

DESAIN MODIFIKASI KARBURATOR PADA MESIN PENGGERAK APPO BERBAHAN BAKAR BIOGAS DI PILOT PLANT DME BERBAH

Muhrom Khudhori

Jurusan Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto
 Jl. Janti Blok R, Lanud Adisutjipto Yogyakarta
 Email : muhrom_tm@yahoo.co.id

Abstrak

Karakteristik bahan bakar bensin berbeda dengan biogas, agar mesin bensin dapat menggunakan biogas secara optimal sebagai bahan bakar diperlukan adanya modifikasi. Modifikasi meliputi ; karburator, perbandingan kompresi, dan sistem pengapian agar penggunaan biogas dapat optimal. Dalam penelitian ini dilakukan modifikasi pada karburator, modifikasi dilakukan dengan membuat nosel pada venturi mixer di dalam karburator. Dari hasil penelitian untuk desain enjiniring geometri tinggi pipa nozzle dalam venturi 10,3 mm, panjang pipa nozzle dalam venturi 8 mm, diameter luar pipa nozzle dalam venturi 3,9 mm dan diameter dalam pipa nozzle dalam venturi 3 mm, desain manufaktur modifikasi karburator berbahan bakar biogas untuk mesin penggerak APPO tipe GX 200 6,5 HP diketahui bahwa proses pembuatan dan perakitan komponen modifikasi cukup mudah dan saat dipasangkan pada mesin tidak mengganggu ketika mesin dioperasikan, sedangkan hasil uji coba karburator hasil modifikasi dapat digunakan untuk menghidupkan mesin penggerak APPO tipe GX 200 6,5 HP berbahan bakar biogas.

Kata Kunci : *Modifikasi, Mesin Bensin, Biogas, Karburator, Venturi Mixer.*

Abstract

Characteristics of gasoline fuel different biogas, in order to spark ignition engine can be used biogas with optimal as fuel spark ignition engine need modification. Modified as ; carburetor, compression ratio, and ignition system to optimalization used. This research modified in carburetor, modified with make nozzle in the ventury mixer of carburetor. This research can be result that for engineering design geometry of high nozzle pipe in the ventury 10,3 mm, long nozzle pipa in the ventury 8 mm, outside diameter nozzle pipe in the ventury 3,9 mm and inside diameter nozzle pipe in the ventury 3 mm, manufacturing design of carburetor modification fuel of biogas for running engine APPO type GX 200 6,5 HP know that production process and assembly of part modification easy and assembly to engine not trouble when engine operation, and result of test carburetor modification can be used to running engine APPO type GX 200 6,5 HP with fuel biogas.

Key Words : *Modification, Spark Ignition Engine, Biogas, Carburetor, Ventury Mixer.*

1. Pengantar

Menipisnya cadangan bahan bakar fosil (BBM), meningkatkan Efek Gas Rumah Kaca (EGRK) mendorong pemerintah mencari sumber energi alternatif sebagai bahan bakar untuk substitusi/pengganti BBM. Sesuai dengan skenario optimalisasi energi mix nasional 2025 konsumsi bahan bakar ; batu bara (32,7%), gas bumi (30,6%), minyak bumi (26,2%), panas bumi (3,8%), PLTA (2,4%) dan yang lainnya 4,4% (PLTMH 0,216%, Biofuel 1,335%, tenaga surya 0,020%, tenaga angin 0,028%, fuel cell 0,000%, biomassa 0,766%, nuklir 1,993%)

(Anonymous, 2006). Sementara itu kondisi tanah pertanian yang semakin tandus dikarenakan penggunaan pupuk kimia mendesak pemerintah untuk mendorong masyarakat petani menggunakan pupuk organik. Sehingga saat ini perlunya dikembangkan konsep pertanian terpadu dengan prinsip “*Zero Waste*” (Khudhori M. 2010).

Sehubungan dengan itu, pemerintah telah mendorong program Desa Mandiri Energi (DME) di wilayah Indonesia yang terdapat potensi energi alternatif untuk dikembangkan. DME ini dikembangkan dengan konsep pemanfaatan energi setempat khususnya energi terbarukan untuk pemenuhan kebutuhan energi dan kegiatan yang bersifat produktif. Adapun tujuannya adalah untuk meningkatkan produktivitas, kesempatan kerja dan kesejahteraan masyarakat pada umumnya melalui penyediaan energi terbarukan yang terjangkau dan berkelanjutan (Anonymous, 2010).

Sesuai dengan road map pengembangan energi terbarukan propinsi DIY target tahun 2025 ; PLTS 3000 KWp, PLTMH 750 KW (25 unit terpasang), PLTA Angin 160 KW, biogas 5000 unit terpasang, biodiesel 1,5% konsumsi solar dan Desa Mandiri Energi (DME) 10 desa (Anonymous, 2010). Dan sesuai dengan rencana umum energi daerah (RUED) propinsi DIY kecamatan Berbah merupakan salah satu wilayah yang potensi untuk pengembangan biomassa (biogas) sebagai sumber energi alternatif (Khudhori M. 2010).

