

PERENCANAAN KONVERSI BAHAN BAKAR ELPIJI PADA MOTOR BENSIN PENGGERAK IRIGASI

Yaser Martinus Santoso¹, Wliyanto Anggono²
Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia
Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658
E-mail : yaser_martinus@yahoo.com¹, willy@petra.ac.id²

ABSTRAK

LPG (LPG) adalah jenis gas hydrocarbon hasil produksi dari kilang minyak bumi dan kilang gas alam dengan komponen utama Gas Propane (C_3H_8) dan Gas Butane (C_4H_{10}) yang mengisi volume kira-kira 99 %, dan sisanya adalah jenis gas Pentane (C_5H_{12}). LPG (LPG) yang dipasarkan di Indonesia disesuaikan dengan Keputusan Dirjen Migas No. 25 K/36/DDJM/1990 tanggal 14 Mei 1990 ini juga menyebutkan bahwa Spesifikasi Bahan Bakar Gas LPG untuk Keperluan Dalam Negeri adalah Spesifikasi LPG Propane (C_3) dan Spesifikasi LPG Butane (C_4) menggunakan standar ASTM (American Standard Testing Method). LPG yang digunakan adalah LPG campuran yang mempunyai perbandingan komposisi yaitu Propana (C_3H_8) 30% dan Butana (C_4H_{10}) 70%. LPG (LPG) merupakan sumber energi yang sangat vital dalam kehidupan masyarakat Indonesia dan juga telah digunakan secara luas di seluruh dunia karena nilai panas (kalor) yang tinggi, bersih tidak meninggalkan bekas, praktis, kontrol panas yang mudah dan stabil, dan tidak meninggalkan bau pada makanan. Pada umumnya, LPG (LPG) digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak mulai dari konsumen rumah tangga, kalangan komersial seperti hotel dan restoran, hingga untuk konsumen kalangan industri yang antara lain digunakan sebagai bahan bakar dan sumber energi untuk industri keramik, makanan, gelas, bahan bakar forklift, dan lain sebagainya. Selain hal diatas LPG juga dapat digunakan sebagai bahan baku industri refrigerant dan aerosol ramah lingkungan. Dalam percobaan kali ini, LPG akan diaplikasikan dalam mesin pompa air penggerak irigasi. Selain itu, dalam percobaan ini akan dilihat apakah terjadi peningkatan performa pada pompa air saat menggunakan LPG sebagai bahan bakar. Selain dari sisi performa pompa air, akan dilihat juga dari sisi finansial dari efek penggunaan bahan bakar LPG sebagai bahan bakar utama penggerak pompa irigasi. Hasil dari eksperimen menunjukkan bahwa LPG dapat digunakan sebagai bahan bakar utama untuk mesin pompa air penggerak irigasi. Memang performa yang tidak sebaik saat menggunakan bensin, namun memberikan penghematan secara finansial yang sangat membantu para petani karena debit air yang dikeluarkan oleh pompa air sudah mencukupi kebutuhan dari para petani.

Kata Kunci: LPG, motor pembakaran dalam, bahan bakar alternatif, pompa air, konversi energi, mesin 4 tak

1. Pendahuluan

Di Indonesia, minyak bumi yang diolah sebagai Bahan bakar minyak atau BBM, merupakan salah satu jenis bahan bakar yang digunakan secara luas di era industrialisasi. Selain digunakan untuk industri, BBM juga digunakan sebagai bahan bakar di aspek pertanian. Untuk menjalankan pompa irigasi sawah digunakan juga bahan bakar minyak, yaitu bensin atau solar. Pemakaian bensin atau solar tergantung dari jenis motor apa yang digunakan.

