

PENINGKATAN KINERJA POMPA AIR 3 INCHI DENGAN BERMESIN PENGGERAK 5,5 Hp BERBAHAN BAKAR LPG

(Performance Increasing of Water Pump 3inch with Propulsion Engine 5,5Hp using LPG Fuel)

Faqih Supriyadi, Cahyo Setyo Wibowo, Maymuchar, Nanang H., dan Riesta Anggarani

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS"
Jl. Ciledug Raya Kav.109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan
Telepon: +62-21-7394422, Fax.: +62-21-7246150

E-mail: faqih.supriyadi@esdm.go.id

Teregistrasi I tanggal 25 September 2018; Diterima setelah perbaikan tanggal 5 November 2018;
Disetujui terbit tanggal: 31 Desember 2018

ABSTRAK

Ada banyak jenis mesin penggerak pompa air yang digunakan untuk irigasi pertanian. Diantaranya adalah mesin penggerak pompa air berbahan bakar solar dan berbahan bakar bensin. Diantara kedua jenis mesin penggerak pompa air tersebut, yang paling banyak digunakan untuk mendukung kegiatan pertanian oleh petani kecil adalah mesin pompa air 3 inchi berbahan bakar minyak jenis bensin dikarenakan harganya yang terjangkau, mudah dibawa dan mudah dipindahkan dari tempat satu ke tempat lain. Akan tetapi, pada saat ini harga bensin dirasa terlalu mahal oleh para petani kecil dan ketersediaannya yang susah untuk didapatkan di sekitar lahan pertanian, sehingga diperlukan bahan bakar alternative yang dapat digunakan pada mesin penggerak pompa air berbahan bakar bensin tanpa merubah spesifikasi dari mesin tersebut. Salah satu bahan bakar alternative tersebut adalah *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) karena LPG dan bensin sama-sama memiliki sifat parameter pengujian nilai angka oktana riset (RON), bahkan LPG memiliki nilai RON lebih tinggi dibandingkan dengan bensin yang ada saat ini, sehingga LPG dapat digunakan sebagai bahan bakar substitusi bagi mesin pompa air dengan sistem pengapian spark plug (busi). Untuk dapat menggunakan LPG, pada mesin pompa air perlu dilakukan modifikasi pada saluran bahan bakar menjadi system bi-fuel dengan menambahkan peralatan konversi (*conversion kit*). Adapun bahan bakar LPG yang digunakan adalah LPG 3 kg yang telah digunakan secara luas untuk masyarakat sehingga tersedia di berbagai lokasi. Untuk mengetahui kinerja pompa, kemudahan dalam pengoperasian dan faktor keselamatan bagi pengguna di sektor pertanian, diperlukan penelitian di laboratorium. Penelitian terhadap kinerja pompa air 3 inchi dengan mesin penggerak berbahan bakar LPG ini dilakukan untuk mengetahui *Total Head* dan Debit yang dihasilkan untuk dibandingkan dengan kinerja mesin berbahan bakar bensin RON 88 dan sebagai acuannya adalah pompa air yang digerakkan oleh motor listrik. Metode uji yang digunakan adalah SNI 0141-2009/Amd 2:2015. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa kinerja pompa air 3 inchi yang digerakkan oleh mesin 5,5 hp berbahan bakar bensin 88 dan LPG tidak terjadi perbedaan yang signifikan.

