

KINERJA LPG PADA MOTOR BAKAR 6,5 HP SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF PERAHU PENANGKAP IKAN

Performance of Liquefied Petroleum Gas for 6,5 HP Engine as an Alternative Fuel in Small Motorized Fishing Boat

Oleh:

Bagus Baruno^{1*}, Budhi H. Iskandar², Mohammad Imron², Wazir Mawardi²

¹ Badan Pengembangan Sumberdaya Manusia, Kementerian Kelautan dan Perikanan

² Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

* Korespondensi: bagus09@yahoo.com

Diterima: 16 Juli 2013; Disetujui: 4 November 2013

ABSTRACT

This research was to analyze the technical effect of LPG compared to the gasoline by measuring the engine and exhaust temperature, to calculate the fuel saving (efficiency) for a single trip by measuring the specific fuel consumption, and to explicate the cost benefit from the use of LPG compared to the gasoline for fishing operation. During the experimental test, the engine speed was maintained at idling conditions of 1600, 2000, and 2500rev/min. Technically, the engine and exhaust temperature decrease when running on LPG. The use of LPG as an alternative fuel to gasoline can save on fuel consumption up to 26,35% and LPG makes operational cost more efficiently due to the lower value of FC than that of gasoline. For a single trip, the cost from LPG specific fuel consumption (sfc) value resulted Rp 5.610 while the gasoline resulted higher value which makes Rp 9.632. With the difference of Rp 4.022, LPG can save cost as much as 41,76% where cost savings in fuel expenditure can be used to reimburse the purchasing cost of converter kit for 41,5 months or 3,46 years.

Key words: efficiency, fuel consumption, Liquefied Petroleum Gas (LPG), temperature

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk menentukan secara teknis pengaruh penggunaan LPG dibandingkan bensin premium pada motor bensin 6,5 HP, menghitung penghematan (efisiensi) yang dapat dicapai dari penggunaan LPG dibandingkan bensin premium dalam satu kali operasi penangkapan ikan dan menghitung keuntungan dari penggunaan LPG secara biaya dibandingkan dengan bensin premium untuk kegiatan operasional penangkapan ikan. Selama uji coba motor dioperasikan menggunakan bahan bakar bensin dan LPG secara bergantian dengan putaran 1600, 2000 dan 2500 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan LPG secara teknis dapat mereduksi suhu permukaan mesin, suhu gas buang dan konsumsi bahan bakar dibandingkan motor yang dioperasikan menggunakan bensin premium. Selain itu rata-rata konsumsi bahan bakar menjadi lebih hemat sebanyak 26,35% sehingga biaya operasional menjadi lebih efisien. Dalam satu kali operasi penangkapan ikan didapat nilai *specific fuel consumption* (sfc) LPG sebesar Rp. 5.610 sedangkan nilai sfc bensin adalah sebesar Rp. 9.632. Dengan selisih sebanyak Rp. 4.022 maka LPG bisa menghemat biaya sebanyak 41,76% dimana penghematan biaya belanja bahan bakar dapat digunakan untuk mengembalikan biaya pembelian *converter kit* selama 41,5 bulan atau 3,46 tahun.

Kata kunci: efisiensi, konsumsi bahan bakar, Liquefied Petroleum Gas (LPG), suhu

PENDAHULUAN

Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan komoditi utama bagi nelayan yang memiliki perahu bermotor untuk menjalankan usaha penangkapan ikan. BBM bersubsidi saat ini menjadi permasalahan yang membebani biaya operasional usaha penangkapan ikan, terlebih bagi nelayan yang menggunakan perahu bermotor tempel dengan kapasitas 6,5 HP. Hal ini disebabkan karena sebagian besar dari total biaya operasional yang harus dibelanjakan adalah untuk belanja bahan bakar. Dampak dari semakin bergantungnya nelayan terhadap BBM diikuti pula dengan melambungkannya harga BBM. Akibatnya, terjadi inefisiensi biaya operasional bagi nelayan tradisional yang menggunakan perahu ikan bermotor dan di waktu yang bersamaan pula, tekanan pada nelayan untuk tidak menaikkan harga ikan akan semakin membebani biaya operasional penangkapan ikan.

Motorisasi kapal ikan dari yang sebelumnya menggunakan tenaga layar dan dayung menjadi motor bakar sebagai tenaga penggerak utamanya membawa dampak efisiensi terhadap waktu, tenaga dan jangkauan daerah penangkapan ikan. Dengan semakin meningkatnya jumlah kapal ikan bermotor, ketergantungan terhadap bahan bakar mutlak diperlukan oleh nelayan.

Upaya pemerintah untuk mengurangi penggunaan energi primer yaitu BBM bersubsidi dituangkan dalam Peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi Nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Kebijakan tersebut menekankan pada usaha pemberdayaan sumber-sumber energi yang ada secara strategis dengan harapan pendapatan nelayan dapat ditingkatkan dengan mengurangi biaya belanja bahan bakar atau beralih ke bahan bakar yang lebih murah dari BBM bersubsidi. Salah satu upaya untuk mengurangi biaya belanja bahan bakar nelayan adalah dengan mengaplikasikan *liquefied petroleum gas* (LPG) pada motor penggerak kapal perikanan.

LPG merupakan salah satu bahan bakar fosil atau bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui, berasal dari minyak bumi yang dicairkan dan merupakan salah satu bahan bakar yang berpotensi untuk menggantikan atau mengurangi penggunaan BBM sebagai bahan bakar motor penggerak kapal perikanan seperti yang telah dinyatakan oleh beberapa studi tentang bahan bakar gas bahwa LPG dapat digunakan pada motor kendaraan darat

seperti mobil, sepeda motor dan kendaraan air seperti kapal perikanan tradisional yang telah menggunakan motor bakar bensin atau diesel karena kandungan energi LPG yang setara BBM dan memiliki angka oktan 120.

Penelitian mengenai aplikasi LPG untuk kapal penangkap ikan diperlukan untuk mendukung implementasi Peraturan Presiden nomor 5 tahun 2006. Lingkup penelitian meliputi telaahan dari segi teknis dan biaya. Telaahan dari segi teknis dilakukan dengan membandingkan kinerja LPG dan bensin pada motor yang digunakan. Perbandingan tersebut meliputi: suhu motor, suhu gas buang dan konsumsi bahan bakar. Telaahan dari segi biaya meliputi perbandingan konsumsi biaya operasional dan belanja *converter kit*. Hal ini diperlukan agar dapat menjadi pertimbangan bagi para nelayan untuk menggunakan LPG sebagai bahan bakar alternatif.

Tujuan penelitian ini adalah membandingkan secara teknis antara penggunaan LPG dengan bensin premium pada motor bensin 6,5 HP, menghitung penghematan (efisiensi) yang dapat dicapai dari penggunaan LPG dibandingkan bensin premium dalam satu kali operasi penangkapan ikan dan mengungkap keuntungan dari penggunaan LPG secara biaya dibandingkan dengan bensin premium untuk kegiatan operasional penangkapan ikan.