Tapi di Indonesia, harga BBM sering mengalami kenaikan disebabkan alasan pemerintah yang ingin mengurangi subsidi. Tujuan dari pengurangan tersebut dikatakan adalah agar dana yang sebelumnya digunakan untuk subsidi dapat dialihkan untuk hal-hal lain seperti pendidikan dan pembangunan infrastruktur. Dengan kenaikan harga BBM, akan sangat berat untuk petani untuk meningkatkan kualitas dari hasil pertanian mereka. Krena modal akan banyak beralih ke pengadaan BBM untuk menghidupkan mesin irigasi sawah ini. Oleh

karena itu, dalam menyikapi hal ini diperlukan bahan bakar alternatif sebagai pengganti BBM untuk mengurangi penggunaan BBM dan meningkatkan efisiensi kerja. Dengan pengalihan bahan bakar dari BBM ke elpiji, diharapkan dapat menghemat pengeluaran untuk bahan bakar menjadi setengahnya, sehingga penggunaan uang dapat dialihkan ke aspek yang lain, seperti pupuk, bibit unggul, dan lain sebagainya. Di negara negara Eropa misalnya Swedia, biogas dipakai sebagai *biofuel*. Biogas di Swedia menyumbang 2% bahan bakar pada akhir tahun 2005, kemudian menjadi 5,75% pada akhir 2010. Swedia menggunakan pemurnian biogas dengan teknik Water scrubber technology, PSA (*Pressure Swing Adsorption*) technology, dan membrane technologies (Persson, 2007). Hal serupa dilakukan juga di Amerika serikat dan Perancis (Huanga and Crookes,1998). Di Indonesia pemakaian biogas terbatas pada kompor gas. Biogas belum umum digunakan untuk bahan bakar motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*).

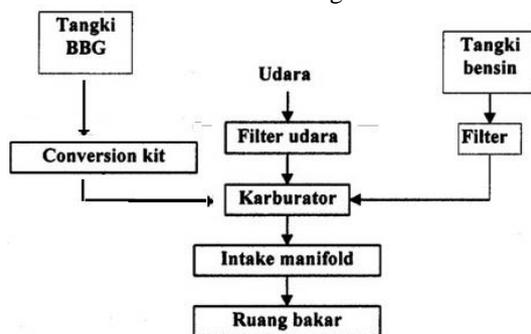
Naskah ini membahas suatu teknik modifikasi motor bensin menjadi berbahan bakar biogas dan karakteristik engine untuk modifikasi tersebut. Untuk melakukan pembakaran, bahan bakar, titik pengapian, dan campuran bahan-bakar harus berada posisi yang setimbang. Berdasarkan pernyataan tersebut perencanaan yang akan dilakukan meliputi: pengujian menggunakan komponen komponen dan penyesuaian komponen untuk elpiji, mengetahui kinerja mesin bila menggunakan elpiji, dan untuk mendapatkan rekomendasi perubahan alat atau modifikasi mesin.

2. Metode Penelitian

Dalam perencanaan ini, mesin pompa irigasi yang akan digunakan adalah mesin Honda WB30XT dengan spesifikasi mesin menggunakan mesin 1 silinder 4 tak model GX160, *starter system recoil* dengan sistem pengapian menggunakan CDI, bore x stroke 68 x 45 mm dengan rasio kompresi 8.2:1, dan kapasitas tangki 4 Liter. Sedangkan untuk pompa air yang digunakan adalah pompa WB30XT dengan spesifikasi total head pompa adalah 28 m, 8 m maksimal suction head, dan debit maksimal 1100 L/min.

Hal pertama yang dilakukan dalam pengerjaan penelitian ini adalah dengan melakukan studi pustaka tentang hal-hal yang berkaitan dengan pembakaran. Kemudian, metode penelitian dibagi menjadi 2 bagian besar, yaitu proses perhitungan dan proses eksperimen. Setelah proses perhitungan dan eksperimen selesai dilakukan, hal yang dilakukan adalah melakukan analisis data antara hasil eksperimen dan perhitungan.

Pada umumnya, teknik konversi energi yang saya rancang mendasar pada skema yang saya rancang adalah dengan meletakkan sistem masukan bahan bakar tambahan pada karburator agar LPG dapat masuk dan dapat menghasilkan tenaga pada mesin. Sistem masukan tambahan ini dapat berarti *conversion kit* yang ditambahkan pada karburator. *Conversion kit* yang dirancang merupakan rangkaian barang-barang sederhana yang dapat digunakan oleh semua orang karena mungkin keterbatasan alat di tempat praktek dan uji coba sehingga dapat digunakan oleh semua orang dan memudahkan sistem konversi energi.



