

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1. Persiapan Unit Pembangkit Biogas

Di lokasi digester pertama, dusun Kalipucang, desa Bangunjiwo, kec. Kasihan, kab. Bantul peneliti mencoba mengaktifkan kembali reaktor. Pengisian rutin dilakukan kembali dan berusaha mendeteksi indikasi kebocoran berdasarkan keterangan dari warga. Peneliti berhasil menemukan kebocoran tersebut kemudian memotong selang yang bocor serta memasang *niple* dan *stop kran* untuk mengatur laju aliran biogas.

Untuk mengukur jumlah gas di dalam tabung digunakan manometer air terbuat dari selang yang ditempelkan di papan dan diberi ukuran sepanjang 1 meter. Perbedaan level air akibat tekanan gas akan menunjukkan tekanan dan jumlah biogas yang terdapat dalam digester.

Di lokasi digester yang kedua terletak di dusun Ngentak, desa Poncosari, kec. Srandakan, kab. Bantul. Biogas sudah dalam keadaan siap dikarenakan selalu diisi setiap hari oleh warga yang bertugas. Selain itu digester sudah aktif sejak tahun 2011. Semakin lama dan rutin suatu digester digunakan akan semakin meningkatkan kualitas biogas.

1.2. Pemurnian Biogas dari unsur pengotornya

Dalam proyek ini proses pemurnian biogas berada di luar rencana awal. Uji coba di lokasi pertama dusun Kalipucang, desa Bangunjiwo, kec. Kasihan, kab. Bantul menggunakan biogas secara langsung mengalami hambatan serius, mesin sukar menyala atau ketika menyala tidak mampu menerima beban. Kesulitan

dalam penyalaan disebabkan masih terdapat banyak zat pengotor berupa H₂O dan CO₂ yang cukup tinggi.

Dilokasi kedua dusun Ngentak, desa Poncosari, kec. Srandakan, kab. Bantul penggunaan biogas secara langsung jauh lebih mudah dalam penyalaan mesin dibanding tempat pertama. Namun tetap harus melakukan pemanasan awal menggunakan bahan bakar bensin.

Untuk dapat memaksimalkan potensi bahan bakar biogas maka diperlukan proses pemurnian biogas. Proses pemurnian menggunakan campuran batuan Zeolit yang memiliki sifat mampu menyerap kadar CO₂ dan H₂O yang terdapat pada biogas. Zat absorber ini terdiri dari campuran beberapa bahan yaitu batu zeolit sebagai bahan dasar ditambah tepung tapioka, batu kaolin, batu Bentonit, batu gamping, larutan natrium hidroksida pekat, dan kitosan cair. Ramuan ini ditemukan dan telah dipatenkan oleh Satriyo Krido Wahono, ST dari hasil penelitian di Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

Proses pembuatan dengan membuat 6 jenis campuran : gabungan zeolit dan natrium hidroksida pekat, bentonit, kaolin, gamping, tapioka, dan kitosan cair. Mulanya dilakukan proses dealuminasi untuk meningkatkan kapasitas pori – pori pada batuan zeolit. Dealuminasi adalah proses menyingkirkan atom aluminium yang semula mengisi pori – pori batu zeolit. Selanjutnya dilakukan proses kalsinasi untuk mengaktifkan pori – pori kristal zeolit sampai siap untuk digunakan.

Kemudian membuat empat macam bahan penyaring dengan melarutkan 600 gram serbuk zeolit berukuran 100 *mesh* dalam 300 ml air. Wadah pertama ditambahkan 100 gram kaolin, wadah kedua 100 gram bentonit, wadah ketiga 100 gram kanji, dan di wadah keempat dengan 100 gram gamping. Selain itu juga membuat campuran natrium hidroksida, rendam serbuk Zeolit ukuran 5 – 10 *mesh* dalam larutan zat itu. Untuk membuat campuran kitosan menggunakan serbuk zeolit berukuran 100 *mesh*. Keenam campuran itu kemudian dikeringkan lalu dicetak menjadi pelet diameter 3 – 4 mm dan panjang 1 – 2 cm.

