

# Penggunaan Bahan Bakar Biogas sebagai Energi Penggerak Mula Pompa Air Model CCWP-30

Ana Wahyu Perdana<sup>1)</sup>, Sri Wahyuni<sup>2)</sup>, & Rifky<sup>3)</sup>

<sup>1,3)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,  
Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta.  
Jalan Limau II, Kebayoran Baru, Jakarta 12130. Indonesia.  
Telp: +62-21-7256659, Fax: +62-21-7256659, Mobile +628151625297  
E-mail : iip\_kiki@yahoo.co.id  
<sup>2)</sup>PT SWEN Inovasi Transfer  
Jalan Cikerti No.25 RT 03/06, Desa Padusuka Kecamatan Ciomas  
Kabupaten Bogor 1660, Provinsi Jawa Barat.  
Telp/Fax:+62-251-8631537 Mobile: +6281311200203  
E-mail: swenitrans@yahoo.com

## Abstrak

*Pembuatan biogas merupakan salah satu langkah yang tepat dalam mengatasi permasalahan limbah kotoran ternak. Pemanfaatan biogas juga memiliki peranan yang cukup penting dalam mengurangi resiko pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah perternakan.*

*Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah mengetahui pompa air dapat digerakan dengan bahan bakar biogas, lama waktu penggunaan, volume dan debit air yang dihasilkan, serta seberapa rasio waktu bahan bakar biogas terhadap pertamax.*

*Pompa air dapat digerakan dengan bahan bakar biogas dengan memodifikasi pada bagian-bagian karburator, dengan beberapa komponen dihilangkan seperti, pelampung, piston valve dan jet needle, main jet, slow jet dan menutup semua lubang-lubang (kecuali lubang intake manifold, lubang inlet biogas, dan lubang inlet udara).*

*Debit yang dihasilkan pada pompa air baik pada bahan bakar biogas maupun pertamax tidak berbeda jauh. Pada putaran mesin 2500 rpm untuk biogas adalah 0,4758 m<sup>3</sup>/menit dan pertamax adalah 0,5113 m<sup>3</sup>/menit, sedangkan pada putaran mesin 3000 rpm untuk biogas adalah 0,5411 m<sup>3</sup>/menit dan pertamax adalah 0,5773 m<sup>3</sup>/menit. Rasio waktu rata-rata bahan bakar biogas terhadap bahan bakar pertamax pada putaran mesin 2500 ialah sebesar 0,56299, sementara pada putaran mesin 3000 rpm ialah sebesar 0,54803. Simpulannya, rasio waktu rata-rata bahan bakar biogas terhadap bahan bakar pertamax sebesar 0,55551 pada putaran mesin di atas 2500 rpm.*

**Kata kunci : pompa air, biogas, energi alternatif**

## Abstract

*Making biogas is one right step in addressing the issue of manure waste. Utilization of biogas also has an important role in reducing the risk of environmental pollution caused by livestock waste.*

*As for research purposes to be achieved are: knowing water pump be actuated with biogas fuel, long time of use, volume and discharge of water produced, as well as the time ratio of biogas fuel to pertamax.*

*Water pump with the fuel can be actuated biogas by modifying the carburetor parts, with some components removed, such as a float, piston valve and the needle jet, main jet, slow jet and close all the holes (except for intake manifold hole, the hole inlet biogas and air inlet holes). Discharge generated in the water pump discharge amount of water produced, both biogas and fuel pertamax not differ much. The engine speed is 2500 rpm for biogas 0,4758 m<sup>3</sup>/minute and pertamax is 0.5113 m<sup>3</sup>/minute, while the engine speed is 3000 rpm for biogas 0.5411 m<sup>3</sup>/minute and 0.5773 m<sup>3</sup>/minute is pertamax. The average efficiency of fuel to fuel biogas pertamax at 2500 engine rpm is at 0.56299. Was at 3000 rpm engine speed is at 0.54803. The research conclusion were that the average time ratio of biogas fuel to the fuel of 0.55551 pertamax on engine speed above 2500 rpm.*

**Keywords:** water pump, biogas, alternative energy

# 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Efek rumah kaca merupakan proses di mana atmosfer menangkap sebagian energi matahari yang memanaskan bumi. Aktivitas manusia menambah 'gas rumah kaca' di atmosfer yang menyebabkan peningkatan suhu global dan gangguan iklim. Gas rumah kaca ini mencakup karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar fosil, seperti (minyak, batubara, dan gas) untuk energi dan transportasi serta pengundulan hutan, gas metana (CH<sub>4</sub>) yang dilepaskan pertanian, hewan, dan lokasi penimbunan tanah, serta berbagai bahan kimia industri. Selain itu gas dinitro oksida (N<sub>2</sub>O), hidrofluorokarbon (HFC), perfluorokarbon (PFC) dan sulfur heksafluorida (SF<sub>6</sub>) yang menyumbang kurang 1%. Jenis gas rumah kaca yang memberikan sumbangan paling besar adalah gas metana (CH<sub>4</sub>), karena gas metana memiliki dampak 21 kali lebih tinggi dibandingkan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). (Program Nasional Pengembangan Masyarakat, 2011).

Salah satu penyumbang metana adalah kegiatan perternakan, berdasarkan laporan data FAO (*Food and Agriculture Organization*) pada tahun 2006. Limbah peternakan merupakan penghasil emisi gas rumah kaca terbesar, yaitu sekitar ±18%. Dalam 1 kg kotoran ternak dapat menyumbangkan sekitar 60 liter emisi gas yang dilepaskan ke udara, dengan komposisi terbesar yaitu gas metana (CH<sub>4</sub>). Oleh karena itu perlunya pemanfaatan kotoran ternak yang berupa feses atau sisa pakan ternak, selain upaya mengurangi dampak pencemaran lingkungan juga menjadikan produk sampingan dari pengusaha ternak yang berupa feses dan sisa pakan menjadi lebih bermanfaat.

