

PENGARUH AKTIVASI KIMIA ARANG KAYU LABAN TERHADAP EFEKTIVITAS PEMURNIAN BIOGAS & UNJUK KERJA GENERATOR-SET

Azmi Rianur¹⁾, Abdul Ghofur²⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
Jl. Akhmad Yani Km.36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714
Telp.0511-4772646, Fax 0511-4772646
E-mail: azmirianur.ar96@gmail.com

Abstrak, Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aktivasi kimia arang kayu laban terhadap efektivitas pemurnian biogas dan unjuk kerja generator-set. Penelitian ini dilakukan dengan mengalirkan biogas dari sanitary landfill menuju insulator pemurnian biogas yang berisi media adsorpsi berupa arang yang diaktivasi kimia baik itu dengan cairan NaCl ataupun NaOH, kemudian biogas ditampung dalam tabung penyimpanan lalu dialirkan menuju chamber untuk dilakukan pembacaan kadar CO₂ dan CH₄ menggunakan gas analyzer. Dari penelitian ini didapatkan hasil sebagai berikut: Biogas tanpa pemurnian (CO₂ 2808,62 ppm dan CH₄ 40,51 ppm), Biogas dengan pemurnian (CO₂ 2579,72 ppm, CH₄ 42,43 ppm dan efektivitas sebesar 8,1 %), pada media adsorpsi teraktivasi NaOH (CO₂ 1987,24 ppm, CH₄ 62,76 ppm dan efektivitas sebesar 29,2%), pada media adsorpsi teraktivasi NaCl (CO₂ 1920,01 ppm, CH₄ 75,28 ppm dan efektivitas sebesar 31,6%). Untuk hasil pengujian unjuk kerja generator-set menggunakan bahan bakar biogas yang telah dimurnikan dengan arang kayu laban teraktivasi kimia menggunakan NaCl yaitu untuk tanpa beban, didapatkan putaran sebesar 3484,87 rpm, suhu 130,1^oC, dan tegangan 240 V (stabil), dengan beban 350 W didapatkan putaran 2371,2 rpm, suhu 131,9^oC, dan tegangan 150-240 V (tidak stabil), dengan beban 650 W didapatkan putaran 2256,5 rpm, suhu 145,7^oC, dan tegangan 100-200 V (tidak stabil).

Kata Kunci : Pemurnian Biogas, Arang Aktivasi Kimia, Arang Kayu Laban

Abstract, This study aims to determine the effect of laban charcoal chemical activation on the effectiveness of biogas purification and generator-set performance. This research is conducted by drain biogas from sanitary landfill to biogas purification insulator containing adsorption media in the form of chemical activated charcoal either with NaCl or NaOH liquid, then biogas is stored in the storage tube then flowed to chamber for the reading of CO₂ and CH₄ using gas analyzer . From this study the following results are obtained: Biogas without purification (CO₂ 2808.62 ppm and CH₄ 40.51 ppm), Biogas by purification (CO₂ 2579.72 ppm, CH₄ 42.43 ppm and effectiveness equal to 8.1%), at activated NaOH activated medium (CO₂ 1987.24 ppm, CH₄ 62.76 ppm and effectiveness 29.2%), NaCl activated adsorption medium (CO₂ 1920.01 ppm, CH₄ 75.28 ppm and effectiveness 31.6%) . For the result of generator-set performance test using biogas fuel that has been purified by charcoal of chemical activated charcoal using NaCl that is for no load, got round of 3484.87 rpm, temperature 130.10C, and voltage 240 V (stable), with 350 W load is 2371.2 rpm, temperature is 131.90C, and voltage 150-240 V (not stable), with load of 650 W obtained 2256.5 rpm rotation, temperature 145.70C, and voltage 100-200 V (not stable).

Keywords: Purification of Biogas, Chemical Activation Charcoal, Laban Wood Charcoal

PENDAHULUAN

Biogas merupakan salah satu energi alternatif yang mulai berkembang dan dipertimbangkan sebagai energi masa depan karena sifatnya yang ramah lingkungan. Biogas berasal dari bahan-bahan organik yang difermentasikan oleh aktivitas anaerobik dari bakteri metana yang didapatkan dengan cara metanogen seperti *Methanobacterium sp.* Metanogen sendiri adalah sebuah proses yang terakhir pada rantai mikro-organisme yang lebih rendah dekomposisi bahan organik dan kembali produk ke lingkungan. Dalam proses terbentuknya, biogas berlangsung dalam keadaan tertutup (Widhiyanuriyawan dan Nurkholis, 2013). Bakteri Metana beraktivitas secara anaerobik, sehingga biogas dapat menghasilkan gas-gas seperti CO₂, H₂S, CH₄, dan gas lainnya. CH₄ merupakan gas yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar, karena CH₄ memiliki nilai kalor yang tinggi.

