

Perancangan Karburetor untuk Bahan Bakar Biogas pada Generator Set 900 VA

Efendi S. Wirateruna¹, Singgih Hawibowo², Rachmawan Budiarto³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Fisika FT UGM
Jln. Grafika 2 Yogyakarta 55281 INDONESIA

¹efendisw@gmail.com

²s_hawibowo@yahoo.com

³rachmawan@yahoo.com

Intisari— Biogas merupakan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan mulai banyak dimanfaatkan di daerah pedesaan untuk keperluan memasak sebagai pengganti gas elpiji. Biogas di pedesaan dapat ditingkatkan pemanfaatannya sebagai sumber energi listrik. Untuk itu, karburetor *generator set* berbahan bakar bensin perlu dimodifikasi agar dapat beroperasi dengan bahan bakar biogas. Penelitian ini menggunakan pendekatan metode perancangan karburetor pada umumnya. Pendekatan yang dilakukan adalah pendekatan analisis teknik, analisis fungsional, proses modifikasi dan uji kinerja sistem. Hasil percobaan pada generator set 900 VA menunjukkan bahwa penggunaan biogas dapat menghasilkan daya listrik sampai 86% dibandingkan pada penggunaan bensin.

Kata kunci— Biogas, *generator set*, karburetor

Abstract— Biogas is a renewable energy source that is environmentally-friendly and widely used in rural areas for cooking as a substitute of LPG. The utilization of biogas can be advanced for generating electrical power in rural area. For this goal, carburetor of gasoline fueled-generator set needs to be modified in order to be operated using biogas fuel. This research used general carburetor designing approach, that consists of technical analysis, functional analysis, modification process, and system performance test. The experiments on a 900 VA generator set showed that the biogas fuel can produce electrical power of 86% in comparison with gasoline.

Keywords— Biogas, *generator set*, carburetor

I. PENDAHULUAN

Eksplorasi sumber daya alam tak terbarukan semakin tinggi seiring dengan pertumbuhan penduduk yang semakin cepat. Padahal ketersediaan sumber daya alam seperti minyak bumi, gas alam dan batu bara terbatas. Oleh karena itu, sekarang waktu yang tepat untuk menggunakan energi alternatif. Salah satu energi alternatif yang dimaksud adalah biogas. Biogas merupakan energi terbarukan yang memanfaatkan limbah pertanian dan peternakan. Komposisi biogas biasanya memiliki kandungan 50-70% CH₄, 25-50% CO₂, 1-5% H₂, 0,3-3% N₂ dan H₂S [1]. Biogas merupakan sumber energi terbarukan yang potensial bagi daerah pedesaan khususnya di negara-negara berkembang [2].

Biogas dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar fosil seperti bensin. Pemanfaatan biogas untuk bahan bakar pada *genset* dapat mendukung penyediaan listrik pedesaan dan mampu menjadikan desa mandiri energi. Agar *genset* dapat dioperasikan dengan bahan bakar biogas perlu dilakukan modifikasi karburetor pencampuran biogas dengan udara sebelum masuk ke dalam silinder pembakaran. Untuk itu perlu dirancang sebuah karburetor pencampuran biogas dengan udara agar mesin *genset* dapat beroperasi dengan optimum.

Nilai kalor bahan bakar fosil seperti bensin lebih besar dibandingkan dengan nilai kalor yang ada pada biogas. Bahan bakar bensin berbentuk cairan sedangkan biogas berbentuk gas. Selain itu jumlah fraksi unsur karbon pada bensin lebih

banyak daripada fraksi unsur karbon pada biogas. Oleh sebab itu diperlukan modifikasi pada penyaluran dan pencampuran antara bahan bakar dengan udara. Setelah desain karburetor dibuat perlu dilakukan pengujian dan penyesuaian lebih lanjut untuk menghasilkan operasi *genset* yang optimum.

Pemanfaatan biogas sebagai bahan bakar *genset* memerlukan modifikasi pada desain karburetor yang merupakan tempat pencampuran bahan bakar dengan udara. Hasil pencampuran bahan bakar dengan udara akan masuk melalui lubang *manifold* menuju silinder untuk proses pembakaran. Kinerja mesin dipengaruhi oleh *supply* campuran bahan bakar dengan udara serta rasio antara biogas dengan udara. Sampai saat ini belum ada pengembangan teknik modifikasi karburetor biogas yang mempertimbangkan kemudahan dalam modifikasi serta perawatan bagi pengguna di pedesaan. Pada penelitian ini dikembangkan teknik modifikasi karburetor tersebut pada *genset* 4 tak 1 silinder. Agar dapat diperoleh modifikasi karburetor yang optimal perlu dipelajari pula bagaimana pengaruh komposisi biogas dan udara terhadap kinerja *genset*.

