

KONVERSI BAHAN BAKAR MINYAK JENIS PREMIUM KE LPG PADA MESIN GENSET 3500 WATT MENGGUNAKAN METODE VACUUM VALVE SEBAGAI PENGATUR AFR

Tri Widagdo ¹⁾, Soegeng Witjahjo ²⁾

^{1) 2)} Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya
 Jl. Srijayanegara Bukit Besar Palembang 30139 Telp: 0711-353414 Fax:0711-453211
 E-mail: twriwidagdo@gmail.com

Abstrak

Kelangkaan bahan bakar minyak, khususnya jenis premium, saat ini sudah menjadi masalah nasional yang perlu segera di pecahkan. Hal ini terkait dengan pesatnya perkembangan dunia industri/transportasi. Di sisi yang lain, cadangan bahan bakar minyak semakin menipis. Imbas dari permasalahan ini terasa juga pada pemakaian genset skala rumah tangga yang beropersai menggunakan bahan bakar jenis premium. Penelitian ini bertujuan untuk mengubah penggunaan bahan bakar minyak, khususnya jenis premium, ke bahan bakar gas jenis LPG (Liquified Petroleum Gas). Adapun komponen utama yang berfungsi sebagai pengatur AFR (Air-Fuel Ratio) adalah vacuum Valve. Target khusus yang hendak dicapai pada penelitian ini adalah mendapatkan data performansi mesin genset yang beroperasi penggunaan bahan bakar LPG Genset yang dipakai sebagai obyek penelitian adalah genset skala rumah tangga dengan daya listrik maksimum 3500 Watt. Data-data meliputi: konsumsi bahan bakar, efisiensi mesin serta AFR optimum mesin genset. Selanjutnya data-data dibandingkan dengan data-data yang dihasilkan genset yang menggunakan bahan bakar premium. Metode yang dipakai pada penelitian ini adalah kaji eksperimental, dimulai dengan rancang bangun komponen vacuum valve, dilanjutkan dengan pemasangan komponen tersebut pada mesin genset dan diakhiri dengan pengujian mesin. Hasil eksperimen, secara kuantitatif, menampilkan data-data untuk penggunaan bahan bakar Premium dan LPG dengan masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut

- Premium: efisiensi 68 %, polutan 0,56 %, AFR::6,5:1, kebisingan 37 dB, respon putaran mesin terhadap perubahan beban generator cepat.
- LPG: efisiensi 71 %, polutan 0,24 %, AFR: 7,2: 1 kebisingan 34 dB, respon putaran mesin terhadap perubahan beban generator lambat

Dapat disimpulkan bahwa LPG dapat dipakai sebagai pengganti bahan bakar jenis premium pada pengoperasian Genset dengan daya listrik 3500 Watt.

Kata kunci: Konversi, Premium, LPG, AFR

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cadangan bahan bakar mineral, yang meliputi minyak bumi (BBM), Gas alam serta batu bara, kian lama kian menipis. Bahan bakar tersebut sudah lama dikenal masyarakat dunia sebagai sumber energi kalor yang mudah didapatkan serta mudah dipakai pada mesin-mesin konversi energi kalor-mekanik, seperti motor diesel, motor bensin, turbin gas dan sistem tenaga uap dan lain-lain. Di sisi lain keperluan industri akan sumber energi kalor yang dapat dikonversikan menjadi energi mekanik semakin meningkat. Dampak dari gejala ini adalah: tidak lama lagi bahan bakar mineral akan habis. Beberapa solusi yang telah Tabel 1 Pemakaian Energi di Indonesia*

dikembangkan antara lain pemanfaatan energi alam yang bersifat *renewable* (air terjun, panas bumi, angin serta sinar matahari). Akan tetapi hal tersebut masih belum sepenuhnya dapat menyelesaikan masalah, mengingat masih menemui beberapa permasalahan, antara lain: biaya awal yang mahal, kurang praktis serta tidak konstan karena, bergantung pada iklim dan atau/cuaca. Sementara itu pemakaian energi nuklir juga belum dapat diterima sepenuhnya oleh masyarakat, disebabkan bahaya radiasi sebagaimana bom nuklir yang terjadi di Hiroshima pada tahun 1945 yang lalu. Data statistik untuk pemakaian energi di Indonesia 15 tahun terakhir, dalam satuan Giga Joule (GJ) dapat dilihat pada tabel berikut.

Jenis pemakaian	Tahun 1995-2000	Tahun 2000-2005	Tahun 2005-2010
Industri	178 x 10 ⁶ GJ (45 %)	193 x 10 ⁶ GJ (47 %)	215 x 10 ⁶ GJ (46 %)
Transportasi	124 x 10 ⁶ GJ (37 %)	131 x 10 ⁶ GJ (38 %)	139 x 10 ⁶ GJ (38 %)
Rumah tangga	78 x 10 ⁶ GJ (18%)	82 x 10 ⁶ GJ (15 %)	88 x 10 ⁶ GJ (16 %)
Total	380 x 10 ⁶ GJ	406 x 10 ⁶ GJ	442 x 10 ⁶ GJ

*Data dari: Buletin ESDM, Januari 2011 melalui website: <http://www/esdm.inf.ktyu.go.id/>

Jika dieksplorasi tanpa batas, bahan bakar mineral akan habis dalam waktu: 65 tahun (untuk BBM) dan 150 tahun (batu bara). Pemakaian energi alam yang lain, seperti Sinar matahari, angin serta air terjun, masih terkendala pada kontinuitas serta investasi awal yang mahal.

Premium (bensin) dan LPG (*Liquidified Petroleum Gas*) memiliki beberapa perbedaan, seperti komposisi, ujud serta titik jenuh. Akan tetapi memiliki sifat-sifat termodinamika yang mendekati sama, sehingga besar kemungkinan

bahwa LPG dapat menggantikan premium sebagai bahan bakar, khususnya untuk jenis motor bakar torak 4 langkah. Bahan bakar premium yang tersedia di SPBU (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum) hanya diperuntukan bagi kendaraan umum yang beroperasi di jalan umum. Konsumen, dengan alasan apaun, tidak diizinkan untuk membeli premium menggunakan jerigen. Untuk pembelian premium sebagai bahan bakar industri harus membeli di tempat khusus dengan harga non subsidi.

