

PENGARUH UKURAN SERBUK ARANG KAYU ULIN TERHADAP EFEKTIVITAS PEMURNIAN BIOGAS

Andri Purwata¹⁾, Mastiadi Tamjidillah²⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

JL. Akhmad Yani Km.36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

Email: Acyber96@gmail.com

Abstract

This study aims to determine the effect of ironwood charcoal powder size on the effectiveness of biogas purification and generator-set performance. This research was carried out by flowing biogas from sanitary landfill to biogas purification insulator containing adsorption media with charcoal varying charcoal size variations, namely size 20, 30 and 40 mesh, then biogas stored in a storage tube then flowed to the chamber for CO₂ level reading and CH₄ uses a gas analyzer. From this study the following results were obtained: Biogas without charcoal (CO₂ 26514.66 ppm and CH₄ 101.07 ppm), Biogas with a size of 20 mesh (CO₂ 20270.08 ppm, CH₄ 458.35 ppm and effectiveness of 23.55%), with a size of 30 mesh (CO₂ 14273.31 ppm, CH₄ 658.75 ppm and effectiveness of 46.16%), with a size of 40 mesh (CO₂ 12092.66 ppm, CH₄ 3161.04 ppm and effectiveness of 54.39%). For the results of testing the performance of generator sets using biogas fuel which has been purified with ironwood charcoal with a size of 40 mesh, ie for no load, rotation is obtained at 3465.0 rpm, temperature 102 °C, and voltage 240 V (stable), with load 350 W obtained rotation 3203.8 rpm, temperature 236 °C, and voltage 150-240 V (unstable), with a load of 700 W obtained rotation 3360.9 rpm, temperature 220 °C, and voltage 100-200 V (unstable). Keywords: Biogas Purification, Variation in Mesh Size, Ironwood Charcoal.

Keywords: Purification of Biogas, Mesh Size Variations, Ulin Wood Charcoal

PENDAHULUAN

Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil semakin banyak sehingga menyebabkan sumber energy makin lama semakin berkurang, selain itu berdampak terhadap pada lingkungan di sekitar, seperti menyebabkan polusi udara hal ini membuat banyak maysarat sadar bahwa penggunaan terhadap bahan bakar fosil harus segera di kurangi. Untuk mengatasi masalah tersebut sehingga perlukan bahan bakar alternative yang murah dan juga mudah untuk di dapatkan. Salah satu bahan bakar itu adalah biogas (Nurkholis Hamidi, 2011). Biogas adalah bahan bakar yang ramah lingkungan karena tidak menghasilkan asap, dan berfungsi sebagai bahan bakar minyak atau gas alam pengganti yang unggul. (Roosganda Elizabeth dan S. Rusdiana, 2011). 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). Biogas perlu dimurnikan dulu sebelum digunakan sebagai bahan bakar (Abdullah saleh, 2016).

Adsorpsi adalah fenomena fisik yang terjadi saat molekul-molekul gas atau cair dikontakkan dengan suatu permukaan padatan dan sebagian dari molekul-molekul itu mengembun pada permukaan padatan tersebut (Suryawan,2004). Salah satu teknologi adsorpsi pada pemurnian biogas dapat menggunakan adsorben (padatan) seperti arang sebagai penyerap CO₂. Arang adalah suatu padatan berpori yang mengandung 85-95 % karbon dan dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Selain dapat digunakan sebagai bahan bakar, arang juga digunakan sebagai adsorben. Daya serap merupakan sifat yang paling penting dari arang sebagai adsorben. (Juliandini dan Yulinah Trihadiningrum, 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lebih lanjut tentang pengaruh ukuran serbuk arang aktif dari limbah cangkang sawit terhadap pemurnian biogas, penelitian ini di lakukan di TPA cahaya kencana Kecamatan Karang Intan Kabupaten Banjar.