Pemanfaatan teknologi biogas merupakan terobosan untuk mengatasi permasalahan di atas. Biogas adalah energi yang dapat dikembangkan, mengingat bahan bakunya dari berbagai limbah yang cukup tersedia dan dapat diperbaharui. Pengembangan bioenergi ini sebagai sumber energi alternatif, merupakan langkah untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap sumber-sumber yang tidak dapat diperbarui.

Adapun dasar melakukan penelitian penggunaan bahan bakar biogas karena memiliki angka oktan yang tinggi yaitu 130. Sebagai perbandingan bensin memiliki angka oktan 90

hingga 94, sementara alkohol terbaik hanya 105 saja. Hal ini berarti biogas dapat digunakan pada mesin dengan perbandingan kompresi tinggi dan juga menghindarkan mesin dari terjadi *knocking* atau ketukan. Adapun digunakannya bahan bakar pertamax sebagai pembanding, karena pertamax memiliki hasil emisi yang ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar premium, dan desain mesin pompa air saat ini telah dirancang dengan bakar pertamax serta kemudahan mendapatkannya.

## 2 DASAR TEORI

### 2.1 Prinsip Dasar Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme dalam keadaan anaerobik. Biogas memiliki berat 20% lebih ringan dibandingkan udara. Biogas memiliki suhu pembakaran antara 650-750° C. Biogas tidak berbau dan berwarna. Apabila dibakar, akan menghasilkan nyala api biru cerah seperti gas LPG. Nilai kalor gas metana adalah 20 MJ/m<sup>3</sup> dengan efisiensi pembakaran 60% pada konvensional kompor biogas (Wahyuni, 2009).

Prinsip pembuatan biogas adalah adanya dekomposisi bahan organik secara anaerobik untuk menghasilkan suatu gas yang sebagian besar berupa metana (memiliki sifat mudah terbakar) dan karbon dioksida, serta berbagai jenis gas lainnya dalam jumlah kecil. Untuk menghasilkan biogas dibutuhkan reaktor biogas (digester) yang merupakan suatu instalasi kedap udara sehingga proses dekomposisi bahan organik dapat berjalan optimum. Berbagai komposisi kandungan biogas dari kotoran sapi, campuran kotoran ternak dan sisa pertanian dapat di lihat pada tabel 1.

**Tabel 1** Komposisi Biogas (%) Kotoran Sapi dan Campuran Kotoran Ternak dengan Sisa Pertanian.

Jenis Gas	Biogas
	Kotoran Sapi
Metana (CH <sub>4</sub> )	65,7
Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	27,0
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	2,3
Karbon monoksida (CO)	0
Oksigen (O <sub>2</sub> )	0,1
Propena (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0,7
Hidrogen Sulfida (H <sub>2</sub> S)	-
Nilai Kalor ( kkal/m <sup>3</sup> )	6513

(Sumber : Harahap dan Ginting, 1978)

Proses dekomposisi anaerobik dibantu oleh sejumlah mikroorganisme, terutama bakteri metan. Suhu yang baik untuk fermentasi adalah 30-55<sup>o</sup> C. Pada suhu tersebut mikroorganisme dapat bekerja secara optimal merombak bahan-bahan organik (Simamora, dkk, 2006).

Pemanfaatan biogas memiliki berbagai kelebihan dibandingkan dengan penggunaan sumber energi lainnya. Bahan bakar biogas jika dinyalakan hasil bakarannya bersih, tidak berasap seperti arang kayu atau kayu bakar. Selain itu, limbah dari biogas ini dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik, baik dalam bentuk padat maupun dalam bentuk cair yang baik bagi pertumbuhan tanaman (Dewan Redaksi Bharatara, 1985). Tabel 2 menunjukkan nilai kesetaraan energi dari 1 m<sup>3</sup> biogas dengan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

**Tabel 2** Nilai Kesetaraan Biogas dan Energi yang Dihasilkannya

Aplikasi	1m <sup>3</sup> Biogas setara dengan
Penerangan	60-100 watt lampu patromak selama enam jam
Memasak	Dapat memasak tiga kali masakan untuk keluarga (5-6 orang)
Pengganti Bahan Bakar	0,7 kg minyak tanah
Tenaga	Dapat menjalankan satu motor tenaga kuda selama dua jam
Pembangkit Tenaga Listrik	Dapat menghasilkan 1,25 kwh listrik

(Sumber : Kristoferson dan Bokalders, 1991)

## 2.2 Pertamax

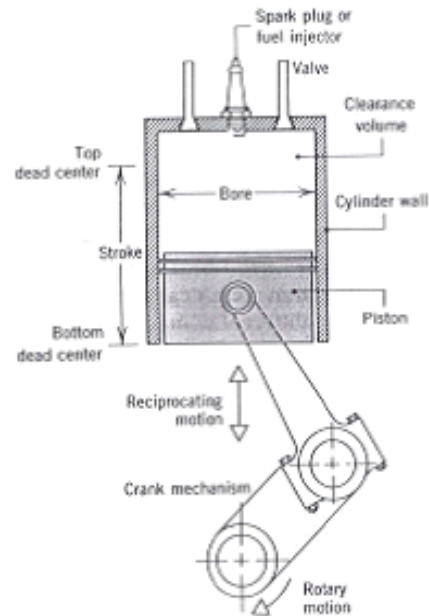
Pertamax (C<sub>10</sub>H<sub>24</sub>) adalah *motor gasoline* tanpa timbal dengan kandungan aditif lengkap generasi mutakhir yang dapat membersihkan *intake valve port fuel injector* dan ruang bakar dari *carbon deposit*, mempunyai RON 92 (*Research Octane Number*) serta dianjurkan untuk kendaraan berbahan bakar bensin dengan perbandingan kompresi tinggi. Mengingat sudah tidak menggunakan campuran timbal dan metal lainnya, maka pertamax sangat bersahabat dengan lingkungan sekitar.

Angka Oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan sifat anti ketukan (denotasi). Dengan kata lain, makin tinggi angka oktan maka semakin berkurang kemungkinan untuk terjadinya denotasi (*knocking*). Dengan berkurangnya intensitas untuk berdenotasi, maka campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan oleh torak menjadi lebih baik sehingga tenaga motor akan lebih besar dan

pemakaian bahan bakar menjadi lebih hemat.

