

# ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN BAKAR DIESEL LIKE FUEL DAN MINYAK SOLAR TERHADAP UNJUK KERJA MULTI SWIRL COMBUSTION SYSTEM (MSCS) PISTON CHAMBER PADA SMALL MARINE DIESEL ENGINE

Edi Haryono<sup>1</sup>, R.Dimas Endro Witjonarko<sup>1</sup>, Heroe Poernomo<sup>1</sup>, Winanto<sup>1</sup>

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

*Email: edi\_haryono@ppns.ac.id<sup>1</sup>*

## Abstrak

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 pertambahan 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. Pada penelitian ini peneliti tertarik pada minyak solar dari oli bekas (Diesel – Like Fuel) di gunakan sebagai bahan bakar pada motor diesel dengan menggunakan Multi Swirl Combustion System (MSCS) Piston Chamber. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dari motor diesel Multi Swirl Combustion System (MSCS) Piston Chamber saat menggunakan bahan bakar solar dari daur ulang minyak pelumas bekas (Diesel – Like Fuel) dan minyak solar (Pertamina Dex) sebagai pembanding. Metode yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah metode eksperimental. Pengujian dilakukan dengan melakukan eksperimen pada variasi bahan bakar. Lalu akan dilakukan pengamatan terhadap unjuk kerja dari motor diesel yang digunakan untuk melakukan penelitian ini. Parameter unjuk kerja yang akan diamati adalah daya motor dan BSFC. Dari hasil analisa terhadap daya motor diesel PE (Watt) penggunaan MSCS Piston Chamber pada beban 1000 Watt, 1500 Watt, dan 2000 Watt, nilai PE (Watt) pertamina dex lebih tinggi dari Diesel – Like Fuel/DLF sebesar rata – rata 9,86 %, 10,09 %, dan 10,32 %. Dari hasil analisa terhadap BSFC penggunaan MSCS Piston Chamber pada beban 1000 Watt, 1500 Watt, dan 2000 Watt, BSFC pertamina dex lebih rendah dari Diesel – Like Fuel/DLF sebesar rata – rata 6,36 %, 8,98 % dan 13,26 %. Dapat ditarik kesimpulan berdasarkan BSFC dan daya motor (PE) penggunaan bahan bakar minyak solar (Pertamina Dex) lebih ekonomis dibandingkan dengan minyak solar dari oli bekas (Diesel – Like Fuel).

Kata kunci: Diesel – Like Fuel, MSCS Piston Chamber, Daya Motor, BSFC, motor diesel.

## Abstract

World oil production is estimated to have peaked in 2000, this means that petroleum exploration has been maximized and will subsequently decline. This will cause within 20 years the world oil production will return to the 1980s (OPEC, 2009). On the other hand, dependence on petroleum at the same time will continue to increase due to population growth and industrial and development activities. The consequence of this is higher energy prices and declining oil supplies. This can be felt from the rising price of crude oil and the removal of fuel price subsidies by the Indonesian government. In this study, researchers were interested in diesel oil from used oil (Diesel-Like Fuel) used as fuel in diesel engines using the Multi Swirl Combustion System (MSCS) Piston Chamber. This research was conducted to determine the performance of a Multi Swirl Combustion System (MSCS) diesel motor Piston Chamber when using diesel fuel from recycled used lubricating oil (Diesel-Like Fuel) and diesel oil (Pertamina Dex) as a comparison. The method used in conducting this research is an experimental method. Testing is done by conducting experiments on variations of fuel. Then an observation will be made of the performance of the diesel motor used to conduct this research. Performance parameters to be observed are motor power and BSFC. From the analysis of the diesel motor power PE (Watt) using MSCS Piston Chamber at 1000 Watts, 1500 Watts and 2000 Watts, the PE (Watt) value of Pertamina dex is higher than Diesel-Like Fuel / DLF of an average of 9.86 %, 10.09% and 10.32%. From the analysis of BSFC using the MSCS Piston Chamber at 1000 Watt, 1500 Watt, and 2000 Watt loads, the BSFC pertamina dex is lower than Diesel-Like Fuel / DLF by an average of 6.36%, 8.98% and 13.26 %. It can be concluded based on BSFC and motor power (PE) the use of diesel fuel (Pertamina Dex) is more economical compared to diesel oil from used oil (Diesel-Like Fuel).