Kata Kunci: pompa air 3 inchi, LPG, peralatan konversi

ABSTRACT

There are many types of water pump driving machines used for agricultural irrigation. Among them are diesel engine driven fuel pumps and gasoline. Among the two types of water pump driving machines, the most widely used

to support agricultural activities by small farmers is a 3-inch water pump engine fueled by gasoline type because the price is affordable, easy to carry and easy to move from one place to another. However, at present the price of gasoline is considered too expensive by small farmers and its availability is difficult to obtain around agricultural land, so alternative fuel is needed that can be used on a gasoline engine driven water pump without changing the specifications of the engine. One of the alternative fuels is Liquefied Petroleum Gas (LPG) because LPG and gasoline have the same characteristics of testing parameters for research octane values (RON), even LPG has a higher RON value compared to current gasoline, so LPG can be used as a substitute fuel for water pump engines with spark plug (spark plug) ignition systems. To be able to use LPG, the water pumping machine needs to be modified in the fuel line system into a bi-fuel by adding a conversion kit. The LPG fuel used is 3 kg LPG which has been used widely for the community so that it is available in various locations. To determine pump performance, ease of operation and safety factors for users in the agricultural sector, research in the laboratory is needed. The research on the performance of a 3-inch water pump with an LPG-fueled propulsion engine was carried out to determine the Total Head and Debit produced to compare with the performance of the RON 88 gasoline engine and as a reference the water pump is driven by an electric motor. The test method used is SNI 0141-2009 / Amd 2: 2015. From the results of the study it was found that the performance of a 3-inch water pump driven by a 5.5 hp engine with 88 gasoline and LPG fuel did not have a significant difference.

Keywords: 3 inch water pump, LPG, conversion equipment.

I. PENDAHULUAN

Pompa air yang menggunakan bahan bakar minyak (BBM) jenis bensin terutama bensin dengan nilai RON 88 banyak digunakan untuk mendukung kegiatan irigasi pertanian. Pada kenyataannya di lapangan, BBM jenis Bensin RON 88 ini sulit diperoleh karena ketersediaannya yang terbatas dan harganya dirasa cukup mahal oleh petani kecil. Untuk mengatasi hal tersebut, LEMIGAS mengajukan alternatif untuk mengganti bahan bakar minyak dengan menggunakan bahan bakar gas (BBG) berupa LPG yang ketersediaannya cukup merata di seluruh wilayah. Penggantian bahan bakar pompa dari BBM menjadi BBG membutuhkan modifikasi pada mesin pendorong pompa air pada saluran bahan bakarnya dengan pemasangan konverter kit. Tanpa uji kelayakan teknis dan prosedur yang benar dikhawatirkan terjadinya hal yang tidak diinginkan dari sisi *safety* yang nantinya akan menimbulkan kerugian secara materi dan korban jiwa.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data teknis kinerja mesin penggerak pompa air 3 inci berbahan bakar LPG yang digunakan di sektor pertanian dibandingkan dengan mesin yang sama berbahan bakar bensin RON 88. Selain kinerja mesin, segi keamanan dan kemudahan penggunaan juga menjadi parameter yang diamati dalam kegiatan penelitian ini.

Tinjauan Pustaka

Penggunaan mesin pompa air berbahan bakar LPG diharapkan menjadi solusi pada masyarakat terutama kelompok tani dikarenakan bahan bakar

LPG lebih efisien dibandingkan bahan bakar minyak. Keberhasilan program Pemerintah untuk konversi minyak tanah menjadi LPG telah diakui meningkatkan taraf kesehatan masyarakat dalam hal penurunan jumlah penderita penyakit pernafasan akut, pneumonia, dan TBC. Penyediaan LPG untuk mensukseskan program tersebut juga mengalami perubahan yang pesat dalam hal pola distribusi sehingga ketersediaannya merata di seluruh daerah.

Penggunaan bahan bakar gas dalam hal ini LPG sebagai bahan bakar mesin penggerak pompa air merupakan bagian dari manajemen pengelolaan air untuk mengatasi perubahan iklim. Perubahan bahan bakar dari BBM jenis bensin ke BBG telah dilakukan untuk mesin-mesin kecil pada berbagai aplikasi. Surata et al. mengubah mesin generator penghasil listrik berbahan bakar bensin menjadi bahan bakar biogas dengan mengganti karburator dengan valve yang dapat terbuka otomatis dengan langkah penghisapan (*suction stroke*) dari mesin tersebut. Kinerja mesin pada konversi bahan bakar cenderung mengalami penurunan, dimana mesin berbahan bakar bensin memiliki kinerja dalam hal daya maksimum yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan gas, pada satu studi dinyatakan daya maksimum mesin berbahan bakar gas alam mengalami penurunan sebesar 20% dibandingkan dengan mesin berbahan bakar bensin. Liu et al. juga memperoleh hasil yang sama, dimana penurunan daya terjadi pada penggunaan LPG untuk mesin bensin, meskipun demikian dari emisi yang dihasilkan LPG lebih bersih karena menurunkan emisi hidrokarbon dan NOx.