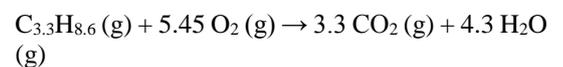
Gambar 1. Skema konversi energi

Untuk pembuat alat konversi energi sederhana (*conversion kit*) yang digunakan adalah menggunakan regulator LPG, needle valve, filter dryer gas, dan intake tambahan yang telah dimodifikasi.

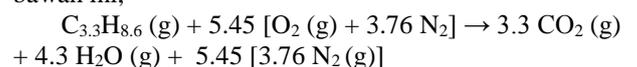
Regulator adalah alat pengukur tekanan yang berfungsi sebagai penyalur, pengatur, dan penyetabil tekanan gas yang keluar dari tabung agar aliran gas menjadi konstan. Regulator yang digunakan adalah regulator tekanan tinggi *Prohex* yang dilengkapi dengan putaran pengatur tekanan dan indikator meter.

Filter Dryer Gas adalah sebuah alat yang berguna sebagai *dehydrant* atau yang biasa disebut sebagai penyerap air yang terdapat di dalam sistem sirkulasi udara atau gas. Di dalam *Filter Dryer Gas* ini di dalamnya terdapat seperti butir-butiran pasir yang disebut sebagai *Molecular Sieve* yang mempunyai fungsi sebagai penyerap air tersebut. Pemilihan filter ini karena LPG mempunyai kandungan air yang lebih banyak daripada bahan bakar minyak yang apabila masuk ke karburator dapat menyebabkan kerak pada komponen-komponen pada karburator seperti spuyer-spuyer, tempat pembuangan bahan bakar, dan rumah pelampung. Selain itu, air yang masuk ke dalam ruang bakar dapat mengurangi performa dari hasil pembakaran LPG di dalam ruang bakar.

Setelah alat-alat di atas sudah disiapkan, maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah dengan melakukan modifikasi pada *Mixer* atau pencampur bahan bakar dengan udara yang pada mesin ini *Mixer* yang digunakan adalah karburator. Modifikasi pada karburator haruslah berpaku pada reaksi stoikiometri pembakaran LPG. LPG yang digunakan adalah LPG produksi Pertamina yang berbahan campuran dari 70 % Propana (C_3H_8) dan 30 % Butana (C_4H_{10}) yang dapat disederhanakan menjadi $C_{3.3}H_{8.6}$ dengan reaksi kimia seperti berikut ini, .



Dan reaksi pembakaran stoikiometri seperti di bawah ini,

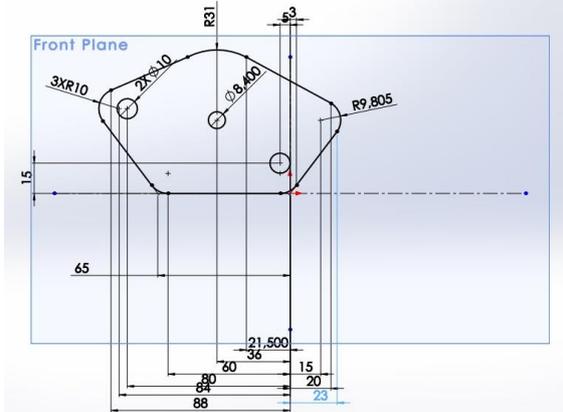


Dari perhitungan di atas dapat dihitung AFR reaksi dari $C_{3.3}H_{8.6}$ adalah 15.52. Dari perhitungan juga diambil kesimpulan bahwa LPG membutuhkan udara lebih sedikit daripada bensin untuk melakukan pembakaran. Untuk melakukan pembakaran, LPG hanya membutuhkan Oksigen sebanyak kira-kira antara 5.45 Mol saja. Nilai tersebut berarti adalah udara yang masuk ke dalam *Mixer* minimal haruslah setengah kali lebih kecil daripada ukuran standarnya. Ukuran standar dari *Intake* pada karburator adalah 22 mm. Oleh karena itu, dilakukanlah sebuah modifikasi dengan membuat saluran *Intake* tambahan pada *Intake* standar dari karburator yang berfungsi untuk menahan udara yang masuk agar sesuai dengan yang dibutuhkan.