**Keywords:** Diesel - Like Fuel, MSCS Piston Chamber, 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 pertambahan 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.

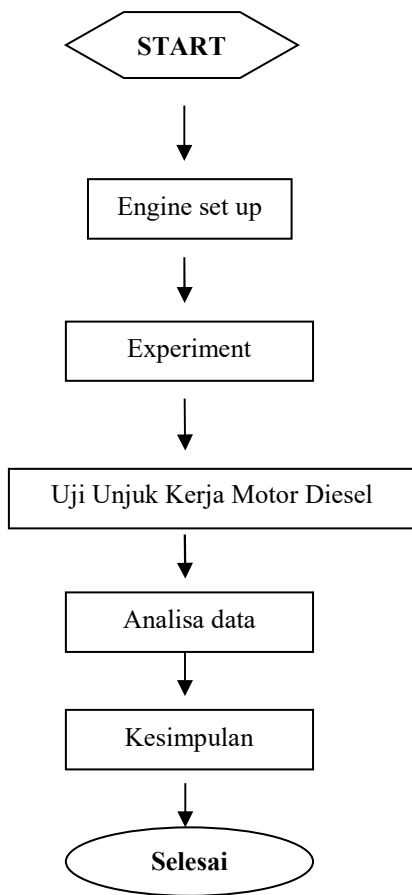
Oleh karena itu sekarang ini sudah banyak penelitian untuk mengembangkan bahan bakar alternatif untuk menggantikan solar dari minyak bumi. Pada penelitian ini peneliti tertarik pada oli bekas yang tersedia baik oli bekas dari kendaraan ringan maupun berat seperti minyak pelumas bekas dari alat – alat 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.

Pada Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan seberapa besar pengaruh minyak solar dari daur ulang minyak pelumas bekas (*Diesel Like Fuel*) dan Minyak Solar (Pertamina Dex) terhadap unjuk kerja motor diesel dengan menggunakan Multi Swirl Combustion System (*MSCS*) Piston Chamber. Metode yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah metode eksperimental. Pengujian dilakukan dengan melakukan eksperimen pada variasi bahan bakar. 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, torsi dan sfoc.

## 2. METODE

### 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 pembandingan. 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 dibrake 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 pembandingan 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(Diesel Like Fuel) dan Minyak Solar(Pertamina Dex) sebagai bahan bakar dengan dengan menggunakan Multi Swirl Combustion System(MSCS) Piston Chamber. Pengujian pada motor diesel dilakukan dengan variasi variabel speed (1100 rpm, 1200 rpm, 1300 rpm, 1500 rpm) dan pada constand load (1000 watt, 1500 watt, 2000 watt).

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 dengan menggunakan Multi Swirl Combustion System(MSCS) Piston Chamber. Parameter unjuk kerja yang akan diamati adalah daya mesin dan BSFC.

e) Analisa data.

Data hasil yang ingin diketahui adalah sebagai berikut:

- Unjuk kerja motor diesel dengan pemakaian minyak solar (*Pertamina Dex*) dengan menggunakan Multi Swirl Combustion System (*MSCS*) Piston Chamber.
- Unjuk kerja motor diesel dengan pemakaian minyak solar dari minyak pelumas bekas (*Diesel – Like Fuel/DLF*) dengan menggunakan Multi Swirl Combustion System (*MSCS*) Piston Chamber.

### 2.3 Motor Diesel



Gambar 2. Jiandong Jianghuai Diesel Engine

Tabel 1. spesifikasi mesin

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 φ	0,8

### 3. Bahan Bakar

#### 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 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*)

**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 karakteristk bahan bakar dapat di lihat di tabel 1 sebagai berikut.

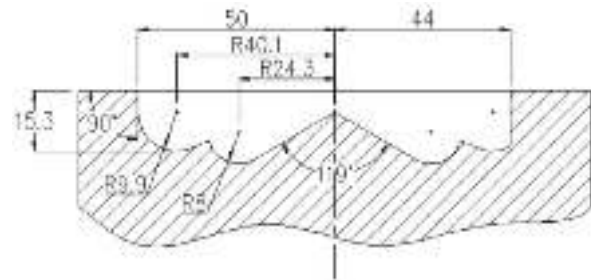
Tabel 1. Karakteristik masing – masing bahan bakar.