Secara umum, penggunaan LPG sebagai pengganti bensin maupun digunakan secara *dual fuel* akan menyebabkan kenaikan tekanan dalam ruang pembakaran karena LPG memiliki kecepatan propagasi nyala api yang lebih tinggi dibandingkan bensin. Kenaikan tekanan diikuti oleh kenaikan temperatur, yang secara langsung mengakibatkan emisi Nox lebih tinggi. Dari karakteristik bahan bakar, beberapa hal menjadi perhatian dalam pengoperasiannya di mesin. Dalam kajian yang dilakukan Paczuski et al, parameter LPG yang menjadi fokus adalah korosivitas terkait interaksinya dengan logam tembaga dan kandungan air terkait reaksi pembakaran di ruang bakar mesin.

Sifat pembakaran yang berbeda di antara bensin dan LPG juga mempengaruhi setting peralatan atau mesin yang digunakan. Sistem konversi untuk bahan bakar LPG yang umum digunakan adalah *converter kit* dan *mixer*. Perbedaan antara LPG dan bensin diantaranya adalah RON dan *burning speed*. RON LPG sebesar 112 jauh lebih tinggi dibandingkan bensin premium sebesar 88, sementara *burning speed* LPG lebih rendah dari bensin. Perbedaan kedua sifat ini menyebabkan setting peralatan ketika terjadi perubahan bahan bakar harus dilakukan untuk mencegah *knocking* dan penurunan daya yang signifikan. Salah satu teknik adalah dengan mengatur waktu penyalaan (*ignition timing*) berdasar kurva penyalaan (*ignition curve*) yang berbeda antara LPG dan bensin. Parameter operasi mesin

lain yang mempengaruhi kinerja bahan bakar LPG adalah *Compression Ratio* (CR). Kenaikan CR dapat meningkatkan *Brake Thermal Efficiency* pada bahan bakar LPG yang digunakan pada mesin SI.