Penelitian ini memiliki tujuan cara mengembangkan teknik modifikasi karburetor *genset* agar dapat dioperasikan dengan bahan bakar biogas dengan mempertimbangkan kemudahan dalam modifikasi dan perawatan. Selain itu mengetahui komposisi biogas dan udara yang optimal serta mengetahui karakteristik *genset* yang dioperasikan dengan bahan bakar biogas.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode perancangan karburetor pada umumnya. Pendekatan yang dilakukan adalah pendekatan analisis teknik, fungsional, proses modifikasi dan uji kinerja sistem. Berikut adalah langkah – langkah pelaksanaan penelitian.

A. Penentuan Parameter Modifikasi karburetor

Generator set memiliki beberapa komponen penyusunnya, salah satunya adalah karburetor. karburetor merupakan tempat bertemunya antara bahan bakar dengan udara sehingga terjadi pencampuran di dalam karburetor tersebut sebelum masuk ke dalam silinder. Nilai kalor bensin lebih besar dibandingkan dengan biogas (gas metana) selain itu wujud fisik bahan bakar bensin berupa cairan sedangkan bahan bakar biogas berupa gas. Oleh karena itu komponen yang bisa dilepas adalah float chamber, pilot jet dan penyaring bahan bakar bensin.

Langkah selanjutnya yaitu modifikasi pada leher venturi. Diameter leher venturi merupakan sebagai inlet udara jika choke dalam kondisi terbuka, sedangkan inlet yang terdapat di sepanjang leher venturi merupakan inlet biogas. Langkah terakhir simulasi CFD.

B. Analisis Teknik

Analisis stokiometri dapat mengetahui volume gas metana (biogas) dan oksigen (udara) yang akan bercampur di dalam karburetor. Gas metana terkandung dalam biogas 50 – 75 % [3]. Sedangkan oksigen terkandung 21 % dalam udara. Pada persamaan reaksi kimia antara gas metana dengan oksigen dapat diketahui bahwa setiap 1 liter dalam kondisi suhu dan tekanan sama, gas metana membutuhkan 2 liter gas oksigen untuk terjadi pembakaran yang sempurna.

C. Proses Modifikasi

Modifikasi karburetor pertama kali dilakukan dengan cara melepas beberapa komponen seperti *float chamber*, *main jet* dan *pilot jet*, dapat dilihat pada Lampiran E. Setelah melepas *main jet* maka inlet bahan bakar menjadi lebih besar daripada sebelumnya. Sepanjang leher venturi terdapat 3 lubang inlet biogas. Masing – masing lubang bahan bakar biogas memiliki diameter yang sama sebesar 4 mm. Inlet biogas terdapat di sekeliling leher venturi karburetor. Untuk menyambung inlet biogas yang satu dengan yang lain menggunakan saluran pipa plastik. Sambungan pipa dengan inlet biogas menggunakan perekat besi.

D. Pengujian

Pengujian kinerja dilakukan setelah modifikasi karburetor *generator set* dan penyusunan alat pendukung selesai diatur. Output dari *generator set* berbahan bakar biogas berupa listrik AC disambung dengan beban berupa lampu masing-masing 100 watt. Selain itu juga dipasang wattmeter secara paralel. wattmeter tersebut akan muncul data tegangan sumber, kuat arus dan frekuensi pada LCD ketika diberi beban.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Generator set Yamaha ME 1800 EX merupakan mesin generator berbahan bakar bensin. Penelitian ini akan mengubah *generator set* menjadi mesin berbahan bakar biogas. Biogas terkandung gas metana yang merupakan dari sumber energi. Biogas yang digunakan adalah biogas yang langsung dari biodigester tanpa melalui penampungan gas khusus dan pemurnian gas metana. Oleh karena itu, kandungan metana berfluktuatif.

Penelitian kali ini dilakukan simulasi alat secara langsung dan melalui *software computation fluid dynamics* (CFD). Penelitian simulasi alat dilakukan sebanyak dua kali, yaitu modifikasi karburetor terlebih dahulu selanjutnya pengujian *generator set* dengan bahan bakar biogas. Penelitian simulasi CFD berdasarkan *boundary condition* dan dimensi yang sama.