Biogas

Biogas adalah gas yang berasal dari hasil dari proses penguraian bahan organik secara anaerobik (tertutup dari udara bebas) untuk menghasilkan suatu gas yang sebagian besar berupa gas metan dan karbondioksida. Proses dekomposisi anaerobik dibantu oleh mikroorganisme, terutama bakteri metan. Suhu yang baik untuk proses fermentasi adalah suhu yang hangat yaitu berkisar antara 30°C-55°C. Pada suhu tersebut mikroorganisme dapat bekerja secara optimal untuk mengurai bahan-bahan organik dan menghasilkan gas metan. 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 atau bisa juga diartikan sebagai proses yang terjadi ketika gas atau cairan terlarut terakumulasi pada permukaan suatu padatan atau cairan dan membentuk lapisan molekul atau atom. Secara singkat, adsorpsi menunjukkan kelebihan konsentrasi pada permukaan. Zat yang terakumulasi pada permukaan disebut adsorbat, sedangkan material permukaan padatan/cairan disebut adsorben (Ruthven, 1984).

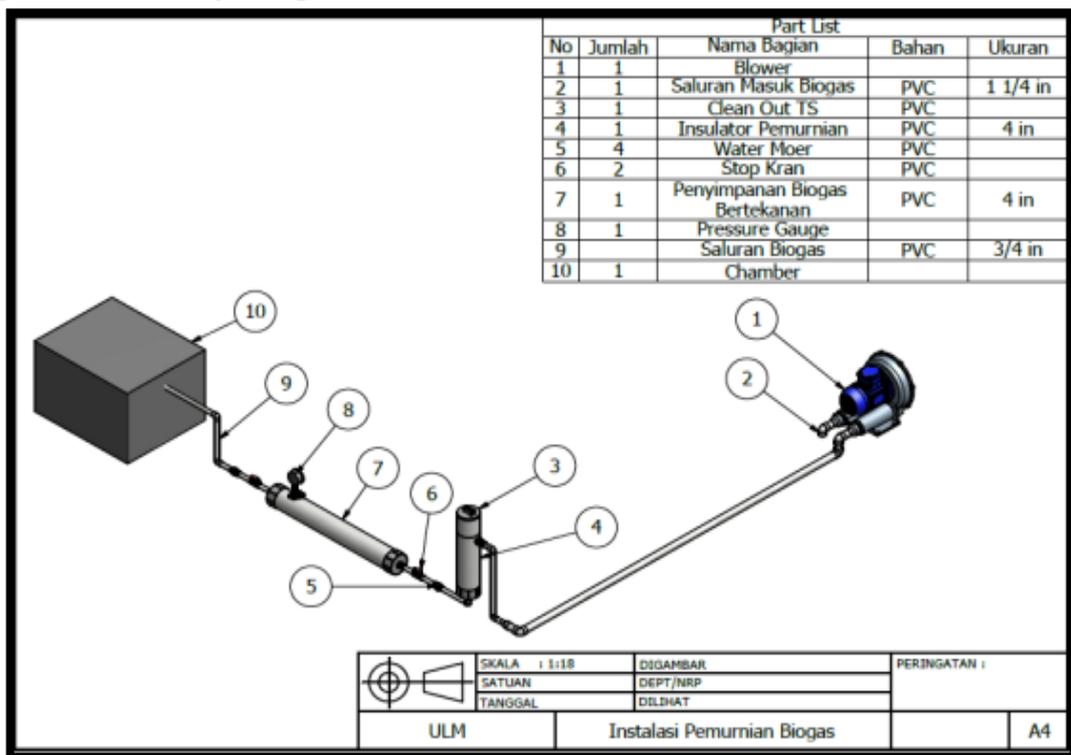
Kayu Ulin

Kayu ulin atau biasa disebut dengan kayu besi adalah kayu yang membutuhkan waktu yang cukup lama untuk tumbuh, kayu ulin juga memiliki ketahanan yang cukup kuat terhadap perubahan suhu sehingga banyak orang-orang yang menggunakan kayu ini, karena banyaknya minat masyarakat terhadap kayu ulin ini, sehingga dikhawatirkan kayu ulin ini akan punah, sehingga kayu ulin perlu di lestari. Kayu ulin yang ditanam di Arboretum Balai Besar Penelitian Dipterokarpa Samarinda. Martawijaya *et al.* (1989) mengatakan bahwa kayu ulin ini sangat kuat dan juga awet. Kayu ulin ini sangat susah untuk dipaku dan juga