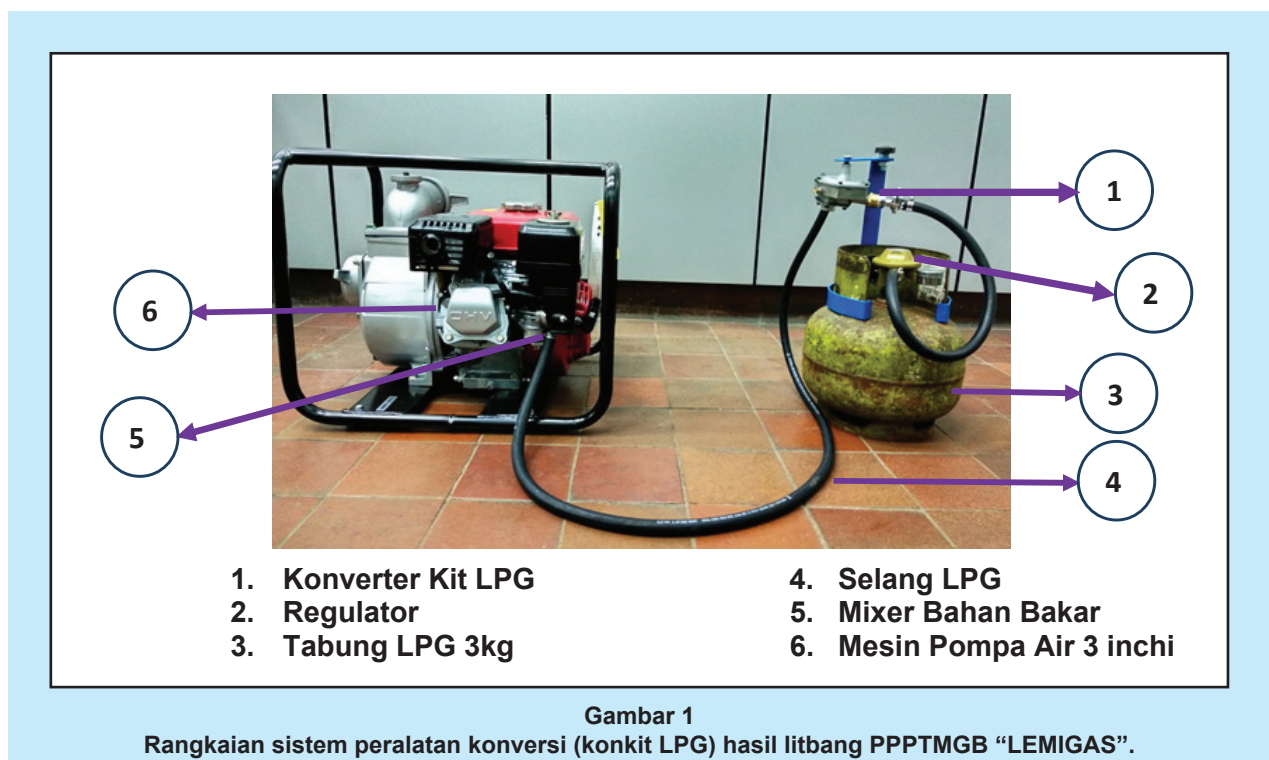
II. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dengan menggunakan mesin pompa air 3 inchi dengan kapasitas 5,5 hp berbahan bakar bensin. Kemudian mesin pompa air tersebut dimodifikasi menjadi sistem bi-fuel yaitu bisa menggunakan bahan bakar bensin atau bahan bakar gas jenis LPG. Modifikasi dilakukan dengan menambahkan konverter kit LPG dan *mixer* bahan bakar hasil litbang PPPTMGB “LEMIGAS” sebagai pengatur aliran masuk gas LPG dan pencampur gas LPG dengan udara. Setelah itu dilakukan pengujian kinerja dari pompa air 3 inchi bermesin penggerak 5,5 hp dengan bahan bakar LPG dan dibandingkan dengan pompa air 3 inchi bermesin 5,5 hp dengan bahan bakar bensin 88.

III. HASIL DAN DISKUSI

Hasil modifikasi mesin pompa air berbahan bakar bensin menjadi berbahan bakar LPG dapat dilihat pada Gambar 1.

Modifikasi dilakukan pada system saluran bahan bakar mesin pompa air menjadi system *bi-fuel*, sehingga mesin pompa air dapat beroperasi menggunakan dua jenis bahan bakar secara bergantian



sesuai dengan yang diperlukan. Perubahan ke sistem ini dilakukan hanya dengan memasang peralatan konversi LPG hasil litbang PPPTMGB “LEMIGAS” yang terdiri dari *mixer* bahan bakar dan konverter kit tanpa merubah spesifikasi mesin dan sistem bahan bakar konvensional sehingga mesin tersebut dapat beroperasi menggunakan bahan bakar bensin atau LPG.