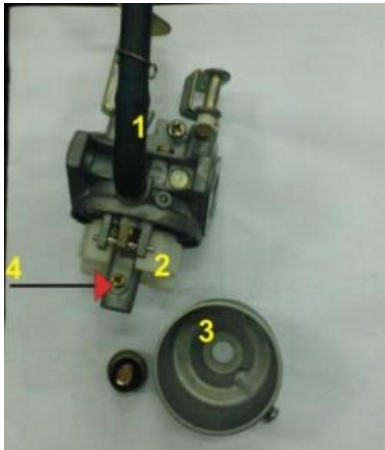
A. Proses Modifikasi karburetor *Generator set*

Modifikasi karburetor dikerjakan di Laboratorium Energi Terbarukan Teknik Fisika UGM. karburetor yang dimodifikasi mampu mencampur biogas dengan udara. Penggantian karburetor cukup memodifikasi saja tanpa adanya perancangan ulang karburetor yang membutuhkan waktu lama serta alat dan bahan tidak mendukung. Modifikasi karburetor hanya membutuhkan alat yang mudah ditemukan di daerah pedesaan. Harapannya bisa diaplikasikan oleh pengguna yang ada di pedesaan secara langsung. Karburetor asli dengan karburetor yang sudah dimodifikasi terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Karburetor bensin (kiri) dan karburetor biogas (kanan)

Karburetor bensin memiliki bentuk yang kompleks dibandingkan dengan karburetor yang sudah dimodifikasi. Karburetor bensin dimodifikasi dengan melepas bagian – bagian yang tidak diperlukan yaitu penampung bahan bakar bensin, pelampung dan alat pendukung pelampung lainnya (berfungsi sebagai pengontrol level bahan bakar dan tekanan di dalam penampung bensin agar tetap stabil), jet pilot dan penyalur bahan bakar bensin.



Gambar 2. Komponen standar karburetor yang dilepas

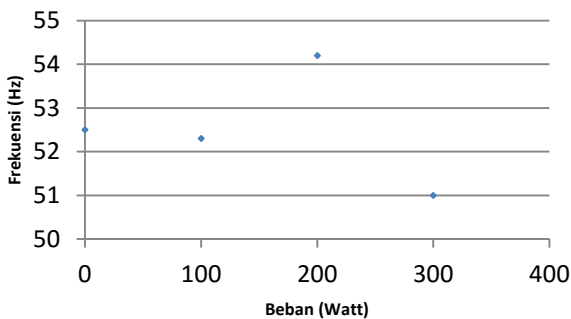
TABEL 1
KOMPONEN STANDAR KARBURETOR BIOGAS

Nomer Angka	Keterangan
1	Saluran bensin dari bahan karet dan logam
2	Pelampung
3	Tempat pelampung
4	Main jet set

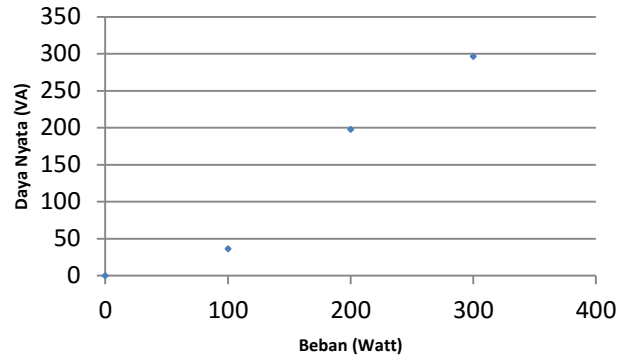
B. Analisis Kinerja Generator set dengan karburetor Modifikasi

Karburetor yang sudah modifikasi, diuji dengan mengoperasikan generator set dengan biogas. Variasi jumlah lubang biogas dilakukan untuk mengetahui campuran yang optimal antara biogas dengan udara. Masing – masing variasi jumlah lubang inet biogas diuji dengan memberikan beban pada genset sampai 800 watt. Output daya dari generator set diukur dengan wattmeter dan dicatat data yang muncul pada layar wattmeter. Data diolah dalam Microsoft Excel dan diubah dalam bentuk grafik agar mudah dianalisis.

Pengujian pertama pada karburetor modifikasi 1 inlet Biogas adalah karburetor dimodifikasi dengan 1 lubang biogas. Dua lubang biogas lainnya ditutup agar tidak ada udara yang masuk ke dalam karburetor. Pengujian dilakukan dengan menyambung selang sumber biogas dengan karburetor dan menyalakan generator set.