Tabel 2 Data-data Premium dan LPG*

Data-data	Premium	LPG	Keteangan
Fasa	Cair	Gas	Kodisi standar
Titik nyala	78°C	72°C	Pada tekanan 1 atm
LCV	9.850 kcal/kg	9.320 kcal/kg	
HCV	10.340 kcal/kg	9.410 kcal/kg	
Kecepatan pembakaran	0,043 mili detik/gram	0,054 mili detik/gram	Sistem <i>Batch</i>
Residu pembakaran	0.0043 gram/kg BB	0,0022 gram/kg BB	Berbentuk jelagah dan kerak

*Dari: Buletin MIGAS, Kementerian ESDM No.12, 2012

1.2 Tujuan Khusus

Penelitian ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya (Widagdo, T, 1998), yang memiliki obyek penelitian Mesin Stirling tipe α dan dioperasikan dengan bahan bakar bakar LPG. Tujuan khusus yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan Korelasi Impirik dari Variabel-variabel penelitian pada pengoperasian genset menggunakan bahan bakar LPG. Adapun variabel-variabel penelitian yang berkaitan langsung dengan kinerja mesin adalah: konsumsi bahan bakar, daya mesin, putaran optimum, efisiensi serta AFR (*Air Fuel Ratio*) ideal. Sedang variabel lain yang tidak berhubungan langsung dengan kinerja mesin antara lain: getaran, kebisingan serta polutan yang dihasilkan dari proses pembakaran pada mesin. Prototipe *vacuum*

valve akan diujicobakan beroperasi pada genset skala rumah tangga dengan daya maksimum 3500 Watt. Luaran penelitian terdiri dari:

- Laporan Penelitian yang berupa *hard copy* sebagai arsip di UPPM Politeknik Negeri Sriwijaya
- Laporan penelitian dalam bentuk *soft copy* yang akan diunggah ke internet melalui website: polsri.co.id
- Artikel ilmiah yang akan dipublikasikan melalui jurnal dan majalah ilmiah yang akan di sebarakan ke beberapa perpustakaan perguruan tinggi di Indonesia
- Data-data penelitian yang dapat dijadikan referensi bagi para peneliti lain untuk kegiatan penelitian sejenis
- Perangkat keras dalam bentuk rancang bangun *vacuum valve* yang akan

dioperasikan pada genset, dilengkapi dengan SOP (*Standard Operation Procedure*) untuk pengoperasian mesin. Bermanfaat sebagai materi ajar mahasiswa pada disiplin ilmu Konversi Energi Kalor-Mekanik

Informasi yang akan dipublikasikan diusahakan bersifat lugas, logis dan runut, sehingga mudah dimengerti oleh masyarakat umum yang *concern* pada perkembangan teknologi, meliputi: dosen, peneliti maupun para mahasiswa.

1.3 Keutamaan (Urgensi) Penelitian

Gas LPG adalah salah satu produk dari proses *cracking* minyak mentah (*crude oil*). Dengan komponen utama gas-gas hidrokarbon rendah, seperti metana, etana, propane serta butane. Pemakaian gas LPG hingga saat ini masih terbatas sebagai bahan bakar untuk memasak. Jumlahnya melimpah dan dijumpai di pasaran dengan berbagai ukuran. Keutamaan (*Urgency*) dari penelitian ini adalah variasi dari pemanfaatan energi kalor (panas) yang yang dihasilkan dari pembakaran gas LPG sebagai penggerak motor bakar torak. Energi mekanik yang dihasilkan oleh motor bakar torak selanjutnya dikonversikan ke energi listrik oleh alternator (generator). Penelitian merupakan langkah awal pada penggunaan bahan bakar jenis gas untuk menghasilkan energi mekanik. Kelanjutan dari penelitian ini adalah pengoperasian motor bakar torak 4 langkah menggunakan bahan bakar gas lain yang bersifat *renewable*, seperti: gas methane dari proses gasifikasi sampah, gas hidrogen dari proses hidrolisis air dan lain-lain.

1.4 Inovasi yang ditargetkan

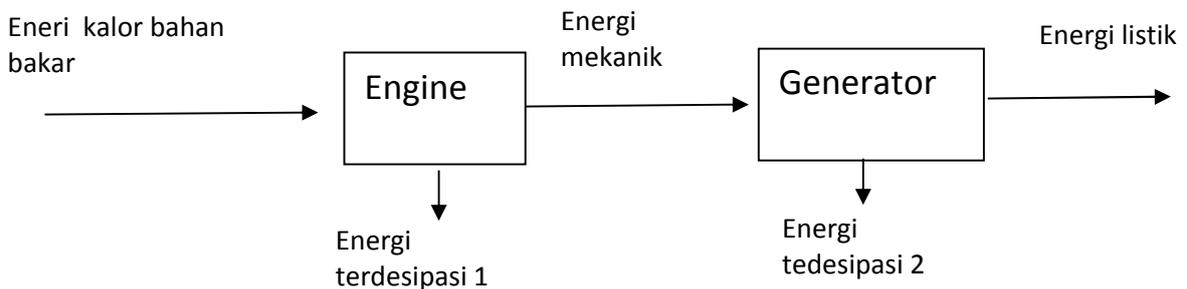
Campuran bahan bakar-udara pada motor bakar torak diatur oleh karburator.

Komponen ini bekerja untuk bahan bakar cair. Proses (karburasi) pengkabutan terjadi akibat tekanan vakum pada *intake manifold*. Untuk bahan bakar gas, karburator tidak biasa dipakai sebagai pencampur bahan bakar-udara. Pada kendaraan komersial yang menggunakan BBG (bahan bakar gas), pengaturan ini dilakukan oleh komponen *converter kit*. Komponen ini bekerja berdasarkan sensor elektronik dengan melibatkan pengendalian umpan balik (*feedback control*). *Converter kit* yang ada di pasaran hanya diperuntukkan bagi mesin kendaraan dengan kapasitas dan daya sedang sampai besar.. Untuk motor bakar torak dengan kapasitas dan daya kecil, seperti genset skala rumah tangga, komponen ini belum ada di pasaran.