Teknologi pemurnian biogas telah dikembangkan dengan berbagai macam metode, diantaranya *water scrubbing*, *chemical adsorption*, *membrane purification*, dan *adsorption technology*. Teknologi adsorpsi pada biogas merupakan teknologi yang menggunakan prinsip adsorpsi penyerapan gas terutama CO₂, sehingga persentase kandungan CH₄ di dalam biogas akan meningkat (Iriani dan Ari, 2014).

Biogas

Biogas merupakan gas hasil dari dekomposisi suatu bahan organik secara anaerobik (tertutup dari udara bekas) untuk menghasilkan gas yang sebagian besar berupa metan (memiliki sifat mudah terbakar) dan karbondioksida. Proses dekomposisi anaerobik dibantu oleh sejumlah mikroorganisme, terutama bakteri metan. Suhu yang baik untuk proses fermentasi adalah suhu yang hangat yaitu berkisar 30°C-55°C. Pada suhu tersebut mikroorganisme dapat bekerja secara optimal merombak bahan-bahan organik dan menghasilkan

gas. Pembuatan biogas biasanya memanfaatkan kotoran ternak, misalnya sapi, kerbau, kuda, ayam, dll, akan tetapi bahan tersebut bisa diganti dengan sampah organik. Pemanfaatan sampah organik sangat bagus sebagai bahan dasar pembuatan biogas, mengingat sampah organik yang ada di Indonesia masih belum terkelola dengan baik (Jatmiko, 2015).

Adsorpsi

Adsorpsi dapat diartikan sebagai suatu proses yang terjadi akibat gas atau cairan terlarut yang terakumulasi pada suatu permukaan padatan ataupun cairan (adsorben) dan membentuk lapisan molekul atau atom (adsorbat). Istilah adsorpsi biasa digunakan untuk menggambarkan keberadaan suatu bahan tertentu (cairan atau padatan) dengan konsentrasi yang lebih tinggi pada permukaannya daripada di dalam medium fasa ruahnya. Secara singkat, adsorpsi menunjukkan kelebihan konsentrasi pada permukaan. Adsorbat berarti zat yang terakumulasi pada suatu permukaan, sedangkan adsorben adalah suatu material permukaan padatan atau cairan (Ruthven, 1984).

Kayu Laban (*Vitex Pinnata L*)

Kayu laban adalah salah satu jenis tanaman hutan dengan sebaran pertumbuhan hampir di seluruh Indonesia yang meliputi Jawa, Madura, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Pulau Bangka. Kayu laban merupakan jenis pohon yang mudah tumbuh dan dapat ditanam pada berbagai jenis tanah yang memiliki daya tahan terhadap kebakaran dan banyak tumbuh di hutan sekunder. Pada tahun 1994 tanaman laban telah dibudidayakan oleh pusat pengembangan teknologi arang terpadu di atas tanah seluas 1,4 Ha. Sehingga sejak tahun 1997 telah berproduksi yang dimanfaatkan sebagai bahan baku arang (Kasmawarni, 2013).

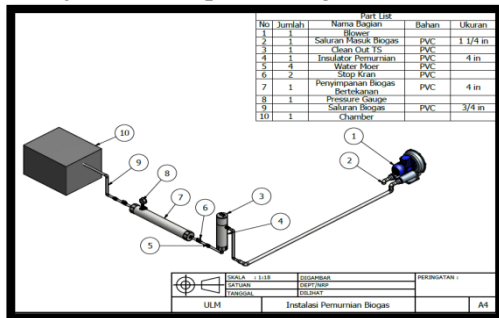
Aktivasi Arang

Aktivasi merupakan suatu perlakuan terhadap arang dengan tujuan untuk memperbesar pori-pori arang yaitu dengan cara memecah ikatan-ikatan hidrokarbon atau dengan cara mengoksidasi molekul-molekul yang terdapat pada permukaan arang sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik itu kimia maupun fisika. Luas permukaan arang akan bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsinya (Sembiring, 2003). Aktivasi kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia (Sembiring, 2003). Aktivasi kimia biasanya menggunakan bahan-bahan pengaktif yang biasa disebut bahan aktivator seperti CaCl_2 , MgCl_2 , ZnCl_2 , NaOH , Na_2CO_3 , dan NaCl .

