molekul makin sering terjadi. Terlihat pada gambar persentase penyerapan terbaik terjadi absorben  $K_2CO_3$  pada laju alir 1,4 L/m dengan persentase penyerapan  $H_2S$  18,87% menjadi 34,91% sedangkan absorben  $Fe_2(SO_4)_3$  pada laju alir 1 L/m dengan persentase penyerapan  $H_2S$  88,67% menjadi 91,50%. Hasil ini menunjukkan penyerapan  $H_2S$  absorben  $K_2CO_3$  meningkat dari konsentrasi 10% ke 30% dan absorben  $Fe_2(SO_4)_3$  meningkat dari konsentrasi 0,2 M ke 0,4 M.

## SIMPULAN

Semakin besar laju alir dan konsentrasi absorben  $K_2CO_3$  dan  $Fe_2(SO_4)_3$ , maka akan semakin meningkat kemampuan  $K_2CO_3$  dan  $Fe_2(SO_4)_3$  untuk menyerap  $CO_2$  dan  $H_2S$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Wahyuni, S. (2015). *Panduan Praktis Biogas*. Penebar Swadaya. Jakarta Timur. 116 hlm.
- Zhao, X., Smith, K. H., Simioni, M. A., Tao, W., Kentish, S. E., Fei, W., & Stevens, G. W. (2011). Comparison of several packings for  $CO_2$  chemical absorption in a packed column. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 5(5), 1163– 1169.
- Nhut, H. H., & Le, L. T. (2020). Removal of  $H_2S$  in biogas using biotrickling filter: Recent development. *Process Safety and Environmental Protection*, 144, 297-309.
- Rodriguez-Flores, H. A., Mello, L. C., Salvagnini, W. M., & De Paiva, J. L. (2013). Absorption of  $CO_2$  into aqueous solutions of MEA and AMP in a wetted wall column with film promoter. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 73, 1-6.
- Nuclea, S., & Hariandini, D. K. SKRIPSI-TK141581 PEMISAHAN GAS  $CO_2$  PADA BIOGAS MENGGUNAKAN  $K_2CO_3$  BERPROMOTOR *GLYCINE* DALAM REAKTOR *PACKED COLUMN*.
- Monde, J., Widjaja, T., & Altway, A. (2018). Effect of Promoter Concentration on  $CO_2$  Separation Using  $K_2CO_3$  With Reactive Absorption Method in Reactor Packed Column. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 156, p. 02002). EDP Sciences.
- Indriani, Y. N., Maulina, S. S., Ikhsan, A. N., & Ni'mah, L. (2020). Peningkatan Kualitas Biogas Limbah Pabrik Tahu Kelurahan Mentaos Dengan Metode Absorpsi Menggunakan Ba (Oh) 2. *Jurnal Konversi*, 8(2), 6
- Nanang Apriadi Ms, W. K., I Made Widiyarta 2013. Pemurnian Biogas Terhadap Gas Pengotor Karbondioksida ( $CO_2$ ) Dengan Teknik Absorpsi Kolom Manometer (Manometry Column). *Jurnal Logic*, Vol.13, No.1.
- Ririen, W., Bahruddin, B., & Zultiniar, Z. (2014). Proses absorpsi Gas  $H_2S$  Menggunakan Metildietanolamin (Doctoral dissertation, Riau University).
- Agus Sutyanto, D. H. 2016. Analisis Campuran Koh Dan  $H_2O$  Terhadap Proses Penyerapan  $CO_2$  Pada Biogas Hasil Ternak Dan Biogas Hasil Tempat Pembuangan Sampah. *Jurnal Widya Teknika*, Vol. 24, No. 1, 1-5.