Gambar 3. Grafik frekuensi generator set 1 lubang

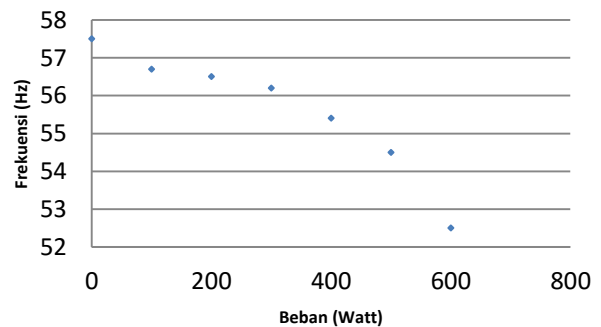


Gambar 4. Grafik kenaikan daya generator set 1 lubang

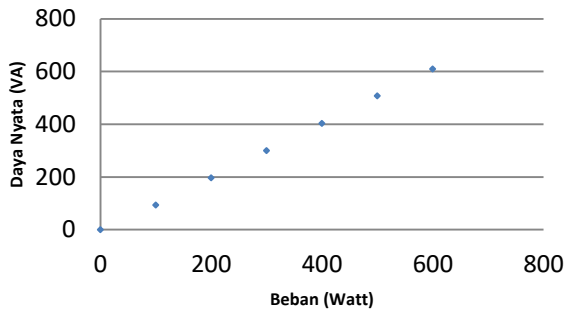
Generator set dioperasikan dengan bahan bakar biogas pada saluran 1 lubang biogas mampu menghasilkan tegangan maksimal ketika tidak diberikan beban sama sekali. Ketika diberi beban 100 Watt, maka tegangan langsung turun drastis menyesuaikan beban yang diberikan. Seiring bertambahnya beban, arus dan tegangan semakin naik. Kenaikan daya yang dihasilkan oleh generator set sesuai dengan beban yang diberikan. Namun generator set hanya mampu menyuplai listrik sampai 300 watt untuk modifikasi 1 lubang biogas pada karburetor generator set. Hal ini berhubungan dengan suplai bahan bakar biogas.

Semakin tinggi beban yang diberikan maka akan semakin tinggi pula kerja yang dilakukan oleh generator set. Oleh karena itu penyediaan bahan bakar semakin tinggi pula. Perbandingan antara inlet biogas dengan udara adalah 1 : 10,6 dimana secara teoritis 1 : 4,7. Kondisi ini berarti campuran yang masuk dalam silinder adalah miskin bahan bakar biogas. Sehingga masih banyak sisa udara yang tidak terbakar sempurna yang menyebabkan kinerja generator set tidak maksimal, namun masih mampu beroperasi sampai beban 300 watt.

Pengujian yang kedua adalah karburetor dengan 2 lubang biogas kondisi terbuka dan lubang lainnya tertutup. Pengujian ini berbeda jauh dengan percobaan sebelumnya. Generator set mampu beroperasi lebih dari beban 300 watt. Penyalakan generator set tanpa perlu menutup katup udara terlebih dahulu, katup udara terbuka penuh.



Gambar 5. Grafik frekuensi generator set 2 lubang

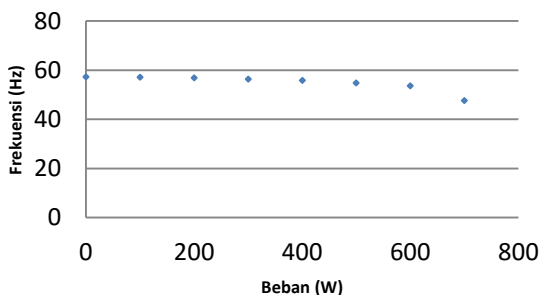


Gambar 6. Grafik kenaikan daya generator set 2 lubang

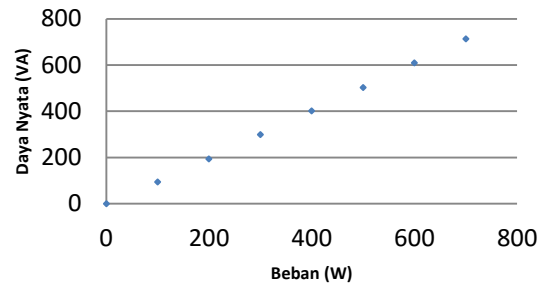
Grafik daya membentuk garis lurus, membuktikan bahwa karburetor modifikasi dua lubang biogas mampu menyuplai campuran bahan bakar biogas dengan udara pada rasio yang konstan. Namun pada beban 700 watt karburetor biogas tidak mampu menyuplai campuran bahan bakar biogas udara secara konstan, karena generator set langsung mati pada beban 700 watt. Semakin tinggi beban yang diberikan maka generator set dituntut bekerja lebih keras untuk menghasilkan listrik sesuai dengan beban yang diberikan. Oleh karena itu pasokan rasio bahan bakar dengan udara semakin tinggi dan konstan. Kandungan gas metana yang tidak konstan dalam biogas dapat menyebabkan penurunan kemampuan operasi generator set yang optimum. Kestabilan penyediaan bahan bakar sangat mempengaruhi kinerja generator set.