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di TPA Cahaya Kencana Kecamatan Karang Intan Kabupaten Banjar. Penelitian ini memerlukan waktu ± 5 bulan.

Skema alat pemurnian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Skema Alat Pemurnian Biogas

Bahan Penelitian

1. Biogas berasal dari TPA Cahaya Kencana.
2. Arang kayu laban dengan ukuran serbuk 40 mesh.
3. Bahan Aktivator cairan NaOH
4. Bahan aktivator cairan NaCl

Teknik Pengumpulan Data

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *library research* (studi literatur), yaitu dengan mempelajari literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian ini, dan menggunakan metode eksperimen secara langsung yaitu dengan cara menyelidiki hubungan sebab-akibat dari beberapa kondisi perlakuan dengan menggunakan alat peraga atau alat pengujian.

Adapun variabel-variabel dalam penelitian ini terbagi dalam tiga variabel, yaitu:

1. Variabel tetap

Variabel tetap yaitu variabel yang selama proses penelitian dikondisikan sama dan diasumsikan konstan. Adapun variabel tetap dalam penelitian ini antara lain :

- Berat sampel arang 500 gram.
- Ukuran serbuk yang digunakan adalah 40 mesh.
- Arang yang digunakan yaitu arang kayu laban.
- Bahan bakar *Ignite Generator-Set* yaitu *Pertalite*.

2. Variabel terikat

Variabel terikat, yaitu variabel yang menjadi tujuan utama dari penelitian, di mana tujuan utama dari penelitian adalah menjelaskan variabel terikat. Yang menjadi variabel terikat dari penelitian ini adalah kandungan CO_2 dan CH_4 pada biogas sebelum dan setelah dilakukan proses pemurnian dengan metode adsorpsi.

3. Variabel bebas

Variabel bebas, yaitu kondisi yang dikehendaki oleh peneliti, yang mana di dalam proses penelitian akan mempengaruhi variabel terikat. Dalam penelitian ini yang merupakan variabel bebas adalah variasi aktivator pada arang kayu laban berupa cairan NaCl dan NaOH .

Prosedur Pelaksanaan Penelitian

1. Penumbukan Arang



Gambar 2. Penumbukan Arang

2. Pengayakan Arang



Gambar 3. Pengayakan Arang

3. Penimbangan Arang



Gambar 4. Penimbangan Arang

4. Aktivasi Arang



Gambar 5. Penuangan Bahan aktivator

5. Pemurnian Biogas



Gambar 6. Insulator (Alat Pemurnian Biogas)

6. Penyimpanan Biogas



Gambar 7. Tabung Penyimpanan Biogas

7. Pengujian CO₂ dan CH₄



Gambar 8. Pengujian Kadar CO₂ dan CH₄

8. Pengujian Unjuk Kerja Generator-Set



Gambar 9. Pengukuran Suhu pada Generator-Set



Gambar 10. Pengukuran putaran pada Generator-Set

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan di TPA Cahaya Kencana Kecamatan Karang Intan Kabupaten Banjar. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui pengaruh aktivasi kimia arang kayu laban terhadap efektivitas pemurnian

biogas dan unjuk kerja *generator-set*. Hasil Pengujian ditunjukkan pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kadar Karbondioksida

No	Perlakuan	CO ₂ (ppm)	Rata - Rata (ppm)
1	Tanpa Perlakuan	2641,44	2808,62
		2755,85	
		3028,55	
2	Arang Laban Tanpa Aktivasi	2584,78	2579,72
		2438,64	
		2715,74	
3	Arang Laban Dengan Aktivator NaCl	2017,01	1920,01
		1884,28	
		1858,75	
4	Arang Laban Dengan Aktivator NaOH	2016,54	1987,24
		2020,88	
		1924,30	