digergaji tetapi mudah apabila dibelah. Kayu ulin biasa digunakan sebagai bahan bangunan karena kayu ini memiliki sifat yang sangat kuat dan juga keras kayu ulin juga tahan terhadap suhu yang berubah-ubah seperti panas dan dingin sehingga kayu ini sangat cocok digunakan sebagai bahan utama untuk bangunan selain digunakan untuk bangunan kayu ulin juga di gunakan sebagai bahan utama untuk pembuatan *furniture* seperti kursi dan meja sehingga kayu ini memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi.

METODE PENELITIAN

Penelitian tugas akhir yang berjudul “Pengaruh ukuran arang kayu ulin terhadap pemurnian biogas sebagai bahan bakar alternatif” ini dilaksanakan di TPA Cahaya Kencana Kecamatan Karang Intan Kabupaten Banjar. Skema alat pemurnian di tunjukan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Alat Pemurnian Biogas

Bahan Penelitian

Bahan-bahan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Biogas dari TPA Cahaya Kencana.
2. Arang kayu ulin dengan ukuran serbuk 20,30 dan 40 mesh.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah metode *library research*, yaitu dengan cara 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 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 :

- a. Berat sampel arang 250 gram.
- b. Ukuran serbuk yang digunakan adalah 20, 30 dan 40 mesh.
- c. Arang yang digunakan yaitu arang kayu Ulin.
- d. Bahan bakar *Ignite Generator-Set* yang di gunakan adalah *Pertalite*.

2. Variabel terikat

Variabel terikat, adalah 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 CO₂ dan CH₄ 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 menjadi variabel bebas yaitu variasi ukuran mesh yang berbeda-beda yaitu ukuran 20, 30, dan 40 mesh.

Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penumbukan Arang
2. Pengayakan Arang
3. Penimbangan Arang
4. Pemurnian Biogas
5. Pengujian CO₂ dan CH₄
6. Pengujian dengan *generator-set*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan di TPA Cahaya Kencana Kecamatan Karang Intan Kabupaten Banjar. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aktivasi Kimia pada arang kayu laban terhadap efektifitas pemurnian biogas dan unjuk kerja *Generator-Set*. Hasil Pengujian ditunjukkan pada Tabel 1 sampai Tabel 6.

Tabel 1. Hasil pengujian kadar karbondioksida

No.	Perlakuan	Karbondioksida (CO ₂) (ppm)	Rata -Rata (ppm)
1	Tanpa Arang	26564.22	26514.66
		26514.66	
		26465.1	
2	Arang Kayu Ulin 20 mesh	21013.49	20270.08
		20765.69	
		19031.03	
3	Arang Kayu Ulin 30 mesh	11151.03	14273.31
		13182.99	

		18485.92	
4	Arang Kayu ulin 40 mesh	11002.34	12092.66
		10060.7	
		15214.95	

Tabel 2. Hasil pengujian kadar metana

No.	Perlakuan	Gas Metana (CH ₄) (ppm)	Rata -Rata (ppm)
1	Tanpa Arang	100.62	101.07
		101.99	
		100.62	
2	Arang Kayu Ulin 20 mesh	322.35	458.35
		500.19	
		552.52	
3	Arang Kayu Ulin 30 mesh	706.26	658.75
		603.88	
		666.11	
4	Arang Kayu ulin 40 mesh	2911.49	3161.04
		3407.33	
		3164.32	

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:

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

Tabel 3. Efektivitas penyerapan CO₂

No.	Perlakuan	Efektivitas Penyerapan CO ₂ (%)
1.	Arang Kayu Ulin 20 mesh	23,55
2.	Arang Kayu Ulin 30 mesh	46,16
3.	Arang Kayu Ulin 40 mesh	54,39