Pada penelitian ini akan dilakukan rancang bangun kompone *Vacuum valve* (katup hampa), yang berfungsi untuk mengendalikan bahan bakar-udara. Jumlah bahan bakar LPG yang masuk ke dalam mesin diatur oleh katup jarum (*needle valve*), yang bekerja berdasarkan tekanan hampa dari *intake manifold*. Katup hampa dibuat khusus untuk motor bakar torak dengan daya dan kapasitas mesin yang kecil, seperti genset rumah tangga, mesin potong rumput, mesin pamarut kelapa dan lain-lain. Komponen ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan *Converter kit* dari segi: pengoperasian, perawatan serta perbaikan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Mesin Genset (*Generator Set*) yang dimaksud pada penelitian ini adalah suatu mesin yang mengubah energi kalor hasil proses pembakaran menjadi energi mekanik dan selanjutnya diubah lagi menjadi energi listrik (Ken's, 1994)



Gambar 1 Neraca Energi pada Genset

Efisiensi keseluruhan (*overall efficiency*)dihitung menggunakan formulasi

$$\eta_o = \frac{\text{Energi listrik generator}}{\text{Energi kalor bahan bakar}} \times 100\% = \frac{V \cdot I}{m \cdot LCV} \times 100\% \tag{1}$$

Dimana,
V : tegangan listrik, Volt
I : arus listrik, Ampere
m: laju aliran massa bahan bakar, kg/sec
LCV: nilai kalor bahan bakar, J/kg

AFR (*Air- fuel ratio*) dihitung dengan formulasi (Maleev F and Haar E, 1987)

$$AFR = \frac{\text{Laju aliran massa udara, kg/sec}}{\text{Laju aliran massa bahan bakar,kg/sec}} \times 100 \% \dots\dots\dots (2)$$

Genset yang biasa dipakai di masyarakat memiliki kisaran daya listrik antara 500 Watt sampai dengan 7000 Watt, digerakkan oleh engine dari jenis motor bakar torak dengan bahan bakar premium. Generator di hubungkan langsung dengan engine, sehingga keduanya memiliki putaran yang sama. Alternator bekerja sebagai generator listrik AC (*Alternating Current*) yang menghasilkan frekwensi listrik 50 Hz, sebagaimana frekwensi listrik dari PLN (Zuhail, 1999). Untuk itu engine harus dapat berputar pada putaran optimum:

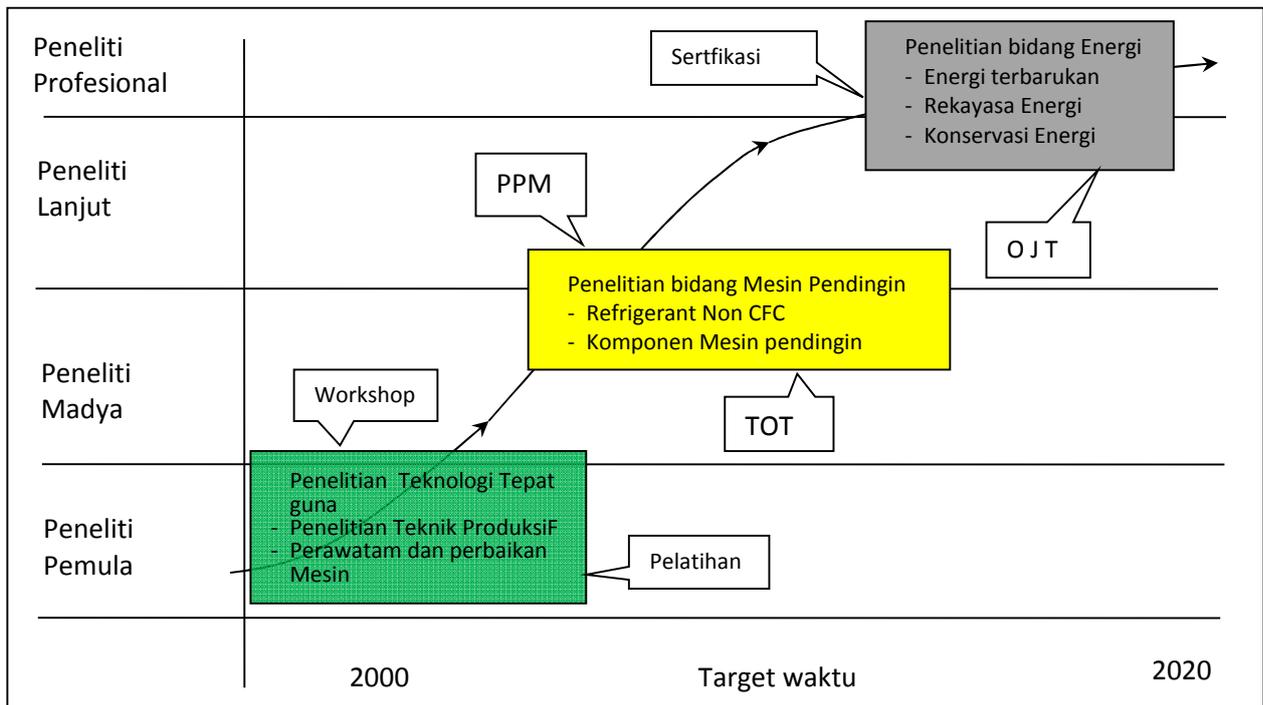
$$n = \frac{120 f}{P} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana, *f* : Frekwensi listrik=50 Hz
P : jumlah kutub = 2 (untuk genset skala rumah tangga)
 Sehingga putaran optimum engine adalah 3000 rpm. Untuk menstabilkan putaran, engine

dilengkapi dengan pengatur putaran *Mechanical Speed Governoor*..

Genset skala rumah tangga biasanya dioperasikan jika listrik dari jaringan PLN mengalami pemadaman. *State of the art* dari penelitian ini adalah penggunaan bahan bakar LPG untuk mengoperasikan genset skala rumah tangga. Kelak di kemudian hari, kelangkaan bahan bakar premium tidak menjadi kendala untuk mengopersikan genset skala rumah tangga. Genset yang akan dijadikan subyek penelitian ini menggunakan engine jenis motor bakar torak (*internal combustion engine*) 4 langkah yang bias menggunakan bahan bakar premium. Genset yang sudah dimodifikasi, selanjutnya dapat bersifat Hybrid, artinya dapat dioperasikan menggunakan bahan bakar premium maupun LPG.