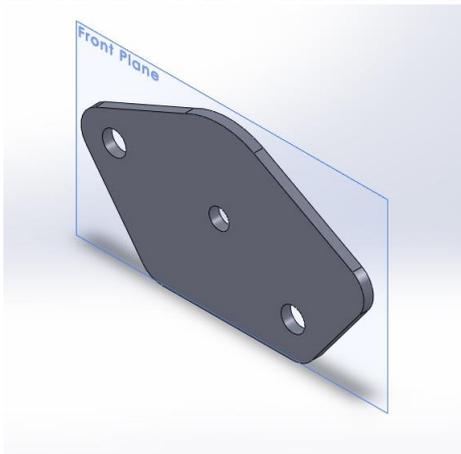
Tabel 1. Hasil Pengujian Penambahan *Intake* tambahan dengan ukuran lubang yang bervariasi

Ukuran Lubang	Efek
---------------	------

Intake tambahan menggunakan lubang	
12 mm	Mesin tersendat-sendat
10 mm	Mesin lebih stabil tapi masih tersendat-sendat
8 mm	Mesin stabil



Gambar 2. Sketsa Pembuatan Intake Tambahan



Gambar 3. Tampak Isometri dari desain Intake Tambahan



Gambar 4. Intake tambahan yang telah dibuat



Gambar 5. Pemasangan saluran bahan bakar tambahan pada karburator

3. Hasil dan Pembahasan

Analisa Pembuatan Saluran Tambahan LPG

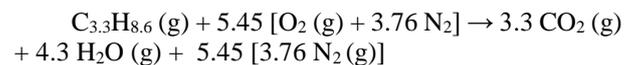
Pembuatan Saluran Tambahan LPG ini didasari dengan melihat kandungan yang terkandung dalam LPG yang dipasarkan di Indonesia. Menurut sumber terkini dari Pertamina, Elpiji yang dipasarkan di Indonesia adalah LPG campuran yang berkomposisi 30% C₄H₁₀ dan 70% C₃H₈.

Dengan komposisi campuran seperti di atas, maka dapat diperoleh rumus kimia pembakaran C_{3,3}H_{8,6}. Rumus kimia ini didapatkan dari:

- 30% C₄H₁₀ = C_{1,2}H₃
- 70% C₃H₈ = C_{2,1}H_{5,6}

$$= C_{3,3}H_{8,6}$$

Oleh karena itu, perlu dibuat terlebih dahulu reaksi pembakaran stokiometri dari C_{3,3}H_{8,6} yang adalah,

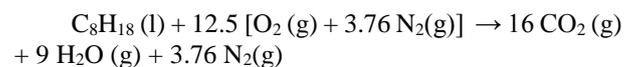


Dengan reaksi seperti di atas dapat diketahui bahwa untuk membakar C_{3,3}H_{8,6} diperlukan 5.45 mol O₂. Oleh karena itu, perbandingan bahan bakar dengan udara dapat diketahui seperti berikut ini,

$$AFR = \frac{5.45 \times [32 + (28 \times 3.76)]}{48.2}$$

$$AFR = 15.52 \text{ kg}$$

Dengan nilai AFR tersebut dapat diketahui bahwa untuk pembakaran 1 kg elpiji diperlukan 15,52 kg udara. Sedangkan untuk bensin, rumus kimia yang digunakan adalah C₈H₁₈ dan diketahui bahwa reaksi pembakaran stokiometri C₈H₁₈ adalah :



Dengan reaksi seperti di atas dapat diketahui bahwa untuk membakar C₈H₁₈ diperlukan 12.5 mol O₂ dan nilai AFR 15,05. Untuk dari segi perbandingan udara dengan bahan bakar, AFR LPG memang lebih besar daripada bensin, hal ini menandakan bahwa untuk pembakaran 1 kg elpiji, udara yang dibutuhkan akan lebih banyak

daripada yang digunakan untuk membakar 1 kg bensin. Namun, ada perbedaan fase antara bensin dengan LPG, LPG merupakan bahan bakar gas sedangkan bensin adalah bahan bakar cair yang mempunyai nilai massa jenis, nilai kalor, dan LHV lebih tinggi daripada bensin. Oleh karena itu, udara yang digunakan untuk membakar bensin otomatis akan lebih banyak daripada yang digunakan untuk membakar elpiji.