## 2.3 Motor Bakar Empat Langkah

Pada gambar 1 terlihat skema mesin pembakaran dalam bolak-balik dimana mesin tersebut terdiri dari piston/torak yang bergerak di dalam silinder yang dilengkapi dengan dua katup.



**Gambar 1** Penamaan untuk mesin resiprococal piston-silinder

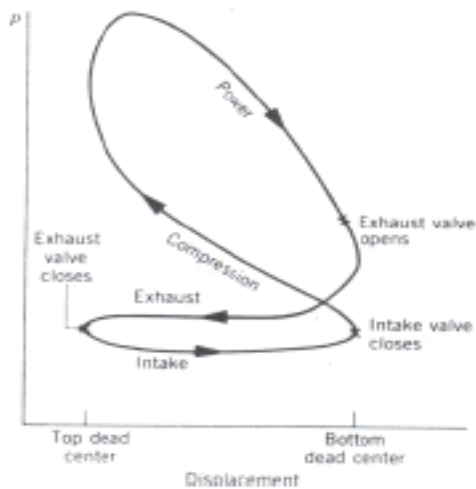
(Sumber : Daryus, 2007)

Langkah (*stroke*) adalah jarak piston bergerak dalam satu arah. Piston dikatakan berada pada titik mati atas /TMA ketika ia bergerak ke posisi di mana volume silinder paling kecil/minimum. Volume minimum ini disebut volume celah. Ketika piston bergerak ke posisi volume maksimum maka piston berada pada titik mati bawah/TMB. Volume langkah/sapuan adalah volume sapuan piston ketika bergerak dari TMA ke TMB. Rasio kompresi, didefinisikan sebagai volume pada TMB dibagi dengan volume pada TMA.

Gerak bolak balik piston dirubah ke gerak putar dengan mekanisme engkol. Pada mesin empat langkah, piston menjalani empat langkah di dalam silinder untuk dua putaran poros engkol. Dapat di lihat pada gambar 2 memperlihatkan diagram Tekanan-Langkah yang bisa ditampilkan pada osiloskop berikut ini.

Langkah hisap terjadi ketika piston bergerak ke TMB dan katup masuk terbuka. Gas (campuran udara dengan bahan bakar) dihisap

ke dalam silinder.



**Gambar 2** Diagram tekanan-perpindahan panas untuk mesin pembakaran dalam reciprocating. (Sumber : Daryus, 2007)

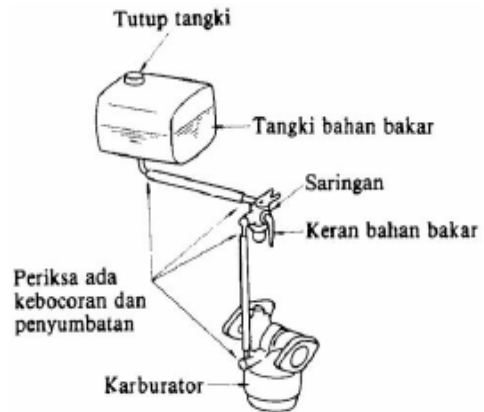
Langkah kompresi terjadi ketika kedua katup menutup, piston bergerak ke TMA sehingga menaikkan suhu dan tekanan gas. Proses ini membutuhkan kerja kepada piston.

Langkah kerja adalah terjadinya reaksi pembakaran di volume celah yang menghasilkan campuran gas yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi. Pembakaran dimulai dekat ujung langkah kompresi pada mesin bensin dengan bantuan busi. Hasil pembakaran akan menghasilkan tenaga dan mendorong piston ke TMB.

Langkah buang adalah langkah piston mendorong gas sisa bahan bakar keluar dari silinder melalui katup buang dimana piston bergerak menuju TMA.

### 2.4 Sistem Bahan Bakar Konvensional (Karburator)

Sistem bahan bakar motor sederhana pada umumnya terdiri dari beberapa komponen antara lain yaitu : tangki bensin, saringan bensin, selang bensin dan karburator. Dapat di lihat seperti gambar 3 dibawah ini adalah komponen-komponen sistem bahan bakar.

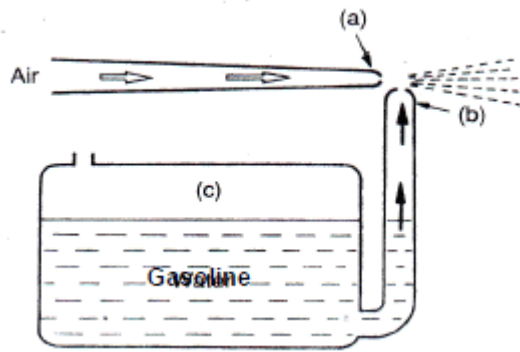


**Gambar 3** Komponen sistem bahan bakar motor sederhana. (Sumber : AHM, 2009)

Pada tangki bensin dilengkapi dengan pengukur tinggi bensin, untuk tipe ini pada karburator dilengkapi kran bensin . Apabila kran bensin dibuka maka secara alamiah bensin akan mengalir menuju ke karburator. Agar bensin yang masuk ke karburator bersih dari kotoran terlebih dahulu disaring oleh saringan bensin (AHM, 2009).

#### 2.4.1 Prinsip Kerja Karburator

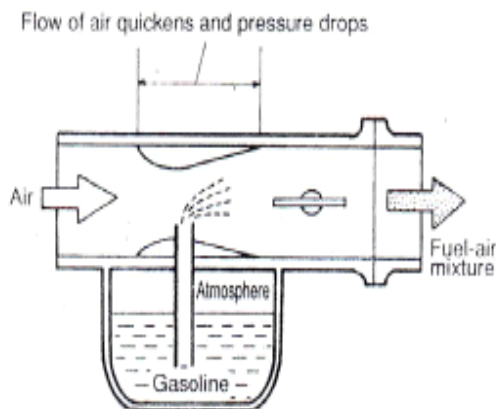
Karburator memproses bahan bakar cair menjadi partikel kecil dan dicampur dengan udara sehingga memudahkan penguapan. Prosesnya serupa dengan penyemburan (*spray*). Pada gambar 4 diterangkan prinsip dari penyemburan. Sebagai akibat dari derasnya tiupan angin di (a) suatu kondisi vakum (tekanan dibawah atmosfer) terjadi di (b) perbedaan tekanan antara vakum dan atmosfer udara di (c) mengakibatkan semburan terjadi pada *gasoline* (b). Berdasarkan proses ini, maka semakin cepat aliran udara (a) mengakibatkan semakin besar vakum yang terjadi pada (b), dan semakin banyak *gasoline* yang disemprotkan/disemburkan.