Bahan	Properties	Nilai	Unit
Diesel Like Fuel(DLF)	Nilai kalori	10.250	Cal/gr
	Viskositas	4,78	@40°C (cst)
	Flash point	63	°C
Pertamina dex	Nilai kalori	10.401	Cal/gr
	Viskositas	3,39	@40°C (cst)
	Flash point	98	°C

**3.3 Multi Swirl Combustion System(MSCS) Piston Chamber.**

Multi swirl combustion system atau MSCS piston chamber merupakan bentuk torak dengan sistem pembakaran baru yang memiliki kinerja mesin yang tinggi, mengefisienkan konsumsi bahan bakar, serta dapat mengurangi emisi gas buang. MSCS piston chamber merupakan modifikasi dari perkembangan dari penelitian double swirl combustion system (DSCS) dan lateral swirl combustion system (LSCS) yang dilakukan oleh (Li, Xiangrong; Qiao, Zhenyang; Su, Liwang; Li; Xiaolun; Liu, 2016). Pada MSCS piston chamber, setelah penyemprotan bahan bakar mengenai circular ridge, dua pusaran akan terbentuk dalam arah yang berlawanan di ruang memanjang atau longitudinal space. Dalam kondisi ini terbentuklah “multi swirl” yang digunakan untuk menggambarkan pusaran yang terbentuk di kedua arah yaitu

longitudinal dan lateral, hal ini menyimpulkan bahwa multi swirl akan mempercepat pencampuran bahan bakar di seluruh ruang bakar sehingga pencampuran bahan bakar dengan udara lebih merata dan meningkatkan pemanfaatan udara di ruang pembakaran(Li, Xiangrong; Qiao, Zhenyang; Su, Liwang; Li; Xiaolun; Liu, 2016).



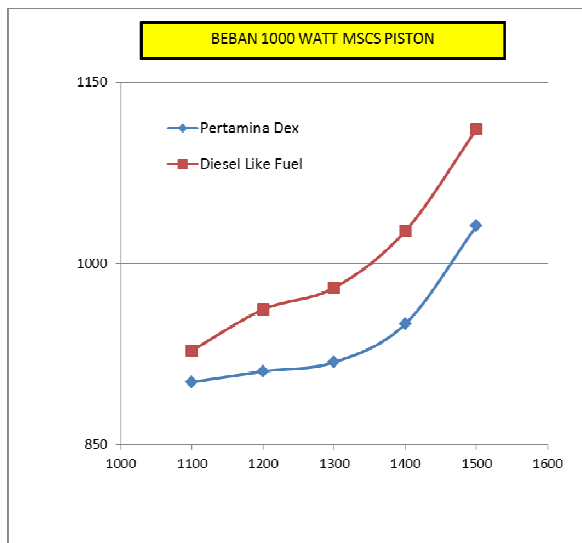
Gambar 4. Konfigurasi MSCS piston chamber

**4. Analisa unjuk kerja dari motor diesel**

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 perbandingan diuji cobakan juga bahan bakar minyak solar 100% memakai merk dagang pertamina dex dengan menggunakan MSCS piston chamber.

**4.1 Hasil dan analisa BSFC pada penggunaan MSCS Piston Chamber**

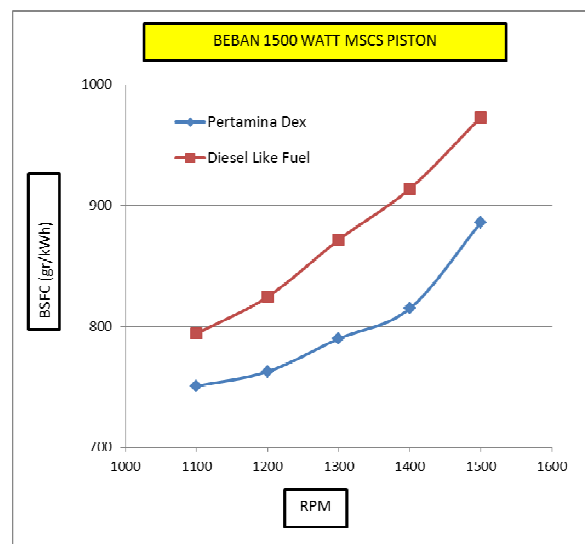
Untuk mengetahui seberapa besar konsumsi bahan bakar suatu motor diesel, kita harus mengenal dulu apa yang dinamakan Brake Specific Fuel Consumption(BSFC). BSFC adalah laju aliran berat bahan bakar yang digunakan untuk memproduksi satu unit daya dalam satuan waktu. Dalam percobaan ini satu unit daya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