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:

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

Tabel 4. Efektivitas kenaikan volume metana

No.	Perlakuan	Efektivitas Kenaikan CH ₄ (%)
1.	Arang Kayu Ulin 20 mesh	28,2
2.	Arang Kayu Ulin 30 mesh	35,6
3.	Arang Kayu Ulin 40 mesh	41,3

Tabel 5. Hasil pengujian unjuk kerja generator-set menggunakan bahan bakar pertalite

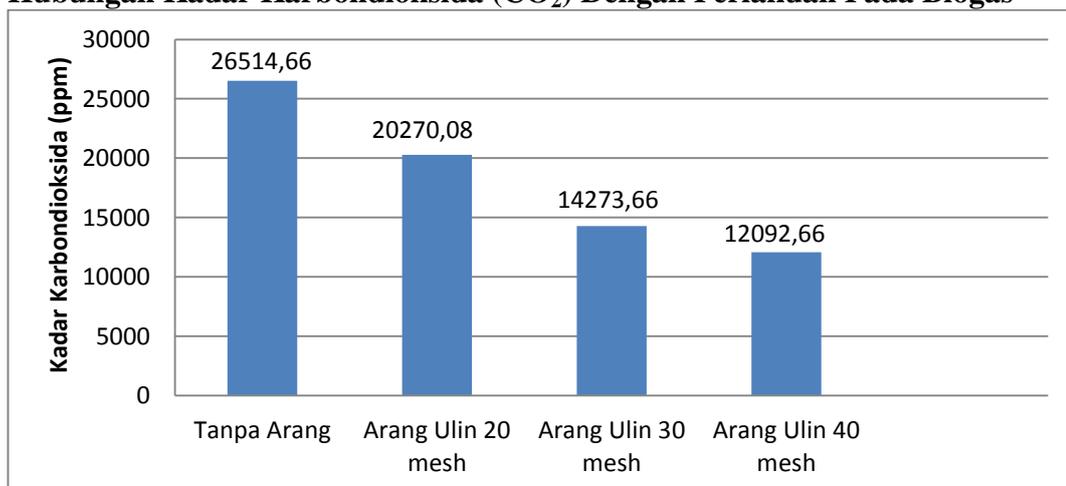
No.	Variabel Pengujian	Beban		
		0 W	350 W	700 W
1	Putaran (rpm)	2465	2313,87	2229,47
2	Suhu Gas Buang (°C)	92,17	113,87	136,1
3	Tegangan (V)	220 (Stabil)	(Stabil)	(Stabil)

Tabel 6. Hasil pengujian unjuk kerja generator-set menggunakan bakar bakar biogas hasil pemurnian arang kayu dengan ukuran arang 40 mesh

No.	Variabel Pengujian	Beban		
		0 W	350 W	700 W
1	Putaran (rpm)	3465,0	3203,8	3360,9
2	Suhu Gas Buang (°C)	102	236	220
3	Tegangan (V)	220 (Stabil)	(TidakStabil)	(Tidak Stabil)

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 yang dapat dilihat dalam Gambar 2 sampai dengan Gambar 7.