**Gambar 4** Prinsip kerja karburator  
(Sumber : AHM, 2009)

### 2.4.2 Campuran Bahan Bakar dan Udara

Pada gambar 5 terlihat campuran bahan bakar dan udara, saat langkah hisap pada mesin, tekanan di dalam silinder lebih rendah dari atmosfer, maka aliran udara tercipta yang mengalir melalui karburator ke dalam saluran pemasukan ke silinder.



**Gambar 5** Aliran karburator  
(Sumber : AHM, 2009)

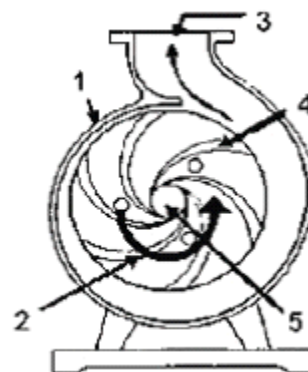
Bahan bakar masuk, terpancar membentuk partikel dan disebarkan. Partikel bahan bakar yang terbentuk mengalir melalui *intake pipe* dan sebelum sampai ke silinder telah berubah menjadi uap dan secara sempurna membentuk campuran bahan bakar dan udara. Saat proses peralihan dari cairan bahan bakar menjadi partikel (disemburkan) katup gas terbuka secara penuh dan putaran mesin pada putaran tinggi, dengan aliran udara mencapai kecepatan maksimum, maka pada saat ini merupakan titik optimum kerja proses penyemburan (AHM, 2009).

## 2.5 Pompa Air

Menurut Norman dan Elizabeth (1997) pompa secara sederhana didefinisikan sebagai alat transformasi fluida cair. Jika fluidanya tidak cair, maka belum tentu pompa bisa melakukannya. Misalnya fluida gas, maka pompa tidak dapat melakukan operasi pemindahan tersebut.

Pompa adalah mesin fluida yang berfungsi untuk memindahkan fluida cair dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara memberikan energi mekanik pada pompa yang kemudian diubah menjadi energi gerak fluida (Austin, 1993).

Pompa air sentrifugal adalah suatu alat yang berfungsi mengangkat air dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan mekanisme putaran, di mana daya luar yang memberikan kepada poros pompa digunakan untuk memutar impeler di dalam zat cair sehingga zat cair ikut berputar akibat dorongan sudu-sudu impeler, yang menimbulkan gaya sentrifugal yang akan mengalirkan air dari tengah impeler keluar tegak lurus melalui saluran diantara sudu-sudu impeler. Penampang pompa sentrifugal dapat di lihat pada gambar 6.



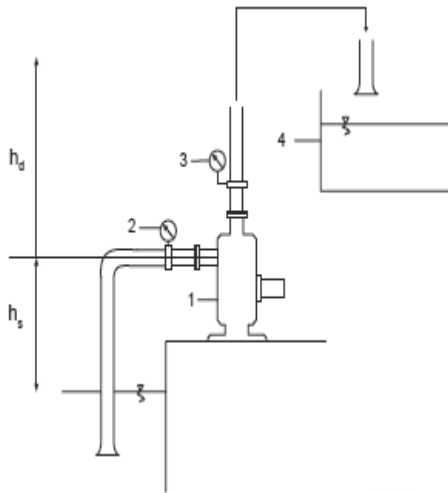
**Gambar 6** Penampang pompa sentrifugal  
(Sumber : SNI, 2008)

Keterangan gambar :

1. Rumah volut  
Rumah pompa air sentrifugal yang secara efektif mengkondisikan perubahan gaya sentrifugal yang ditimbulkan oleh impeler sehingga dicapai kondisi kinerja pompa yang diinginkan (debit, tinggi total, dan efisiensi).
2. Impeler  
Bagian pompa air sentrifugal yang berfungsi memberikan impuls kepada air sehingga energi yang dikandungnya berubah bertambah besar.

3. Sisi tekan  
Saluran keluar aliran air dari rumah volut.
4. Sudu  
Bagian impeler yang mendorong air kearah sentrifugal.
5. Sisi hisap  
Saluran masuk aliran air menuju rumah volut dan impeler.

Diagram tinggi pemompaan dapat di lihat pada gambar 7.

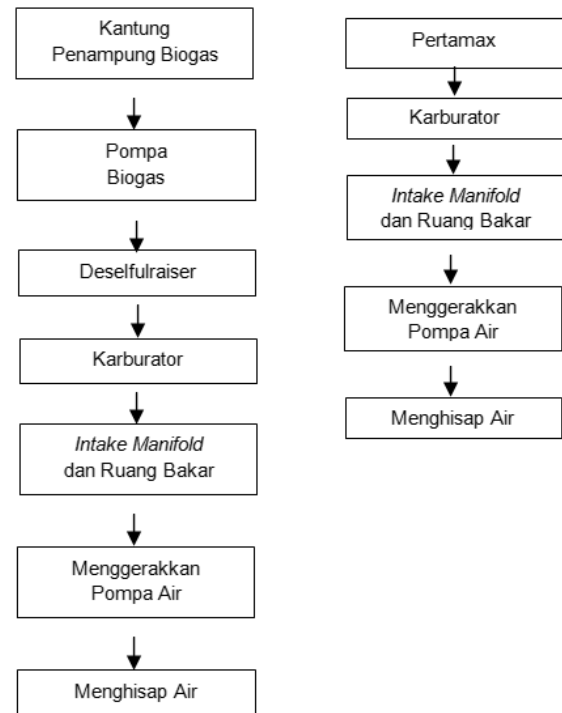


**Gambar 7** Diagram Tinggi Pemompaan  
(Sumber : SNI, 2008)

- Keterangan gambar :
1. Pompa sentrifugal
  2. Suction pressure gauge
  3. Discharge pressure gauge
  4. Sekat ukur  
Hs. Tinggi hisap  
Hd. Tinggi tekan

## 2.6 Proses Konversi Energi Pompa Air dengan Biogas vs dengan Pertamina

Perbandingan proses konversi energi pompa air dengan menggunakan bahan bakar biogas dan dengan menggunakan Pertamina, ditunjukkan pada diagram di bawah ini.