Uji kinerja dilakukan dengan mengukur tinggi total air (*total head*), debit air, daya yang dihasilkan, dan efisiensi kerja mesin pompa air. Hasil uji kinerja dari pompa air dengan mesin penggerak menggunakan motor listrik dapat dilihat pada tabel 1. Sedangkan yang berbahan bakar LPG dan bensin 88 pada variasi putaran mesin (*rotation per minute, rpm*) dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada Tabel 1 menunjukkan semakin tinggi putaran mesin semakin tinggi juga tinggi total (*total head*), debit air, dan daya pompa air yang dihasilkan. *Total head* pada Tabel 1 adalah merupakan jumlah tinggi tekan dan tinggi hisap. *Total head* paling rendah didapatkan pada putaran 2800 rpm sebesar 17,9 m dan paling tinggi pada putaran 3200 rpm sebesar 23,4 m. Data pada Tabel 1 Akan digunakan sebagai acuan pengujian kinerja pompa air berbahan bakar bensin dan LPG.

Pada Tabel 2 Menunjukkan kinerja berupa total head maksimum dan debit maksimum terhadap penggunaan bahan bakar bahan bakar bensin dan LPG pada mesin pompa air tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Total head maksimum mesin pompa air berbahan bakar LPG sebesar 27,6 m dan yang berbahan bakar bensin 88 sebesar 26,6 m. sementara untuk debit maksimum mesin pompa air berbahan bakar bensin 88 dan LPG adalah sama yaitu sebesar 0,85 m³/min.

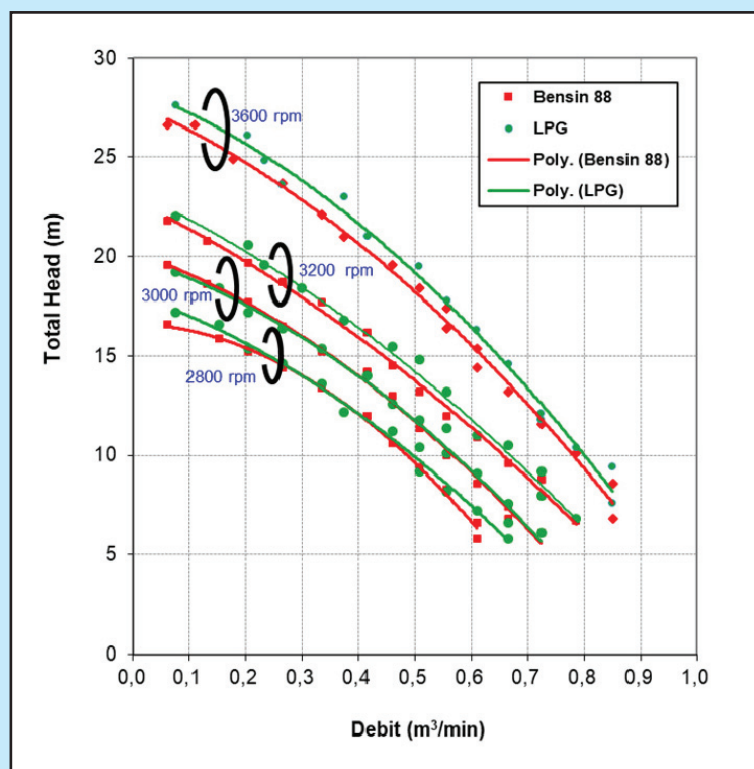
Berdasarkan grafik dalam Gambar 2, pada putaran yang sama, kinerja berupa debit dan *total head* yang dihasilkan oleh pompa air dengan penggerak mesin berbahan bakar minyak jenis bensin 88 dan LPG tidak berbeda secara signifikan. Pada putaran 3600 rpm dengan keluaran debit air yang sama sebesar 0,85 m³/menit, *total head* maksimum