Pada grafik frekuensi selama variasi beban terjadi penurunan secara signifikan. Hal ini dipengaruhi oleh pemberian beban yang semakin tinggi dan suplai bahan bakar semakin tidak stabil dan konstan. Namun rentang frekuensi masih dalam standar frekuensi pada sumber listrik PLN. Penurunan frekuensi terjadi seiring penambahan beban. Hal ini terjadi karena terjadi pengurangan putaran sistem pada rotor generator yang disebabkan oleh arus yang semakin tinggi.

Pengujian terakhir yaitu dengan karburetor 3 lubang biogas dalam kondisi terbuka semua. Sehingga biogas melewati ketiga lubang tersebut. Hasil pengujian dengan 3 lubang biogas lebih baik daripada pengujian yang lainnya.



Gambar 7. Grafik frekuensi generator set 3 lubang



Gambar 8. Grafik kenaikan daya generator set 3 lubang

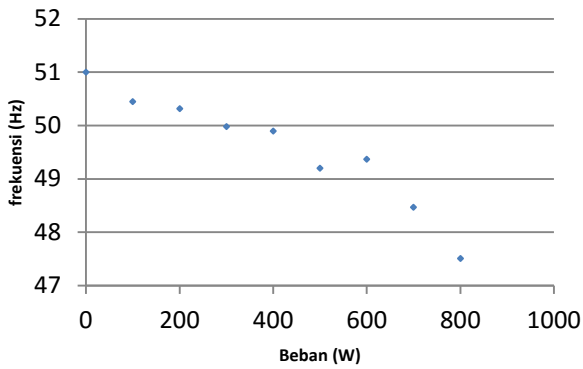
Rasio biogas dengan udara untuk pengujian 3 lubang adalah 1 : 3,5. Secara umum mendekati teori, rasio campuran biogas dengan udara yang tepat adalah 1 : 4,7. Oleh karena itu generator set mampu menerima beban sampai 700 watt. Karburetor generator set mampu menyuplai campuran udara dengan biogas secara konstan walaupun generator set menerima beban yang lumayan tinggi. Namun generator set tidak mampu bertahan lama ketika diberi beban 800 watt.

Generator set hanya bertahan beberapa detik dan setelahnya langsung mati. Jadi sangat sulit untuk mencatat data kinerja yang muncul pada tampilan wattmeter. Pada percobaan ini terdapat hal yang unik, dimana rasio yang paling mendekati adalah pengujian dengan 2 lubang dibanding dengan pengujian 3 lubang biogas. Hal ini dikarenakan kandungan metana dalam biogas berfluktuatif dan kemungkinan yang lain adalah asumsi yang kurang tepat tentang kadar gas metana dalam biogas.

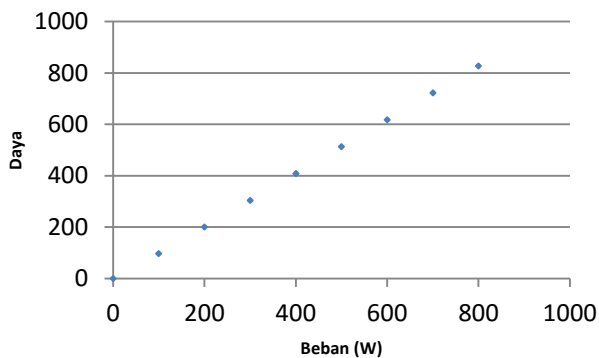
Kandungan gas metana dapat diukur terlebih dahulu untuk menguatkan asumsi yang dibuat. Karena rasio yang paling mendekati adalah pengujian generator set dengan 2 lubang biogas dan hasil terbaik diperoleh pada pengujian generator set dengan 3 lubang, maka kadar gas metana di dalam biogas lebih kecil dibanding dengan asumsi kadar gas metana sebelumnya 50 %. Frekuensi terjadi penurunan dibawah 50 Hz ketika beban 700 watt, generator set tetap beroperasi cukup lama. Hal ini terjadi karena suplai bahan bakar tidak konstan secara keseluruhan sehingga mengganggu putaran motor tiap detiknya. Namun demikian grafik frekuensi selama beban 100watt – 600 watt landai yang menunjukkan bahwa kinerja generator set sangat baik tidak ada gangguan pada motor dan suplai bahan bakar konstan.

C. Perbandingan Kinerja Genset Bensin dan Biogas

Sebelum modifikasi karburetor generator set, genset diuji terlebih dahulu dengan bahan bakar bensin. Hasil yang terdapat pada Tabel II menunjukkan bahwa generator set mampu menerima beban sampai 800 watt. Ketika diberi beban 900 watt generator set sempat beroperasi namun tidak maksimal hanya bertahan beberapa detik.