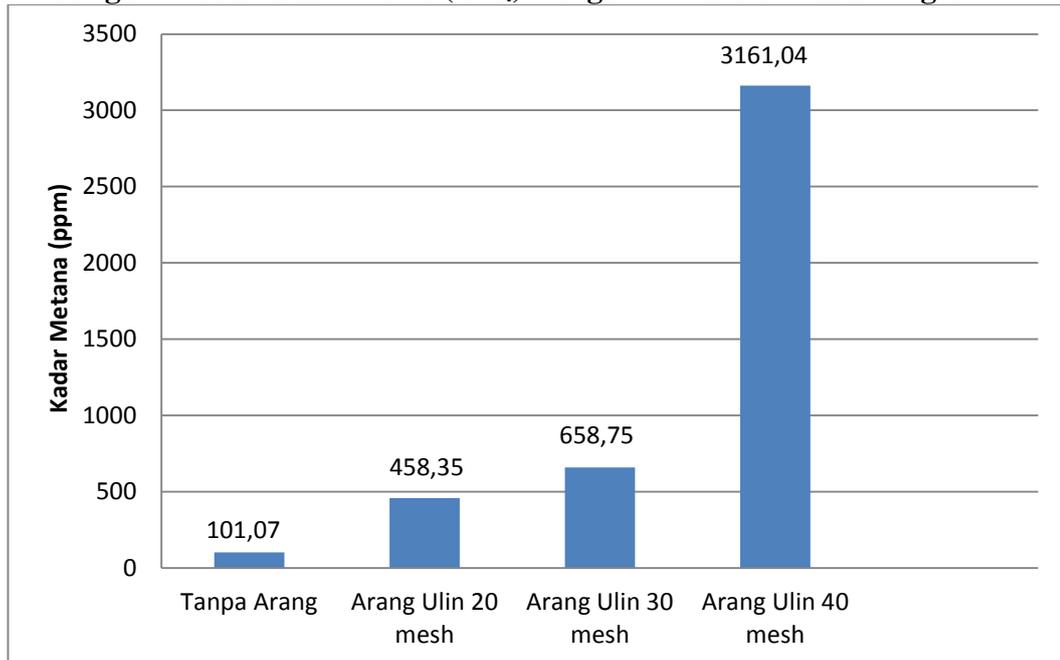
Hubungan Kadar Karbondioksida (CO₂) Dengan Perlakuan Pada Biogas



Gambar 2. Hubungan Kadar Karbondioksida Dengan Perlakuan Pada Biogas

Dari Gambar 2 terlihat bahwa kadar karbondioksida (CO_2) tertinggi adalah 26514 ppm yaitu pada biogas tanpa perlakuan dan kadar karbondioksida terendah adalah 12092,66 ppm yaitu pada biogas dengan arang kayu ulin ukuran 40 mesh. Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa arang ukuran 40 mesh lebih baik dalam menyerap Karbondioksida dibandingkan dengan arang dengan ukuran 20 mesh. Hal ini dikarenakan ukuran yang kecil sehingga mempunyai daya serap yang tinggi. Penurunan kandungan CO_2 pada biogas dapat terjadi disebabkan oleh penyerapan gas CO_2 yang di serap ke dalam pori-pori arang.

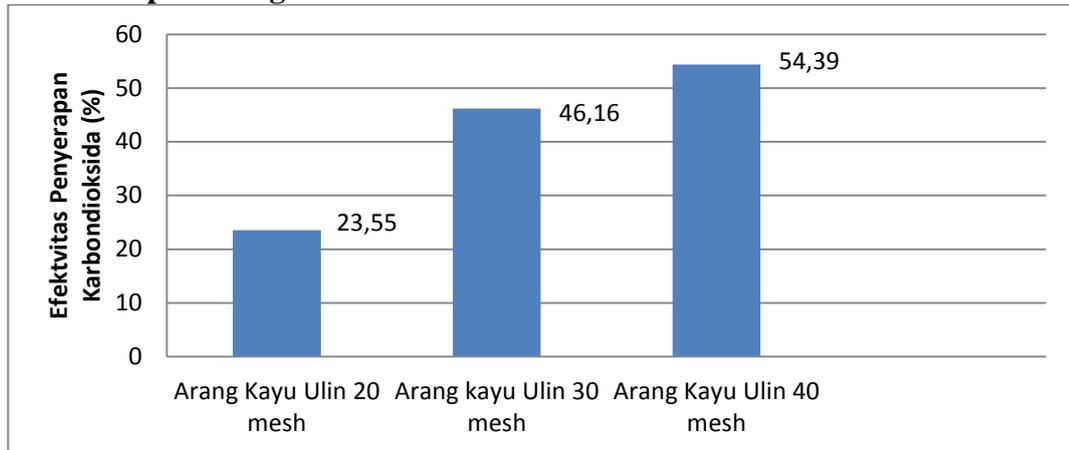
Hubungan Kadar Gas Metana (CH_4) Dengan Perlakuan Pada Biogas