**Gambar 8** Proses dengan Biogas vs Proses dengan Pertamina

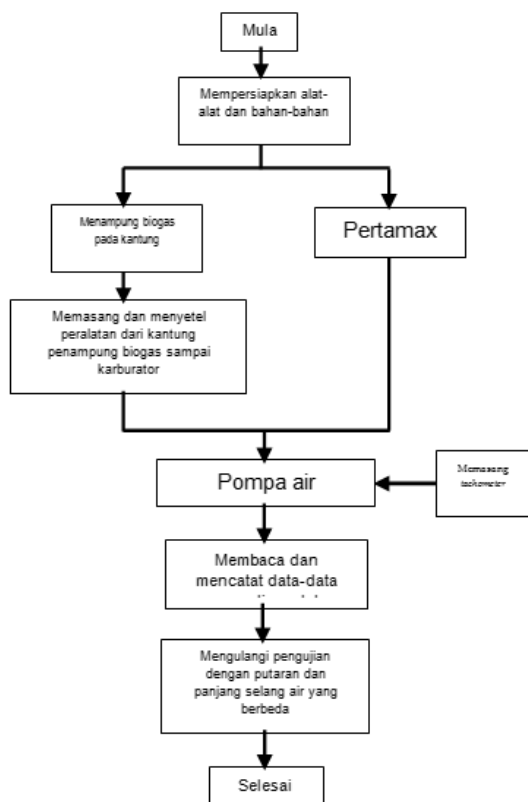
Modifikasi dilakukan dengan tujuan untuk mempercepat dan memperbanyak campuran gas dan udara yang masuk ke dalam ruang bakar karena pada saat langkah kompresi dengan menggunakan bahan bakar biogas dibutuhkan kemampuan yang lebih tinggi. Hal tersebut terjadi karena biogas memiliki kecepatan pembakaran yang sangat lambat jika dibanding dengan bensin. Rasio panas pembakaran metana 891 kJ/mol, lebih rendah dari pada hidrokarbon lainnya. Dengan massa molekul (16,0 g/mol) menunjukkan bahwa metana menjadi hidrokarbon paling sederhana, menghasilkan panas lebih banyak per unit massa (55,7 kJ/g) dari hidrokarbon kompleks lainnya. Pengujian menunjukkan HHV = 23,890 Btu/lb atau 994,7 Btu/ft<sup>3</sup> LHV = 21518 Btu/lb atau 896,0 Btu/ft<sup>3</sup> pada 68° F dan 14,7 Psia. Rasio udara – biogas agar terjadi pembakaran sempurna berdasarkan kesetimbangan kimia adalah 9,5 : 1 hingga 10 : 1 kecepatan pembakarannya adalah 290 m/s. Kemampuan bakarannya adalah 4 hingga 14 % hal tersebut menunjukkan bahwa biogas memiliki efisiensi pembakaran yang tinggi, dibanding bahan bakar jenis lainnya biogas memiliki nilai angka oktan yang tinggi yaitu 130. Titik dididih biogas adalah 300°C (Kapdi dkk, 2006).

Pompa air berfungsi mengangkat air dari

tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan mekanisme putaran, di mana daya luar yang memberikan kepada poros pompa digunakan untuk memutar impeler di dalam zat cair sehingga zat cair ikut berputar akibat dorongan sudu-sudu impeler, yang menimbulkan gaya sentrifugal yang akan mengalirkan air dari tengah impeler keluar tegak lurus melalui saluran diantara sudu-sudu impeler.

### 3 METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada Mei sampai dengan Juli 2012 di PT SWEN Inovasi Transfer. Bahan yang digunakan adalah Biogas dan Pertamina. Alat-alat dalam penelitian ini adalah: Pompa air CCWP-30, kantung penampung biogas, pompa biogas, deselfulaiser, selang gas, kran, selang air, *Stop watch*, *tachometer*, dan baterai 12 volt,5Ah. Selengkapnya proses penelitian dilakukan dapat ditunjukkan pada diagram alir berikut.



Gambar 9 Diagram alir penelitian

## 4 TEMUAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Temuan

Temuan atau hasil dari penelitian yang diperoleh dapat di lihat pada tabel berikut di bawah ini.

Tabel 3 Hasil Pengujian dengan Putaran Mesin 2500 rpm

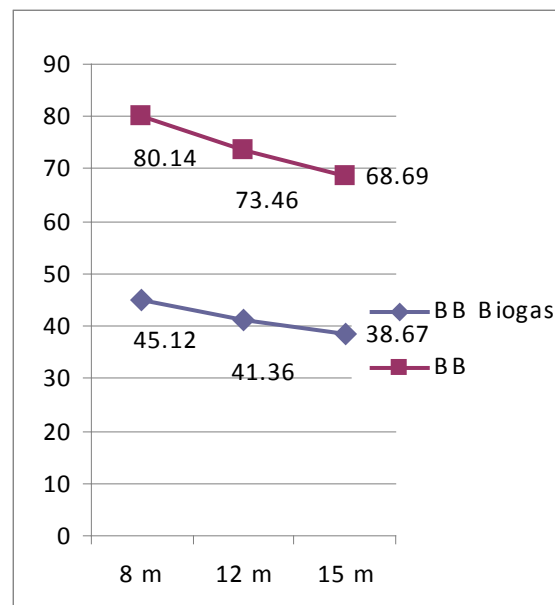
Pompa air bahan bakar biogas (gas dalam kemasan 1 m <sup>3</sup> )	Rpm	Selang air (m)	Waktu (menit)	Volume Air (m <sup>3</sup> )	Debit (m <sup>3</sup> /menit)
Pompa air bahan bakar Pertamina (oktan 92) 1 liter	2500	8	45,12	21,470	0,47584
	2500	12	41,36	19,681	0,47584
	2500	15	38,67	18,401	0,47584

