

KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGARUH TEKANAN INJEKTOR PADA PENGGUNAAN BAHAN BAKAR SOLAR DARI DAUR ULANG MINYAK (*DIESEL – LIKE FUEL*) PELUMAS BEKAS TERHADAP UNJUK KERJA *FOUR STROKE SMALL MARINE DIESEL ENGINE* PADA BEBAN 2000 WATT

Edi Haryono¹, R.Dimas Endro Witjonarko², Sudiono³, Nopem Ariwiyono⁴, Muh. Shah⁵,
Kresna Z. Fanani⁶

*Jurusan Teknik Pernesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Kampus ITS, Keputih Sukolilo Surabaya 60111*

Email: dimasend@yahoo.com

Abstrak

Penggunaan bahan bakar minyak bumi pada saat ini semakin tinggi termasuk solar. Namun dengan semakin tingginya angka permintaan terhadap bahan bakar solar, persediaan solar semakin sedikit dari kurun waktu ke waktu. Karena bahan bakar solar berasal dari minyak bumi. Dimana minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Oleh karena itu sekarang ini sudah banyak penelitian untuk mengembangkan bahan bakar alternatif untuk menggantikan solar dari minyak bumi. Pada penelitian ini peneliti tertarik pada oli bekas yang tersedia baik oli bekas dari kendaraan ringan maupun berat seperti minyak pelumas bekas dari alat – alat berat dan marine engine di kapal. Oleh sebab itu perlu dicari cara untuk memanfaatkan minyak pelumas bekas sebagai bahan bakar pada motor *diesel* dengan proses yang mudah dan murah. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan tekanan optimal pada injektor pada saat menggunakan solar dari daur ulang minyak pelumas bekas (*Diesel – Like Fuel*) sebagai bahan bakar dan dapat mengetahui unjuk kerja dari motor diesel saat menggunakan bahan bakar solar dari daur ulang minyak pelumas bekas tersebut. Metode yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah metode eksperimental. Pengujian dilakukan dengan melakukan eksperimen pada variasi tekanan injektor 130, 140, 150, 160 Bar. Lalu akan dilakukan pengamatan terhadap unjuk kerja dari motor diesel yang digunakan untuk melakukan penelitian ini. Parameter unjuk kerja yang akan diamati adalah daya mesin dan BSFC. Dari hasil analisa terhadap daya motor diesel PE(Watt) pada penggunaan bahan bakar pertamina dex lebih tinggi daya yang dihasilkan dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar Diesel – Like Fuel/DLF sebesar rata – rata 8,29 %, 11,23 %, 13,37 %, 15,78 % pada semua kondisi tekanan injektor. Dari Hasil analisa terhadap BSFC pada tekanan injektor 130 Bar, 140 Bar, 150 Bar, BSFC pertamina dex lebih rendah dari Diesel – Like Fuel/DLF sebesar rata – rata 5,91 %, 3,86 %, 6,37 %. Kecuali pada injektor 160 Bar, BSFC pertamina dex lebih tinggi dari Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 6,34 %. Dapat ditarik kesimpulan berdasarkan BSFC dan daya motor(PE) agar bahan bakar Diesel – Like Fuel/DLF penggunaannya lebih ekonomis dioperasikan pada kondisi tekanan injektor 160 Bar.

Kata kunci: Diesel – Like Fuel, Tekanan Injektor, Daya Motor, BSFC, motor diesel.

Abstract

The use of petroleum fuels at this time is increasingly high including diesel. But with the increasing demand for diesel fuel, the supply of diesel fuel has decreased from time to time. Because diesel fuel comes from earth oil. Where petroleum is a natural resource that cannot be renewed. Therefore, there is now a lot of research to develop alternative fuels to replace diesel fuel from petroleum. In this study researchers were interested in used oil which is available both used oil from light and heavy vehicles such as used lubricating oil from heavy equipment and marine engines on board. Therefore it is necessary to find a way to utilize used lubricating oil as fuel in diesel motors with an easy and inexpensive process. This research is carried out to get optimal pressure on the injector when using diesel fuel from recycling Diesel-Like Fuel as fuel and can know the performance of diesel motors when using diesel fuel from recycling used oil. The method used in conducting this research is the experimental method. The test is carried out by conducting experiments on the variation of injector pressure 130, 140, 150, 160 Bar. Then an observation will be made of the performance of the diesel motor used to carry out this research. The performance parameters that will be observed are engine power and BSFC. From the analysis of the power of PE diesel engines (Watts) on the use of pertamina dex fuel the higher power produced compared to the use of Diesel-Like Fuel / DLF fuel by an average of 8.29%, 11.23%, 13.37 %, 15.78% in all injector pressure conditions. From the analysis of BSFC at 130 Bar injector pressure, 140 Bar, 150 Bar, pertamina BSFC dex is lower than Diesel - Like Fuel / DLF for an average of 5.91%, 3.86%, 6.37%. Except for the 160 Bar injector, pertamina BSFC dex is higher than Diesel - Like Fuel / DLF of 6.34%. Conclusions can be drawn based on BSFC and motor power (PE) so that the use of Diesel - Like Fuel / DLF fuel is more economically operated under conditions of 160 Bar injector pressure.