Gambar 3. Hubungan Kadar Gas Metana Dengan Perlakuan Pada Biogas

Dari Gambar 3 terlihat bahwa kadar gas metana (CH_4) tertinggi adalah 3161.04 ppm yaitu pada biogas dengan ukuran 40 mesh dan kadar karbondioksida terendah adalah 458.35 ppm yaitu pada biogas dengan ukuran 20 mesh. Dari grafik diatas dapat dilihat juga bahwa kadar gas metana (CH_4) yang lebih baik diperoleh dengan arang dengan ukuran 40 mesh dibandingkan dengan arang ukuran 20 mesh. Karena semakin besar ukuran mesh maka semakin besar juga gas metan yang dihasilkan karena arang telah mereduksi kadar CO_2 yang terdapat pada biogas hal ini disebabkan karena semakin besar ukuran mesh membuat permukaan arang menjadi lebih luas sehingga penyerapan CO_2 pada biogas lebih bagus.

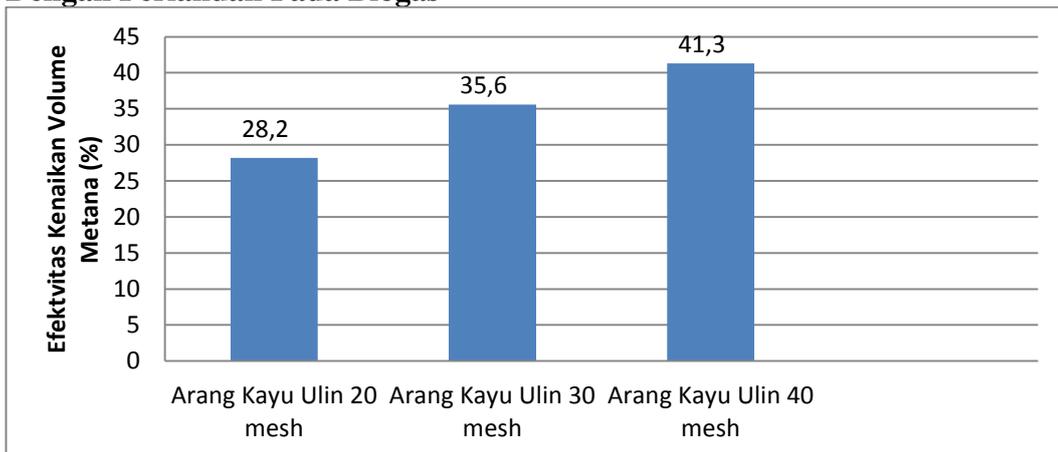
Hubungan Efektivitas Penyerapan CO₂ Pada Pemurnian Biogas Dengan Perlakuan pada Biogas



Gambar 4. Hubungan efektivitas penyerapan CO₂ pada pemurnian biogas dengan perlakuan pada biogas

Dari Gambar 4 terlihat bahwa efektivitas tertinggi yang didapat pada saat pengujian adalah 54,39 % yaitu pada biogas dengan ukuran 40 mesh dan efektivitas terendah dengan ukuran 20 mesh yang didapat pada saat pengujian adalah 23,55 % yaitu pada biogas dengan ukuran 40 mesh. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa arang berukuran 40 mesh mempunyai efektivitas penyerapan CO₂ yang lebih besar di dibandingkan arang berukuran 20 mesh dan 40 mesh. Arang berukuran 40 mesh memiliki luas permukaan yang lebih besar di keranekan mempunyai ukuran yang kecil sehingga saat kontak dengan biogas dapat menyerap CO₂ lebih optimal. Data tersebut dapat di simpulkan semakin kecil ukuran mempunyai luas permukaan lebih besar sehingga penyerapan lebih efektif.