**Gambar 5.** Grafik putaran(rpm) vs BSFC pada beban 1000 Watt, MSCS Piston

Dari gambar 5 grafik rpm vs BSFC, analisa BSFC sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban 1000 Watt, MSCS Piston. Pada putaran 1100 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 901,67 g/kWh dan 928,05 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 2,92 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1200 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 910,66 g/kWh dan 961,79 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 5,61 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1300 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 918,25 g/kWh dan 979,82 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 6,71 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1400 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 949,97 g/kWh dan 1026,86 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 8,09 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1500 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1031,07 g/kWh dan 1110,83 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 7,73 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Dari analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa BSFC penggunaan pertamina dex dan Diesel

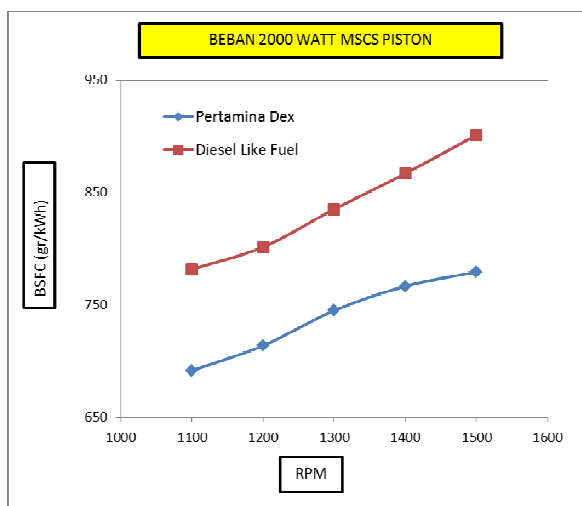
– Like Fuel/DLF pada beban 1000 Watt dengan penggunaan Multi Swirl Combustion System(MSCS) Piston Chamber pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 6,36 % lebih rendah penggunaan pertamina dex dibandingkan dengan Diesel – Like Fuel/DLF.



**Gambar 6.** Grafik putaran(rpm) vs BSFC pada beban 1500 Watt, MSCS Piston

Dari gambar 6 grafik rpm vs BSFC, analisa BSFC sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban 1500 Watt, MSCS Piston. Pada putaran 1100 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 750,48 g/kWh dan 794,03 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 5,80 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1200 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 762,56 g/kWh dan 824,46 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 8,12 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1300 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 789,81 g/kWh dan 871,62 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 10,36 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1400 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 814,73 g/kWh dan 913,80 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 12,16

% dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1500 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 885,82 g/kWh dan 972,94 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 9,83 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Dari analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa BSFC penggunaan pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF pada beban 1500 Watt dengan penggunaan Multi Swirl Combustion System(MSCS) Piston Chamber pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 8,98 % lebih rendah penggunaan pertamina dex dibandingkan dengan Diesel – Like Fuel/DLF.



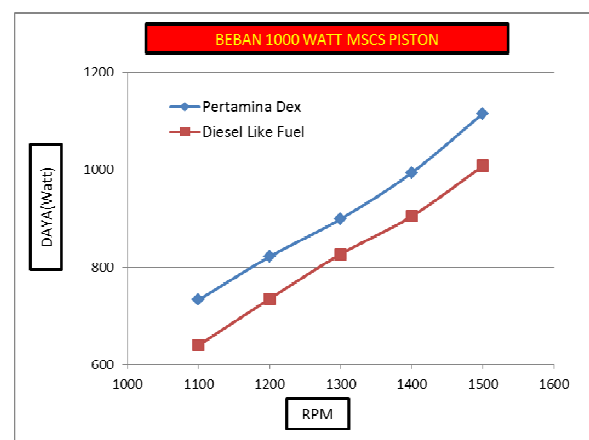
**Gambar 7.** Grafik putaran(rpm) vs BSFC pada beban 2000 Watt, MSCS Piston