Keywords: Diesel - Like Fuel, Injector Pressure, Motor Power, BSFC, diesel motor.

1. PENDAHULUAN

Pertambahan jumlah penduduk yang disertai dengan peningkatan kesejahteraan

masyarakat berdampak pada makin meningkatnya kebutuhan akan sarana transportasi dan aktivitas industri. Hal ini tentu saja menyebabkan kebutuhan akan bahan

bakar cair juga semakin meningkat. Menurut data *Automotive Diesel Oil*, konsumsi bahan bakar minyak di Indonesia sejak tahun 1995 telah melebihi produksi dalam negeri. Diperkirakan dalam kurun waktu 10-15 tahun ke depan, cadangan minyak Indonesia akan habis. Perkiraan ini terbukti dengan seringnya terjadi kelangkaan BBM di beberapa daerah di Indonesia.

Memasuki abad ke 21, dunia mulai mengalami krisis energi terutama energi yang berasal dari bahan bakar fosil. Dimana cadangan bahan bakar yang masih tersisa di dalam bumi hampir tidak mampu mencukupi permintaan masyarakat akan energi yang terus meningkat dari hari ke hari. Cadangan bahan bakar fosil yang semakin berkurang tentu saja berakibat pada peningkatan harga bahan bakar tersebut. Apalagi bahan bakar fosil termasuk kedalam kelompok energi yang tak terbarukan atau *unrenewable energy* yang berarti energi jenis ini dapat habis pada suatu waktu.

Produksi minyak dunia diperkirakan telah mencapai puncaknya pada tahun 2000, ini berarti bahwa eksplorasi minyak bumi sudah maksimal dan selanjutnya akan mengalami penurunan. Ini akan menyebabkan dalam kurun waktu 20 tahun produksi minyak dunia akan kembali seperti pada tahun 1980-an (*OPEC, 2009*). Di lain pihak ketergantungan terhadap minyak bumi pada waktu yang sama akan terus meningkat akibat pertumbuhan penduduk dan kegiatan industri dan pembangunan. Akibat dari hal ini adalah harga energi yang semakin tinggi dan pasokan minyak yang menurun. Hal ini dapat dirasakan dari naiknya harga minyak mentah dan dicabutnya subsidi harga bahan bakar minyak oleh pemerintah Indonesia.

Penggunaan bahan bakar minyak bumi pada saat ini semakin tinggi termasuk solar. Namun dengan semakin tingginya angka permintaan terhadap bahan bakar solar, persediaan solar semakin sedikit dari kurun waktu ke waktu. Karena bahan bakar solar berasal dari minyak bumi. Dimana minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak

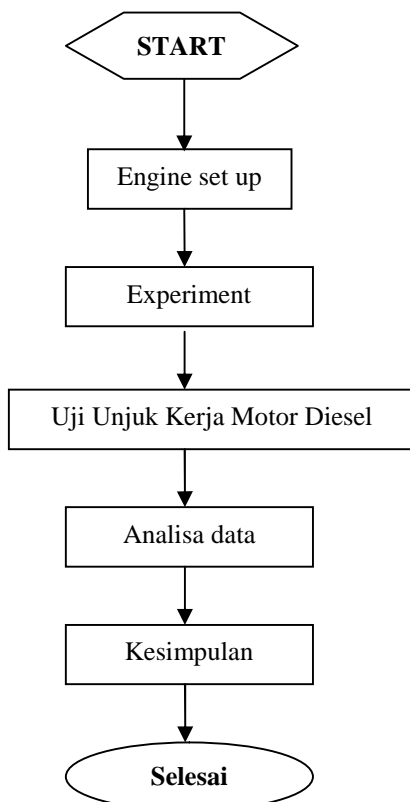
dapat diperbaharui. Oleh karena itu sekarang ini sudah banyak penelitian untuk mengembangkan bahan bakar alternatif untuk menggantikan solar dari minyak bumi. Pada penelitian ini peneliti tertarik pada oli bekas yang tersedia baik oli bekas dari kendaraan ringan maupun berat seperti minyak pelumas bekas dari alat – alat berat dan marine engine di kapal. Oleh sebab itu perlu dicari cara untuk memanfaatkan minyak pelumas bekas sebagai bahan bakar pada motor diesel dengan proses yang mudah dan murah.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan tekanan optimal pada injektor pada saat menggunakan solar dari daur ulang minyak pelumas bekas (*Diesel – Like Fuel/DLF*) sebagai bahan bakar dan dapat mengetahui unjuk kerja dari motor diesel saat menggunakan bahan bakar solar dari daur ulang minyak pelumas bekas tersebut. Metode yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah metode eksperimental. Pengujian dilakukan dengan melakukan eksperimen pada variasi tekanan injektor. Lalu akan dilakukan pengamatan terhadap unjuk kerja dari motor diesel yang digunakan untuk melakukan penelitian ini. Parameter unjuk kerja yang akan diamati adalah daya mesin dan BSFC.

2. EKSPERIMEN

2.1 Flowchart penelitian

Metode Penelitian merupakan langkah-langkah yang dijadikan pedoman untuk melakukan penelitian, agar dapat diperoleh hasil yang baik dan memperkecil kesalahan – kesalahan yang mungkin terjadi untuk mencapai tujuan penelitian yang direncanakan. Langkah-langkah dalam melaksanakan penelitian akan diperlihatkan secara diagram berikut ini:



Gambar 1. Flowchart experiment

Pada tahap kedua ini setelah bahan bakar siap dilanjutkan dengan engine set up, dalam mensetup engine perlu mengecek alat – alat yang digunakan, instrumen – instrumen dan pengkalibrasian alat alat ukur yang digunakan. Setelah semua siap maka baru dilanjutkan dengan pra – eksperimen. Pra – eksperimen ini perlu sekali dilakukan untuk mengetahui uji unjuk kerja dari minyak solar(HSD) dari motor diesel sebenarnya dan bersifat sebagai pembanding. Engine yang digunakan ini sudah lama digunakan sehingga prestasinya sudah bergeser, sehingga perlu pengujian khusus. Setelah semua diketahui maka baru eksperimen untuk menguji unjuk kerja motor diesel dapat dimulai. Untuk lebih jelasnya *flowchart* pengerjaan penelitian tahap kedua ini akan di *brake down* sebagai berikut:

a) *Engine set up*

Engine set up dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dari motor diesel itu sendiri. Dengan demikian, dapat dianggap bahwa unjuk kerja engine pada saat ini, merupakan unjuk kerja mula – mula engine. Untuk keperluan ini digunakan sebuah motor diesel 4 langkah 1 silinder. Motor diesel dikopel dengan alternator/generator untuk mengukur besarnya brake power dari engine.

b) *Pra – experiment.*

Pra eksperimen dilakukan untuk mengetahui data uji unjuk kerjadari motor diesel dengan menggunakan bahan bakar dari minyak bumi yaitu minyak solar(HSD). Diharapkan data yang dihasilkan dari percobaan ini dapat digunakan sebagai data pembanding dengan data yang dihasilkan pada experiment dengan menggunakan minyak solar dari minyak pelumas bekas.

c) *Experiment.*

Experiment ini dilakukan untuk mengetahui data uji unjuk kerja motor diesel dengan pemakaian minyak solar dari minyak pelumas bekas sebagai bahan bakar dengan berbagai variasi tekanan injektor yaitu 130 bar, 140 bar, 150 bar, 160 bar. Pengujian pada motor diesel dilakukan dengan variasi variabel *speed* (1200 rpm, 1300 rpm, 1400 rpm, 1500 rpm) dan pada *constand load* (500 watt, 1000 watt, 1500 watt, 2000 watt). Variasi variabel *speed* pada *constand load* bertujuan untuk mengetahui perubahan unjuk kerja motor diesel yang menggunakan bahan bakar minyak solar dari minyak pelumas bekas tersebut pada kondisi beberapa variasi putaran dan pada kondisi beban konstan.

d) *Unjuk kerja motor diesel.*

Pada tahap ini dilakukan uji coba pengoperasian motor diesel dengan menggunakan bahan bakar minyak solar dari minyak pelumas bekas yang telah diproduksi dan sesuai standard ASTM (*American Standard and Testing Material*). Prosedur pengujian pada mesin sama seperti pada saat *engine set up*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja dari motor diesel

berbahan bakar minyak solar dari minyak pelumas bekas. Parameter unjuk kerja yang akan diamati adalah daya mesin dan BSFC.

e) Analisa data.