Tabel 2. Hasil Pengujian Kadar Metana

No.	Perlakuan	CH ₄ (ppm)	Rata - Rata (ppm)
1	Tanpa Perlakuan	41,95	40,51
		39,77	
		39,83	
2	Arang Laban Tanpa Aktivasi	43,41	42,43
		41,11	
		42,76	
3	Arang Laban dengan Aktivator NaCl	62,04	75,28
		87,95	
		75,84	
4	Arang Laban dengan Aktivator NaOH	35,88	62,76
		69,62	
		82,77	

Efektivitas Penyerapan CO₂ Pada Biogas Setelah Proses Pemurnian

Efektivitas digunakan untuk mengetahui hubungan keberhasilan CO₂ yang terserap oleh media pemurnian menggunakan arang kayu laban dengan target / tujuan yang ditetapkan. Asumsi bahwa CO₂ yang ingin dihilangkan adalah sebesar 100%, dengan besarnya kandungan CO₂ awal. Sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Efektivitas} = \frac{\text{CO}_2 \text{ Awal} - \text{CO}_2 \text{ Akhir}}{\text{CO}_2 \text{ Awal}} \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 3. Efektivitas Penyerapan CO₂

No.	Perlakuan	Efektivitas Penyerapan CO ₂ (%)
1.	Tanpa Aktivasi	8,1
2.	Aktivasi Kimia Dengan NaCl	31,6
3.	Aktivasi Kimia Dengan NaOH	29,2

Efektivitas Kenaikan CH₄ Pada Biogas Setelah Proses Pemurnian

Efektivitas digunakan untuk mengetahui hubungan keberhasilan kenaikan CH₄ pemurnian menggunakan arang kayu labandengan target / tujuan yang ditetapkan. asumsi bahwa CH₄ yang ingin dinaikan adalah sebesar 100%, oleh karena itu target / tujuan sama dengan besarnya kandungan CH₄ akhir. Sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Efektivitas} = \frac{\text{CH}_4 \text{ Akhir} - \text{CH}_4 \text{ Awal}}{\text{CH}_4 \text{ Akhir}} \times 100\% \quad (2)$$

Tabel 4. Efektivitas Kenaikan Volume Metana

No.	Perlakuan	Efektivitas Penyerapan CO ₂ (%)
1.	Tanpa Aktivasi	8,1
2.	Aktivasi Kimia Dengan NaCl	31,6
3.	Aktivasi Kimia Dengan NaOH	29,2

Tabel 5. Hasil Pengujian Unjuk kerja Generator-Set Menggunakan Bahan Bakar Pertalite

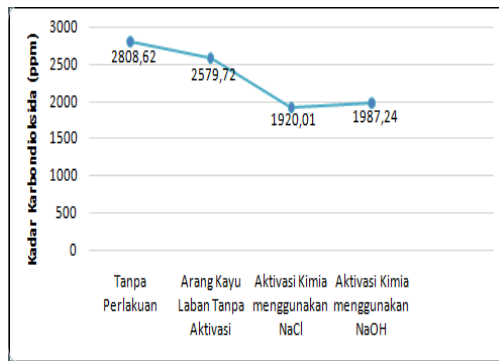
No.	Variabel Pengujian	Beban		
		0 W	350 W	650 W
1	Putaran (rpm)	3143,67	2313,87	2229,47
2	Suhu Gas Buang (°C)	92,17	113,87	136,1
3	Tegangan (V)	220 (Stabil)	200 (Stabil)	200 (Stabil)

Tabel 6. Hasil Pengujian Unjuk Kerja Generator-Set Menggunakan Bakar Bakar Biogas Hasil Pemurnian Arang Kayu laban Aktivasi Kimia dengan Aktivator NaCl

No.	Variabel Pengujian	Beban		
		0 W	350 W	650 W
1	Putaran (rpm)	3484,87	2371,2	2256,5
2	Suhu Gas Buang (°C)	130,1	131,9	145,7
3	Tegangan (V)	240 (Stabil)	150 - 240 (Tidak Stabil)	100-200 (Tidak Stabil)