Dari gambar 7 grafik rpm vs BSFC, analisa BSFC sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban 2000 Watt, MSCS Piston. Pada putaran 1100 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 691,79 g/kWh dan 781,81 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 13,01 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1200 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 713,96 g/kWh dan 801,6 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 12,27 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1300 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 745,18 g/kWh

dan 835,16 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 12,07 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1400 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 766,71 g/kWh dan 866,99 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 13,08 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1500 rpm BSFC pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 779,45 g/kWh dan 901,06 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan pertamina dex lebih rendah 15,60 % 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 dengan penggunaan Multi Swirl Combustion System(MSCS) Piston Chamber pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 13,26 % lebih rendah penggunaan pertamina dex dibandingkan dengan Diesel – Like Fuel/DLF.

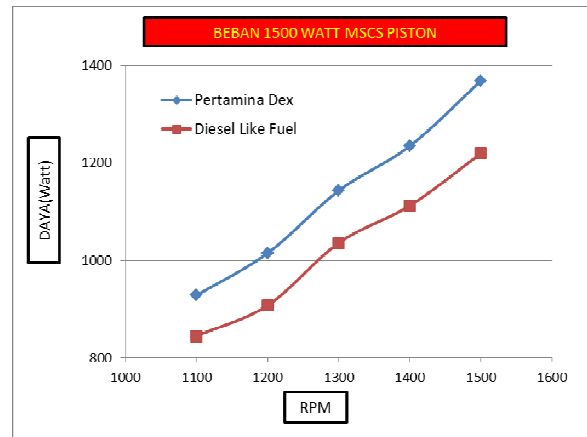
#### 4.2 Hasil dan analisa daya motor pada penggunaan MSCS Piston Chamber.

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 1000 Watt, MSCS Piston

Dari gambar 8 grafik rpm vs PE(Watt), analisa PE(Watt) sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban 1000 Watt, MSCS Piston. Pada putaran 1100 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 732,5 Watt dan 639,4 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 12,71 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1200 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 821,6 Watt dan 735 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 10,54 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1300 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 899,1 Watt dan 826,8 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 8,04 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1400 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 994 Watt dan 904,5 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 9,00 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1500 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1116 Watt dan 1008 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 9,68 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Dari analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa daya generator PE(Watt) penggunaan pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF pada beban 1000 Watt dengan penggunaan Multi Swirl Combustion System(MSCS) Piston Chamber pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 9,86 % lebih tinggi pada penggunaan pertamina dex dibandingkan dengan Diesel – Like Fuel/DLF.

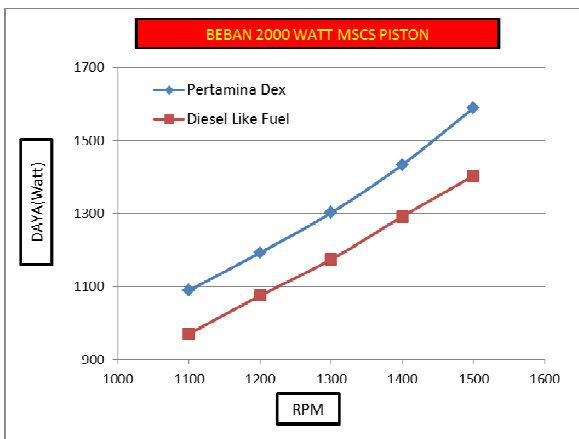


**Gambar 9.** Grafik putaran(rpm) vs PE(Watt) pada beban 1500 Watt, MSCS Piston

Dari gambar 9 grafik rpm vs PE(Watt), analisa PE(Watt) sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban 1500 Watt, MSCS Piston. Pada putaran 1100 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 928,2 Watt dan 844,8 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 8,96 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1200 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1015 Watt dan 907,5 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 10,59 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1300 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1143,3 Watt dan 1036 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 9,39 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1400 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1235 Watt dan 1112,4 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 9,93 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1500 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1368,9 Watt dan 1219,8 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih



tinggi 10,89 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Dari analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa daya generator PE(Watt) penggunaan pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF pada beban 1500 Watt dengan penggunaan Multi Swirl Combustion System(MSCS) Piston Chamber pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 10,09 % lebih tinggi pada penggunaan pertamina dex dibandingkan dengan Diesel – Like Fuel/DLF.