Data hasil yang ingin diketahui adalah sebagai berikut:

- Produksi minyak solar dari minyak pelumas bekas(*Diesel – Like Fuel/DLF*).
- Karakteristik minyak solar dari minyak pelumas bekas(*Diesel – Like Fuel/DLF*).
- Unjuk kerja motor diesel dengan pemakaian minyak solar dari minyak pelumas bekas(*Diesel – Like Fuel/DLF*).

2.2 Motor Diesel



Gambar 2. Jiandong Jianghuai Diesel Engine

Tabel 1 Spesifikasi Engine

SPECIFICATION	
ENGINE	
Type	4 Cycle, Jiandong Jianghuai ZH 1115 N Diesel Engine, Jiangsu China
Horse power	24 HP/2200 Rpm
DYNAMOMETER	
Type	Mindong, China
Rating	Continuous
Output	5 Kw/6,3 KVA
Voltage	380/660 Volt
Ampere	5,5 A
Number of Phase	3 Phase
Cycles	60 Hz
Speed	1500 rpm
Cos	0,8

2.3 Bahan Bakar

2.3.1 Pembuatan minyak solar dari minyak pelumas bekas(*Diesel – Like Fuel/DLF*).

Proses yang dilakukan melalui tahapan absorpsi dan distilasi(*untuk mengolah limbah oli menjadi sampel bahan bakar*). Tahapan berikutnya dilakukan uji karakteristik syarat bahan bakar berupa: uji bilangan setana untuk melihat kandungan unsur-unsur kimia, titik nyala, bilangan karbon dan residu bahan bakar serta menentukan beberapa parameter fisiknya antara lain: viskositas, konduktivitas dan indeks bias. Hasil karakteristiknya akan dibandingkan dengan karakteristik solar atau mendekati. Sampel akhir yang diinginkan dari riset ini, bila diuji pada setiap mesin diesel tidak ada modifikasi pada mesin, artinya sampel ini tidak akan memberi efek atau cocok dengan jenis mesin diesel apapun. Limbah minyak pelumas yang setiap bulan banyak dihasilkan akan dimanfaatkan melalui pengolahan khusus. Bila keberadaannya diolah dengan proses dan teknik yang tepat sebenarnya menghasilkan prospek ekonomi cukup menjanjikan di masa depan. Selanjutnya untuk proses mengolah, direncanakan akan didisain atau dirancang sistem dengan membuat prototipe mesin pengolahnya dengan serangkaian proses absorpsi dan distilasi satu tabung melalui beberapa uji karakteristik kimia dan fisika untuk syarat-syarat bahan limbah minyak pelumas. Daur ulang minyak pelumas bekas disini menjadi bahan bakar diesel atau solar yaitu dengan proses pemurnian menggunakan media asam sulfat (H_2SO_4) dan Natrium Hidroksida (NaOH).



Gambar 3. Minyak solar dari minyak pelumas(*Diesel – Like Fuel/DLF*)

2.3.2 Karakteristik bahan bakar minyak solar dari minyak pelumas(Diesel – Like Fuel/DLF)

Pengujian karakteristik dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari bahan bakar yang digunakan untuk penelitian ini. Pada penelitian ini bahan bakar yang digunakan adalah minyak solar dari minyak pelumas (Diesel – Like Fuel/DLF). Hasil uji karakteristik bahan bakar dapat di lihat di tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 2. Karakteristik masing – masing bahan bakar.

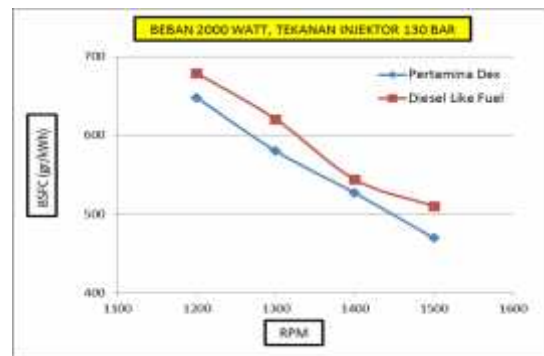
Bahan	Properties	Nilai	Unit
Diesel Like Fuel(DLF)	Nilai kalori	10.25	Cal/gr
	Viskositas	4,78	@40 ⁰ C (cst)
	Flash point	63	⁰ C
Pertamina dex	Nilai kalori	10.401	Cal/gr
	Viskositas	3,39	@40 ⁰ C (cst)
	Flash point	98	⁰ C