Keberhasilan penelitian ini tak lepas dari beberapa kegiatan pendukung yang lain, seperti: pelatihan, *workshop*, OJT (*On Job Training*), Pengabdian kepada masyarakat serta TOT (*Training of Trainer*) yang telah penulis ikuti. Gambar berikut menampilkan peta jalan (*rosd map*) dari penelitian yang sudah, sedang dan akan penulis dilakukan.



Gambar 5. Road map Penelitian

Beberapa penelitian pendukung yang telah penulis lakukan sebagai referensi antara lain: adalah

1. (P Fenoria, Arnoldi D dan Widagdo T), 'Rancang bangun Mesin Stirling tipe β

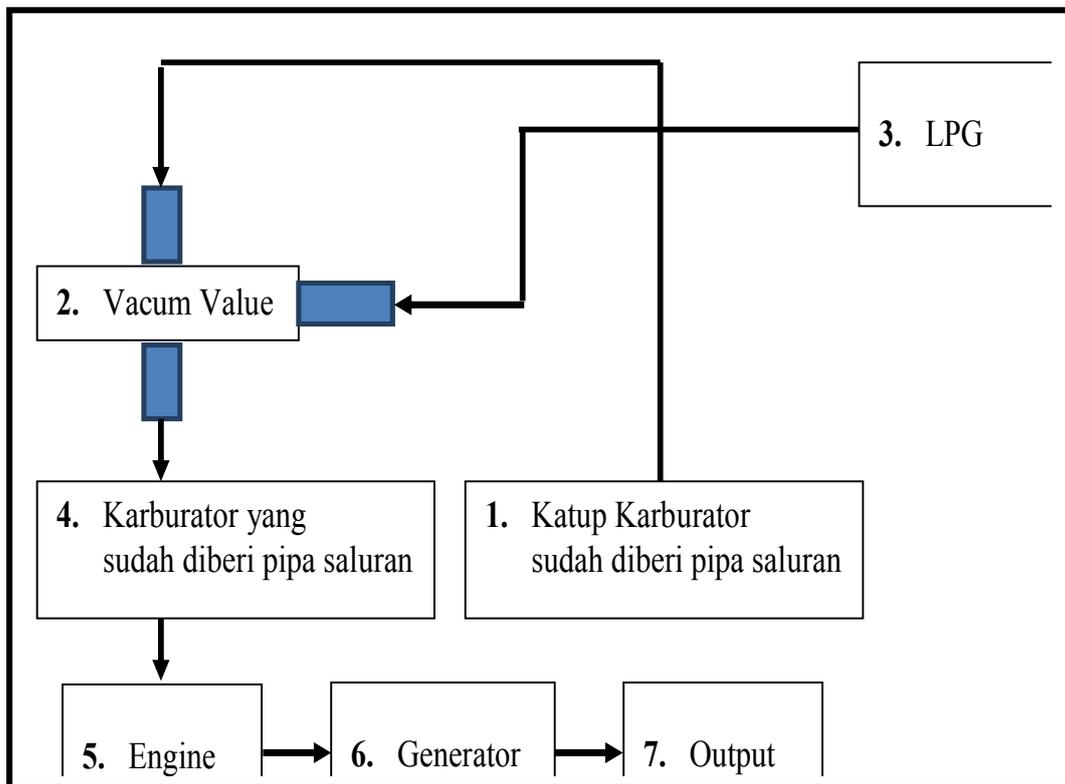
yang dioperasikan menggunakan bahan bakar Biomassa' Jurnal AUSTENIT, 2010
 Kesimpulan: Mesin Stirling tipe β dapat dioperasikan dengan beberapa bahan bakar biomassa, seperti gas metane hasil fermentasi sampah basah, serta

- pembakaran kayu dari serbuk bekas kayu penggergajian.
- (Widagdo T, Yunus M dan Kusumanto RD), '*Pembuatan Biodiesel Minyak Jarak Pagar melalui Proses Tranesterifikasi*, Jurnal TEKNIKA Polstri, 2008
Kesimpulan: Minyak jarak pagar dapat di jadikan sebagai bahan bakar pengganti untuk mesin Diesel yang biasanya menggunakan bahan bakar jenis solar.
 - (Widagdo T dan Rasid M), '*Rancang bangun Governor Sentrifugal sebagai Pengatur Putaran pada Motor Bakar*

Torak', Penelitian dana DIPA 2003, dipublikasikan melalui Jurnal TEKNIK edisi 5 Vol 2 tahun 2004.

Dengan kesimpulan: Motor Bakar Torak 1 silinder 4 langkah, dapat diatur putarnya dengan menggunakan Governor sentrifugal pada putaran 2500 rpm dengan toleransi ± 25 rpm.

Gambar berikut menyajikan instalasi bahan bakar – udara dengan melibatkan *vacuum valve* sebagai komponen utama untuk pengendalian (*Air-Fuel Ratio*).



Gambar 2 *Lay out* konversi bahan bakar premium ke LPG pada genset pada penelitian ini

Proses 1-2:

Proses dimana *intake manifold* mesin menghasilkan udara tekanan rendah sehingga menghisap membran untuk menggerakkan katup jarum didalam *vacuum valve*. Dampaknya adalah aliran gas LPG ke dalam mesin. Pengaturan laju alir udara menggunakan *butterfly valve* yang ada pada karburator.

Proses 2-3

Penghisapan LPG yang dilakukan oleh *vacuum valve* dan dialirkan menuju karburator.

Proses 3-4:

Proses dimana LPG dikabutkan namun dengan rasio yang berbeda dibandingkan dengan premium.