Di wilayah kecamatan Berbah kabupaten Sleman dengan potensi sumber daya alam (SDA) yang besar, dibidang perikanan tahun 2010 telah dilakukan penancangan sebagai kawasan minapolitan, kemudian di bidang pertanian sebagai penghasil jagung terbesar di sleman dan di bidang peternakan (sapi) nomer 2 di kabupaten sleman setelah kecamatan Prambanan setelah adanya erupsi Merapi 2010 ini (2083 ekor sapi, kapasitas 3421 ekor sapi) sangat potensi untuk dikembangkan menjadi DME untuk mendukung pembangunan pertanian terpadu dengan prinsip “*zero waste*” (Khudhori M. 2010).

Tahun 2012 direncanakan penancangan pilot plant DME di dusun Blendangan, desa Tegaltirto kecamatan Berbah dengan pembangunan instalasi biogas di kelompok kandang Lembu Makmur (102 ekor sapi, kapasitas 184 ekor sapi). Biogas yang dihasilkan direncanakan untuk bahan bakar mesin penggerak APPO untuk produksi ; pakan ternak sapi, pakan ikan dan pupuk organik (Khudhori M. 2010). Mesin yang digunakan untuk penggerak APPO adalah mesin bensin 4 langkah Honda GX 200 6,5 HP dengan bahan bakar bensin. Dan biogas yang dihasilkan rencananya akan digunakan untuk bahan bakar pengganti bensin.

Karena karakteristik bahan bakar bensin berbeda dengan biogas, dan mesin yang ada dipasaran di desain untuk bahan bakar bensin, maka agar dapat menggunakan biogas secara optimal sebagai bahan bakar diperlukan adanya modifikasi pada mesin bensin. Modifikasi yang diperlukan meliputi ; sistem bahan bakar (karburator), perbandingan kompresi, dan sistem pengapian agar penggunaan biogas dapat optimal (konsumsi bahan bakar rendah dan daya yang dihasilkan tinggi) (Mitzlaff K.V. 1988).

2. Sistem

Biogas

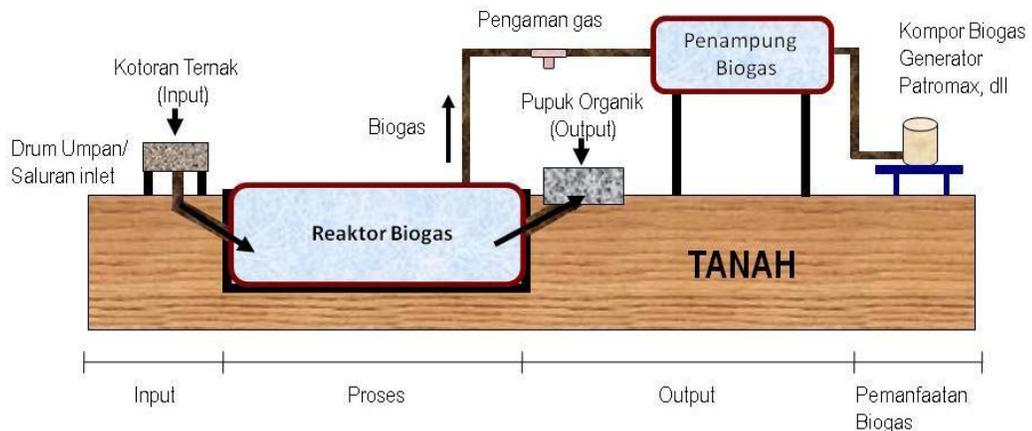
Salah satu sumber energi terbarukan yang berasal dari sumber daya alam hayati adalah biogas dari kotoran ternak. Biogas merupakan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan, dapat dibakar seperti gas elpiji (LPG) dan dapat digunakan sebagai sumber energi penggerak generator listrik, petromak biogas, pemanas ruang/kotak penetasan telur dll (Anonymous. 2010). Biogas dihasilkan dari proses fermentasi anaerob oleh mikroorganisme dari bahan organik, seperti limbah pertanian, kotoran ternak, kotoran manusia atau campurannya dalam suatu alat yang disebut dengan

digester. Komposisi gasbio meliputi ; methane (CH₄) = 54 - 70%, karbon dioksida (CO₂) = 27 - 45%, nitrogen (N₂) = 0,5 – 3%, oksigen (O₂) = 0,1%, dan hidrogen sulfida (H₂S) < 0,1% . Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pembuatan gasbio meliputi : faktor utama (rasio C/N = 20-30, kandungan bahan kering = 5-10%, aktivitas organisme) dan faktor penunjang (keasaman/PH + 7,0 -7,2, temperature = 32-36°C, pengadukan dan tidak mengandung bahan beracun) (Anonymous. _____).