Analisa Penghematan Energi dan Finansial Saat Menggunakan LPG

Untuk mengetahui Energi yang dihasilkan, perlu untuk mengetahui LHV dari tiap-tiap komponen yang terkandung dalam Gas LPG

Kandungan Propana

$$\begin{aligned} \text{LHV propana} &= 46350 \text{ KJ/kg} \\ &= 30 \% \times 46350 \\ &= 13905 \text{ KJ/kg} \end{aligned}$$

Kandungan Butana

$$\begin{aligned} \text{LHV butana} &= 18300 \text{ KJ/kg} \\ &= 70 \% \times 18300 \\ &= 12.810 \text{ KJ/kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LHV LPG} &= \text{LHV propana} + \text{LHV butana} \\ &= 13905 + 12810 \\ &= \mathbf{26.715 \text{ KJ/kg}} \end{aligned}$$

Dengan LHV seperti yang diketahui di atas, maka energi yang dihasilkan dapat diketahui.

$$\begin{aligned} E &= \text{LHV} \times m \\ E &= 26715 \times 3 \\ E &= \mathbf{80145 \text{ KJ}} \end{aligned}$$

Dengan langkah-langkah yang sama seperti yang ada di atas, maka didapatkan energi yang dibutuhkan untuk membakar bahan bakar bensin adalah 133200 KJ sehingga dengan melakukan penggantian bahan bakar ke elpiji dapat menghemat energi sebesar 53055 KJ per 3 kg nya. Selanjutnya untuk perhitungan finansial saat menggunakan bensin dan LPG dapat dilihat dari perhitungan di bawah ini dengan membandingkan jumlah volume yang dihabiskan bensin dan elpiji untuk satu hari pemakaian mesin.

$$\text{Liter Bensin} = \frac{\text{kg bensin} \times 1000}{\rho \text{ bensin}}$$

$$\begin{aligned} \text{Liter Bensin} &= \frac{3 \times 1000}{727.272} \\ \text{Liter Bensin} &= \mathbf{4,125 \text{ Liter}} \end{aligned}$$

- Harga untuk 1 Liter Bensin premium untuk tahun ini adalah Rp 7.400,00
- Jadi untuk konsumsi per 3 kg LPG setara dengan 4,125 Liter Bensin

$$\begin{aligned} \text{Total Cost menggunakan bensin} &= \text{Rp } 7.400,- \times 4.125 \text{ Liter} = \text{Rp } 28.875,00 \\ \text{Total Cost menggunakan LPG } 3 \text{ kg} &= \text{Rp } 17.500,00 \\ \text{Total Saving} &= \text{Rp } 28.875,00 - \text{Rp } 17.500,00 = \mathbf{\text{Rp } 11.375,00} \end{aligned}$$

Untuk 4 L bensin dapat digunakan selama 3 jam kerja, sedangkan 3 kg LPG dapat digunakan selama 6 jam. Dengan penghematan sebesar Rp 11.375,00 dapat diketahui bahwa dengan menggunakan elpiji 3 kg dapat melakukan penghematan yang signifikan dengan nilai penghematan sebesar 40,43 %

Untuk perhitungan selama 1 hari kerja

- 1 hari kerja diasumsikan 24 jam
- Untuk 1 hari kerja 24 jam membutuhkan 12 kg elpiji sedangkan untuk bensin membutuhkan 16 L bensin, sedangkan untuk 1 kg elpiji mampu bertahan hingga 2 jam

$$\text{Total Cost menggunakan bensin} = \text{Rp } 7.400,- \times 16 \text{ Liter} = \text{Rp } 118.400,00$$

$$\text{Total Cost menggunakan LPG } 12 \text{ kg} = \text{Rp } 17.500,00 \times 4 = \text{Rp } 70.000,00$$