Pelet campuran batuan zeolit yang sudah jadi dimasukkan kedalam pipa PVC ukuran diameter 3 inchi dan panjang 92 cm tertutup membentuk tabung dan dikedua ujungnya di pasang keran kompresor sebagai tempat mengalirnya biogas. Kesatuan tabung PVC yang telah diisi dengan campuran batuan Zeolit seberat 4 kg ini disebut Zeofilter.

Ketika digunakan secara terus menerus 1 unit Zeofilter mampu bertahan selama 2 bulan dan kemudian harus di cuci ulang menggunakan air biasa dan dijemur. Perlakuan ini dapat dilakukan sebanyak 5 kali atau dalam kurun waktu 1 tahun. Hasil pengujian menunjukkan alat ini mampu menyerap CO₂ sebanyak 5-20 % tergantung dari kecepatan aliran biogas di dalam tabung.

1.3. Unjuk Kerja Generator Set Menggunakan Bensin

Generator set menggunakan bensin sebagai bahan bakar primer. Kemampuan genset dengan bahan bakar bensin mampu mencapai daya output maksimal sebesar 1200 Watt pada tegangan rata - rata 220 V. Tujuan pengujian untuk mengetahui jumlah konsumsi bahan bakar, nilai bahan bakar spesifik dan

efisiensi *thermal* mesin dari beberapa variasi pembebanan. Pengujian generator set berbahan bakar bensin dilakukan dengan beberapa variasi pembebanan, yaitu 0 Watt, 180 Watt, 300 Watt, 600 Watt dan 900 Watt.

Untuk mengetahui massa jenis bahan bakar bensin menggunakan bejana berhubungan berupa selang. Salah satu ujungnya diisi air ber massa jenis 1000 kg/m^3 dan ujung lainnya diisi dengan bensin. Dari hasil pengujian diperoleh massa jenis bensin sebesar 783 kg/m^3 .

Alat pengujian adalah menggunakan alat uji beban berupa lampu pijar 60 dan 100 Watt dengan besar beban total 900 Watt.

Langkah pengujian :

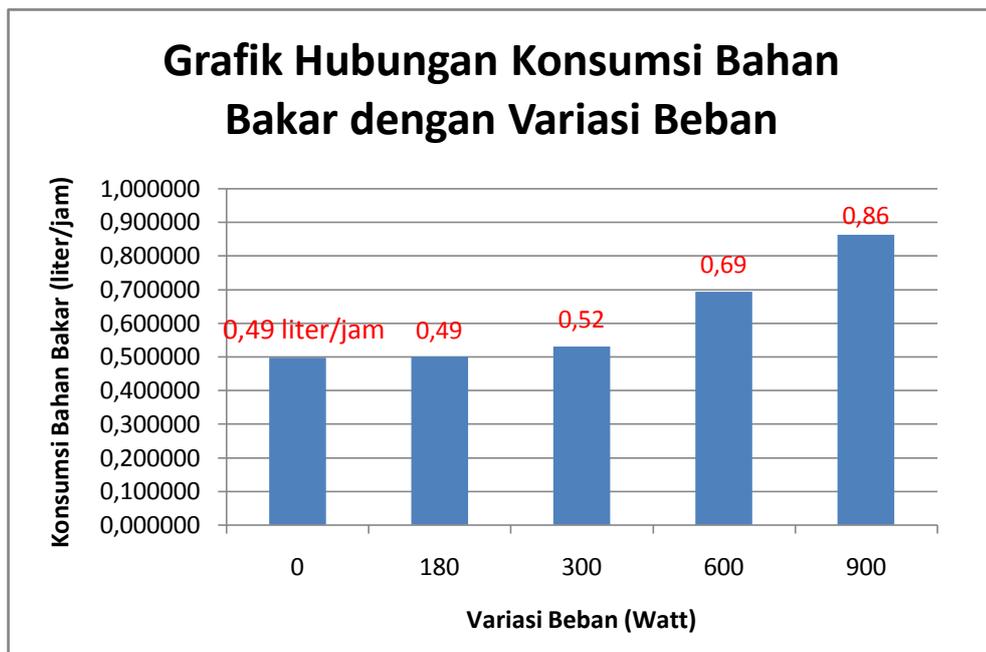
- Isi tanki bahan bakar secukupnya menggunakan bahan bakar bensin jenis pertalite untuk pemanasan awal mesin tanpa beban.
- Kemudian lepas selang saluran bahan bakar dari tangki menuju karburator. Pasang selang *waterpass* yang telah diberi ukuran penggaris untuk menghitung jumlah bahan bakar.
- Pasang alat penguji berupa beberapa lampu dengan beban 180 Watt, lalu nyalakan mesin dan amati kecepatan berkurangnya bahan bakar pada selang menggunakan *Stopwatch*.
- Lakukan langkah yang sama untuk variasi pembebanan yang lain. Ulangi hingga setiap variasi pembebanan menerima 3 kali pengujian.