Kotoran dari 3 ekor ternak sapi atau 7 ekor ternak babi dapat menghasilkan kurang lebih 2 m³ biogas per hari. Kesetaraan biogas dengan sumber energi lain untuk setiap 1 m³ biogas : ± 0,46 kg gas elpiji, ± 0,62 liter minyak tanah, ± 0,52 liter minyak solar, ± 0,80 liter bensin dan ± 3,5 kg kayu bakar. Energi yang terkandung dalam biogas tergantung dari konsentrasi metana (CH₄). Semakin tinggi kandungan metana maka semakin besar kandungan energi (nilai kalor) pada biogas, dan sebaliknya semakin kecil kandungan metana semakin kecil nilai kalor (Anonymous. 2009).

Kualitas biogas dapat ditingkatkan dengan memperlakukan beberapa parameter yaitu: *Pertama*, menghilangkan hidrogen sulphur, kandungan air dan karbon dioksida (CO₂). Hidrogen sulphur mengandung racun dan zat yang menyebabkan korosi, bila biogas mengandung senyawa ini maka akan menyebabkan gas yang berbahaya sehingga konsentrasi yang di ijinakan maksimal 5 ppm. Bila gas dibakar maka hidrogen sulphur akan lebih berbahaya karena akan membentuk senyawa baru bersama-sama oksigen, yaitu sulphur dioksida/ sulphur trioksida (SO₂ / SO₃) yang merupakan senyawa lebih beracun. Pada saat yang sama juga akan terbentuk sulphur acid (H₂SO₃) yaitu suatu senyawa yang lebih korosif. *Kedua*, menghilangkan kandungan karbon dioksida untuk meningkatkan kualitas, sehingga gas dapat digunakan untuk bahan bakar kendaraan. Kandungan air dalam biogas akan menurunkan titik penyalan biogas serta dapat menimbulkan korosif (Anonymous. 2009).

Saat ini berbagai jenis bahan dan volume digester serta peralatan biogas telah dikembangkan sehingga dapat disesuaikan dengan karakteristik wilayah, jenis, jumlah dan pengelolaan kotoran ternak yang akan dilakukan. Peralatan dan proses pengolahan dan pemanfaatan biogas ditampilkan pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Pengolahan dan Pemanfaatan Biogas

Digester biogas dapat dibuat dari bahan plastik Polyetil Propilene (PP), fiber glass atau semen, sedangkan ukuran bervariasi mulai dari 4 hingga 35 m³. Biogas dengan ukuran terkecil dapat dioperasikan dengan kotoran ternak 3 ekor sapi, 7 ekor babi atau 500 ekor unggas (Anonymous, 2010).

Mesin Bensin 4 Langkah

Motor bensin 4 tak menggunakan siklus Otto. Motor bensin mengisap campuran bahan bakar dan udara yang mudah terbakar masuk ke dalam silinder mesin pada saat langkah isap. Perubahan tekanan akan terjadi selama proses kerja dalam ruang di atas piston. Bila piston berada di TMA, volume ruang ini adalah yang terbesar. Pada motor bensin 4 langkah, setiap satu siklus dibutuhkan 2 putaran poros engkol. Adapun untuk proses selama siklus pada motor bensin 4 langkah dapat dijelaskan sebagai berikut :

Langkah pemasukan (langkah isap)

Langkah isap dimulai pada TMA, yakni bila piston mulai bergerak ke bawah. Katup masuk sudah terbuka sebelum TMA untuk menghasilkan lubang isap yang luas, bila dalam silinder telah terjadi kehampaan akibat gerakan piston ke bawah tersebut. Disebabkan oleh tahanan aliran yang dialami oleh campuran baru yang mengalir melalui sistem isap, maka isian tidak pernah mencapai 100%, sehingga tekanan selama pengisian selalu berada dibawah 100 kPa efektif. Pada frekuensi putar yang lebih tinggi tekanan akan semakin rendah, berarti isian silindernya juga berkurang, sehingga peningkatan daya yang diberikan tidak dapat sebanding dengan frekuensi putarnya (efisiensi volumetrik). Pada motor yang pengisiannya dilakukan dengan tekanan, hal demikian tidak akan terjadi, campuran yang akan dimasukkan dalam silinder dilakukan dengan tekanan. Kelemahan dari cara ini adalah bahwa sebagian gas buang pembakaran terdahulu akan mengeruhkan kualitas campuran barunya. Hal demikian disebabkan oleh sejumlah gas buang yang berada dalam ruang sisa hanya dapat meninggalkan ruang tersebut oleh energi gerakan. Walaupun hal tersebut dapat menambah periode tumpang tindih (*overlapping*) katupnya, tetapi selalu terdapat sisa gas buang yang tertinggal dalam silinder.