Tabel 1
Hasil uji kinerja pompa air dengan penggerak motor listrik

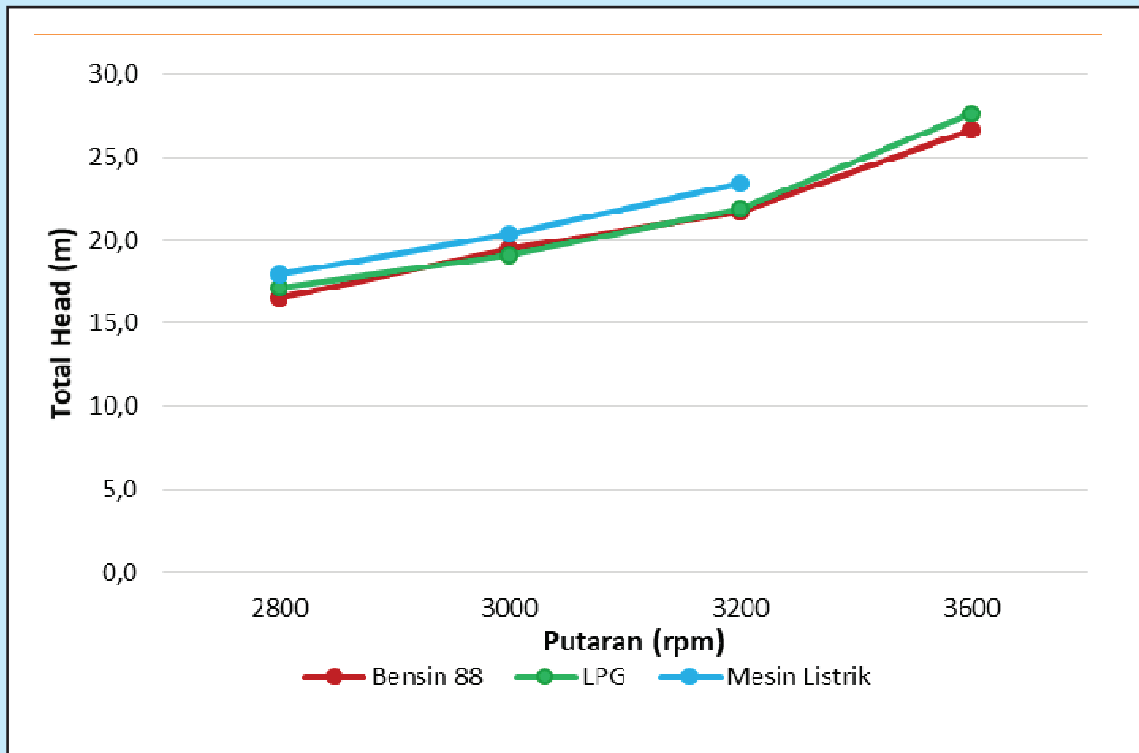
Parameter	Hasil Uji		
	3200 rpm	3000 rpm	2800 rpm
Tinggi Total (m)	23,4	20,4	17,9
Debit (m ³ /min)	0,82	0,76	0,70
Daya (kw)	2,81	2,23	1,78
Efisiensi (%)	46,8	51,8	53,1

Tabel 2
Hasil uji kinerja pompa air dengan mesin penggerak berbahan bakar bensin 88 dan LPG