Pustaka mengenai penggunaan LPG sebagai bahan bakar alternatif pada perahu penangkap ikan kecil belum ditemukan. Beberapa hasil penelitian tersebut lebih banyak difokuskan untuk motor bakar otomotif (Lee *et al.* 2002, Mustafa dan Briggs 2008, Saraf *et al.* 2009). Choi *et al.* (2002) mengamati kinerja LPG pada motor bensin satu silinder. Adapun Pundkar *et al.* (2012) membuktikan bahwa penggunaan LPG akan mereduksi penggunaan bahan bakar pada motor yang kemudian diperkuat oleh Mamidi dan Suryawnshi (2012) bahwa motor bensin satu silinder yang berbahan bakar LPG sebagai bahan bakar alternatif mampu menghasilkan nilai *specific fuel consumption (sfc)* ekonomi yang lebih kecil dibandingkan saat menggunakan bensin. Keenam publikasi ini dijadikan sebagai bahan masukan dalam melakukan pembahasan hasil penelitian ini.

METODE

Penelitian ini menggunakan metoda percobaan. Kegiatannya dibagi dalam dua tahap. Pada tahap pertama dilakukan uji laboratorium yang berlangsung pada bulan November

2012-Januari 2013 di Balai Besar Penelitian Penangkapan Ikan (BBPPI) Semarang. Adapun tahap kedua berupa uji coba lapang di perairan Tambaklorok, Semarang, Jawa Tengah, antara Bulan Januari-Februari 2013.

Pemasangan Converter Kit

Converter kit merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengkonversi bahan bakar dari bensin premium ke gas LPG pada suatu mesin. Proses kerjanya dimulai dari regulator tekanan tinggi yang terpasang pada tabung LPG mengalirkan gas ke LPG *evaporator*. LPG *evaporator* ini bertindak sebagai *Low Pressure Regulator*. Fungsinya adalah sebagai alat penstabil tekanan dan pengatur jumlah debit gas yang selanjutnya melewati *control valve*. *Control valve* adalah sebuah katup pada konverter kit yang berfungsi untuk mengatur jumlah aliran gas yang masuk ke *mixer*, atau disebut juga dengan katup utama (*main valve*). Komponen yang menghubungkan konverter kit dengan mesin adalah *mixer* yang terpasang pada saluran masuk karburator yang berfungsi untuk mencampur udara dan gas LPG sebelum masuk ke karburator.

Uji Laboratorium Motor Bensin

Uji coba motor menggunakan motor bakar bensin stasioner 4 langkah yang digunakan sebagai alat utama ujicoba. Motor ini akan diuji suhu gas buang, suhu permukaan motor, konsumsi bahan bakar yang menggunakan bahan bakar bensin dan gas LPG. Pengoperasian motor saat uji laboratorium dilakukan dengan meletakkan mesin pada *engine frame*. Kegunaan *engine frame* ini adalah untuk menghubungkan motor ke *gearbox* yang kemudian terhubung ke *load cell* dynamometer untuk dilakukan uji coba pembebanan saat menggunakan bensin premium dan LPG. Rangka yang digunakan dalam penelitian ini terbuat dari besi yang terlebih dahulu dirancang dan difabrikasi di workshop BBPPI seperti yang ditampilkan dalam Gambar 1.

Media yang digunakan saat motor diuji dengan dynamometer untuk simulasi beban adalah *water brake based*, yaitu uji beban gesek dengan media air. Besar beban yang diberikan pada motor saat beroperasi adalah sebesar 1,8 Nm pada putaran 1600 RPM, 3,6 Nm pada putaran 2000 RPM, 4,8 Nm pada putaran 2200 RPM dan 7,2 Nm pada putaran 2500 RPM.

Alat-alat yang digunakan selama penelitian, baik ketika uji laboratorium maupun lapang, diantaranya gelas ukur, *stopwatch*, timbangan,

tachometer/RPM (Revolutions Per Minute), termometer, dan *box converter kit*.

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume bensin premium yang dikonsumsi oleh motor dengan cara menghubungkan selang bensin dari gelas ukur ke karburator. Kapasitas gelas ukur ini adalah 250 cc dan pengukuran bahan bakar yang habis dicatat setiap pengurangan 50 cc di putaran mesin dan waktu tertentu. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali ulangan.

Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu konsumsi bensin premium dan LPG. Pengukuran waktu konsumsi bahan bakar bensin premium dilakukan sebanyak tiga kali ulangan. Adapun pada LPG hanya dilakukan satu kali ulangan.

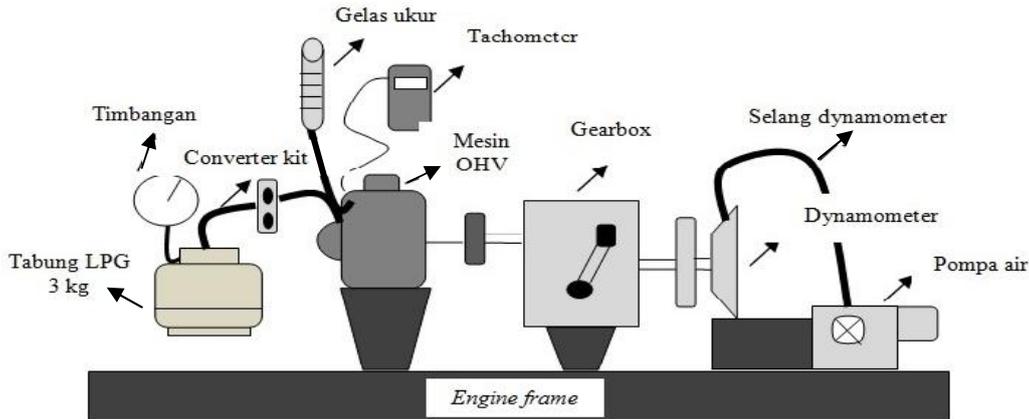
Timbangan adalah alat yang digunakan untuk menimbang massa suatu benda atau zat. Pada penelitian ini timbangan yang digunakan adalah timbangan per atau jarum model gantung kapasitas 50 kg untuk mengukur massa yang habis dikonsumsi oleh motor dari tabung LPG. Massa yang diukur adalah pengurangan setiap 200 gram pada uji laboratorium sedangkan pada uji lapang dihitung selisih massa tabung gas sebelum dan setelah digunakan dalam satu kali trip.

Tachometer adalah instrumen untuk mengukur kecepatan dari poros berputar yang digerakkan oleh motor. Tachometer yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe digital dimana hasil pengukuran langsung disajikan dalam bentuk angka sehingga mempermudah pembacaan rpm. RPM yang ditentukan pada penelitian skala lab ini adalah 1600, 2000, 2200 dan 2500 rpm sedangkan saat uji coba lapang adalah 1600, 2000 dan 2500 rpm.