Gambar 9. Frekuensi genset bensin



Gambar 10. Daya genset bensin

Seiring bertambahnya beban, *generator set* mampu menghasilkan listrik sesuai dengan beban yang diterima sampai 800 W dengan daya yang dihasilkan sebesar 827,13 W. Ketika diberi beban 900 W, *generator set* langsung mati. Hal ini tidak sesuai dengan spesifikasi atau data teknik yang diiklankan, seharusnya mampu menghasilkan daya sampai 1100 W. Frekuensi semakin turun seiring bertambahnya beban. Penurunan frekuensi terjadi secara signifikan dan landai sampai beban 600 W, ketika menerima beban 700 W dan 800 W frekuensi turun secara tajam. Hal ini terkait dengan putaran rotor pada genset menurun.

TABEL II
PERBANDINGAN KINERJA GENSET BIOGAS DENGAN BENSSIN

Variasi Lubang Biogas	Kinerja Maksimal Generator set Biogas (VA)	Kinerja Maksimal Generator set Bensin (VA)	Penurunan Daya Genset Biogas (%)	Kemampuan Daya Genset Biogas (%)
1	296,80	827,13	64,12	35,88
2	609,70		26,29	73,71
3	713,87		13,69	86,31

Hasil yang paling buruk jika dibandingkan dengan kinerja *generator set* dengan menggunakan bahan bakar bensin diperoleh pada *generator set* dengan modifikasi karburetor 1 lubang, mampu sampai 35,88 % dari kinerja bensin. Adapun

kinerja yang paling baik diperoleh pada *generator set* dengan 3 lubang biogas sampai 86,31%. karburetor mampu menyuplai campuran bahan bakar biogas dengan udara secara konstan. Ketika pengoperasian Genset menggunakan bahan bakar biogas, mesin mengalami getaran yang tinggi dan panas yang tinggi pula.

Panas motor merambat sampai pada karburetor, menyebabkan sambungan pada pipa inlet biogas mudah meleleh jika operasi dilakukan terus – menerus. Sambungan pada inlet biogas seharusnya berupa pipa besi sehingga terhindar dari gangguan panas. Hasil terbaik diperoleh rasio udara dan biogas 3,5 : 1. Sedangkan secara teoritis rasio udara dan biogas 4,7 : 1 dengan asumsi kadar metan 50%. Semakin kecil kandungan metan maka semakin mendekati teori.

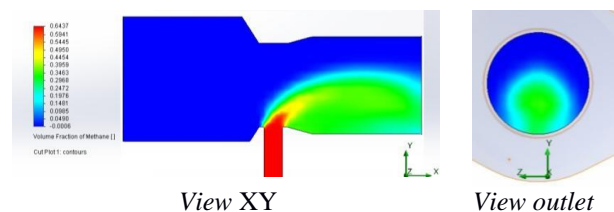
D. Simulasi CFD

Simulasi menggunakan CFD bertujuan untuk mengetahui aliran atau proses yang terjadi dalam karburetor *Generator set*. Simulasi dilakukan pada semua variasi lubang pada venturi karburetor *generator set*. Beberapa parameter yang dapat dianalisis pada simulasi ini adalah fraksi campuran bahan bakar dengan udara, tekanan dan kecepatan aliran. Boundary condition terdapat tiga area yaitu inlet udara, inlet biogas dan mixture outlet. Pengukuran tekanan pada inlet biogas menggunakan manometer. Manometer dipasang sebelum pipa saluran biogas disambung ke dalam karburetor. Pengukuran manometer menunjukkan bahwa tekanan biogas lebih besar dibanding dengan tekanan udara, perbedaan ketinggian sebesar 11 mm.

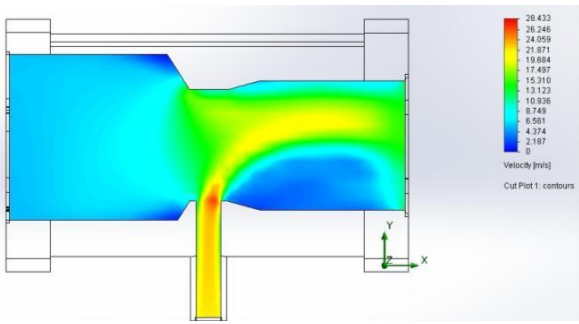
TABEL III
BOUNDARY CONDITION KARBURETOR

Variabel	Area		
	Inlet udara	Inlet biogas	Outlet
Zat	Udara	Biogas	Mixture
Tipe	Tekanan inlet	Tekanan inlet	Laju volumetrik
Tekanan (kPa)	101,325	101,435	-
Laju volumetrik	-	-	2,02x10 ⁻³

Simulasi pada lubang satu memberi parameter tekanan pada inlet udara dan inlet biogas dengan tekanan sebesar 1 atm. Sedangkan pada outlet karburetor *boundary condition* yang digunakan adalah debit pada kecepatan rata-rata motor *generator set*.