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rencana tahap berikutnya adalah analisa unjuk kerja motor diesel yang dibahas adalah konsumsi bahan bakar dan daya motor. Pengujian unjuk kerja motor diesel dilakukan dengan menggunakan bahan bakar minyak solar dari minyak pelumas(Diesel – Like Fuel/DLF) serta untuk pembanding diuji cobakan juga bahan bakar minyak solar 100% memakai merk dagang pertamina dex.

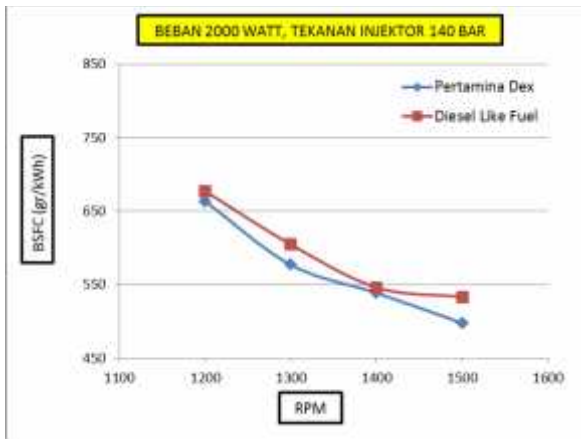
3.1 Hasil dan analisa BSFC pada kondisi beban 2000 Watt

Untuk mengetahui seberapa besar konsumsi bahan bakar suatu motor diesel, kita harus mengenal dulu apa yang dinamakan Brake Specific Fuel Consumption(BSFC). BSFC adalah laju aliran berat bahan bakar yang digunakan untuk memproduksi satu unit daya dalam satuan waktu. Dalam percobaan ini satu unit daya yang dimaksud adalah daya keluaran dari generator listrik.

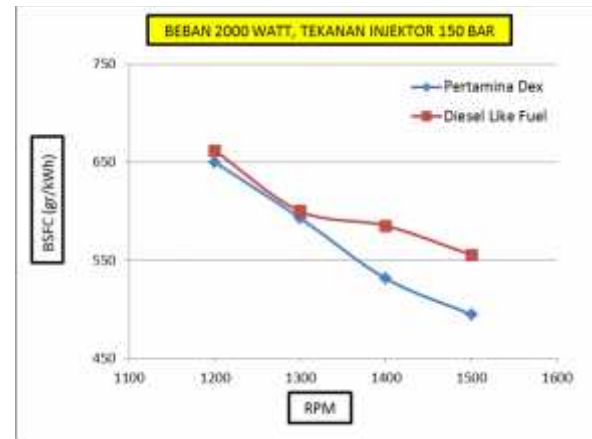


Gambar 4. Grafik putaran(rpm) vs BSFC pada beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 130 Bar

Dari gambar 4 grafik rpm vs BSFC, analisa BSFC sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 130 Bar. Pada putaran 1200 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 647,59 g/kWh dan 678,69 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 4,80 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1300 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 579,92 g/kWh dan 620,19 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 6,94 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1400 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 526,53 g/kWh dan 543,73 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 3,27 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1500 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 469,26 g/kWh dan 509,88 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 8,65 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Dari analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa BSFC penggunaan pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF pada beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 130 Bar pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 5,91 % lebih rendah pada penggunaan pertamina dex dibandingkan dengan Diesel – Like Fuel/DLF.



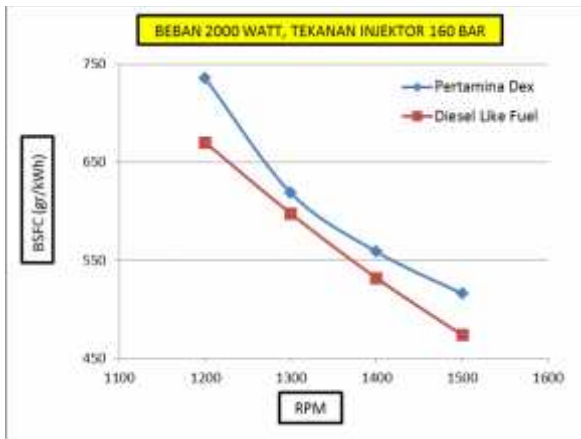
Gambar 5. Grafik putaran(rpm) vs BSFC pada beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 140 Bar