Termometer adalah alat untuk mengukur suhu. Pada penelitian ini termometer digunakan untuk mengukur suhu permukaan mesin dan gas buang dari knalpot. Untuk memudahkan pengambilan data suhu, maka digunakan jenis termometer non kontak atau termometer inframerah, sehingga dapat mengukur suhu tanpa kontak fisik antara termometer dengan obyek. Suhu permukaan mesin diukur dengan cara menembakkan inframerah ke rumah silinder mesin sedangkan suhu gas buang diukur pada ujung pipa knalpot. Pengukuran suhu permukaan motor dan gas buang dilakukan sebanyak tiga kali ulangan.

Box converter kit digunakan sebagai wadah penyimpanan tabung LPG 3 kilogram dan *converter kit*.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian terbagi atas 2 jenis, yaitu secara des-



Gambar 1 Posisi motor di engine frame

kriptif komparatif dan statistik. Cara pertama dilakukan untuk melihat pengaruh penggunaan LPG terhadap suhu motor, suhu gas buang dan konsumsi bahan bakar. Adapun cara kedua untuk membandingkan biaya yang dikeluarkan apabila motor beroperasi dengan bensin dan LPG.

Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar menurut Suyanto (1989), adalah ukuran banyak sedikitnya bahan bakar yang digunakan suatu mesin untuk diubah menjadi kalor. Kualitas bahan bakar yang ada di dalam silinder akan mempengaruhi jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh motor dan *Fuel Consumption* (FC) merupakan parameter yang biasa digunakan pada sistem motor pembakaran dalam untuk menggambarkan pemakaian bahan bakar. FC didefinisikan sebagai jumlah yang dihasilkan konsumsi bahan bakar per satuan waktu (cc/menit). Nilai FC yang rendah mengindikasikan pemakaian bahan bakar yang irit. Oleh sebab itu, nilai FC yang rendah sangat diinginkan untuk mencapai efisiensi bahan bakar. FC dapat di hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$FC = \frac{V}{t} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:
 FC = Konsumsi bahan bakar (cc/menit)
 V = Volume (cc)
 t = waktu (menit)

Konsumsi Bahan Bakar Secara Ekonomi

Tingkat pemakaian bahan bakar dalam suatu motor baik itu boros atau irit akan ditentukan oleh banyaknya bahan bakar yang dikonsumsi. Banyaknya bahan bakar yang dikonsumsi didapat dari perhitungan FC sebelumnya. Nilai FC kemudian dihitung secara

ekonomi dengan mengetahui harga bahan bakar yang dijual di pasaran yaitu bensin premium Rp. 4.500 tiap 1000cc atau 0,723 kg dan LPG 3 kg dengan harga Rp. 14.000 atau Rp. 4.250 tiap 1,724 lsp (liter setara premium) atau 1 kg.

Specific fuel consumption (sfc) atau konsumsi bahan bakar secara ekonomi dalam penelitian ini adalah untuk menghitung perkalian antara berat bahan bakar (kg) yang dikonsumsi dengan harga bahan bakar tiap kg (Rp/kg) yang kemudian dibagi dengan lamanya waktu konsumsi (t) dengan rumus sebagai berikut :

$$sfc \text{ ekonomi} = \frac{mbb \times \text{arg } a(BBMatauBBG)}{t} \text{ (Rp/jam)} \dots (2)$$

Keterangan:
 sfc ekonom = Konsumsi bahan bakar secara ekonomi (Rp/jam)
 mbb = Berat bahan bakar yang dikonsumsi (kg)
 Harga bb = - Harga bensin premium (Rp 4.500, tiap 1 liter atau 0,723kg)
 - Harga LPG (berdasarkan Permen ESDM No. 28/2008 Rp 4.250 tiap 1,724 lsp (liter setara premium) atau 1 kg)
 t = Waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan bahan bakar (jam)

Hasil dari uji motor menunjukkan bahwa seluruh data yang diperoleh ternyata menyebar normal. Oleh karena itu, uji statistik rancangan acak lengkap (RAL) digunakan dalam mengolah data penelitian. Rumus yang digunakan mengacu pada Stell and Torrie (1993):

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \delta_{ij} + \epsilon_{ijk} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:
 Y_{ijk} = Pengamatan perlakuan ke-i, ulangan ke-j dan anak contoh ke-k;
 μ = Rataan tengah populasi;
 τ_i = Perlakuan ke-i;
 δ_{ij} = Pengaruh ulangan ke-j, perlakuan ke-i;
 ε_{ijk} = Galat anak contoh;
 i = 1,2,3,...dst ; dan
 j = 1,2,3...dst.

Asumsi yang dibutuhkan untuk analisis ini adalah 1) aditif, homogen, bebas, dan normal; 2) t_i bersifat tetap; dan 3) $\epsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$. Adapun hipotesis yang diuji melalui analisis ini adalah:

$H_0: T_1 = T_2 = T_3 = \dots = T_5 = 0$; dan

$H_a: T_1 = T_2 = T_3 = \dots = T_5 \neq 0$.

Hasil yang diperoleh adalah bila $F_{hit} > F_{tab}$, maka tolak H_0 . Sementara bila $F_{hit} < F_{tab}$, maka gagal tolak H_0 .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Bahan Bakar LPG terhadap Penurunan Suhu Motor Dan Gas Buang

Pengukuran suhu motor dan gas buang dilakukan saat motor Yamaha 6,5 HP beroperasi dengan menggunakan bahan bakar bensin premium dan LPG pada kondisi *idle* di RPM 1600, 2000, 2200 dan 2500. Selama mesin beroperasi, suhu motor diukur dengan menggunakan termometer non kontak (inframerah). Hasil yang didapat diterangkan oleh Tabel 2, 3, 4 dan 5 dan dilukiskan oleh Gambar 2 dan 3 dimana suhu motor dan gas buang akan meningkat bersamaan dengan bertambahnya putaran mesin.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, rata-rata suhu permukaan mesin dari 1600-2500 rpm yang menggunakan bensin premium adalah sebesar 119,67 °C, dan saat menggunakan LPG rata-rata suhunya turun menjadi sebesar 91,67 °C. Mustafa (2008) menjelaskan bahwa rendahnya suhu mesin yang menggunakan LPG sebagai bahan bakar dikarenakan oleh gas LPG yang memiliki kandungan oktan sebesar 112, sedangkan bensin premium di Indonesia umumnya memiliki nilai oktan 85-90. Selain itu LPG memiliki kalor laten yang tinggi sehingga ketika proses pembakaran di dalam ruang silinder berlangsung, LPG akan mudah terbakar secara sempurna dan kompresi yang dihasilkan dari pembakaran gas LPG tidak setinggi bensin, akibatnya suhu mesin yang dihasilkan dari langkah kerja mesin tidak sepanas proses pembakaran bensin premium.