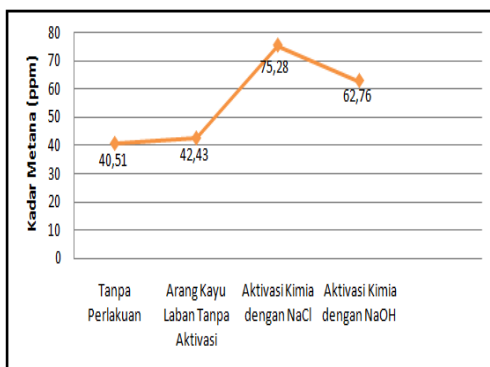
PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian didapatkan hasil kadar karbondioksida (CO₂) & gas metana (CH₄) pada biogas, serta putaran (rpm), tegangan (V), dan suhu gas buang (°C) pada Generator-Set. Data hasil pengujian yang telah didapatkan kemudian dibahas dalam bentuk grafik. Berikut ini merupakan grafik-grafik data dari hasil pengujian:



Gambar 11. Grafik hubungan Kadar Karbondioksida Dengan Perlakuan Pada Biogas

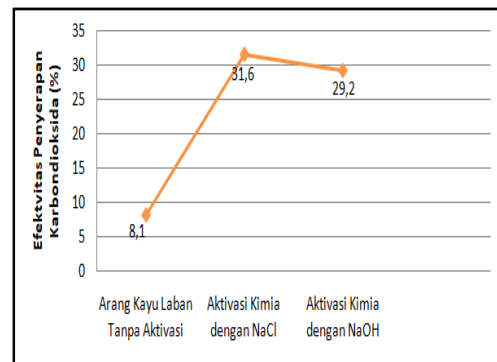
Dari Gambar 11 dapat dilihat bahwa kadar karbondioksida (CO_2) tertinggi adalah 2808,62 ppm yaitu pada biogas tanpa perlakuan dan kadar karbondioksida terendah adalah 1920,01 ppm yaitu pada biogas dengan perlakuan arang kayu laban teraktivasi kimia dengan bahan aktivator NaCl. Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa bahan aktivator NaCl lebih baik dalam menyerap Karbondioksida dibandingkan dengan bahan aktivator NaOH. Hal ini dikarenakan larutan NaCl memiliki sifat sebagai senyawa *dehydrating agent* yang mana pada proses karbonisasi dapat membatasi pembentukan tar.



Gambar 12. Grafik Hubungan Kadar Gas Metana Dengan Perlakuan Pada Biogas

Dari Gambar 12 dapat dilihat bahwa kadar gas metana (CH_4) tertinggi adalah 75,28 ppm yaitu pada biogas dengan perlakuan arang kayu laban yang diaktivasi secara Kimia dengan bahan aktivator NaCl dan kadar

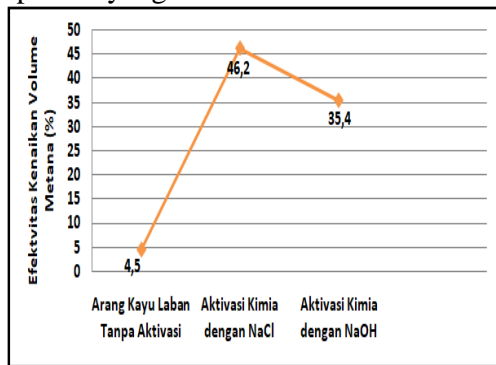
karbondioksida terendah adalah 40,51 ppm yaitu pada biogas tanpa perlakuan. Dari grafik diatas dapat dilihat juga bahwa kadar gas metana (CH_4) yang lebih baik diperoleh melalui pemurnian biogas dengan arang hasil aktivasi kimia menggunakan bahan aktivator NaCl dibandingkan dengan aktivasi kimia menggunakan bahan aktivator NaOH. Hal ini membuktikan bahwa dalam konsep pemurnian biogas, apabila CO_2 terserap oleh adsorben maka secara otomatis CH_4 akan mengalami kenaikan volume.