Gambar 6. Grafik putaran(rpm) vs BSFC pada beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 150 Bar

Gambar 5 grafik rpm vs BSFC, analisa BSFC sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 140 Bar. Pada putaran 1200 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 663,42 g/kWh dan 677,11 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 2,06 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1300 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 576,80 g/kWh dan 604,68 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 4,83 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1400 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 538,56 g/kWh dan 546,03 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 1,39 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1500 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 497,58 g/kWh dan 533,18 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 7,15 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Dari analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa BSFC penggunaan pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF pada beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 140 Bar pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 3,86 % lebih rendah pada penggunaan pertamina dex dibandingkan dengan Diesel – Like Fuel/DLF.

Gambar 6 grafik rpm vs BSFC, analisa BSFC sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 150 Bar. Pada putaran 1200 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 650,03 g/kWh dan 661,72 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 1,80 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1300 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 592,83 g/kWh dan 599,93 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 1,20 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1400 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 531,13 g/kWh dan 585,03 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 10,14 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1500 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 494,35 g/kWh dan 555,39 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 12,35 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Dari analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa BSFC penggunaan pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF pada beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 150 Bar pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 6,37 % lebih rendah pada penggunaan pertamina dex dibandingkan dengan Diesel – Like Fuel/DLF.

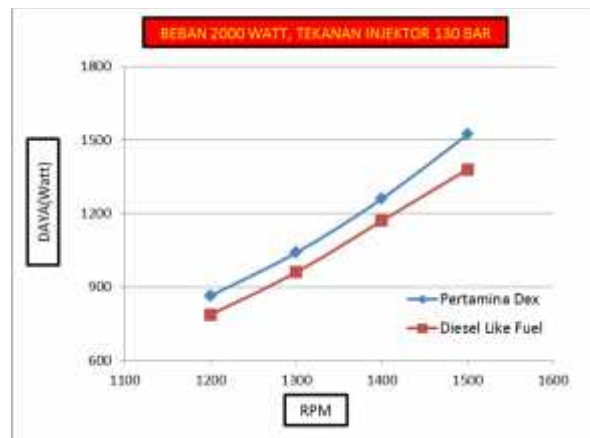


Gambar 7. Grafik putaran(rpm) vs BSFC pada beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 160 Bar

Dari gambar 7 grafik rpm vs BSFC, analisa BSFC sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 160 Bar. Pada putaran 1200 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 735,75 g/kWh dan 670,12 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih tinggi 8,92 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1300 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 618,60 g/kWh dan 597,43 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih tinggi 3,42 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1400 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 558,56 g/kWh dan 531,59 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih tinggi 4,83 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1500 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 515,65 g/kWh dan 473,27 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih tinggi 8,22 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Dari analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa BSFC penggunaan pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF pada beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 160 Bar pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 6,34 % lebih tinggi pada penggunaan pertamina dex dibandingkan dengan Diesel – Like Fuel/DLF.

3.2 Hasil dan analisa daya motor pada kondisi beban 2000 Watt.

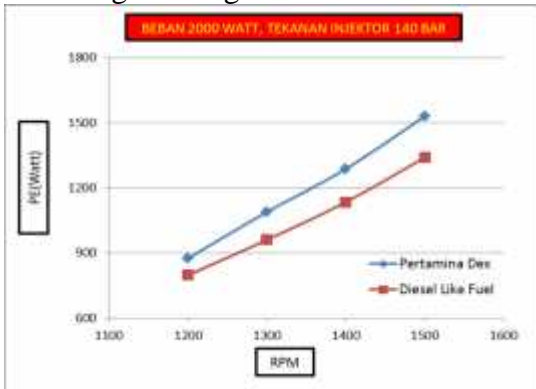
Salah satu lagi parameter penentu performa atau unjuk kerja motor adalah daya motor. Daya motor diesel adalah kemampuan motor diesel untuk melakukan kerja dalam satuan Nm/s, Watt, ataupun HP. Dalam percobaan ini daya motor diesel yang dimaksud adalah daya keluaran dari generator listrik.