Hubungan Efektivitas Kenaikan Volume CH₄ Pada Pemurnian Biogas Dengan Perlakuan Pada Biogas

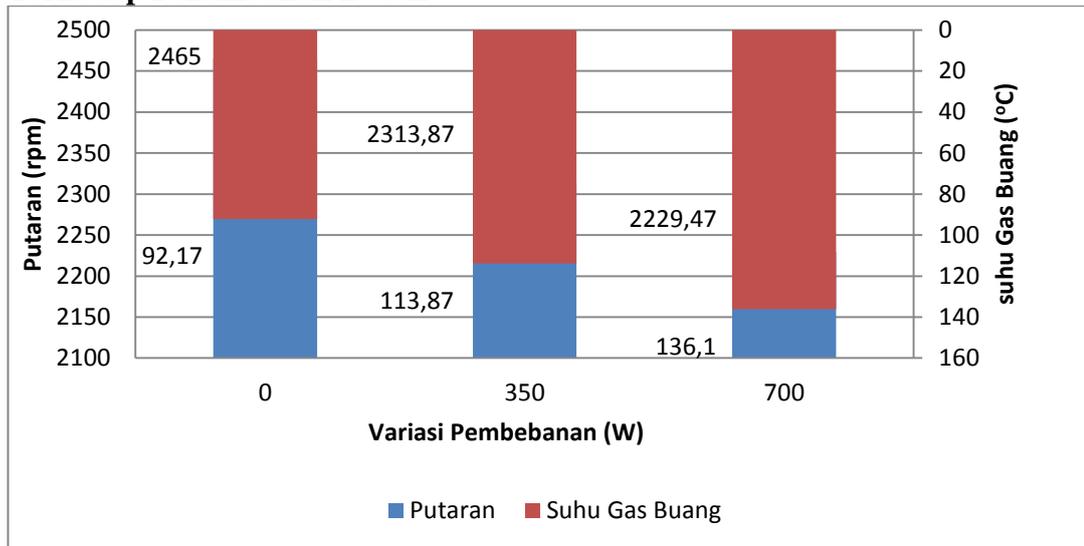


Gambar 5. Hubungan kenaikan volume CH₄ pada pemurnian biogas dengan perlakuan pada biogas

Dari Gambar 5 terlihat bahwa efektivitas tertinggi kenaikan volume CH₄ yang didapat pada saat pengujian adalah 41,3 % yaitu pada biogas dengan

perlakuan arang kayu ulin dengan ukuran 40 mesh dan efektivitas terendah yang didapat pada saat pengujian adalah 28,2% yaitu pada biogas dengan ukuran 20 mesh. Dari data tersebut bisa di lihat bahwa efektifitas kenaokan CH₄ lebih besar pada ukuran 40 mesh di bandingkan dengan 20 mesh dan 30 mesh hal ini disebabkan karena biogas telah di murnikan dan semakin besar penyerapan CO₂ maka semakin besar juga CH₄ yang di hasilkan.

Hubungan Unjuk Kerja *Generator-Set* Menggunakan Bahan Bakar Pertalite Terhadap Penambahan Beban