Proses 4-5:

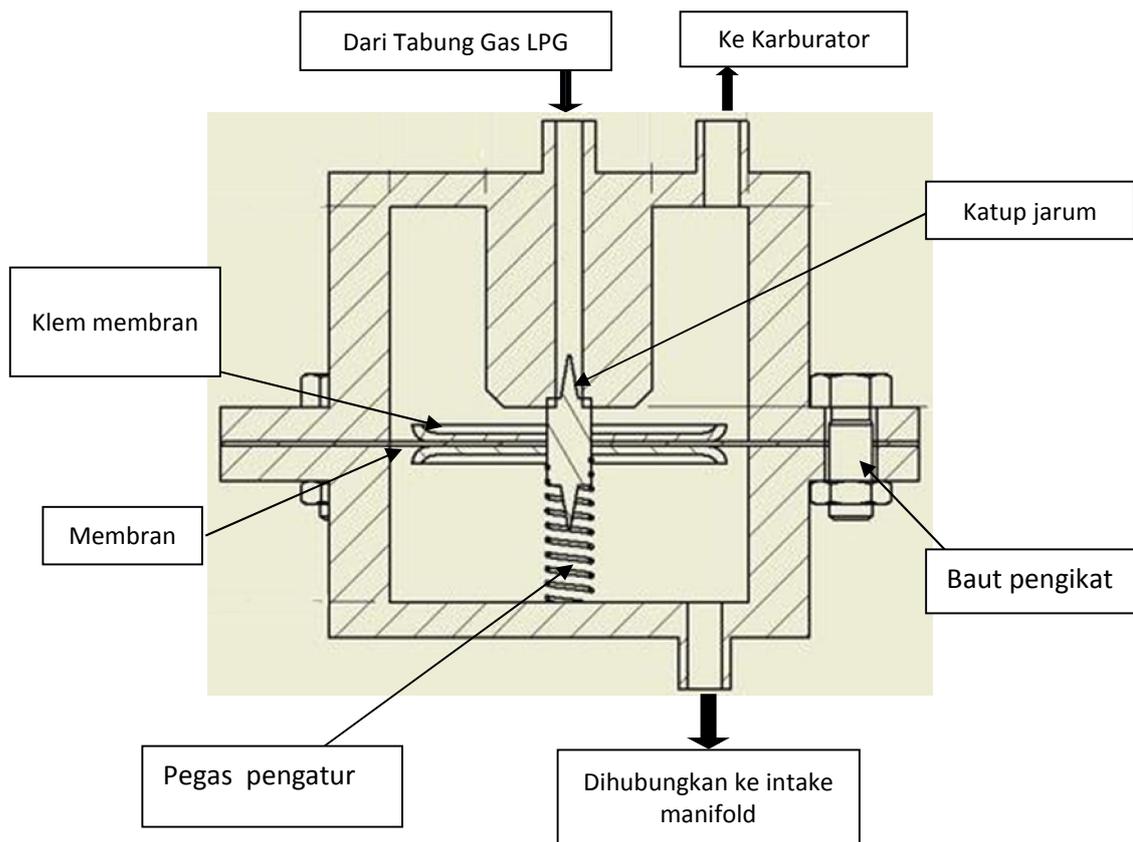
Proses dimana bahan bakar dikompresikan oleh piston dan dengan adanya busi yang berfungsi untuk memercikkan bunga api, akan terjadilah proses pembakaran yang akan menghasilkan torsi yang memutar poros engkol.

Proses 5-6: Proses dimana torsi pada poros engkol dimanfaatkan untuk memutar generator sehingga menghasilkan daya listrik DC.

Proses 6-7:

Proses penyaluran daya listrik DC untuk digunakan melalui terminal

Gambar berikut menyajikan sistemasiak *Vacuum valve* sebagai komponen utama pada konversi bahan bakar premium ke LPG pada penelitian ini



Gambar 3. Kontruksi *Vacuum valve* yang akan dirancang bangun pada penelitian ini (skala 1 : 1,5)

Vacuum valve adalah rangkaian beberapa komponen yang sudah dimodifikasi, sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan suatu sistem distribusi bahan bakar dalam hal ini berupa gas LPG untuk dapat menggantikan bahan bakar sebelumnya yaitu bensin. Adapun komponen-komponen dari konversi bahan bakar terdiri dari *vacuum valve*, karburator yang telah dimodifikasi, dan isolator yang telah dimodifikasi.

Vacuum valve memiliki fungsi yang vital pada perancangan kami ini, berfungsi sebagai alat yang mampu mengubah tekanan menjadi lebih kecil dari pada tekanan dalam tabung LPG, sehingga mampu menghisap gas yang ada didalamnya, yang kemudian dialirkan ke karburator.

Vacuum valve terdiri dari beberapa komponen yaitu :

- Membran yang terbuat dari karet tipis dan elastis.
- Katup jarum
- Dudukan membran yang terbuat dari tembaga.
- Pipa penyalur yang terbuat dari tembaga.
- Pegas penahan membran.
- Housing atas dan bawah sebagai rumah yang terbuat dari baja karbon

Berikut Prinsipkerjadari *vacuum valve* :

1. Pada saat membran tertarik/terhisap kebawah, maka katup jarum yang berada di atas membran akan terbuka dan membuka jalur gas. Hal ini mengakibatkan tekanan didalam *vacuum valve* mengecil sehingga gas didalam tabung LPG akan terhisap.
2. Pada saat membran kembali keposisi awal, maka katup akan menutup jalur gas sehingga gas yang telah terhisap dan berada didalam *vacuum valve* akan dialirkan ke karburator melalui lubang pipa penyalur.
3. Proses yang menyebabkan membran tertarik kebawah dan kembali ke posisi awal adalah karena pada saat *starting up* motor bakart, poros engkol akan memutar *crank shaft* pada piston sehingga piston didalam silinder akan melakukan langkah isap, Langkah isap ini akan menghasilkan tekanan hampa pada *intake manifold*. Hal ini yang dimanfaatkan untuk menarik membran dan membuka katup jarum membran melalui media pipa tembaga yang dipasang pada isolator.
4. Pada saat langkah isap, membrane akan turuns sehingga terjadi pemasukan gas LPG.