Pengujian menggunakan beban 180 Watt Generator set berbahan bakar bensin diperoleh laju konsumsi bahan bakar sebesar 0,499686 liter/jam atau 0,391254 kg/jam. Sehingga pemakaian bahan bakar spesifik sebesar 0,002776 liter/jam.W. Dengan heat value bahan bakar bensin sebesar 9766 kkal/kg kondisi mesin standar generator set dengan bahan bakar bensin memiliki efisiensi termal sebesar 0,04 %.

Pada beban 300 Watt Generator set berbahan bakar bensin diperoleh laju konsumsi bahan bakar sebesar 0,529875 liter/jam. Sehingga pemakaian bahan bakar spesifik sebesar 0,001766 liter/jam.W. Efisiensi termal generator set dengan bahan bakar bensin sebesar 0,07 %.

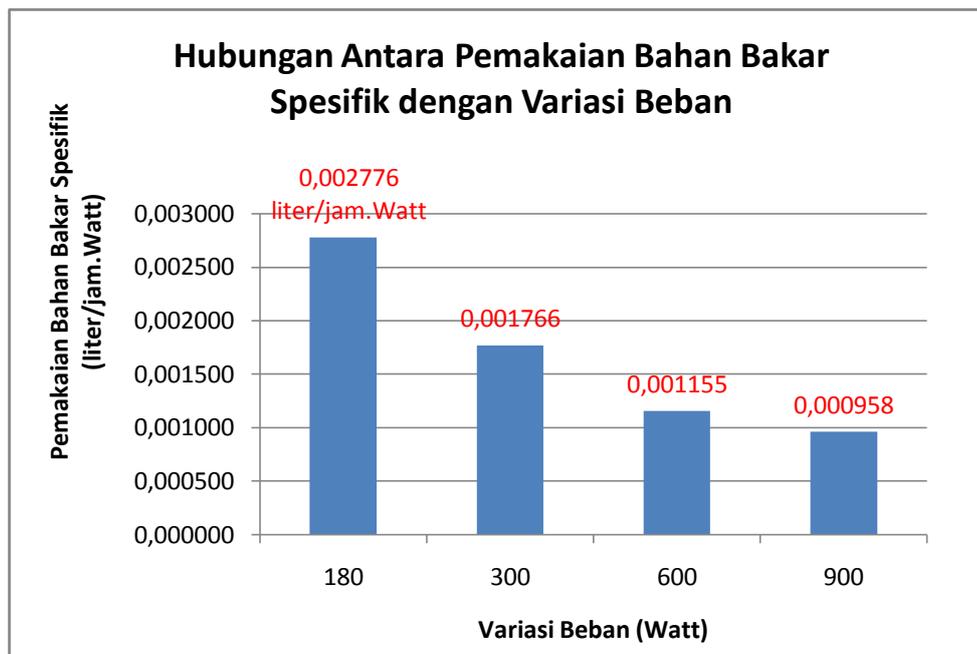
Pada beban 600 Watt Generator set berbahan bakar bensin diperoleh laju konsumsi bahan bakar sebesar 0,693025 liter/jam. Sehingga pemakaian bahan bakar spesifik sebesar 0,001155 liter/jam.W. Efisiensi termal generator set dengan bahan bakar bensin sebesar 0,10 %.