Tabel 4 Hasil Pengujian dengan Putaran Mesin 3000 rpm

Pompa air bahan bakar biogas (gas dalam kemasan 1 m <sup>3</sup> )	Rpm	Selang air (m)	Waktu (menit)	Volume Air (m <sup>3</sup> )	Debit (m <sup>3</sup> /menit)
Pompa air bahan bakar Pertamina (oktan 92) 1 liter	3000	8	39,65	21,457	0,54116
	3000	12	35,68	19,309	0,54117
	3000	15	33,04	17,880	0,54116

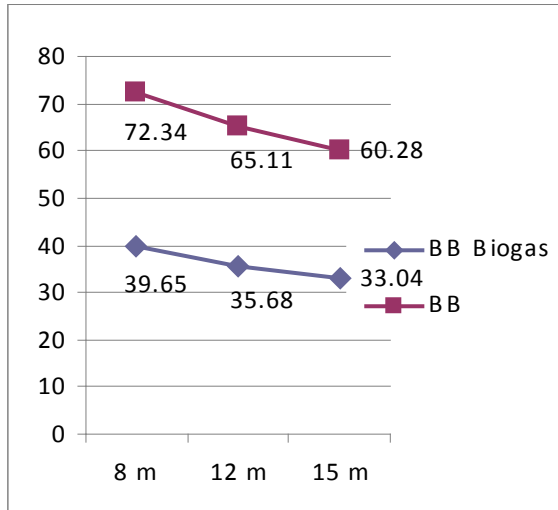
### 4.2 Pembahasan

Perbandingan waktu yang dihasilkan dari masing-masing pengujian pada setiap varian beban pada putaran mesin, dapat di lihat pada gambar 3 dan 4.



Gambar 10 Grafik waktu terhadap varian beban selang air pada 2500 rpm

Berdasarkan hasil pengamatan dan pencatatan waktu pompa air menghisap air maka didapat, pada pembebanan 8 m, waktu tertinggi untuk biogas pada putaran mesin 2500 rpm sebesar 45,12 menit dan pada putaran yang sama pertamax sebesar 80,14 menit.

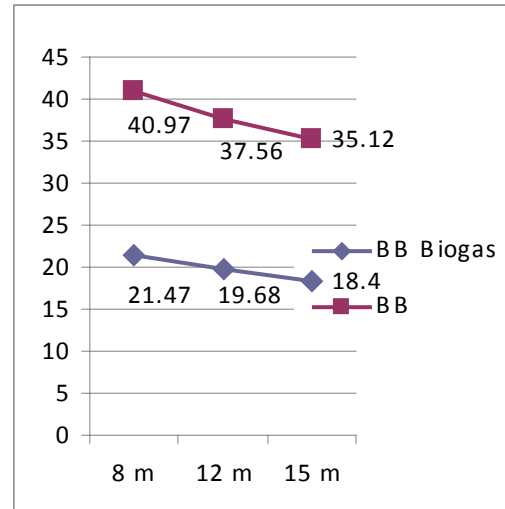


**Gambar 11** Grafik waktu terhadap varian beban selang air pada 3000 rpm

Berdasarkan hasil pengamatan dan pencatatan waktu pompa air menghisap air maka didapat, pada pembebanan 8 m, waktu tertinggi untuk biogas pada putaran mesin 3000 rpm sebesar 39,65 menit dan pada putaran yang sama pertamax sebesar 72,34 menit.

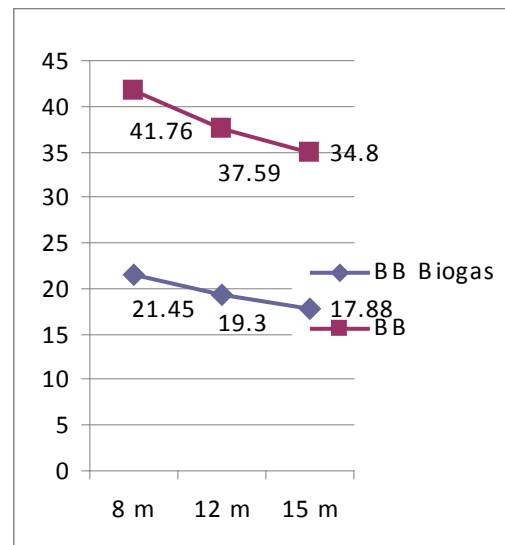
Lamanya waktu penyalaan pompa air tergantung pada besarnya putaran mesin dan beban yang diterima pompa air. Semakin besar putaran mesin dan beban yang diterima maka semakin singkat waktu yang didapat. Untuk mendapat waktu yang bertahan lama perlu ditemukan putaran mesin yang optimum.

Perbandingan besarnya volume air yang diperoleh dari masing-masing pengujian pada setiap varian beban pada putaran mesin, dapat dilihat pada gambar 12 dan 13.



**Gambar 12** Grafik volume air terhadap varian beban selang air pada 2500 rpm

Berdasarkan hasil pengamatan dan pencatatan maka didapat, pada pembebanan 8 m, volume air tertinggi untuk biogas pada putaran mesin 2500 rpm sebesar 21,47 m<sup>3</sup> dan pada putaran yang sama pertamax sebesar 40,97 m<sup>3</sup>.