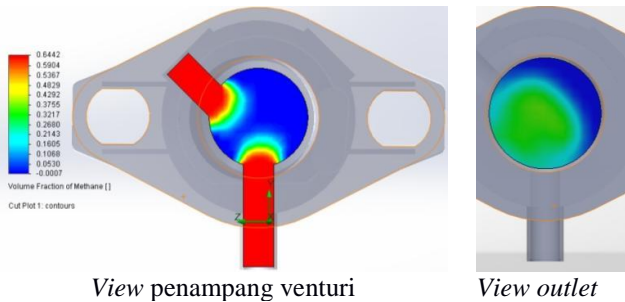


Gambar 11. Hasil simulasi CFD fraksi campuran biogas dan udara pada karburetor 1 lubang.

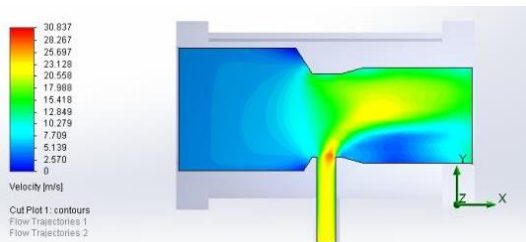


Gambar 12. Hasil simulasi CFD kecepatan aliran campuran udara biogas pada karburetor 1 lubang

Aliran tercepat terjadi ketika melewati leher venturi. Berdasarkan hasil simulasi CFD didapat kecepatan di leher venturi antara 15 – 17 m/s. Kecepatan tersebut sesuai dengan syarat kecepatan campuran untuk biogas udara ketika melewati leher venturi yaitu kurang dari 150 m/s [4]. Kecepatan udara sebelum melewati venturi berkisar 7 m/s, bertambah naik ketika melewati leher venturi. Kecepatan setelah leher venturi tidak merata, kecepatan semakin naik ketika melewati venturi, karena diameter lubang semakin kecil.

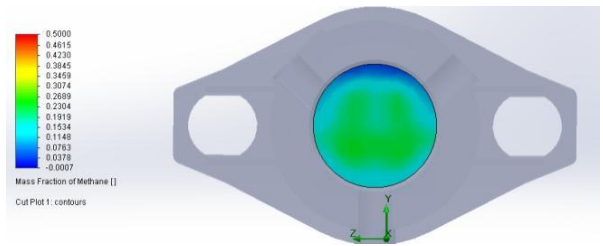


Gambar 13. Hasil simulasi CFD fraksi campuran biogas dan udara pada karburetor 2 lubang.



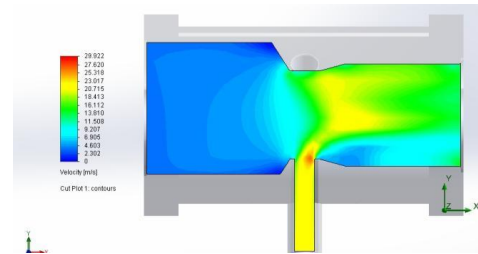
Gambar 14. Hasil simulasi CFD kecepatan aliran campuran udara biogas pada karburetor 2 lubang

Kecepatan aliran terjadi peningkatan ketika melewati leher venturi, karena terjadi penyempitan diameter. Semakin kecil diameter pipa maka akan semakin tinggi kecepatan linearnya untuk debit yang sama. Asumsi debit konstan sepanjang leher manifold. Sepanjang manifold masa jenis hampir sama secara konstan. Kecepatan pada leher venturi masih dalam rentang syarat ketentuan modifikasi karburetor biogas. Berdasarkan gambar simulasi diatas didapat kecepatan rata – rata pada leher venturi sebesar 15 m/s. Kecepatan yang didapat dibawah nilai batas kecepatan maksimum yaitu 150 m/s.



Gambar 15. Hasil simulasi CFD fraksi campuran biogas dan udara pada karburetor 3 lubang (outlet)

Pada *outlet* karburetor biogas, campuran udara dan biogas sudah homogen. Semakin mendekati *inlet manifold* maka akan semakin homogen. Kehomogenan campuran sangat berpengaruh terhadap kecepatan proses pembakaran, yang menyebabkan kinerja motor semakin baik. karburetor mampu menyuplai campuran bahan bakar dengan udara secara konstan.