Gambar 13. Grafik Hubungan Efektivitas Penyerapan CO_2 Pada Pemurnian Biogas Dengan Perlakuan Pada Biogas

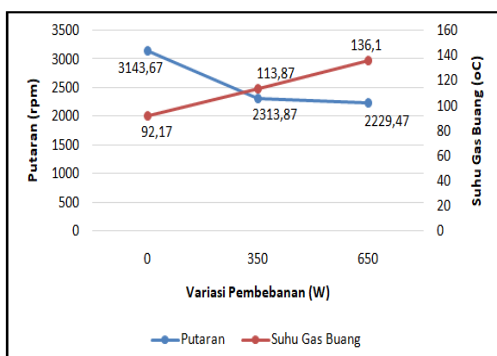
Dari Gambar 13 dapat dilihat bahwa efektivitas tertinggi yang didapat pada saat pengujian adalah 31,6 % yaitu pada biogas dengan perlakuan arang kayu laban yang diaktivasi secara kimia dengan menggunakan bahan aktivator NaCl dan efektivitas terendah yang didapat pada saat pengujian adalah 8,1 % yaitu pada biogas tanpa perlakuan. Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa efektivitas pemurnian biogas dengan bahan aktivator NaCl lebih baik dibandingkan NaOH. Hal ini dikarenakan larutan NaCl terdapat sifat senyawa *dehydrating agent* di mana pada saat proses karbonisasi berlangsung dapat membatasi pembentukan tar. Tar yang terbentuk pada saat proses karbonisasi ini dapat menutupi pori-pori yang terbentuk sehingga luas permukaan spesifiknya mengecil, dengan demikian semakin

sedikit tar yang terbentuk, maka semakin besar pula luas permukaan spesifik yang terbentuk



Gambar 14. Grafik Hubungan Kenaikan Volume CH₄ Pada Pemurnian Biogas Dengan Perlakuan Pada Biogas

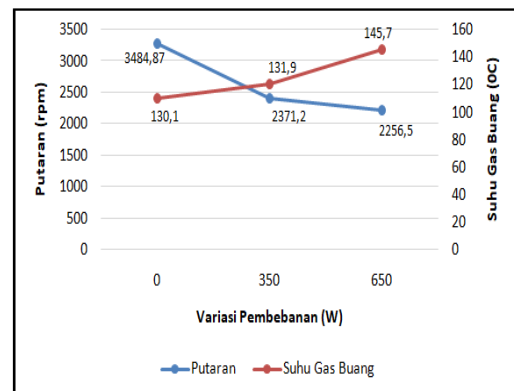
Dari Gambar 14 dapat dilihat bahwa efektivitas tertinggi kenaikan volume CH₄ yang didapat pada saat pengujian adalah 46,2 % yaitu pada biogas dengan perlakuan arang kayu laban yang diaktivasi secara kimia dengan menggunakan bahan aktivator NaCl dan efektivitas terendah yang didapat pada saat pengujian adalah 4,5 % yaitu pada biogas tanpa perlakuan. Hal ini dikarenakan Efektivitas kenaikan volume CH₄ berbanding lurus dengan efektivitas penyerapan CO₂ pada pemurnian biogas, semakin naik persentase kandungan CH₄ pada biogas yang telah dimurnikan, semakin besar pula efektivitas penyerapan kadar CO₂ yang dapat dihasilkan pada sistem pemurnian biogas.



Gambar 15. Grafik Hubungan Unjuk Kerja Generator-Set Menggunakan Bahan Bakar Peralite Terhadap Penambahan Pembebanan

Dari Gambar 15 dapat dilihat bahwa nilai putaran tertinggi adalah 3143,67 rpm yaitu pada pembebanan 0 W dan nilai putaran terendah adalah 2229,47 rpm yaitu pada pembebanan 650 W. Dari grafik diatas dapat dilihat juga bahwa nilai putaran mengalami penurunan seiring dengan penambahan beban pada Generator-Set yang diuji. Sedangkan untuk suhu gas buang, nilai suhu gas buang tertinggi adalah 136,1 °C yaitu pada pembebanan 650 W dan nilai suhu gas buang terendah adalah 92,17 °C pada pembebanan 0 W (tanpa beban).

Dari Gambar 15 diatas pula dapat dilihat bahwa nilai suhu gas buang mengalami peningkatan seiring dengan penambahan beban pada Generator-Set yang diuji. Dari tabel 5, dapat dilihat juga bahwa Generator-Set menggunakan bahan bakar pertalite menunjukkan stabilitas tegangan yang baik dimana tegangan yang dihasilkan tetap stabil pada saat tanpa beban maupun saat diberikan pembebanan 350 W maupun 650 W.