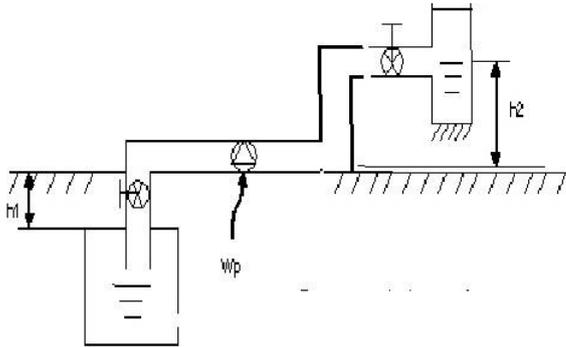
$$\text{Total Saving per hari} = \text{Rp } 118.400,00 - \text{Rp } 70.000,00 = \mathbf{\text{Rp } 48.400,00}$$

$$\% \text{ Saving per hari} = \frac{48400}{118400} \times 100\%$$

$$\% \text{ Saving per hari} = \mathbf{40.87 \%}$$

Jadi penghematan per harinya dapat menghemat sebanyak 40,87% dengan pengurangan pengeluaran sebanyak Rp 48.400,-, oleh karena itu penggantian bahan bakar menjadi elpiji sangatlah berpengaruh terhadap jumlah pengeluaran yang dikeluarkan oleh petani.

Analisa Performa Pompa



Gambar 6. Skema Instalasi Pompa

Sistem yang direncanakan adalah menggunakan sistem seperti di atas, yaitu dengan panjang pipa total 10 meter dengan suction 8 meter masuk ke dalam sumber air dan pipa keluaran 1 meter di atas permukaan tanah. Dari sistem yang dirancang seperti ini maka dapat diketahui performa pompa yang digunakan. Konversi bahan bakar tentu akan mempengaruhi performa dari pompa, oleh karena itu perlu untuk dilihat perbedaan performa saat menggunakan bahan bakar pengganti dan bahan bakar utama. Di dalam percobaan ini, bahan bakar utama yang digunakan adalah bensin dan bahan pengganti adalah LPG. Hal yang paling nyata adalah debit air yang dapat dikeluarkan oleh pompa. Berikut adalah hasil percobaan saat menggunakan kedua bahan bakar tersebut.

Tabel 2. Hasil percobaan pengukuran debit air yang dikeluarkan pompa saat menggunakan bahan bakar bensin

No	Bahan Bakar	Volume Air (L)	Waktu (s)	Debit Air (L/s)
1.	Bensin	315	30	10.5
2.	Bensin	330	30	11
3.	Bensin	326	30	10.87
	Rata-rata =	323.67	30	10.79

Tabel 3. Hasil percobaan pengukuran debit air yang dikeluarkan pompa saat menggunakan bahan bakar LPG

No	Bahan Bakar	Volume Air (L)	Waktu (s)	Debit Air (L/s)
1.	LPG	200	30	6.67
2.	LPG	208	30	6.93
3.	LPG	202	30	6.73
	Rata-rat	203.33	30	6.78

a =			
-----	--	--	--

Dari hasil percobaan di atas, dapat dilihat bahwa terjadi penurunan performa saat menggunakan bahan bakar LPG. Penurunan yang terjadi adalah sebesar 37.16 %. Tabel di atas berlaku untuk debit air yang diukur yang dikeluarkan dari pompa dengan menyedot air dari dalam sumur bor. Untuk laju aliran massa bahan bakar dengan menggunakan takaran berat yang sama antara massa bensin dengan LPG dengan setting gas yang sama, akan didapatkan hasil seperti berikut ini,

Tabel 4. Hasil percobaan konsumsi bahan bakar saat menggunakan massa bahan bakar yang sama

No	Bahan Bakar	Massa (kg)	Waktu (s)	Laju aliran massa bahan bakar (kg/s)	Debit Air (L/s)
1.	Bensin	1	4478	2.23×10^{-4}	1610.58
2.	LPG	1	7434	1.345×10^{-4}	1680.084

Jadi dari hasil percobaan pada tabel di atas dapat didapatkan hasil bahwa dengan menggunakan LPG dengan massa yang sama akan bertahan untuk waktu yang lebih lama daripada saat menggunakan bensin. Untuk waktu yang lebih lama akan menghasilkan debit air yang lebih banyak pula. Sedangkan untuk waktu yang sama, akan dihasilkan,