Gambar 8. Grafik putaran(rpm) vs PE(Watt) pada beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 130 Bar

Dari gambar 8 grafik rpm vs PE(Watt), analisa PE(Watt) sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 130 Bar. Pada putaran 1200 rpm PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 864 Watt dan 786,5 Watt. Selisih prosentase PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 8,97 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1300 rpm PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1040 Watt dan 960 Watt. Selisih prosentase PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 7,69 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1400 rpm PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1260 Watt dan 1170 Watt. Selisih prosentase PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 7,14 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1500 rpm PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1522,5 Watt dan 1380 Watt. Selisih prosentase PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 9,36 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Dari analisa diatas

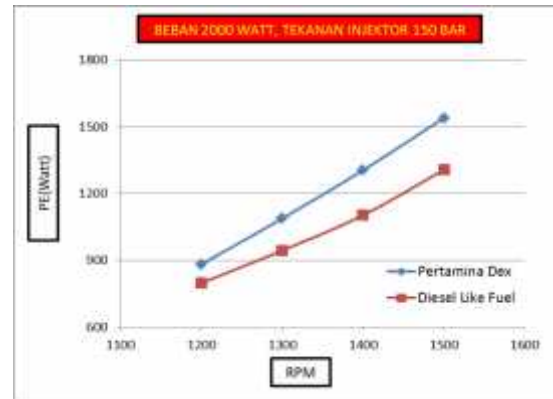
dapat ditarik kesimpulan bahwa PE(Watt) penggunaan pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF pada beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 130 Bar pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 8,29 % lebih tinggi pada penggunaan pertamina dex dibandingkan dengan Diesel – Like Fuel/DLF.



Gambar 9. Grafik putaran(rpm) vs PE(Watt) pada beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 140 Bar

Gambar 9 grafik rpm vs PE(Watt), analisa PE(Watt) sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 140 Bar. Pada putaran 1200 rpm PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 875 Watt dan 797,5 Watt. Selisih prosentase PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 8,86 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1300 rpm PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1088 Watt dan 960 Watt. Selisih prosentase PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 11,76 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1400 rpm PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1287 Watt dan 1134 Watt. Selisih prosentase PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 11,89 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1500 rpm PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1530 Watt dan 1340 Watt. Selisih prosentase PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 12,41 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Dari analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa PE(Watt) penggunaan pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF pada beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 140 Bar pada putaran engine yang

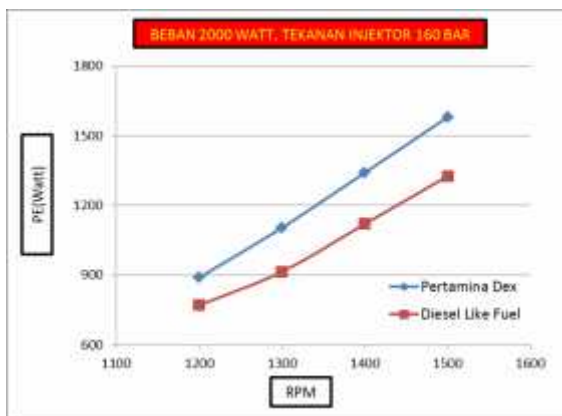
sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 11,23 % lebih tinggi pada penggunaan pertamina dex dibandingkan dengan Diesel – Like Fuel/DLF.



Gambar 10. Grafik putaran(rpm) vs PE(Watt) pada beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 150 Bar

Dari gambar 10 grafik rpm vs PE(Watt), analisa PE(Watt) sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 150 Bar. Pada putaran 1200 rpm PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 882 Watt dan 797,5 Watt. Selisih prosentase PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 9,58 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1300 rpm PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1088 Watt dan 944 Watt. Selisih prosentase PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 13,23 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1400 rpm PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1305 Watt dan 1103 Watt. Selisih prosentase PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 15,52 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1500 rpm PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1540 Watt dan 1307 Watt. Selisih prosentase PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 15,16 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Dari analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa PE(Watt) penggunaan pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF pada beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 150 Bar pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 13,37 % lebih tinggi pada penggunaan

pertamina dex dibandingkan dengan Diesel – Like Fuel/DLF.



Gambar 11. Grafik putaran (rpm) vs PE (Watt) pada beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 160 Bar