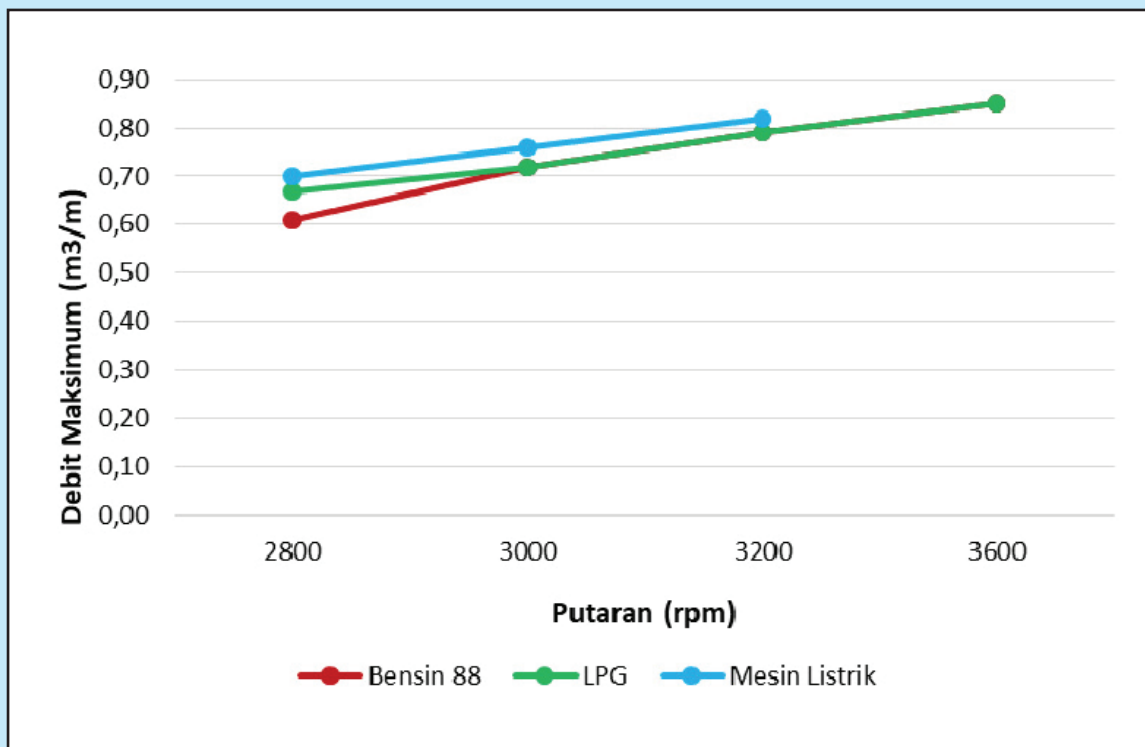
Putaran Poros	Total Head Maksimum (m)		Debit Maksimum (m ³ /min)	
	Bensin 88	LPG	Bensin 88	LPG
3600	26,6	27,6	0,85	0,85
3200	21,7	21,9	0,79	0,79
3000	19,5	19,1	0,72	0,72
2800	16,5	17,1	0,61	0,67



Gambar 2
Grafik hubungan antara debit dan *total head*.



Gambar 3
Grafik perbandingan total head maksimum.



Gambar 4
Grafik perbandingan debit maksimum.

yang dihasilkan oleh pompa air dengan mesin penggerak berbahan bakar LPG lebih besar 3,6% dibandingkan dengan pompa air berbahan bakar bensin. Hal ini menunjukkan, bahwa bahan bakar LPG dapat digunakan untuk bahan bakar mesin penggerak pompa air karena kinerja yang dihasilkan tidak berbeda jauh dengan mesin penggerak pompa air berbahan bakar bensin 88.

Pengujian kinerja menggunakan standar acuan SNI 0141-2009/Amd2:2015, dengan mesin pompa air berpenggerak mesin listrik, *total head* maksimum yang diperoleh merupakan yang tertinggi. Untuk pompa air dengan mesin penggerak 5,5 Hp berbahan bakar bensin 88 terjadi penurunan *total head* maksimum 4,4%-7,8% dan untuk berbahan bakar LPG terjadi penurunan sebesar 4,4%-6,4% (lihat Gambar 3). Hal ini menunjukkan penggunaan bahan bakar LPG pada mesin penggerak pompa air tidak menyebabkan penurunan *total head* maksimum yang signifikan.