Suhu gas buang merupakan dampak dari pembakaran yang terjadi di dalam rumah silinder, yaitu ketika mesin bekerja menggunakan LPG sebagai bahan bakar, akan mengakibatkan mesin bekerja dengan pembakaran miskin (*lean combustion*). Choi et al. (2002) dan Lee et al. (2005) dalam penelitian yang berbeda mengemukakan pendapat yang sama bahwa pembakaran yang sempurna mengakibatkan durasi pembakaran di dalam rumah silinder berkurang, hal ini dikarenakan pembakaran yang terjadi di dalam rumah silinder lebih homogen dan lebih mudah terbakar dibandingkan bensin yang tidak homogen dan harus melewati proses pengabutan terlebih dahulu. Proses ini dikarenakan gas LPG yang tercampur dengan udara akan lebih cepat terbakar (0,46m/s) dibandingkan bensin yang belum sepenuhnya menguap setelah melewati proses pembakaran (0,42m/s). Ketika campuran udara-LPG bercampur, proporsi campuran udara menjadi kurus (*lean*) yaitu kondisi campuran bahan bakar dan udara dimana perbandingan stokiometrik yaitu satu bagian bahan bakar dan 15 bagian untuk campuran udara, selanjutnya udara panas hasil pembakaran yang cepat dan sempurna tersebut akan mengakibatkan suhu mesin dan gas buang menjadi lebih rendah dari pada reaksi pembakaran yang menggunakan bensin premium.

Rendahnyanya suhu mesin dan gas buang tentunya memberi keuntungan terhadap mesin kapal yang digunakan oleh nelayan. Beberapa keuntungan tersebut menurut Saraf et al. (2009) dalam penelitiannya yang menggunakan motor bensin satu silinder ketika menggunakan LPG adalah, emisi gas buang lebih rendah, kondisi mesin tetap terjaga dan masa pemakaian lebih panjang. Akibat kondisi mesin yang terjaga dengan baik maka jangka waktu *overhaul* mesin lebih panjang dimana perawatan mesin berkala bisa lebih lama dari yang dianjurkan oleh buku petunjuk perawatan mesin yang digunakan, sehingga dengan masa pakai dan jangka waktu perawatan yang panjang tersebut akan berdampak pada hematnya biaya perawatan mesin bagi nelayan.

Tabel 2 Suhu permukaan mesin (°C) yang menggunakan premium dan LPG pada putaran mesin 1600, 2000, 2200, dan 2500

Perlakuan	RPM pengamatan							
	1600 rpm		2000 rpm		2200 rpm		2500 rpm	
	Premium	LPG	Premium	LPG	Premium	LPG	Premium	LPG
	105	85	116	88	123	93	130	98
	108	86	118	90	125	95	133	96
	105	90	116	87	126	95	131	97

Tabel 3 Suhu gas buang (°C) yang menggunakan bensin premium dan LPG pada putaran mesin 1600, 2000, 2200, dan 2500

Perlakuan	RPM pengamatan							
	1600 rpm		2000 rpm		2200 rpm		2500 rpm	
	Premium	LPG	Premium	LPG	Premium	LPG	Premium	LPG
	124	102	148	106	157	106	167	112
	126	103	148	106	155	108	169	109
	126	101	145	108	154	105	169	110

Tabel 4 Selisih suhu permukaan mesin (°C) yang menggunakan premium dan LPG pada putaran mesin 1600, 2000, 2200, dan 2500

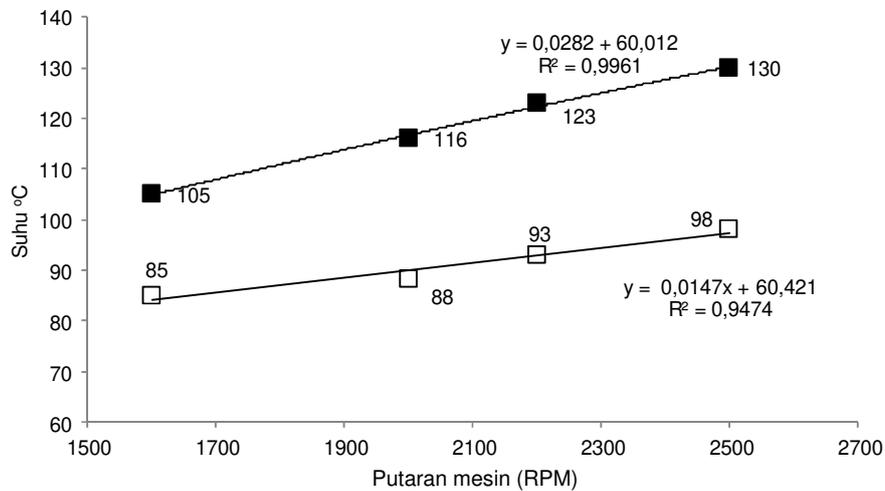
Perlakuan	Selisih suhu mesin			
	1600 rpm	2000 rpm	2200 rpm	2500 rpm
Premium vs LPG	20 °C *	28 °C *	30 °C *	32 °C *
	22 °C *	29 °C *	30 °C *	37 °C *
	15 °C *	30 °C *	31 °C *	34 °C *

Keterangan : Tanda (*) menunjukkan berbeda nyata pada uji-t 0,05

Tabel 5 Selisih suhu gas buang (°C) yang menggunakan bensin premium dan LPG pada putaran mesin 1600, 2000, 2200, dan 2500

Perlakuan	Selisih suhu gas buang			
	1600 rpm	2000 rpm	2200 rpm	2500 rpm
Premium vs LPG	22 °C *	42 °C *	51 °C *	55 °C *
	23 °C *	42 °C *	47 °C *	60 °C *
	25 °C *	37 °C *	49 °C *	59 °C *

Keterangan : Tanda (*) menunjukkan berbeda nyata pada uji-t 0,05



Gambar 2 Interaksi pengaruh antara putaran mesin (RPM) dengan bensin premium (■) dan LPG (□) terhadap suhu motor