Tabel 5. Hasil percobaan konsumsi bahan bakar saat menggunakan waktu yang sama

No	Bahan Bakar	Massa (kg)	Waktu (s)	Laju aliran massa bahan bakar (kg/s)	Debit Air (L/s)
1.	Bensin	1	4478	2.23×10^{-4}	1610.58
2.	LPG	0.74	4478	1.345×10^{-4}	1012.028

Untuk waktu yang sama, debit air yang dihasilkan saat menggunakan bahan bakar LPG akan lebih sedikit dibandingkan saat menggunakan bahan bakar bensin. Oleh karena hasil ini, akan didapatkan hasil performa pompa sebagai berikut ini.

Data	Saat Menggunakan Elpiji	Saat Menggunakan Bensin
Re(Bilangan Renolds)	134251.68	213609,35
F	0,0167	0,0153
ΔE_f (Head Loss Major)	0.194 m	0.45 m
ΔE_m (Head Loss Minor)	0.0725 m	0.183 m
ΔE (Perbedaan Energi)	88.29 J/kg	
Head Loss Total	1.8 m	6.77 m
W_{in}	721.2 W	1703.5 W
Q bahan bakar	3.593 kWatt	9.9 kW
η	20.07 %	17.21 %

Dengan hasil di atas, dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan efisiensi sebanyak 2.86 % saat menggunakan bahan bakar LPG. Hal ini dikarenakan LPG sebanyak 3 kg dapat bertahan untuk waktu yang lebih lama daripada saat menggunakan bensin.

4. Kesimpulan

Dari hasil percobaan dan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa gas elpiji dapat langsung digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bensin. Dengan menggunakan elpiji maka dapat dilakukan penghematan energi sebesar 53.055 KJ dan menghemat Rp 48.400,- yang merupakan sebuah usaha penghematan sebesar 40.87 %. Modifikasi yang dilakukan adalah dengan menambah saluran *Intake* tambahan dan *Filter Dryer Gas*. Dengan penyesuaian kapasitas masuk udara, maka performa mesin pompa air akan tetap sama seperti saat menggunakan bahan bakar bensin. Modifikasi yang dilakukan tetap menjaga originalitas dari mesin yang berarti tidak melakukan perubahan – perubahan pada komponen dalam dari mesin.

Untuk performa dari pompa dapat dihasilkan *Head Loss Total* sebesar 1.8 m saat menggunakan bahan bakar elpiji dan 6.77 m saat menggunakan bahan bakar bensin. Dengan menggunakan elpiji, terjadi kenaikan efisiensi pada performa pompa yaitu dari 17.21% saat menggunakan bensin menjadi 20.07% saat menggunakan elpiji.

5. Daftar Pustaka

Fox and Mcdonald, "Introduction to Fluid Mechanics Eight Edition," John Willey and Sons: New York, 2011
 Bureau of Energy Efficiency, Ministry of Power, "*Pumps and Pumping Systems*. In: Energy Efficiency in

Electrical Utilities, chapter 6": India, 2004
 Govil, G.P. and Jagatiya, V., 2003. "Small Biogas Engine Conversion Kit Rural Application (No Petrol, No Diesel)".
 URL: http://eprints.undip.ac.id/41549/4/BAB_II.pdf
 URL: <http://www.asa-gas.com/3kg.htm>
 URL: <http://www.asa-gas.com/12kg.htm>
 URL: <http://www.agussuwasono.com/component/content/article.html?id=65:teori-dasar-pompa-sentrifugal&catid=38:mechanical&Itemid=111>
 URL: <http://elpiji-aman.blogspot.com/2013/06/pertanyaan-faq-seputar-elpiji.html>
 URL: <http://www.taufiqurrohman.com/2012/02/29/1629/>
 URL: <http://motor-lpg.blogspot.com/2012/09/membuat-konverter-kit-lpg-untuk-genset.html>
 URL: <http://konverterlpg.blogspot.com/search/label/HARGA%20SPARE%20PART>
 URL: <http://www.brighthubengineering.com/machine-design/15235-the-stoichiometric-air-fuel-ratio/>