5. Setelah langkah isap, piston akan melakukan langkah kompresi yang mengakibatkan piston terdorong keatas didalam silinder, sehingga membran kembali keposisi awal dan katupnya menutup jalur gas.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya (Widagdo, T, 2005), yang membahas tentang pengolahan biomassa menjadi bahan bakar yang bersifat *renewable*. Penelitian ini bersifat Induktif, yaitu mengambil data langsung dari kejadian nyata di lapangan. Metode yang dipakai adalah Kaji Ekaperimental terhadap suatu penomena alam dengan melibatkan beberapa variabel penelitian yang sudah ditetapkan. Secara umum kegiatan penelitian, secara runut dibagi menjadi 10 kegiatan utama, yaitu:

1. Pengadaan Genset uji.

Genset yang akan dijadikan obyek penelitian sebanyak 1 unit, digerakkan oleh motor bensin dengan daya listrik maksimum 3500 watt, beroperasi pada putaran 3000 rpm. Listrik yang dihasilkan adalah jenis AC dengan tegangan nominal 220 Volt.

2. Pengadaan instrumen (alat ukur pengujian) sebagai sarana utama untuk pengambilan data pengujian.

Instrument terdiri dari:

- a. *Tachometer*, berfungsi untuk mengukur putaran mesin
- b. *Multi tester*, berfungsi untuk mengukur tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh alternator.
- c. *Anamometer*, berfungsi untuk mengukur kecepatan udara yang mengalir ke *intake manifold* mesin.
- d. *Gas Identifier*, berfungsi untuk mengetahui komposisi gas buang hasil pembakaran.
- e. *Potentiometer*, berfungsi untuk memberikan beban alternator ketika genset dioperasikan menggunakan bahan bakar premium maupun LPG.

2. Rancang bangun *Vacuum Valve*

Kegiatan ini berintikan proses produksi komponen penelitian. Skala prioritas diberikan untuk kepresisi dan keamanan dengan cara memberikan perlakuan khusus berupa pengerjaan menggunakan CNC. Kegiatan dilanjutkan dengan *Assembly* (perangkaian) komponen yang sudah dibuat dengan sensntiasa mempertimbangkan aspek:

- Kesejajaran, kesebidangan serta kestabilan mesin
- *Knockdown*, artinya mesin dapat dengan mudah dibongkar pasang. Hal ini sangat

penting untuk kegiatan perawatan dan perbaikan mesin.

- Aspek Mobilitas, artinya mesin dapat dengan mudah dapat dipindah secara manual dari satu tempat ke tempat lain.
 - *Hybrid*, artinya mesin genset dapat dengan mudah ditukar bahan bakarnya dari premium ke LPG atau sebaliknya.
3. Pengujian Awal mesin (*comissioning*). Bertujuan untuk mengetahui respon komponen mesin ketika mesin dioperasikan. Mesin dioperasikan dengan beban minimum hingga distribusi panas merata, selanjutnya beban dinaikkan secara perlahan lahan hingga mencapai beban maksimum. Pada beban maksimum akan dipertahankan untuk jangka waktu tertentu (± 10 jam). Perbaikan ataupun modifikasi komponen dilakukan jika diketahui ada yang rusak.
 4. Pemasangan sarana pengujian, yang meliputi sistem pembacaan data (instrumen), sistem pengendalain (kontrol) serta sistem keamanan.. Sebelum dipasang pada mesin, maka sarana pendukung akan dikalibrasi sesuai dengan daerah kerja yang dapat dilayani. Hal ini penting berkaitan dengan validitas ketika dilakukan pengambilan data pada mesin.
 5. Pengujian Mesin. Bertujuan untuk mendapatkan data pengujian berdasarkan variasi beban genset serta variasi bahan bakar yang sudah ditetapkan Data yang akan diambil terdiri dari:
 - a. Putaran mesin genset pada beban maksimum alternator
 - b. Tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh alternator pada berbagai beban potensiometer
 - c. Konsumsi bahahan bakar per watt-hr kerja genset
 - d. Efisiensi kinerja genset untuk dua jenis bahan bakar, premium dan LPG
 - e. Komposisi gas hasil pembakaran yang dihasilkan untuk kedua jenis bahan bakar
 - f. Getaran genset. listrik, untuk mengetahui dampak negatif dari penggantian bahan bakar
 6. Pembuatan program computer, Dengan tujuan untuk menganalisis data-data eksperimen mesin genset..
 7. Pembuatan modul ajar mahasiswa. Hasil rancang bangun perangkat keras dan perangkat lunak penelitian akan dijadikan materi ajar bagi mahasiswa Jurusan Teknik Mesin pada mata kuliah Mesin Konversi Energi
 8. Pembuatan Laporan Kegiatan dan Laporan akhir kegiatan serta pertanggungjawabbn penggunaan dana penelitian
 9. Publikasi ilmiah.

Kegiatan penelitian akan dipublikasikan melalui jurnal Ilmiah Nasional terakreditasi

Pengujian genset dilakukan untuk dua jenis bahan bakar. Setiap pengujian dilakukan dengan durasi satu jam. Variabel utama pengujian adalah beban alternator, berupa arus listrik yang di suplai ke potensiometer. Variasi dilakukan dengan cara mengatur nilai impedansi

potensiometer. Pengaturan beban dibatasi sepanjang alternator masih menghasilkan tegangan 220 Volt. Analisis Data. Bertujuan untuk memberikan gambaran reperentatif tentang karakter mesin yang diuji. Setiap perlakuan akan diambil 10 data. Beberapa perangkat statistik yang akan dipakai untuk analisis data antara laian:

- Uji *Chi square*, dipakai untuk pengujian homogenitas data
- Uji *t-Student*, dipakai untuk memeriksa 'kenormalan' data
- *Curve fitting*, dipakai untuk pembuatan grafik kecenderungan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Mesin

Tujuan dari dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui performa atau unjuk kerja dari alat dengan cara membandingkan data antara pengujian menggunakan masing-masing bahan bakar yaitu bensin dan LPG. Untuk mengetahui performa keduanya,

dilakukan dengan cara mengukur daya yang dihasilkan dan konsumsi bahan bakar yang terpakai. Untuk mendapatkan daya yang dihasilkan dilakukan pengukuran putaran mesin, kuat arus, dan tegangan yang dihasilkan. Sedangkan untuk mengetahui konsumsi kedua bahan tersebut dilakukan penimbangan tabung gas dan tangki bensin dengan selang waktu pemakaian yang sama. Adapun untuk mendapatkan data-data tersebut diperlukan alat-alat antara lain tachometer, timbangan, ampermeter, serta timer.