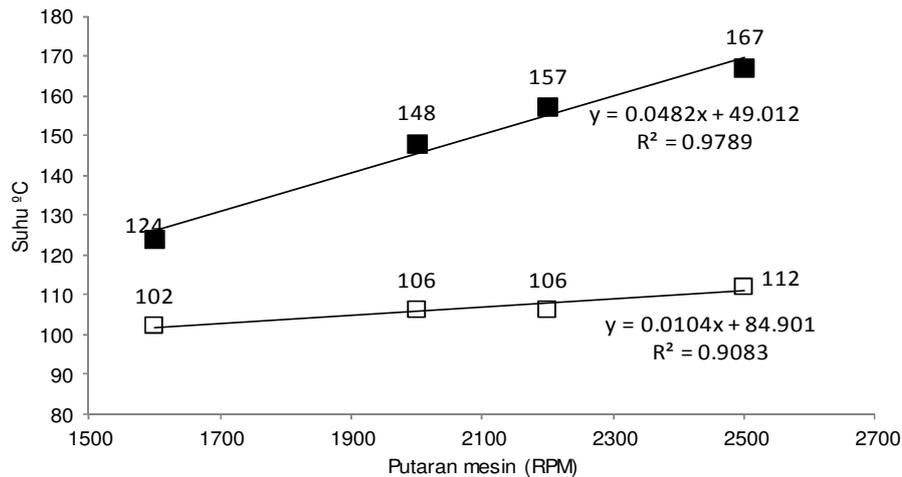
Konsumsi Bahan Bakar (Fuel Consumption/FC)

Pengujian konsumsi bahan bakar (FC) adalah untuk membandingkan berapa banyak volume bensin premium dan LPG yang dikonsumsi oleh motor bensin berkekuatan 6,5 HP di setiap putaran mesinnya. Hubungan pengaruh antara variabel putaran mesin dan FC yang dilakukan saat uji laborator-

um dan uji lapang ditampilkan dalam Gambar 4 dan 5.

Konsumsi bahan bakar bensin di laboratorium dan lapang

Hasil uji konsumsi bahan bakar bensin premium dari pengujian laboratorium dan lapang dilukiskan oleh Gambar 4. Dalam gambar tersebut diterangkan bahwa semakin



Gambar 3 Interaksi pengaruh antara putaran mesin (RPM) dengan bensin premium (■) dan LPG (□) terhadap suhu gas buang

tinggi putaran motor maka nilai konsumsi bahan bakar (FC) bensin premium atau LPG akan semakin meningkat. Motor yang dioperasikan dengan bensin premium dengan putaran mesin 2000 rpm ketika uji laboratorium menghabiskan bensin sebanyak 15,7 cc/menit dan memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 0,9134 atau pengaruh kenaikan putaran mesin terhadap FC bensin premium adalah sebesar 91,34%, sisanya sebesar 8,66% dipengaruhi oleh faktor lain diluar model regresi. Adapun konsumsi bensin premium di putaran 2000 rpm dari uji lapang adalah sebesar 9,86 cc/menit. Nilai koefisien determinasi dari uji lapang adalah sebesar 98,41% dan sisanya sebesar 1,59% dipengaruhi oleh faktor lain diluar model regresi.

Konsumsi LPG di laboratorium dan lapang

Hasil uji konsumsi LPG ketika uji laboratorium dan lapang dilukiskan oleh Gambar 5. Hasil uji FC laboratorium menyatakan, motor yang menggunakan bahan bakar LPG pada putaran mesin 2000 rpm menghabiskan 10 cc/menit dan memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 0,9883 atau pengaruh kenaikan putaran mesin terhadap FC bensin premium adalah sebesar 98,83%, dan sisanya sebesar 1,17% dipengaruhi oleh faktor lain diluar model regresi. Sedangkan konsumsi LPG di putaran 2000 rpm dari uji lapang adalah sebesar 8,59 cc/menit. Nilai koefisien determinasi dari uji lapang adalah 1.

Tabel 6 adalah nilai FC ketika mesin dioperasikan dengan bensin premium dan LPG secara bergantian di laboratorium. Hasil selisih FC yang ditampilkan Tabel 7 menun-

jukkan adanya perbedaan rata-rata FC sebelum dan sesudah menggunakan gas LPG dimana rata-rata FC sebesar 7,07 cc/menit menunjukkan selisih FC yang signifikan, yaitu dari rata-rata 16,82 cc/menit saat menggunakan bensin premium dan rata-rata sesudah menggunakan LPG rata-rata FC turun menjadi sebesar 9,75 cc/menit. Dengan kata lain nilai efisiensi FC setelah menggunakan LPG adalah signifikan.

Kondisi turunnya FC setelah menggunakan LPG berkorelasi sebesar 0,825. Artinya ada hubungan yang signifikan karena nilai probabilitas/sig sebesar $0,000 < 0,05$, sehingga kesimpulan dalam uji coba ini perlakuan penggunaan LPG sebagai bahan bakar berpengaruh terhadap penurunan FC. Penurunan konsumsi bahan bakar pada penggunaan gas LPG menurut Ki Hyung Lee *et al.* (2005) dikarenakan ketika gas LPG mengalir ke ruang bakar sudah berada dalam fase gas, sehingga volume bahan bakar yang bercampur dengan udara dan terbakar di ruang bakar menjadi lebih sedikit daripada bensin yang masih memiliki bentuk fluida.

Perbandingan FC bensin dan LPG uji coba lapang

Ketika uji coba lapang dilakukan, putaran mesin yang dioperasikan pada uji coba ini disesuaikan berdasarkan *service speed* nelayan saat melakukan operasi penangkapan, yaitu 1600, 2000 dan 2500 rpm seperti yang ditampilkan Gambar 5. Hasilnya, FC yang menggunakan LPG lebih irit daripada motor yang berbahan bakar bensin premium dimana rata-rata FC LPG adalah 8,54 cc/menit sedangkan FC premium adalah 10,79

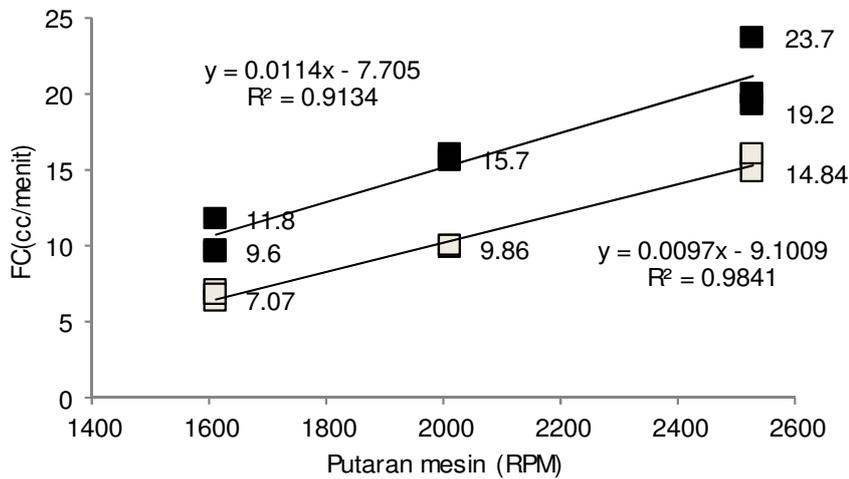
cc/menit atau persentase penghematan yang didapat setelah menggunakan LPG adalah sebesar 26,35%.