Langkah kompresi (langkah pemampatan)

Langkah kompresi secara teoritis dimulai pada saat piston menuju TMA. Akan tetapi dalam kenyataannya langkah kompresi baru terjadi setelah penutupan katup masuknya. Kadang-kadang langkah kompresi dapat terjadi lebih awal ketika tekanan berada di atas 100 kPa. Hal ini disebabkan oleh energi gerak aliran campuran. Makin kecil ruang volume sisa (V_c) terhadap ruang silinder (V_s) akan semakin besar tekanan kompresinya. Hal ini sangat tergantung pada nilai perbandingan kompresi. Akan tetapi peningkatan nilai perbandingan kompresi tidak selamanya akan mengakibatkan tekanan akhir kompresi menjadi lebih tinggi. Pada motor-motor dengan frekuensi putar yang tinggi, melambatkan putaran dari katup masuknya akan sangat mengurangi besar langkah kompresi efektifnya. Dalam hal ini untuk mendapatkan tekanan akhir kompresi yang tinggi dan tanpa mengurangi ekspansinya, kita harus mempertinggi perbandingan kompresi. Biasanya dengan menggunakan perbandingan kompresi yang lebih tinggi akan dihasilkan tekanan akhir kompresi yang lebih tinggi, sehingga mengakibatkan peningkatan temperatur akhir pembakaran.

Proses pembakaran

Proses pembakaran mulai terjadi sebelum TMA dan akan berakhir sesudah TMA. Apabila pengapiannya disetel terlalu awal, maka tekanan akan cepat meningkat sebagai akibat pembakaran yang terlalu awal. Padahal kompresinya masih berlangsung. Pistonya akan direm dengan kuat sebelum TMA, hal ini sangat merugikan kerjanya. Akan tetapi apabila pembakaran dibuat lebih lambat, saat piston masih dalam proses pembakaran sudah menuju TMB, maka tekanan akan sangat menurun disebabkan oleh ruang silinder yang membesar. Disamping itu gas yang masih terbakar akan ikut meninggalkan katup

buangnya, yang mengakibatkan temperatur pada katup terlalu tinggi. Akibat yang lama akan dialami bila campuran gas terlalu miskin, karena terbakarnya gas tadi lambat sekali pada campuran gas yang terlalu miskin. Gas ini masih dalam keadaan terbakar pada awal langkah isap, yang mengakibatkan pukulan balik dalam karburator yang dapat mengakibatkan kebakaran.

Langkah ekspansi (langkah kerja)

Akhir pembakaran sebaiknya terjadi pada TMA atau sedikit sesudahnya. Hal ini dikarenakan oleh pengembangan gas hasil pembakaran terbesar akibat temperatur tertinggi harus terjadi pada volume terkecil (V_c), sehingga piston mendapatkan tekanan terbesar. Ekspansi terjadi di atas piston selama terjadi langkah ekspansi. Dengan demikian tekanan dan temperatur akan sangat menurun.

Langkah buang

Piston yang menuju ke TMA sedikit mempertinggi tekanan lebih gas yang sudah terbakar yang melalui katup buang akan mengalir ke sistem buangnya. Dan tidak semua gas bekas ini akan dapat dikeluarkan. Ruang bakar yang kecil (V_c) menjadi perbandingan kompresi yang besar akan dapat memperbaiki keadaan ini. Disamping itu juga apa yang disebut dengan tumpang tindih mempunyai peranan penting.

Karburator

Untuk beberapa dekade, karburator digunakan pada motor bensin untuk menambahkan bahan bakar ke udara masuk. Prinsip dasar karburator sangat sederhana, beda dengan ketika injektor bahan bakar akhirnya menggantikannya sebagai sistem pemasukan bahan bakar, ia dikembangkan menjadi sistem yang kompleks, canggih, dan mahal.

Saat udara masuk mesin karena adanya penurunan tekanan antara udara atmosfer dan kevakuman dalam silinder selama langkah masuk, ia mempercepat ke kecepatan tinggi dalam throat dari venturi karburator. Dengan prinsip Bernoulli's, karena tekanan dalam throat P_2 diturunkan nilainya kurang dari tekanan P_1 (sekitar 1 atm). Tekanan di atas bahan bakar dalam bak bahan bakar sama dengan tekanan atmosfer sebagaimana bak di beri ventilasi ke sekitar ($P_3 = P_1 > P_2$). Untuk itu penurunan tekanan melalui pipa kapiler supply bahan bakar, gaya bahan bakar mengalir ke throat venturi. Ketika bahan bakar mengalir keluar ujung pipa kapiler, ia pecah menjadi butiran yang sangat kecil yang terbawa oleh udara kecepatan tinggi. Butiran kemudian menguap dan bercampur dengan udara dalam saluran masuk.

Modifikasi Mesin Bensin Berbahan Bakar Biogas

Modifikasi mesin Otto (pengapian busi, mesin petrol atau bensin) relatif mudah ketika bila mesin didesain untuk beroperasi pada campuran bahan bakar-udara dengan pengapian busi. Modifikasi dasar dilakukan pada pencampuran gas-udara yang ada dalam karburator. Kinerja mesin dipengaruhi oleh variasi suplai campuran, dan juga posisi katup pembukaan (*throttle valve*). Kenaikan perbandingan kompresi juga diperlukan untuk menaikkan efisiensi proses (termodinamika). Sehingga akan diperoleh konsumsi bahan bakar yang lebih rendah dan daya keluaran lebih tinggi. Disamping itu juga diperlukan pengaturan sistem pengapian dikarenakan kecepatan pembakaran biogas relatif lebih lambat dibandingkan dengan bensin.