Dalam pengujian ini dilakukan sebanyak 4 pengujian, yaitu:

1. Pengujian menggunakan Premium tanpa beban
2. Pengujian menggunakan LPG tanpa beban
3. Pengujian menggunakan Pemium dengan beban
4. Pengujian menggunakan LPG dengan beban

Pada percobaan 1 dan 2 didapat data putaran mesin (n), tegangan (v), dan berat tangki. Sedangkan pada percobaan ke 3 dan 4 didapat data putaran mesin (n), tegangan (v), kuat arus (I) dan berat tangki atau tabung LPG.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui putaran mesin genset dan pemakaian bahan bakar spesifik pada genset ini. Dari hasil pengujian ini dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut.



Gambar 4. Perangkat Genset uji

4.2. Instrumen Pengujian

Alat yang dipakai pada saat pengujian

dapat dilihat pada gambar berikut ini, yang terdiri dari:

a. Tachometer

Instrumen ini bekerja dengan menghitung banyaknya rotation per minute (RPM) atau putaran per menit. Penggunaan paling umum tachometer adalah untuk menentukan kecepatan dari poros berputar yang digerakkan oleh mesin.



Gambar 5 Tachometer

b. Neraca Digital.

Berfungsi untuk mengukur perubahan massa bahan bakar:



Gambar 6. Neraca digital

c. Amperemeter

Adalah alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik yang keluar dari alternator.



Gambar 7. Amperemeter

4.3. Langkah Pengujian

Prosedur pengujian untuk menghitung putaran mesin genset terdiri dari langkah-langkah berikut, yaitu:

- 1) Menyiapkan semua alat ukur dan letakkan tabung gas di atas timbangan.
- 2) Mengukur berat tanki bensin sebelum pengujian.
- 3) Mengatur baut adjuster pada sudut 0° dan hidupkan selama 10 menit
- 4) Mengukur dan catat putaran mesin (menggunakan tachometer) dan tegangan yang dihasilkan (menggunakan amperemeter)
- 5) Mengukur dan catat berat tanki bensin setelah pengujian selama 10 menit.
- 6) Memutar baut adjuster sejauh 45°, kemudian ukur dan catat putaran mesin, tegangan, dan berat tangki setelah 5 menit.
- 7) elakukan langkar 1 s/d 6, dengan mengubah sudut putar baut adjuster sejauh 45° untuk tiap 5 menit pengujian. Pengujian berakhir pada sudut baut adjuster 180°.

4.4 Hasil Pengujian genset

Pengujian dilakukan untuk dua jenis bahan bakar, yaitu Premium dan LPG, menghasilkan data-data berikut

:

Tabel 3 Pengujian genset dengan premium

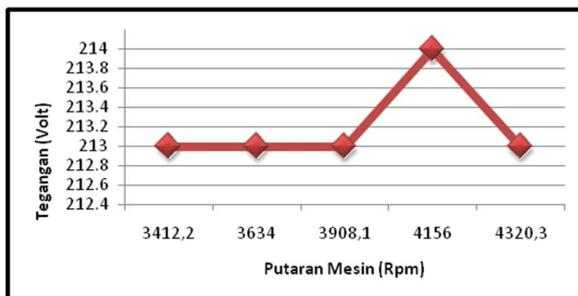
No	N (rpm)	PutaranBaut (°)	Tegangan (Volt)	Berat Tanki (kg)	Waktu (menit)e
1	3666,3	-	219	7,4	0-10
2	3766,7	45	218	7,2	11-15
3	4156,8	90	219	7,1	16-20
4	4415,0	135	220	7	21-25
5	4480,0	180	219	6,9	26-30

Table 4. Pengujian Genset dengan LPGI

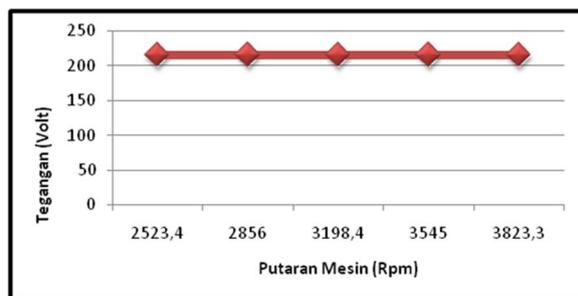
No	N (rpm)	Putaran Regulator (°)	Tegangan (Volt)	Berat Gas (kg)	Waktu(menit)
1	3412,2	-	213	6,5	0-10
2	3634,0	45	213	6,4	11-15
3	3908,1	90	213	6,4	16-20
4	4156,0	135	214	6,3	21-25
5	4320,3	180	213	6,3	26-30

4.5 Analisis Data Pengujian

Dalam pengujian ini adapun beberapa aspek yang diukur ialah putaran mesin genset, tegangan mesin genset, berat tanki bensin dan berat tabung gas. Pada setiap pengambilan data putaran gas ditarik beberapa derajat dimulai dari putaran mesin langsam sampai putaran mesin maksimal. Tujuan dari percobaan ini untuk mengetahui putaran mesin genset dan pemakaian spesifik bahan bakar.



Gambar 8 Kurva pengujian genset dengan premium



Gambar 9 Kurva pengujian genset dengan LPG

Disimpulkan bahwa putaran pada saat mesin menggunakan bahan bakar Premium mencapai 4320,3 rpm dan tegangan 214 volt. Dari gambar 4.2.4 dan gambar 4.2.5, diperoleh perbandingan bahwa:

- Putaran mesin saat menggunakan bahan bakar bensin lebih besar dari pada saat menggunakan bahan bakar LPG,
- Tegangan pada saat mesin menggunakan bahan bakar bensin lebih besar dari pada saat menggunakan bahan

bakar LPG, karena tegangan berbanding lurus putaran, semakin besar putaran maka tegangan juga semakin besar atau sebaliknya.