Data hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai FC akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya putaran mesin dan beban yang diberikan. Hal ini dikarenakan peningkatan beban dan putaran mesin mengakibatkan motor mengalami siklus pembakaran yang semakin cepat dan tinggi sehingga campuran bahan bakar dan udara yang dibutuhkan akan semakin kaya (*rich mixture*) dan semakin borosnya bahan bakar yang digunakan. Adanya nilai FC LPG yang lebih kecil dari bensin premium dapat disimpulkan bahwa LPG bisa digunakan sebagai bahan bakar alternatif atau substitusi untuk perahu bermotor khususnya perahu ikan bermotor dengan kapasitas 6,5 HP.

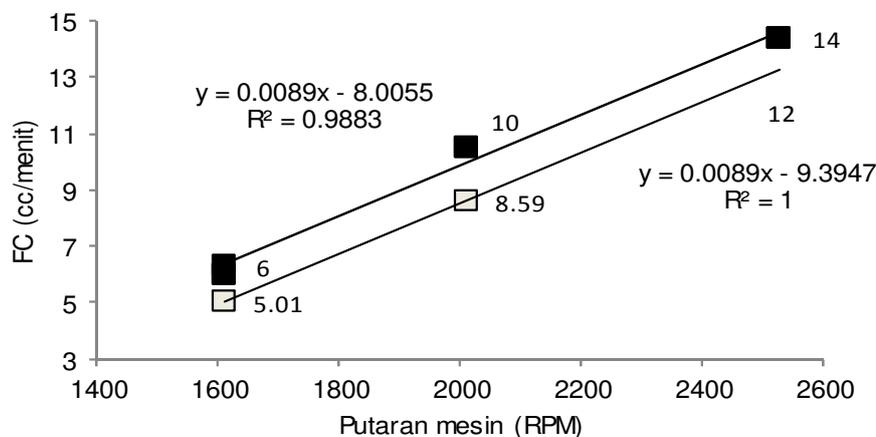
Evaluasi Efisiensi Bahan Bakar Secara Ekonomi

Evaluasi efisiensi bahan bakar dilakukan untuk menganalisa seberapa mengunggulkannya konsumsi bahan bakar secara ekonomi yang menggunakan premium dan LPG. Dari data yang telah didapat baik skala laboratorium dan lapang maka Gambar 5 melukiskan konsumsi bahan bakar spesifik secara ekonomi, yaitu perhitungan antara berat bahan bakar (kg) yang dikonsumsi dengan harga bahan bakar tiap kilogram (Rp/kg) yang kemudian dibagi dengan lamanya waktu konsumsi bahan bakar oleh mesin.

Gambaran tentang perbandingan biaya konsumsi bahan bakar dapat memudahkan dalam memperkirakan banyaknya biaya yang habis oleh motor ketika dioperasikan



Gambar 4 Hasil uji konsumsi bensin premium di laboratorium (■) dan lapang (□) pada putaran mesin 1600, 2000, dan 2500



Gambar 5 Hasil uji konsumsi LPG di laboratorium (■) dan lapang (□) pada putaran mesin 1600, 2000, dan 2500

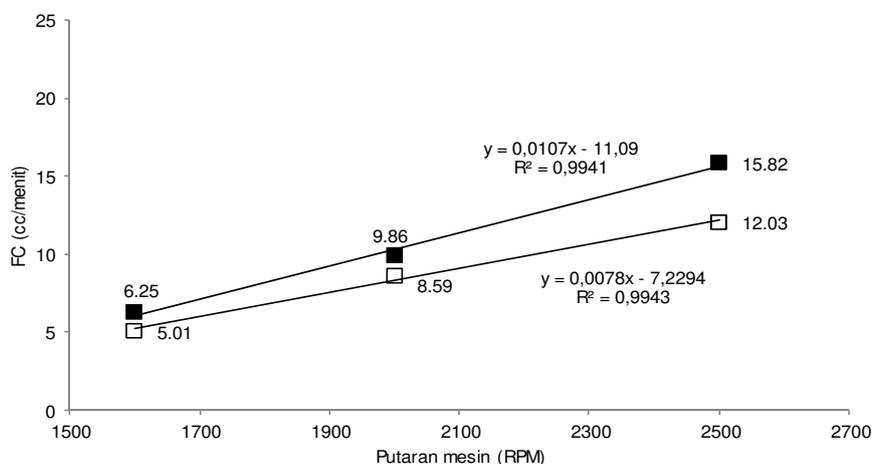
Tabel 6 Nilai FC (cc/menit) mesin saat menggunakan bensin premium dan LPG pada putaran mesin 1600, 2000, 2200, dan 2500

Perlakuan	RPM pengamatan							
	1600 rpm		2000 rpm		2200 rpm		2500 rpm	
	Premium	LPG	Premium	LPG	Premium	LPG	Premium	LPG
	9,6		15,7		16,1		20	
	11,8	6,27	16	9,32	22,9	10,45	19,2	14,38
	9,7		15,6		21,5		23,7	

Tabel 7 Selisih FC (cc/menit) mesin yang menggunakan bensin premium dan LPG pada putaran mesin 1600, 2000, 2200, dan 2500

Perlakuan	Selisih FC			
	1600 rpm	2000 rpm	2200 rpm	2500 rpm
Premium vs LPG	3,33*	6,47*	5,65*	6*
	5,53*	6,77*	12,45*	5,2*
	3,43*	6,37*	11,05*	9,7*

Keterangan : Tanda (*) menunjukkan berbeda nyata pada uji-t 0,05



Gambar 5 Perbandingan konsumsi bahan bakar yang menggunakan bensin premium (■) dan LPG (□) pada putaran mesin 1600, 2000 dan 2500 rpm

Tabel 8 Nilai FC (cc/menit) mesin saat menggunakan premium dan LPG pada putaran mesin 1600, 2000 dan 2500

Perlakuan	RPM pengamatan					
	1600 rpm		2000 rpm		2500 rpm	
	Premium	LPG	Premium	LPG	Premium	LPG
	6,25		9,86		15,82	
	7,07		9,92		14,84	
	6,79	5,01	9,94	8,59	15,97	12,03
	7,14		10,99		15,87	
	6,73		9,86		14,84	

Tabel 9 Selisih FC (cc/menit) mesin yang menggunakan premium dan LPG pada putaran mesin 1600, 2000 dan 2500

Perlakuan	Selisih FC		
	1600 rpm	2000 rpm	2500 rpm
Premium vs LPG	1,24*	1,27*	3,79*
	2,06*	1,33*	2,81*
	1,78*	1,35*	3,94*
	2,13*	2,40*	3,84*
	1,72*	1,27*	2,81*

Keterangan : Tanda (*) menunjukkan berbeda nyata pada uji-t 0,05

Faktor harga bahan bakar bensin dan LPG secara ekonomi juga dapat menjadi pertimbangan agar nelayan dapat memilih bahan bakar yang akan digunakan ketika mengoperasikan kapal dari *fishing base* ke *fishing ground*.