Parameter Unjuk Kerja dan Operasional

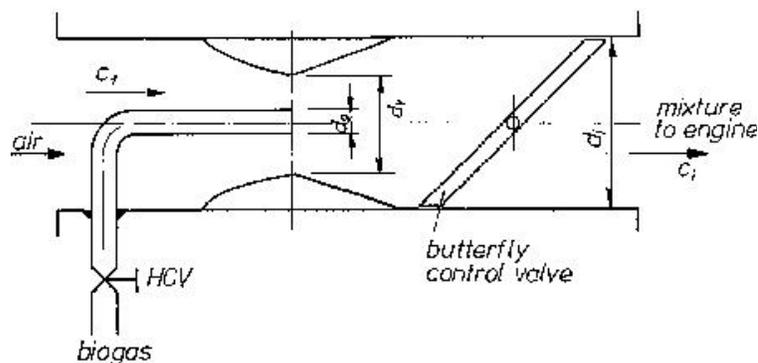
Mesin bensin dengan bahan bakar gas yang dimodifikasi dari mesin bensin berbahan bakar bensin akan menghasilkan daya yang lebih rendah bila dibandingkan ketika menggunakan bensin. Hal ini dikarenakan terjadinya penurunan efisiensi volumetric sebagaimana bahan bakar gas menempati bagain yang lebih besar dari volume campuran saat masuk mesin dibandingkan dengan bahan bakar cair udara ditempatkan. Bahan bakar cair mempunyai kandungan energi volumetrik lebih besar dibandingkan gas dan juga campuran bahan bakar-udara dingin ketika menguap dalam saluran masuk. Efek pendinginan menaikkan density dan kandungan campuran bahan bakar-udara yang masuk mesin mempunyai basis massa yang lebih tinggi.

Mesin gas (*gas engine*) khususnya ketika beroperasi dengan biogas dengan proporsional CO₂ besar, dapat mengurangi jumlah udara untuk keperluan bahan bakar gas. Ketika mesin Otto mempunyai perbandingan udara lebih $\lambda = 1 \pm 0.1$ harus dijaga, jumlah total energi bahan bakar dalam campuran biogas dan udara lebih kecil dibandingkan bensin. Dengan penurunan supply energi bahan bakar atau densiti energi campuran, mak daya maksimum juga akan turun. Laju penurunan daya tergantung pada nilai kalor volumetric gas, dimana ; biogas dengan 70% CH₄ nilai kalori volumetric lebih tinggi dibandingkan dengan biogas dengan 50% CH₄, sehingga daya output mesin juga lebih rendah.

Daya dan kecepatan mesin diatur oleh jumlah campuran udara-bahan bakar yang masuk ke dalam mesin, yang diatur oleh katup kupu-kupu (*butterfly valve*) / skep yang ada diantara peralatan pencampur (mixer) dengan saluran masuk mesin. Penutupan katup skep ini akan berakibat penurunan tekanan (*throttle effect*) aliran campuran yang masuk kedalam mesin lebih rendah, sehingga campuran udara – bahan bakar yang masuk juga rendah. Sehingga mengakibatkan daya output, tekanan rata-rata dan efisiensi turun. Akibat penurunan efisiensi ini akan menaikkan konsumsi bahan bakar. Sehingga untuk itu operasional pada kondisi medium.

Desain Peralatan Pencampur (Venturi Mixer)

Desain venturi mixer diperlukan untuk mencampur udara dan biogas sebelum masuk mesin. Penggunaan venturi mixer efek mekanika fluidanya sama seperti karburator standar, sehingga perubahan kuantitas dan kecepatan aliran udara mengakibatkan perubahan tekanan saluran kontraksi yang merubah efek perubahan aliran dari bahan bakar untuk bergabung dan bercampur dengan aliran udara utama sesuai dengan proporsi yang diinginkan.



Gambar 2. Venturi mixer dengan single gas inlet nozzle.

- d_g = diameter dari gas inlet nozzle,
 c_1 = velocity di mixer inlet,
 c_v = velocity di venturi contraction,
 d_i = diameter mixer/engine inlet,
 d_v = diameter venturi contraction,
 c_i = velocity campuran pada engine inlet.