**Gambar 10.** Grafik putaran(rpm) vs PE(Watt) pada beban 2000 Watt, MSCS Piston

Dari gambar 10 grafik rpm vs PE(Watt), analisa PE(Watt) sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban 2000 Watt, MSCS Piston. Pada putaran 1100 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1029 Watt dan 970,2 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 10,91 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1200 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1192,5 Watt dan 1075 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 9,85 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1300 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1301,8 Watt dan 1173,9 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan pertamina dex

lebih tinggi 9,82 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1400 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1433,5 Watt dan 1291,5 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 9,91 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Pada putaran 1500 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF sebesar 1588,8 Watt dan 1403 Watt. Selisih prosentase daya generator PE (Watt) penggunaan pertamina dex lebih tinggi 11,69 % dari pada Diesel – Like Fuel/DLF. Dari analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa daya generator PE(Watt) penggunaan pertamina dex dan Diesel – Like Fuel/DLF pada beban 2000 Watt dengan penggunaan Multi Swirl Combustion System(MSCS) Piston Chamber pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 10,32 % 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 minyak solar dengan merk Pertamina Dex dan Diesel – Like Fuel/DLF maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Hasil analisa terhadap BSFC penggunaan MSCS Piston Chamber pada beban 1000 Watt, 1500 Watt, dan 2000 Watt, BSFC pertamina dex lebih rendah dari Diesel – Like Fuel/DLF sebesar rata – rata 6,36 %, 8,98 % dan 13,26 %. Dapat ditarik kesimpulan berdasarkan BSFC masing masing bahan bakar menunjukkan penggunaan bahan bakar Pertamina Dex lebih ekonomis dibandingkan dengan bahan bakar minyak solar dari minyak pelumas bekas(Diesel – Like Fuel/DLF).

Hasil analisa terhadap daya motor diesel PE(Watt) penggunaan MSCS Piston Chamber pada beban 1000 Watt, 1500 Watt, dan 2000 Watt, nilai PE(Watt) pertamina dex lebih tinggi dari Diesel – Like Fuel/DLF sebesar

rata – rata 9,86 %, 10,09 %, dan 10,32 %. Dapat ditarik kesimpulan berdasarkan PE(Watt) masing masing bahan bakar menunjukkan penggunaan bahan bakar Pertamina Dex menghasilkan keluaran daya motor lebih besar dibandingkan dengan bahan bakar minyak solar dari minyak pelumas bekas(*Diesel – Like Fuel/DLF*).

### 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 Mohammad Basuki Rahmat, ST., MT 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] 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.
- [2] Arpa O, Yumrutas R, Demirbas A. Production of diesel-like fuel from waste engine oil by pyrolytic distillation. Appl Energy 2010;87:122–7.
- [3] Wei SL, Wang FH, Leng XY, et al. Numerical analysis on the effect of swirl ratios on swirl chamber combustion system of DI diesel engines. Energy Convers Manage 2013;75:184–90.
- [4] Rong Wei, Xiangrong Li, Guodong Zhang, et al. A new double swirls combustion system for DI diesel engine. SAE Paper, 2000-01-2915; 2000.
- [5] Adesodun JK, Mbagwu JSC. Distribution of heavy metals and hydrocarbon contents in an alfolol contaminated with waste-lubricating oil amended with organic wastes. Bioresource Technol 2008;99:3195–204..
- [6] Abioye OP, Agamuthu P, Aziz ARA. Phytotreatment of soil contaminated with used lubricating oil using Hibiscus cannabinus. Biodegradation 2012;23:277–86..
- [7] Li, Xiangrong; Qiao, Zhenyang; Su, Liwang; Li; Xiaolun; Liu, F. (2016). The combustion and emission characteristics of a multi-swirl combustion system in a DI diesel engine. Applied Thermal Engineering, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.10.028>.
- [8] 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.