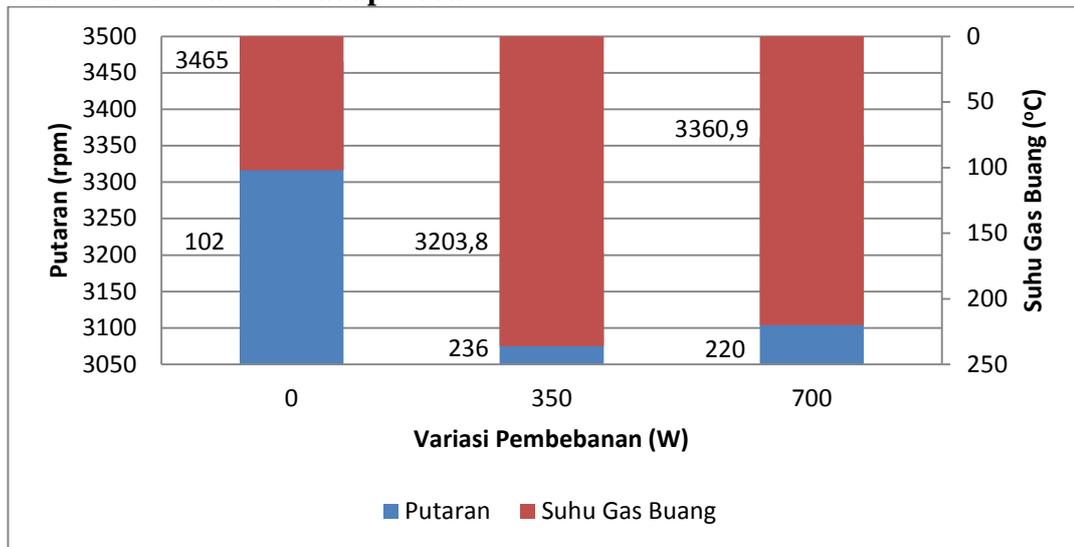


Gambar 6. Hubungan unjuk kerja *generator-set* menggunakan bahan bakar pertalite terhadap penambahan pembebanan

Dari Gambar 6 terlihat bahwa nilai putaran tertinggi adalah 3143,67 rpm yaitu pada pembebanan 0 W dan nilai putaran terendah adalah 2229,47 rpm yaitu pada pembebanan 700 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 700 W dan nilai suhu gas buang terendah adalah 92,17 °C pada pembebanan 0 W (tanpa beban).

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa nilai suhu gas buang mengalami peningkatan seiring dengan penambahan beban pada *Generator-Set* yang diuji. Dari Gambar 6, 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 700 W.

Hubungan Unjuk Kerja *Generator-Set* Menggunakan Bahan Bakar Biogas Hasil Pemurnian Terhadap Beban



Gambar 7. Hubungan unjuk kerja *generator-set* menggunakan bahan bakar biogas hasil pemurnian terhadap penambahan pembebanan

Dari Gambar 7 terlihat bahwa nilai putaran tertinggi adalah 3465 rpm yaitu pada pembebanan 0 Watt dan nilai putaran terendah adalah 2256,5 rpm yaitu pada pembebanan 700 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 236 °C yaitu pada pembebanan 350 Watt dan nilai suhu gas buang terendah adalah 102 °C. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai suhu gas buang mengalami peningkatan seiring dengan penambahan beban pada *Generator-Set* yang diuji.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Setiap tahap pemurnian arang kayu ulin menggunakan ukuran mesh yang berbeda-beda dapat mempengaruhi kadar CO₂ dan CH₄. Untuk pemurnian arang kayu ulin semakin besar ukuran mesh semakin bagus penyerapan kadar CO₂ dan semakin besar kadar CH₄ nya.
2. Kadar karbondiosida (CO₂) yaitu pada arang kayu ulin dengan tanpa perlakuan yaitu 26514,66 ppm sedangkan yang terendah adalah arang kayu ulin dengan ukuran 20 mesh adalah 12092,66 ppm, untuk arang kayu ulin dengan ukuran 30 mesh adalah 14273,31 ppm dan arang kayu ulin dengan ukuran 40 mesh adalah 20270,08 ppm.
3. Kadar gas metana (CO₄) yaitu pada arang kayu ulin dengan ukuran 40 mesh yaitu 3161,04 ppm sedangkan yang terendah adalah arang kayu ulin tanpa perlakuan adalah 101.07 ppm, untuk arang kayu ulin dengan ukuran 20 mesh adalah 458,35 ppm dan arang kayu ulin dengan ukuran 30 mesh adalah 658,75 ppm.

4. 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 ulin dengan ukuran 40 mesh 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

- 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.
- Meynell, P.J. 1976. *Methane: Planning a Digester*. Great Britain : Prism Press.
- Price, E.C., Cheremisinoff P.N. 1981. *Biogas Production and Utilization*. Inc. United States of Amerika : Ann Arbor Science Publishers.
- 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.