Pada beban 900 Watt Generator set berbahan bakar bensin diperoleh laju konsumsi bahan bakar sebesar 0,862169 liter/jam. Sehingga pemakaian bahan bakar spesifik sebesar 0,000958 liter/jam.W. Efisiensi termal generator set dengan bahan bakar bensin sebesar 0,12 %.



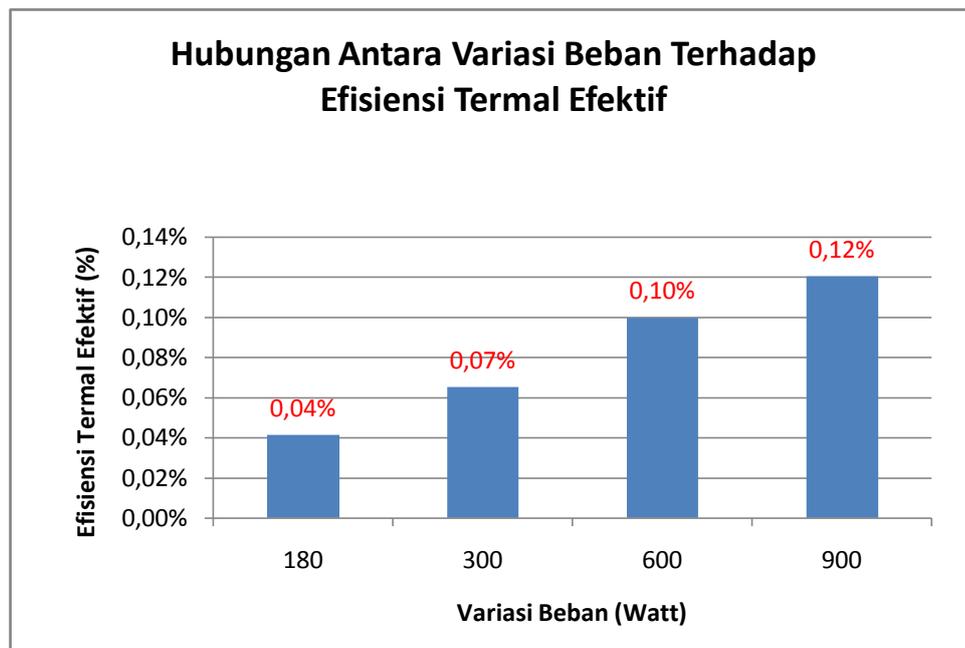
Gambar 4.1. Grafik hubungan konsumsi bahan bakar dengan variasi beban

Konsumsi bahan bakar semakin meningkat berbanding lurus dengan meningkatnya beban yang diterima generator set. Namun ada dimana perubahan konsumsi bahan bakar tidak terlalu signifikan terhadap variasi beban, yaitu pada beban 0 Watt (tanpa beban), 180 Watt dan 300 Watt. Setelah melalui beban 300 Watt grafik menunjukkan konsumsi semakin meningkat secara signifikan.



Gambar 4.2. Grafik hubungan antara pemakaian bahan bakar spesifik dengan variasi beban

Pada grafik menunjukkan bahwa harga bahan bakar spesifik semakin menurun seiring dengan meningkatnya daya yang dikeluarkan. Grafik menunjukkan perubahan harga bahan bakar spesifik yang turun cukup signifikan ketika daya atau beban dinaikkan. Sebaliknya harga bahan bakar spesifik turun melambat diantara daya 300 – 900 Watt. Harga bahan bakar spesifik yang semakin menurun menunjukkan efisiensi yang semakin meningkat untuk menghasilkan daya listrik.