Secara biaya, penggunaan LPG lebih ekonomis dibandingkan premium. Nilai *sfc* ekonomi didapat dari perhitungan FC sebelumnya yang kemudian dihitung harga dari massa bahan bakar yang habis dikonsumsi oleh mesin. Seperti yang ditampilkan Gambar 5.1 a dan b yang menggambarkan pengaruh putaran mesin terhadap *sfc* ekonomi dimana *sfc* premium dan LPG akan cenderung meningkat sejalan dengan kenaikan putaran mesin.

Adapun dari *sfc* ekonomi uji laboratorium dan lapang seperti yang ditampilkan Gambar 5 a dan b menunjukkan konsumsi biaya bahan bakar LPG memiliki nilai yang lebih kecil daripada bensin premium, sehingga penggunaan LPG sebagai bahan bakar secara nyata lebih ekonomis daripada bensin premium dimana harga bahan bakar LPG ukuran 3 kg yang banyak beredar harganya lebih murah daripada bensin premium dan banyak digunakan oleh masyarakat untuk keperluan memasak di rumah tangga.

Hasil penelitian yang sama pernah dilakukan oleh Mamidi dan Suryawnsi (2012) bahwa motor bensin satu silinder yang berbahan bakar LPG sebagai bahan bakar alternatif mampu menghasilkan nilai *sfc* ekonomi yang lebih kecil dibandingkan saat menggunakan bensin dan dari hasil uji lapang membuktikan dengan menggunakan LPG 3 kg atau setara 5,1724 liter LPG seharga Rp 14.000 bisa digunakan untuk operasi selama 5 jam. Sedangkan dengan bensin premium 3 liter seharga Rp 13.500 hanya dapat digunakan selama 2 jam.

Dengan adanya selisih 3 jam ini, maka operasi penangkapan yang menggunakan bahan bakar LPG memiliki keuntungan waktu selama 2 jam. Sehingga nelayan mampu untuk beroperasi lebih lama lagi dalam mencari hasil tangkapan yang lebih banyak dan jika diasumsikan dalam satu hari nelayan cukup beroperasi selama 2 jam, maka akan menghemat kebutuhan konsumsi bahan bakar untuk operasi penangkapan selanjutnya. Adapun perbandingan kebutuhan biaya operasional antara mesin kapal yang menggunakan bensin premium dan LPG ditampilkan dalam Tabel 10.

Besarnya selisih biaya operasional antara bensin premium dan LPG tentunya

memberi keuntungan yang signifikan bagi nelayan. Selisih Rp 1.000 antara harga bensin premium dan LPG 3 kilogram dapat menghemat biaya belanja bahan bakar sebesar 6,67%. Jika nelayan menggunakan bahan bakar LPG untuk satu kali trip maka estimasi biaya operasional yang dapat dihemat adalah 41,76% yang setara dengan Rp 4.022 atau \pm 0,86 kg LPG.

Pertimbangan Investasi *Converter Kit* Bagi Nelayan

Ada beberapa aspek penting yang harus diperhatikan untuk mengambil suatu keputusan dalam mengaplikasikan suatu teknologi baru bagi pelaku usaha dalam hal ini nelayan yang akan mengaplikasikan teknologi *converter kit* guna menghemat kebutuhan biaya belanja bahan bakar di kegiatan operasi penangkapan ikan sehari-harinya. Aspek-aspek tersebut berupa harga mesin yang akan digunakan, dan harga bahan bakar yang digunakan. Bagaimanapun juga perhitungan dasar dalam berinvestasi harus diperhatikan agar pelaku usaha khususnya nelayan dapat mempertimbangkan kembali apakah *converter kit* layak dibeli atau tidak.

Beberapa hal yang harus dipertimbangkan untuk berinvestasi suatu teknologi adalah harga barang yang akan dibeli, biaya pemasangan, perkiraan pendapatan bersih yang hilang ketika sedang melakukan pemasangan alat dan biaya satu kali perawatan mesin. Estimasi penghematan bahan bakar didapat dari total biaya yang dikeluarkan ketika motor beroperasi menggunakan LPG sebagai bahan bakarnya dan seluruh variabel tersebut dihitung seperti yang ditampilkan Tabel 11.

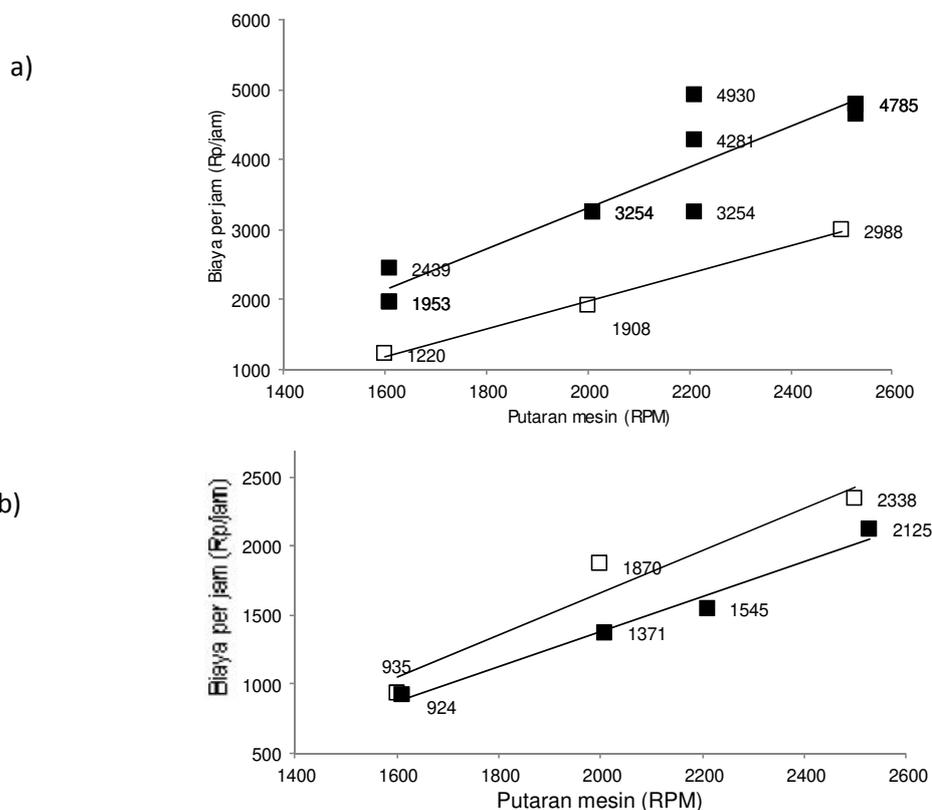
Menurut Hollin dan Windh (1984), apabila nelayan menginvestasikan uangnya untuk suatu teknologi, maka cara menghitung jangka waktu kembalinya modal (*payback periode/PP*) yang mungkin dicapai adalah dengan menghitung total biaya pembelian *converter kit* kemudian dikalikan selama 12 bulan dan dibagi dengan jumlah biaya penghematan bahan bakar maka hasil yang didapat adalah 41,5 bulan atau 3,46 tahun untuk kembali modal.