- Tegangan pada saat mesin menggunakan bahan bakar LPG cenderung Lebih stabil dibandingkan saat mesin menggunakan bahan bakar bensin.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data pengujian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Bahan bakar LPG mampu mensubstitusi atau menggantikan bahan bakar bensin sebagai penggerak motor bakar.
2. Penggantian bahan bakar bensin menjadi gas memerlukan suatu komponen yang berfungsi untuk menghisap dan mengalirkan gas yang akan masuk ke ruang bakar yang kami sebut vacuum valve.
3. Saat genset beroperasi tanpabeban, baik menggunakan bensin maupun LPG, putaran mesin cenderung stabil dan tidak turun.
4. Saat genset diberibeban, maka putaran mesin otomatis turun.
5. Putaran mesin saat menggunakan bahan bakar bensin lebih tinggi dibanding saat menggunakan bahan bakar LPG dengan nilai rata-rata 3400,02 rpm.
6. Tegangan yang dihasilkan oleh mesin saat menggunakan bahan bakar LPG cenderung lebih stabil dibandingkan saat menggunakan bahan bakar LPG dengan nilai rata-rata 215 volt.
7. Konsumsi bahan bakar bensin lebih boros dibandingkan saat mesin menggunakan bahan bakar LPG dengan selisih harga rupiah adalah sekitar Rp. 4.727 ,- / jam

Berdasarkan proses pembuatan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka

dapat diambil kesimpulan :

1. Dalam proses menghidupkan mesin tak jarang terjadi kesulitan, maka kami menyimpulkan adanya masalah pada komponen vacuum valve yang belum sempurna dalam menghisap gas dari tabung LPG. Hal ini terjadi mungkin karena tingkat kevakuman didalam vacuum valve kurang tinggi.
2. Membran di dalam vacuum valve juga berpengaruh pada proses penghisapan gas, sehingga dibutuhkan material membran yang lebih fleksibel dan elastic untuk bekerja.
3. Pengeboran untuk membuat baut penutup antara housing atas dan housing bawah vacuum valve kurang simetris, karena menggunakan 5 baut, untuk kedepannya dibuat simetris saja, yaitu 4 baut atau 6 baut.

Berdasarkan proses perawatan dan perbaikan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan :

1. Bagian yang sensitif terdapat pada selang karet gas, jika terdapat kotoran atau benda asing yang masuk ke dalam saluran gas, maka penyaluran akan terhambat dan mengakibatkan mesin susah untuk hidup.
2. Membran vacuum valve akan aus pada kisaran 6 – bulan, usahakan untuk selalu mengecek kondisi vacuum valve setelah menggunakan genset dalam jangka waktu lama.
3. Mesin dan generator adalah komponen yang sangat penting, usahakan untuk selalu mengganti oli secara rutin pada mesin dan memberi beban di bawah kemampuan generator. Generator pada mesin genset kami menghasilkan daya 1900 watt, sehingga beban yang disarankan adalah dibawah 1500 watt untuk menjaga usia generator.

5.2 Saran

Berikut ini saran yang dapat peneliti berikan dari penguraian pada bab sebelumnya, yaitu:

1. Pada saat mesin dihidupkan menggunakan bahan bakar LPG, usahakan untuk mengatur regulator gas keluaran, sehingga komposisi antara gas dan udara yang diperlukan cukup, agar proses menghidupkan mesin akan menjadi mudah.
2. Perawatan dan perbaikan pada komponen converter kit sangat diperlukan sehingga jangan diabaikan.
3. Hati-hati dalam melakukan perawatan dan perbaikan pada komponen mesin utama.
4. Buatlah jadwal perawatan dan perbaikan

yang lebih baik lagi untuk memungkinkan kerja mesin lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Buckmaster G L and Kimolaitis D (1982), "A Flamability Limits Model for Upward Propagation Through Lean methane/Air Mixture in A Standard Flammibility Tube", *Combustion Flame* 45, p. 109 - 119
- Hogendorn C J and Bart G C J (2004), "Performance and Modelling of Latent Heat Storage", *Solar Energy Journals*, 48-1, pp. 52-58
- Humpries W R and Griggs E I (2003), "A Design Handbook for Phase Change Thermal Control and Energy Storage Devices", NASA Technical Paper 1074
- Kenneth Kuan-yun Kuo (1982), *Principle of Combustion*, Distinguished Alumni Pefesor, Departement of Mechanical Engineering, The Pannsylvania State University Park, Pannsylvania
- Kent's (1994), *Mechanical Engineering Handbook*, Power Volume, 4th edition, Toppan Company, Tokyo
- Kirano S (2011), "Metode Simulasi Pembebanan Uji Kelelahan Poros Engkol", *Proceeeding Seminar Experimental & Theoretical Mechanics*, hal 67-73, Bandung
- Lase Y, (2012), "Dynamical Behaviour of Prestressed Structures Base on A New Kinematics Formulatioon", *International Seminar Proceeeding of ETM* page:l. 132-136, Denpasar
- Maleev V I (1987), *Internal Combustion Engines*, International Student Edition, 17th printing, Mc-Graw Hill Book Company, London
- Patnaik G and Kailasanath K, "Numerical Simulation of The Extingushment of Downword Diffusion Flame in Micrgravity", *Combustion Flame* 112, p. 189 - 195
- Rafael M (2006), "Pengaruh Perbandingan campuran Udara dan LPG pada Bentuk dan Kecepatan Api Premix", Tesis Magister Teknik Mesin Universitas Brawijaya, Malang
- Sailon dan Widagdo T (2002), "Dinamometer Mekanik dengan Pengatur Putaran

Governour Sentrifugal”, Laporan penelitian Dosen Muda DP2M.

Widagdo, T(2004) *Pembuatan Biodiesel Minyak Jarak Pagar menggunakan Metode Transesetrifikasi*. Prosiding Seminar Laporan Hibah Bersaing 2004/2005.

Zuhal, T dan Amran S (1999), *Dasar-dasar Tenaga Listrik, Teori dan Aplikasi*, Edisi 4, Penerbit ITB, Bandung

.....ESDM (2011), ‘Data Statistik Konsumsi Bahan Bakar di Indonesia, kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral Republik Indonesia

.....<http://www/engine.ectcomb.go.id/>: ‘Renewable Energi exploration and Enviromental’, free encyclopedia International, diakses 3 Februari 2015