Gambar 4.3. Grafik hubungan antara variasi beban terhadap efisiensi termal

Efisiensi termal efektif merupakan tingkat efisiensi mesin dalam memaksimalkan potensi kalor yang terdapat pada bahan bakar. Pada grafik menunjukkan presentase yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya daya atau beban. Semakin tinggi presentase menunjukkan efisiensi mesin semakin meningkat.

Grafik – grafik diatas belum menunjukkan titik klimaks atau titik balik dari hasil *performance* mesin tersebut. Karena dalam proses pengujian peneliti tidak menggunakan beban maksimum yang mampu diterima generator set. Menurut spesifikasi generator set mampu menghasilkan daya output hingga 1200 Watt.

1.4. Unjuk kerja generator set menggunakan bahan bakar biogas

Di lokasi pertama dusun Kalipucang, desa Bangunjiwo, kec. Kasihan, kab. Bantul, sebelum melakukan pengujian pada generator set peneliti terlebih dahulu

mengukur jumlah dan tekanan biogas pada digester. Pengukuran volume digester menggunakan tabung PVC diameter 9 cm dengan panjang 92 cm (Volume : 5,84982 liter). Tabung PVC ditutup kedua ujungnya dan masing – masing ujung diberi keran kompresor. Tabung PVC diisi penuh dengan air untuk menghilangkan udara luar yang masuk. Kemudian biogas bertekanan dimasukkan ke dalam tabung menggunakan selang sambil diamati pergerakan air di dalam manometer.

Dari hasil percobaan tersebut didapat bahwa 5,84982 liter biogas mengurangi tekanan pada manometer air setinggi 1 cmH₂O. Dengan tekanan maksimum digester sebesar 76 cmH₂O maka volume maksimum biogas di dalam digester sekitar 444,58632 liter. Perhitungan volume digester dengan metode demikian memiliki tingkat akurasi 93% dikarenakan biogas yang bertekanan akan terkompres sehingga mengurangi akurasi perhitungannya.

Penggunaan biogas sebagai bahan bakar alternatif generator set tanpa mengubah atau memodifikasi *engine*. Biogas disalurkan langsung ke lubang venturi pada karburator setelah melalui pemurni (Zeofilter). Beban maksimum yang dapat diterima sebesar 180 Watt yaitu dengan 3 buah lampu pijar 60 Watt sebagai alat uji atau bebannya.

Tabel 4.1. Hasil perhitungan uji coba generator set berbahan bakar biogas

Daya	konsumsi bahan bakar		harga bahan bakar spesifik		HV		Efisiensi Kalor
180	136,885788	liter/jam	0,760477	liter/jam.W	18000	kJ/m ³	0,27%
	0,17795152	kg/jam	0,000989	kg/jam.W	18000000	J/m ³	
	0,000049	kg/s			13846154	J/kg	

Dari hasil pengujian generator set biogas menghasilkan 136,885788 liter/jam atau 0,000049 kg/s. Harga bahan bakar spesifik sebesar 0,760477 liter/jam.W atau 0,000989 kg/jam.W. Dengan Heat Value 13846154 J/kg diperoleh efisiensi termal generator set sebesar 0,27%.

Dilokasi yang kedua dusun Ngentak, desa Poncosari, kec. Srandakan, kab. Bantul, peneliti tidak melakukan pengukuran konsumsi bahan bakar biogas maupun volume di dalam digester. Dikarenakan kurangnya peralatan penunjang seperti manometer air maupun *air flow meter* sebagai alat standar pengukuran aliran gas dalam selang.

Dilakukan 2 macam pengujian, pertama menghidupkan mesin tanpa menggunakan zeofilter dan yang kedua menggunakan zeofilter. Dilakukan beberapa kali pengujian di setiap macam.

Beberapa pengujian tanpa menggunakan zeofilter dapat menyalakan lampu sebanyak 7 x 60 Watt atau daya maksimal 420 Watt. Sedangkan pengujian menggunakan zeofilter mampu menyalakan lampu sebanyak 12 x 60 Watt atau daya maksimal 720 Watt. Terjadi peningkatan daya maksimal genset sebesar 71% ketika menggunakan zeofilter.