Fungsi prinsip venturi sebagai berikut :

- a. Ketika volume aliran udara tinggi
 - Tekanan udara rendah pada penampang kontraksi
 - Perbedaan tekanan antara gas bahan bakar dan aliran udara tinggi
 - Sebagian besar gas bahan bakar melalui pembukaan campuran dengan aliran udara.
- b. Ketika volume aliran udara rendah
 - Kecepatan udara rendah.
 - Tekanan udara tinggi pada penampang kontraksi.
 - Perbedaan tekanan antara gas bahan bakar dan aliran udara rendah.
 - Sedikit gas bahan bakar yang melalui pembukaan untuk bergabung dalam aliran udara.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

- a. Desain injiniring modifikasi karburator
 - 1) Menghitung tinggi pipa nozzle dalam venturi

$$h_v = d_i \times \frac{c_i}{c_v}$$

Keterangan:

d_i : Diameter mixer atau engine inlet.

c_i : Velocity campuran pada engine inlet.

c_v : Velocity di venturi contraction.

$$h_v = 18 \cdot \frac{1,5}{2,6} = 10,3 \text{ mm}$$

- 2) Menghitung panjang pipa nozzle dalam venturi

$$l_v = d_v \cdot \frac{c_i}{c_v}$$

Keterangan:

d_v : Diameter venturi contraction.

c_i : Velocity campuran pada engine inlet.

c_v : Velocity di venturi contraction.

$$l_v = 14 \cdot \frac{1,5}{2,6} = 8 \text{ mm}$$

- 3) Menghitung diameter luar pipa nozzle di dalam venturi

$$d_o = d_i \cdot \frac{c_i}{c_1}$$

Keterangan:

d_i : Diameter mixer atau engine inlet.

c_i : Velocity campuran pada engine inlet.

c_1 : Velocity di mixer inlet.

$$d_o = 18 \cdot \frac{1,5}{7} = 3,9 \text{ mm}$$

4) Menghitung diameter dalam pipa nozzle di dalam venturi

$$d_i = d_v \cdot \frac{c_i}{c_1}$$

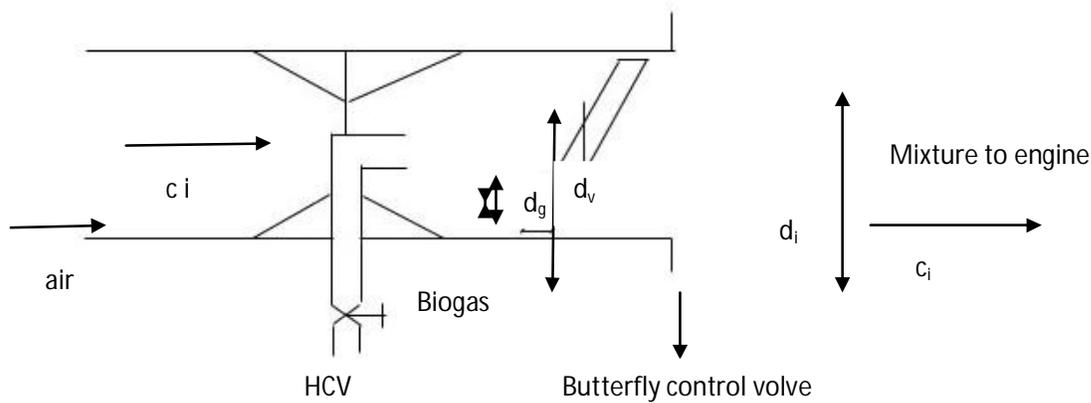
Keterangan:

d_v : Diameter venturi contraction

c_i : Velocity campuran pada engine inlet.

c_v : Velocity di venturi contraction.

$$d_i = 14 \cdot \frac{1,5}{7} = 3 \text{ mm}$$



Gambar 3. Venturi mixer dengan single gas inlet nozzle.

d_g = diameter dari gas inlet nozzle,

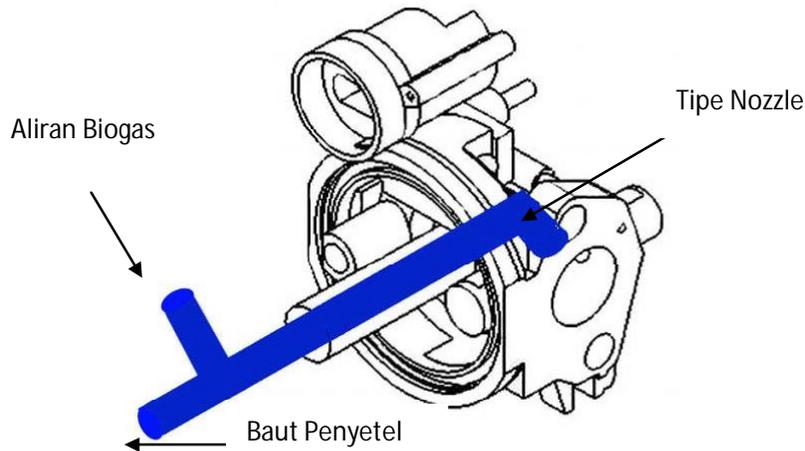
c_1 = velocity di mixer inlet,

c_v = velocity di venturi contraction,

d_i = diameter mixer/engine inlet,

d_v = diameter venturi contraction,

c_i = velocity campuran pada engine inlet.