Dari gambar 11 grafik rpm vs PE (Watt), analisa PE (Watt) sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 160 Bar. Pada putaran 1200 rpm PE (Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 889 Watt dan 770 Watt. Selisih prosentase PE (Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 13,38 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1300 rpm PE (Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1104 Watt dan 915 Watt. Selisih prosentase PE (Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 17,64 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1400 rpm PE (Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1341 Watt dan 1120 Watt. Selisih prosentase PE (Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 16,48 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1500 rpm PE (Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1580 Watt dan 1326 Watt. Selisih prosentase PE (Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 16,08 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Dari analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa PE (Watt) penggunaan pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF pada beban 2000 Watt, Tekanan Injektor 160 Bar pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 15,78 % lebih tinggi pada penggunaan

pertamina dex dibandingkan dengan Diesel – Like Fuel/DLF.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan eksperimen dalam pengujian terhadap uji unjuk kerja motor diesel, untuk bahan bakar Diesel – Like Fuel/DLF maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Hasil analisa terhadap BSFC pada beban 2000 Watt pada tekanan injektor 130 Bar, 140 Bar, 150 Bar, BSFC pertamina dex lebih rendah dari Diesel – Like Fuel/DLF sebesar rata – rata 5,91 %, 3,86 %, 6,37 %. Pada injektor 160 Bar, BSFC pertamina dex lebih tinggi dari Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 6,34 %. Dapat ditarik kesimpulan berdasarkan BSFC pada beban 2000 Watt agar bahan bakar Diesel – Like Fuel/DLF penggunaannya lebih ekonomis dioperasikan pada kondisi tekanan injektor 160 Bar.

Hasil analisa terhadap daya motor diesel PE (Watt) pada beban 2000 Watt pada tekanan injektor 130 Bar, 140 Bar, 150 Bar dan 160 Bar, nilai PE (Watt) pertamina dex lebih tinggi dari Diesel – Like Fuel/DLF sebesar rata – rata 8,29 %, 11,23 %, 13,37 %, 15,78 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak dapat terselesaikan dengan baik dan lancar apabila tanpa bantuan dan bimbingan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Eko Julianto, MT., MRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
2. Bapak Ir. Arie Indartono, MMT selaku Ketua P3M Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
3. Bapak George Endri Kusuma, ST. M.Sc.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal.
4. Bapak Eko Purwanto, Mas Albert dan semua teknisi Laboratorium Motor Bakar

yang selalu membantu, mengarahkan, saat dilakukannya pengerjaan penelitian ini.

Penulis sangat menyadari bahwa di dalam penelitian ini masih banyak dijumpai kekurangan. Segala saran dan kritik membangun dari para penelaah sangat bermanfaat untuk penyempurnaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abioye OP, Agamuthu P, Aziz ARA. Phytotreatment of soil contaminated with used lubricating oil using *Hibiscus cannabinus*. *Biodegradation* 2012;23:277–86.
- [2] Adesodun JK, Mbagwu JSC. Distribution of heavy metals and hydrocarbon contents in an alfisol contaminated with waste-lubricating oil amended with organic wastes. *Bioresource Technol* 2008;99:3195–204.
- [3] Arpa O, Yumrutas R, Argunhan Z. Experimental investigation of the effects of diesel-like fuel obtained from waste lubrication oil on engine performance and exhaust emission. *Fuel Process Technol* 2010;91:1241–9.
- [4] Arpa O, Yumrutas R, Alma MH. Effects of turpentine and gasoline-like fuel obtained from waste lubrication oil on engine performance and exhaust emission. *Energy* 2010;35:3603–13.
- [5] Arpa O, Yumrutas R, Demirbas A. Production of diesel-like fuel from waste engine oil by pyrolytic distillation. *Appl Energy* 2010;87:122–7.
- [6] Gabina G, Martin L, Basurko OC, Clemente M, Aldekoa S, Uriondo Z. Waste oilbased alternative fuels for marine diesel engines. *Fuel Process Technol* 2016;153:28–36.
- [7] Kuokkanen T, Peramaki P, Valimaki I, Ronkkomaki H. Determination of heavy metals in waste lubricating oils by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry. *Int J Environ Anal Chem* 2001;81:89–100.
- [8] Singhabhandhu A, Tezuka T. The waste-to-energy framework for integrated multi-waste utilization: waste cooking oil, waste lubricating oil, and waste plastics. *Energy* 2010;35:2544–51.
- [9] Souza RM, da Silveira CLP, Aucelio RQ. Determination of refractory elements in used lubricating oil by ICPOES employing emulsified sample introduction and calibration with inorganic standards. *Anal Sci* 2004;20:351–5.
- [10] Yang Y, Brammer JG, Ouadi M, Samanya J, Hornung A, Xu HM. Characterisation of waste derived intermediate pyrolysis oils for use as diesel engine fuels. *Fuel* 2013;103:247–57.
- [11] Xiangli Wang, Peiyong Ni “Combustion and emission characteristics of diesel engine fueled with diesel-like fuel from waste lubrication oil” *Energy Conversion and Management Elsevier* 133 (2017) 275–283.