Gambar 16. Grafik Hubungan Unjuk Kerja Generator-Set Menggunakan Bahan Bakar Biogas Hasil Pemurnian Terhadap Penambahan Pembebanan

Dari Gambar 16 dapat dilihat bahwa nilai putaran tertinggi adalah 3484,87 rpm yaitu pada pembebanan 0 Watt dan nilai putaran terendah adalah

2256,5 rpm yaitu pada pembebanan 650 Watt. Dari grafik diatas dapat dilihat juga bahwa nilai putaran mengalami penurunan yang berbanding terbalik dengan penambahan beban pada *Generator-Set* yang diuji. Sedangkan untuk suhu gas buang, nilai suhu gas buang tertinggi adalah 145,7 °C yaitu pada pembebanan 650 Watt dan nilai suhu gas buang terendah adalah 130,1 °C. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai suhu gas buang mengalami peningkatan seiring dengan penambahan beban pada *Generator-Set* yang diuji.

Dari tabel 6, dapat dilihat juga bahwa *Generator-Set* menggunakan bahan bakar biogas hasil pemurnian menunjukkan stabilitas tegangan yang kurang baik dimana tegangan yang dihasilkan tetap stabil pada saat tanpa beban tetapi tidak stabil saat diberi pembebanan

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kadar karbondioksida (CO₂) tertinggi adalah 2808,62 ppm yaitu pada biogas tanpa perlakuan, sedangkan kadar karbondioksida (CO₂) terendah adalah 1920,01 ppm yaitu pada biogas hasil pemurnian arang yang diaktivasi dengan NaCl, untuk hasil karbondioksida menggunakan aktivator NaOH adalah 1987,24 ppm. Untuk efektivitas pemurnian biogas terendah adalah 8,1 % yaitu pada pemurnian tanpa aktivasi sedangkan efektivitas tertinggi adalah 31,6 % yaitu pada biogas hasil pemurnian arang kayu laban dengan aktivator NaCl, dan untuk efektivitas penyerapan CO₂ dengan aktivator NaOH adalah 29,2 %.
2. Kadar gas metana (CH₄) tertinggi adalah 75,28 ppm yaitu pada biogas hasil pemurnian menggunakan arang dengan aktivator NaCl, sedangkan kadar gas metana (CH₄) terendah adalah 40,51 ppm yaitu pada biogas tanpa perlakuan, dan untuk hasil pemurnian dengan arang kayu laban

menggunakan aktivator NaOH adalah 62,76 ppm.

3. Unjuk kerja *Generator-Set* menggunakan bahan bakar pertalite menunjukkan stabilitas tegangan yang baik dimana tegangan tetap stabil saat tanpa beban maupun saat diberikan beban sedangkan Unjuk kerja *Generator-Set* menggunakan bahan bakar biogas hasil pemurnian menggunakan arang kayu laban yang diaktivasi dengan aktivator NaCl menunjukkan stabilitas tegangan yang kurang baik dimana tegangan tetap stabil saat tanpa beban tetapi tidak stabil saat diberikan beban. Ketidakstabilan ini disebabkan karena kurangnya suplai gas dari *Sanitary Landfill* yang dikarenakan cuaca yang cukup terik pada saat pengujian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Iriani, Purwinda, Ari Heryadi. 2014. *Pemurnian Biogas Melalui Kolom Beradsorben Karbon Aktif*. Sigma-Mu. Vol. 6 NO. 2.
- Jatmiko, Sigit. 2015. *Karakteristik Thermal Biogas Yang Difurifikasi Larutan KOH 4 (Empat) Molaritas Dibandingkan Dengan Biogas Tanpa Purifikasi*. Skripsi. Jember : Universitas Jember.
- Kasmawarni. 2013. *Proses Aktivasi Arang Kayu Laban (Vitex Pinnata L.) Dengan Cara Pemanasan Pada Suhu Tinggi*. Jurnal Litbang Industri. Vol. 3 No. 2 : 117-124.
- Ruthven, Douglas M. 1984. *Principles of Adsorption and Adsorption Processes*. Kanada : Published Simultaneously.
- Widhiyanuriyawan, Denny, Nurkholis Hamidi. 2013. *Variasi Temperatur Pemanasan Zeolit Alam-NaOH Untuk Pemurnian Biogas*. Jurnal Energi dan Manufaktur. Vol. 6 No.1 : 53-63