Gambar 4. Desain karburator menggunakan venturi Mixer tipe nozzle

Gambar diatas diaplikasikan pada karburator mesin tipe GX 200 daya 6,5 HP yang berbahan bakar bensin diubah menjadi bahan bakar biogas. Desain penggambaran rancangan karburator, gambar berwarna biru menunjukkan tembaga yang telah dilubangi sebagai saluran bahan bakar gas.

b. Desain manufaktur modifikasi karburator

Langkah-langkah pembuatan komponen modifikasi yang dilakukan dalam penelitian ini hingga menghasilkan karburator biogas adalah sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan bahan-bahan seperti : karburator mesin penggerak tipe GX 200 6,5 HP, tembaga batangan dengan diameter 6 mm, dan juga baut.
- 2) Melakukan pembubutan batang tembaga untuk mendapatkan hasil bubutan meliputi: diameter luar batang tembaga 6 mm dengan panjang 36 mm, diameter luar batang 4 mm dengan panjang 8 mm dan 10 mm.
- 3) Melakukan pembubutan diameter dalam dengan ukuran 3 mm dengan panjang 15 mm dan 36 mm pada batang tembaga yang telah dibubut sebelumnya.
- 4) Pada bagian batang yang masih berukuran 6 mm dibuat alur drat yang nantinya akan dimasukkan pada saluran bahan bakar. Dan diharapkan tidak ada kebocoran pada sambungan ulir / drat.
- 5) Melakukan pembubutan pada batang tembaga yang lain dengan ukuran diameter dalam 3 mm dan diameter luar 4 mm yang panjangnya 8 mm dan 10 mm. setelah itu menyambung dengan cara di patri.
- 6) Pada ujung batang yang panjangnya 15 mm dilakukan pemangkasan untuk saluran selang.
- 7) Melakukan penempelan dua buah batang tembaga yang telah dibubut tadi menjadi bentuk "T" untuk dijadikan saluran dan setelan biogas.
- 8) Pasang mur penyetel pada batang tembaga yang telah di satukan menjadi huruf "T" kemudian pasang pada saluran bahan bakar di karburator.
- 9) Melakukan perakitan nozzle dalam saluran venture karburator.
- 10) Melakukan perakitan saluran biogas pada karburator.



Gambar 5. Hasil manufaktur modifikasi karburator biogas

- c. Uji coba penggunaan karburator hasil modifikasi
- 1) Pasang karburator hasil modifikasi pada mesin penggerak tipe GX 200 6,5 HP.
 - 2) Pasang selang biogas pada karburator yang telah di modifikasi serta pastikan tidak ada bagian yang bocor.
 - 3) Putar setelan pada regulator tabung berlawanan arah jarum jam hingga gas keluar secara perlahan.
 - 4) Atur jumlah bahan bakar (biogas) yang keluar dari nozzel dengan mengatur mur penyetel dan pastikan tidak terlalu banyak gas yang keluar untuk mempermudah menstart mesin.
 - 5) Nyalakan mesin dengan cara menarik tuas starter hingga mesin hidup.
Atur jumlah bahan bakar (biogas) yang keluar sesuai kebutuhan mesin hingga putaran mesin stabil.



Gambar 6. Pengujian karburator biogas hasil modifikasi

Pembahasan

Hasil dari desain engineering (perhitungan, gambar) diketahui bahwa perhitungan untuk modifikasi karburator berbahan bakar biogas harus mempertimbangkan kondisi real pada saat mesin hidup, sehingga perlu dilakukan pengujian aliran udara dalam karburator menggunakan blower. Sesudah itu hasil pengujian ini digunakan dasar untuk menghitung dimensi dari komponen modifikasi (panjang, diameter luar dan diameter dalam).

Hasil desain manufaktur karburator hasil modifikasi berbahan bakar biogas cukup baik. Hal ini dapat diketahui dari prosedur (langkah-langkah) pada saat pembuatan dan perakitannya (assembly). Pada saat pembuatan komponen modifikasi cukup mudah dilakukan dan hanya

menggunakan mesin-mesin yang sederhana. Sedangkan pada saat perakitan pada karburator dan pada mesin mudah dilakukan dan tidak mengganggu pada saat akan operasional mesin. Agar lebih meningkatkan hasil dari karburator modifikasi, perlu lebih dikembangkan lagi teknik manufaktur karburator dengan die casting, sehingga semua komponen hasil modifikasi menyatu (terintegrasi) dengan bagian komponen karburator yang lain.