Berdasarkan grafik pada Gambar 4, terlihat debit maksimum yang dihasilkan oleh pompa air dengan mesin penggerak mesin listrik sesuai SNI 0141-2009/Amd2:2015. Data tersebut akan digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini sebagai debit maksimum yang paling baik. Debit pompa air dengan mesin penggerak berbahan bakar bensin 88 mengalami penurunan 3,6%-13,8% dan untuk debit pompa air dengan mesin penggerak berbahan bakar LPG mengalami penurunan 3,4% - 4,2% jika dibandingkan dengan pompa air dengan penggerak mesin listrik. Sementara untuk pompa air dengan mesin penggerak berbahan bakar LPG memiliki debit yang sama dengan pompa air dengan mesin penggerak berbahan bakar bensin 88 untuk putaran 3000 rpm sampai 3600 rpm. Untuk putaran 2800 rpm menunjukkan kinerja debit maksimum yang dihasilkan oleh mesin pompa air berbahan bakar LPG lebih tinggi 8% dari mesin pompa air berbahan bakar bensin 88.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kinerja pompa air di laboratorium menunjukkan penggunaan bahan bakar LPG pada mesin penggerak pompa air 3 inci tidak berbeda secara signifikan dibandingkan dengan yang berbahan bakar bensin 88. Penyempurnaan penelitian ini masih perlu dilakukan pengujian di lapangan untuk mengetahui kinerja dari pompa air pada kondisi operasional yang sebenarnya.

KEPUSTAKAAN

- Chwen-Ming Yang**, 2012, "Technologies to improve water management for rice cultivation to cope with climate change". *Crop, Environment and Bioinformatics*. vol 9., hal: 193-207.
- Fibriya M., Maymuchar**, 2012, "Pemanfaatan LPG sebagai Bahan Bakar Sepeda Motor dan Karakteristik Minyak Lumasnya". *Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi*, vol.46, no.1, , hal:35-42.
- Lawankar SM**, 2013, "Influence of Compression Ratio and Ignition Timing on the performance of LPG fuelled SI engine". *SAE Technical Paper Series*.
- Liu W, Liu SJ, Kuang X, Sun J.**, 2013, "LPG/ Gasoline dual-fuel engine design and investigation about its performance". *Applied Mechanics and Materials*. Vol. 333-335, hal: 2025-2029.
- Maulana AR, Oktafri, Tusi A**, 2018, "Aplikasi Irigasi Berselang (*intermittent irrigation*) Pada Budidaya Tanaman Pak Choy (*Brassica Rapa L.*) Dengan Media Tanam Campuran Padatan Digestat dan Tanah". *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, vol.6, no.1, hal:76-92.
- Mello P, Pelliza G, Cataluna R, Da Silva R.**, 2006, "Evaluation of the maximum horsepower of vehicles converted for use with natural gas fuel". *Fuel*, vol. 14, no.85, hal: 2180-2186.
- Pitana T, Gurning ROS, Fikri F.**, 2017, "Modelling of LPG ship distribution in western of Indonesia using discrete simulation method". *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*. vol. 1, no.3, hal: 128-135.
- Paczuski M, Marchwiany M, Pulawski R, Pankowski A, Kurpiel K, Przedlacki M.**, 2016, "Liquefied Petroleum Gas (LPG) as a fuel for internal combustion engines (book chapter)". *Alternative Fuels, Technical and Environmental Conditions*, DOI : 10.5772/61736.
- Setiyo M, Waluyo B, Anggono W, Husni M.**, 2016, "Performance of Gasoline/LPG bi-fuel engine of Manifold Absolute Pressure Sensor (MAPS) variations feedback". *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol.11, no.7, hal:4707-4712.
- Surata IW, Nindhia TGT, Atmika IKA**, 2014, "Negara DNKP, Putra IWEP. Simple conversion method from gasoline to biogas fuelled small engine to powered electric generator". *Energy Procedia, 2013 International Conference on Alternative Energy in Developing Countries and Emerging Economies*, vol. 52, hal: 626-632.

Thoday K, Benjamin P, Gan M, Puzzolo E., 2018, “The Mega Conversion Program from kerosene to LPG in Indonesia; Lesson learned and recommendations for future clean cooking energy expansion”. *Energy for Sustainable Development*. vol.46, hal: 71-81.

Vighnesha N, Shankar KS, Dinesha P, Mohanan P., 2017, “Cycle by cycle variations of LPG-gasoline dual fuel on a multi cylinder MPFI gasoline engine”. *Biofuels*, hal: 1-8.