Gambar 16. Hasil simulasi CFD kecepatan aliran campuran udara biogas pada karburetor 3 lubang

Sama halnya dengan percobaan sebelumnya bahwa kecepatan di leher venturi terjadi kenaikan. Kecepatan dalam leher venturi antara 15 – 16 m/s. kecepatan ini masih dalam ambang batas normal untuk modifikasi karburetor biogas yaitu kurang dari 150 m/s. Laju aliran bahan bakar biogas dapat dihitung dengan mengambil nilai rata – rata kecepatan yaitu 22,06 m/s dengan total luas penampang inlet biogas sebesar 37,71 mm². Jadi laju aliran sebesar 3 m³/h. Nilai bahan bakar spesifik atau sfc (specific fuel consumption) rata – rata (asumsi putaran motor dan daya rata – rata) adalah 4,2 m³/kWh.

Pada pemakaian listrik selama 1 jam membutuhkan volume biogas sebesar 3 m³. Potensi biogas sapi betina potong tiap 1 kg kotoran sebesar 0,040 m³, membutuhkan kotoran sebanyak 75 kg. Untuk memenuhi sejumlah kotoran ternak tersebut dibutuhkan 3 ekor sapi potong. Semakin lama pemakaian listrik maka jumlah kotoran ternak yang dibutuhkan semakin banyak.

E. Pengaruh Konsentrasi Gas Metana

Penelitian yang dilakukan masih memiliki keterbatasan karena peneliti tidak melakukan pengukuran kadar gas metan dalam biogas yang digunakan sebagai bahan bakar *generator set*. Variasi 2 lubang inlet biogas mendekati rasio biogas dan udara secara teoritis, namun hasil uji genset yang terbaik terjadi pada variasi 3 lubang inlet biogas. Hasil ini terjadi

karena asumsi kadar gas metan dalam biogas kurang tepat. Asumsi gas ideal dalam keadaan suhu dan tekanan sama.

TABEL IV
RASIO IDEAL BIOGAS DAN UDARA UNTUK BERBAGAI KADAR METANA
DALAM BIOGAS*

Kadar metana (%)	Rasio (teori) biogas-udara
30	1:2,86
35	1:3,33
40	1:3,81
45	1:4,29
50	1:4,76

*) Untuk kadar oksigen dalam udara sebesar 21 %

Berdasarkan Tabel V. kadar metana dalam biogas semakin kecil maka rasio biogas dan udara secara teoritis semakin kecil. Hasil kinerja *generator set* terbaik terjadi pada variasi 3 lubang inlet biogas dengan rasio luas penampang inlet biogas dan udara 1:3,5. Variasi 3 lubang inlet biogas mendekati teori ketika asumsi kadar metana antara 35 – 40 %. Rasio luas inlet biogas dan udara secara terperinci dapat dilihat pada Tabel V.

TABEL V
RASIO LUAS SALURAN BIOGAS DAN UDARA

Jumlah lubang	Rasio
1	1 : 10,6
2	1 : 5,2
3	1 : 3,5

IV. PENUTUP

Pada penelitian ini telah dilakukan modifikasi karburetor *generator set* 900 VA dan pengujian kinerja genset tersebut untuk penggunaan bahan bakar biogas. Modifikasi dilakukan dengan cara melepas beberapa komponen standar, yaitu pelampung (*float*), tempat pelampung (*float chamber*), *main jet*, saluran bensin, menutup *sprayer inlet* dan menambah *inlet* biogas dalam leher venturi. *Generator set* dengan karburetor yang dimodifikasi telah dapat dioperasikan dengan menggunakan bahan bakar biogas dan dari pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Modifikasi karburetor dengan 3 lubang biogas dengan rasio luas penampang 1 : 3,5 menunjukkan kinerja paling baik dibandingkan 1 dan 2 lubang.
2. Genset mampu memikul beban sampai 700 W dengan daya nyata yang dihasilkan 713,87 VA dan nilai bahan bakar spesifik atau *sfc (specific fuel consumption)* rata-rata 4.200 liter/kWh.
3. Pada penggunaan bahan bakar biogas terjadi penurunan daya sampai menjadi 86,31 % dibandingkan dengan penggunaan bensin.

REFERENSI

- [1] R.Sithikhankaew, S. Predapitakkun, R. Kiattikomol, S. Pumhiran, S. Assabumrungrat, N. Laosiripojana, "Performance of commercial and modified activated carbons for hydrogen sulfide removal from simulated biogas", in *Proceeding of Conference on IEEE First Conference on Clean Energy and Technology (CET)*, pp 135-139, 27-29 June 2011.
- [2] Jawurek, H.H., Lane, N.W. and Rallis, C.J.. "Biogas/petrol dual fuelling of SI engine for rural third use", *Biomass*, Vol. 12, pp. 87-103, 1987.
- [3] Theodorita A S, dkk., *Biogas Handbook*, Laporan Penelitian, University of Southern Denmark, BiG East Project, Esbjerg, Denmark, 2008.
- [4] Mitzlaff K, *Engines for Biogas*, German Appropriate Technology Exchange, 2008.