Pada saat dilakukan uji coba karburator hasil modifikasi pada mesin penggerak tipe GX 200 6,5 HP dengan menggunakan bahan bakar biogas, mesin dapat hidup dengan baik. Hal ini dikarenakan ukuran dari saluran biogas pada mixer tipe nozzle yang direncanakan sesuai dengan kebutuhan bahan bakar biogas yang dibutuhkan untuk proses pembakaran dalam ruang bakar mesin tipe GX 200 6,5 HP. Sehingga setiap kebutuhan bahan bakar biogas pada setiap kondisi pembebanan selalu dapat terpenuhi, hal ini dapat diketahui dengan putaran mesin yang relatif stabil pada berbagai kondisi beban (idle-sedang-tinggi). Selain dikarenakan ukuran saluran yang sesuai, hal ini juga dikarenakan saluran idle pada saat menggunakan bensin juga masih berfungsi (tidak tertutup).

Agar didapatkan hasil unjuk kerja mesin yang lebih baik (optimal), perlu dilakukan modifikasi pada ruang bakar (menaikkan perbandingan kompresi) dan mengajukan saat pengapian. Hal ini dikarenakan biogas mempunyai nilai setara oktan yang lebih tinggi dan kemampuan perambatan api yang lebih lambat. Sehingga apabila perbandingan kompresi dinaikkan dan saat pengapian diajukan akan mendapatkan hasil unjuk kerja yang optimal.

4. Kesimpulan

Dari hasil desain enjiniring modifikasi karburator berbahan bakar biogas untuk mesin penggerak tipe GX 200 6,5 HP didapatkan geometri tinggi pipa nozzle dalam venturi 10,3 mm (10 mm), panjang pipa nozzle dalam venturi 8 mm, diameter luar pipa nozzle dalam venturi 3,9 mm (4 mm) dan diameter dalam pipa nozzle dalam venturi 3 mm.

Dari hasil desain manufaktur modifikasi karburator berbahan bakar biogas untuk mesin penggerak tipe GX 200 6,5 HP diketahui bahwa proses pembuatan dan perakitan komponen modifikasi cukup mudah/sederhana dan pada saat dipasangkan pada mesin tidak mengganggu pada saat mesin dioperasikan.

Dari hasil uji coba diketahui bahwa karburator hasil modifikasi dapat digunakan untuk menghidupkan mesin penggerak tipe GX 200 6,5 HP dengan menggunakan bahan bakar biogas.

5. Saran

Untuk mendapatkan unjuk kerja yang optimal terhadap penggunaan biogas sebagai bahan bakar motor penggerak perlu dilakukan modifikasi pada sistem pengapian dan volume ruang bakar (perbandingan kompresi), sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh pengaturan sistem pengapian dan perubahan perbandingan kompresi terhadap unjuk kerja mesin penggerak berbahan bakar biogas.

Untuk mendapatkan hasil uji unjuk kerja yang optimal, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan pengujian menggunakan engine test bed.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada Kopertis Wilayah V yang telah membiayai penelitian ini melalui DIPA Kopertis Wilayah V Nomor : 0600/023.04.01/14/2011 Tahun Anggaran 2011.

Daftar Pustaka

- [1] Anonymous, 2006. “*Blue Print Pengelolaan Energi Nasional 2005-2025*“, ESDM, Jakarta.
- [2] Anonymous. _____.” *Modul Pelatihan Pengembangan Biogas Limbah Peternakan*”, LiBEC, UNPAD, Bandung.
- [3] Anonymous. 2008.” *Pemanfaatan Alat Pengolah Pupuk Organik (APPO) Tahun 2008*”, Departemen Pertanian, Jakarta.
- [4] Anonymous. 2009.” *Profil Pengembangan Bio-Energi Perdesaan (Biogas)*”, Departemen Pertanian, Jakarta.
- [5] Anonymous. 2010.” *Pedoman Teknis Pengembangan Usaha Pengolahan Kompos Dan Biogas* ”, Kementerian Pertanian, Jakarta.
- [6] Anonymous. 2010.” *Rencana Umum Energi Daerah (RUED) Propinsi DIY* ”, Dinas PUP-ESDM Propinsi DIY, Yogyakarta.
- [7] Anonymous. 2010.” *SNI 7580 : 2010 Mesin Pencacah (Chopper) Bahan Pupuk Organik Syarat Mutu Dan Metode uji* ”, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [8] Herringshaw B. 2009. ” *A Study of Biogas Utilization Efficiency Highlighting Internal Combustion Electrical Generator Units* ”, Ohio State University, USA.
- [9] Khudhori M. 2010. ” *Konsep Pertanian Terpadu Dengan Prinsip “ Zero Waste” Pilot Project DME Di Kelompok Kandang Berbah* ”, Paguyuban Peduli Sleman (PPS), Yogyakarta.
- [10] Mitzlaff K.V. 1988. ” *Engine For Biogas* ”, GTZ. Africa.
- [11] Mustafi N., Raine R.R., Bansal P.K. _____. ” *Biogas Fuel For Internal Combustion Engines* ”, Department of Mechanical Engineering The University of Auckland.
- [12] Steffan M. 2004. ” *Biogas Fuel For Internal Combustion Engines* ”, University of Novi Sad Faculty of Engineering, Serbia.