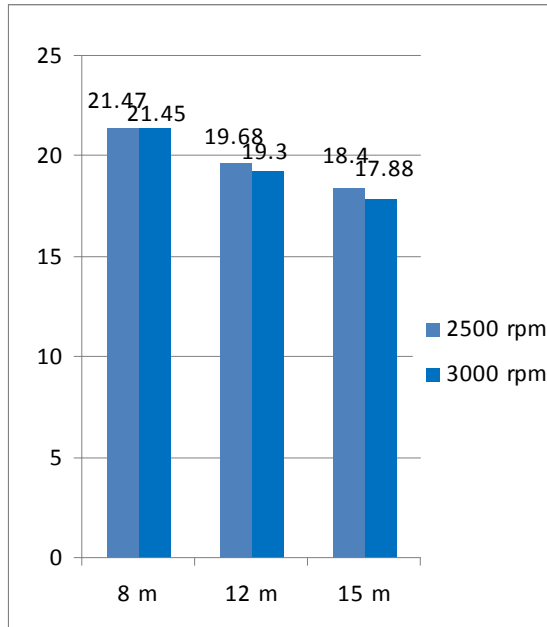
**Gambar 13** Grafik volume air terhadap varian beban selang air pada 3000 rpm

Berdasarkan hasil pengamatan dan pencatatan maka didapat, pada pembebanan 8 m, volume air tertinggi untuk biogas pada putaran mesin 3000 rpm sebesar 21,45 m<sup>3</sup> dan pada putaran yang sama pertamax sebesar 41,76 m<sup>3</sup>.

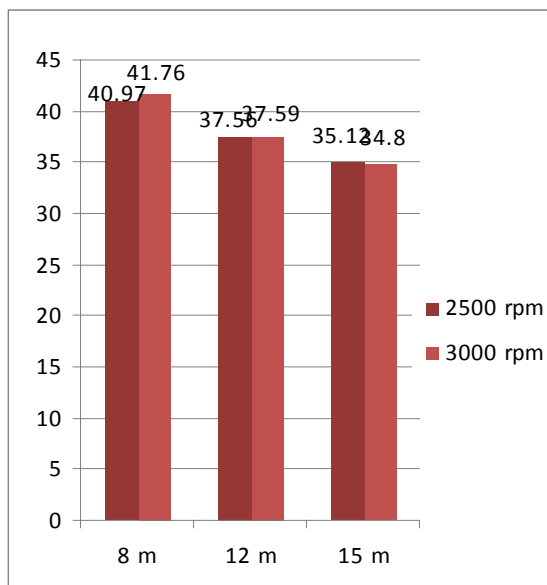
Berdasarkan pengamatan dan pencatatan besarnya volume air pada putaran mesin 2500



rpm dan 3000 rpm untuk biogas di lihat pada gambar 14 maupun pertamax seperti yang dapat di lihat pada gambar 15 besarnya jumlah volume air yang dihasilkan sama besar pada setiap pembebanan.



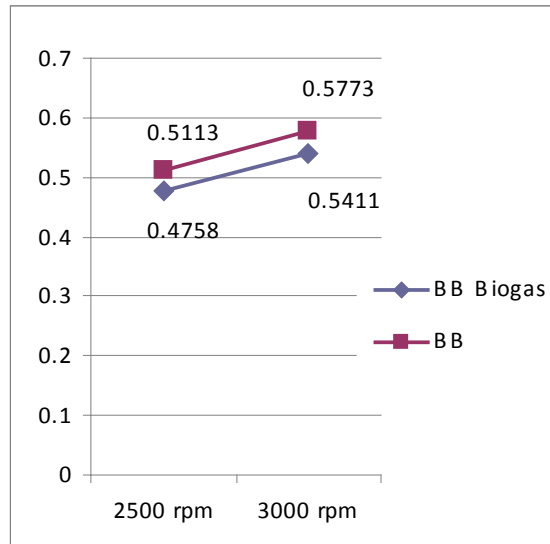
Gambar 14 Grafik volume air untuk biogas



Gambar 15 Grafik volume air untuk pertamax

Penurunan untuk lamanya waktu dan jumlah volume air berbanding lurus terhadap meningkatnya putaran mesin dan pembebanan (panjangnya selang air). Hal ini disebabkan karena pada putaran dan beban bertambah

terjadi proses pembakaran yang lebih cepat di mana bahan bakar biogas maupun pertamax dalam jumlah besar untuk memenuhi beban yang diperlukan. Selanjutnya perbandingan besarnya debit untuk masing-masing pengujian pada setiap varian putaran mesin, dapat di lihat pada gambar 16.



Gambar 16 Grafik debit air terhadap varian putaran mesin.

Berdasarkan hasil perhitungan dan pencatatan, maka didapat debit air tertinggi untuk biogas sebesar 0,5411 m³/menit dan pertamax sebesar 0,5773 m³/menit pada putaran 3000 rpm.

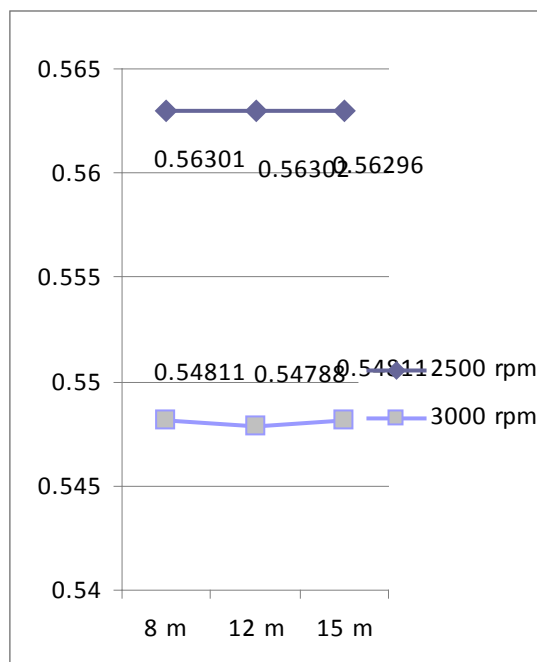
Jumlah debit air yang dihasilkan, baik bahan bakar biogas dan pertamax tidak berbeda jauh, pada putaran mesin 2500 rpm untuk biogas adalah 0,4758 m³/menit dan pertamax adalah 0,5113 m³/menit, adapun selisih antara keduanya sebesar 0,0355 m³/menit, sedangkan pada putaran mesin 3000 rpm untuk biogas adalah 0,5411 m³/menit dan pertamax adalah 0,5773 m³/menit, adapun selisih antara keduanya sebesar 0,0362 m³/menit.