Penyebab lamanya PP dari pembelian *converter kit* dikarenakan rendahnya penerimaan bersih per harinya yang sebesar Rp. 16.000 karena hasil tangkapan yang didapat bukanlah jenis ikan yang bernilai ekonomi tinggi dan produktivitasnya rendah, sehingga pemasangan *converter kit* bagi pemilik kapal yang penerimaan sehari-harinya rendah di-

khawatirkan akan sangat memberatkan secara ekonomi dan berdampak terhadap penguangan penerimaan pemilik kapal.

Melihat kondisi tersebut, pemerintah sebaiknya berperan memberikan subsidi kepada nelayan berpenghasilan rendah apabila

program penggunaan alternatif seperti LPG sebagai bahan bakar alternatif pada perahu penangkap ikan bermotor kecil mulai diterapkan. Dengan adanya subsidi dari pemerintah, diharapkan dapat meringankan beban yang harus ditanggung oleh nelayan yang penghasilannya rendah.



Gambar 5 Konsumsi ekonomi bahan bakar bensin premium (a) dan LPG (b) pada uji laboratorium (■) dan lapang (□)

Tabel 10 Perbandingan biaya operasional antara mesin yang menggunakan bensin premium dan LPG dengan *service speed* 2000 RPM

	Premium (± 3 liter)	LPG (± 3 kg)	Selisih	Efisiensi (%)
Harga bahan bakar per liter/LSP	Rp 4.500*	Rp 4.250**	Rp 250	5,56
Lama Konsumsi	2 jam	5 jam	3 jam	60
Belanja bahan bakar 1x trip	Rp 15.000	Rp 14.000	Rp 1.000	6,67
<i>Sfc</i> ekonomi (selama 1 hari kerja)	Rp 9.632	Rp 5.610	Rp 4.022	41,76
<i>Sfc</i> ekonomi (selama 5 hari kerja)	Rp 72.240	Rp 42.075	Rp 30.165	
<i>Sfc</i> ekonomi (selama 1 bulan)	Rp 288.960	Rp 168.300	Rp 120.660	
<i>Sfc</i> ekonomi (selama 1 tahun)	Rp 3.467.520	Rp 2.019.600	Rp 1.447.920	

* Harga Premium berdasarkan Permen ESDM no. 1/2009 Rp 4.500 untuk setiap 1 liter premium

** Harga LPG berdasarkan Permen ESDM no. 28/2008 Rp 4.250 untuk setiap 1,724 LSP (liter setara premium) atau 1 kg LPG

Tabel 11 Estimasi perhitungan *payback periode* investasi *converter kit*

Keterangan	Biaya
Harga satu paket <i>converter kit</i> LPG	Rp. 6.400.000
Biaya pemasangan	Rp. 350.000
Tabung LPG 3kg	Rp. 180.000
Pendapatan yang hilang saat pemasangan <i>converter kit</i> (1 hari)	Rp. 16.000
Biaya satu kali perawatan mesin	Rp. 35.000
Total biaya yang harus dikeluarkan	Rp. 6.981.000
Estimasi konsumsi bensin premium per tahun (144 liter)	Rp. 3.467.520
Persentase harapan penghematan bahan bakar (41,76%)	Rp. 2.019.600
<i>Payback periode</i> (PP)	41,5 bulan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penggunaan LPG sebagai bahan bakar secara teknis dapat mereduksi suhu permukaan mesin, suhu gas buang dan konsumsi bahan bakar dibandingkan motor yang beroperasi menggunakan bensin premium. Dari segi penghematan konsumsi bahan bakar, maka penggunaan LPG sebagai bahan bakar alternatif terhadap bensin premium dapat menghemat konsumsi bahan bakar sebesar 26,35%. Sehingga LPG dapat menjadikan biaya operasional lebih efisien sebanyak 41,76%.

Saran

Diperlukan penelitian lanjutan dengan *converter kit* rancangan lain yang sekiranya dimasa depan harganya lebih terjangkau untuk nelayan yang tingkat pendapatannya rendah.

Manfaat dari penggunaan LPG sebagai bahan bakar dapat dirasakan nelayan berpenghasilan rendah apabila pemerintah ikut berperan dalam memberikan subsidi agar beban *payback periode* dari pembelian *converter kit* menjadi lebih kecil.

Pemerintah sebaiknya menerapkan kebijakan subsidi guna membantu para nelayan berpenghasilan rendah apabila program penggunaan bahan bakar alternatif seperti LPG untuk perahu penangkap ikan bermotor kecil mulai diterapkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Besar Penelitian Penangkapan Ikan (BBPPI) Semarang yang telah membantu penulis dari penyediaan fasilitas hingga pengumpulan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Choi GH, Kim JH, Homeyer C. 2002. Effects of Different LPG Fuel Systems on Performances of Variable Compression Ratio Single Cylinder Engine. *ICEF*. 519:369-375.
- Hollin D, Windh S. 1984. *Cutting Fuel Cost: Alternatives for commercial fishermen*. Texas: A&M University Sea Grant College Program.
- Lee KH, Chang SL, Jean DR, Gyung MC. 2005. Analysis of Combustion and Flame Propagation Characteristics of LPG and Gasoline Fuels by Laser Deflection Method. *KSME International Journal*. 16(7): 935-941.
- Mamidi T, Suryawnshi JG. 2012. Investigations on S.I. Engine Using Liquefied Petroleum Gas (LPG) As an Alternative Fuel. *International Journal of Engineering Research and Applications* (IJERA). 2(1): 362-367.
- Mustafa KF, Briggs HWG. 2008. Effects of Variation In Liquefied Petroleum Gas (LPG) Proportions In Spark Initiation Engine Emissions. *International Conference on Environment*.
- Pundkar AH, Lawankar SM, Deshmukh S. 2012. Performance And Emissions of LPG Fueled Internal Combustion Engine: A Review. *International Journal of Scientific & Engineering Research* Volume 3.
- Saraf RR, Thipse SS, Saxena PK. 2009. Comparative Emission Analysis of Gasoline/LPG Automotive Bifuel Engine. *International Journal of Civil and Environmental Engineering*. Volume 1.

Stell RGD, Torrie JH. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika (Pendekatan Biometrik). Penerjemah B Sumantri. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Suyanto W. 1989. Teori Motor Premium. Jakarta: DEPDIKBUD.