Adapun rasio waktu bahan bakar biogas terhadap pertamax untuk mengetahui informasi perbandingan penggunaan bahan bakar, dapat di lihat pada tabel 5.

**Tabel 5** Rasio waktu bahan bakar biogas terhadap bahan bakar pertamax

Rpm	Selang air (m)	BB Biogas	BB Pertamax	Rasio waktu BB Biogas vs BB Pertamax
		Waktu (menit)	Waktu (menit)	
2500	8	45,12	80,14	0,56301
2500	12	41,36	73,46	0,56302
2500	15	38,67	68,69	0,56296
3000	8	39,65	72,34	0,54811
3000	12	35,68	65,11	0,54799
3000	15	33,04	60,28	0,54811

Rasio waktu bahan bakar biogas terhadap bahan bakar pertamax pada putaran mesin 2500 rpm pada beban selang air 8 m, 12 m, dan 15 m didapat masing-masing sebesar 0,56301, 0,56302, dan 0,56296. Sedangkan pada putaran mesin 3000 rpm pada beban selang air 8 m, 12 m, dan 15 m didapat masing-masing sebesar 0,54811, 0,54799, dan 0,54811. Untuk lebih menjelaskan rasio waktu bahan bakar biogas terhadap bahan bakar pertamax dapat dilihat pada gambar 17.



**Gambar 17** Grafik rasio waktu bahan bakar biogas terhadap pertamax

Rasio waktu rata-rata bahan bakar biogas terhadap bahan bakar pertamax pada putaran mesin 2500 ialah sebesar 0,56299. Sedangkan pada putaran mesin 3000 rpm ialah sebesar 0,54803, sehingga didapatkan rasio waktu rata-rata bahan bakar biogas terhadap bahan bakar pertamax

sebesar 0,55551 pada putaran mesin di atas 2500 rpm.

Oleh karena dapat diasumsikan, jika bahan bakar biogas dalam kantong penampung sebesar 1 m<sup>3</sup> akan setara dengan 0,555 liter bahan bakar pertamax.

## 5 SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Adapun simpulan yang diperoleh pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Pompa air dapat menghisap air dengan bahan bakar biogas, karena biogas dapat digunakan pada mesin dengan perbandingan kompresi tinggi.
2. Pompa air berbahan bakar pertamax mampu menghisap air 2 kali lebih lama daripada pompa air berbahan bakar biogas.
3. Jumlah debit air yang dihasilkan pompa air, baik berbahan bakar biogas maupun pertamax tidak berbeda jauh.
4. Rasio waktu rata-rata bahan bakar biogas terhadap bahan bakar pertamax pada putaran mesin yang berbeda juga tidak berbeda jauh.

### 5.2 Saran

1. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan menggunakan variasi beban yang lebih bervariasi untuk mengetahui karakteristik performansi.
2. Pengujian emisi gas buang dari pompa air berbahan bakar biogas dapat menjadi penelitian lanjutan.
3. Mengingat pompa air pada umumnya dirancang untuk bahan bakar bensin, maka untuk mengembang penggunaan biogas sebagai bahan bakar perlu dilakukan penelitian tentang ketahanan bahan komponen mesin terhadap bahan bakar biogas.
4. Peluang penelitian tentang desain karburator yang sesuai dengan karakteristik biogas.
5. Penelitian intensif dapat dilakukan untuk menghasilkan biogas terbaik dengan kadar sulfur sekecil mungkin.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] AHM, *Buku Pedoman Reperasi Honda Supra X 125*, Jakarta : PT. Astra Honda Motor (2009).
- [2] Daryus, Asyari, *Termodinamika Teknik II*, Jakarta: Universitas Darna Persada (2007).
- [3] Dewan Redaksi Bharatara, *Biogas Cara*

- Membuat dan Manfaatnya*, Jakarta : Bharatara Karya Aksara (1985).
- [4] Hadiwiyoto, Soewedo, *Penanganan dan Pemanfaatan Sampah*, Jakarta : Yayasan Idayu (1983).
- [5] Hambali, Erliza., S., Mujdalipah., Armansyah H. T., Abdul Waries P., Roy Hendroko, *Teknologi Bioenergi*, PT. Jakarta: Argomedia Pustaka (2007).
- [6] Harahap, F. M. Apandi dan Ginting S, *Teknologi Gasbio*, Bandung: Pusat Teknologi Pembangunan ITB (1978).
- [7] Kapdi, S.S., Vijay, V.K., Rajesh, S.K., and Prasad, R., *Asian Journal on Energy and Environment*, ISSN 1513–4121 (2006).
- [8] Kristoferson, LA., dan Bokalders, V., *Renewable Energy Technologies-Their Application in Developing Countries*, ITDG Publishing (1991).
- [9] Lieberman, Elizabeth., dan Norman, A *Working Guide to Process Equipment*, McGraw Hill. (1997).
- [10] Program Nasional Pengembangan Masyarakat, *Energi yang Terbarukan*, Kementerian Dalam Negeri (2011).
- [11] Sa'id, E. Gumbira, *Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi*, Jakarta : PT. Mediyatama Sarana Perkasa (1987).
- [12] Setiawan, Ade Iwan, *Memfaatkan kotoran ternak*, Jakarta : Penebar Swadaya (1996)..
- [13] Simamora, S., Salundik, S., Wahyuni., dan Surajudin., *Membuat Biogas Penganti bahan bakar Minyak dan Gas dari Kotoran Ternak*, Jakarta : PT Argomedia Pustaka. (2006).
- [14] Standar Nasional Indonesia, *Pompa Air Sentrifugal untuk Irigasi-Proses dan Cara Uji*, Badan Standardisasi Nasional. (2008).
- [15] Wahyuni, Sri, *Biogas*, Bogor: Penebar Swadaya. (2009).
- [16] Wahyuni, Sri, *Menghasilkan Biogas dari Aneka Limbah*, Jakarta: PT. Argomedia Pustaka (2011).