

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN CAMPURAN MULTI FEEDSTOCK BIODIESEL B35 TERHADAP UNJUK KERJA LATERAL SWIRL *COMBUSTION SYSTEM* (LSCS) PISTON CHAMBER dan FLAT PISTON CHAMBER SMALL MARINE DIESEL ENGINE PADA BEBAN 3000 WATT.

Edi Haryono¹, R.Dimas Endro Witjonarko¹, Heroe Poernomo¹, Muhammad Shah¹, Abdul Gafur¹

Jurusan Teknik Pernesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Kampus ITS, Keputih Sukolilo Surabaya 60111
Email: edi_haryono@ppns.ac.id

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. 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 campuran Multi-Feedstock Biodiesel (Minyak Kelapa Sawit, Minyak Jelantah, dan Lemak Sapi) dan minyak solar dengan komposisi B35 (35% Multi-Feedstock Biodiesel dan 65% Minyak Solar (Pertamina Dex)). Penelitian ini dilakukan yang pertama adalah untuk mendapatkan karakteristik campuran Multi Feedstock Biodiesel dengan komposisi B35. Minyak solar (Pertamina Dex) dalam penelitian ini berfungsi sebagai pencampur komposisi terbentuknya Multi-Feedstock Biodiesel B35. Dan yang kedua untuk mendapatkan seberapa besar pengaruh campuran Multi-Feedstock Biodiesel dengan komposisi B35 terhadap unjuk kerja motor diesel dengan menggunakan Lateral Swirl *Combustion System* (LSCS) Piston Chamber dan Flat Piston Chamber pada beban 3000 Watt. Metode yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah metode eksperimental. Pengujian dilakukan dengan melakukan eksperimen pada variasi bahan bakar dan variasi piston chamber. 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. Dari analisa daya dan torsi motor penggunaan B35 LSCS Piston pada beban 3000 Watt pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 1,89 % lebih tinggi dari B35 Flat Piston. Dan hasil analisa terhadap BSFC motor diesel penggunaan B35 LSCS Piston pada beban 3000 Watt pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 24,74 % lebih tinggi dari penggunaan B35 Flat Piston. Dapat ditarik kesimpulan berdasarkan BSFC masing masing variasi piston dengan bahan bakar jenis yang sama menunjukkan penggunaan B35 Flat Piston lebih ekonomis dibandingkan dengan B35 LSCS Piston.

Kata kunci: Multi Feedstock Biodiesel, LSCS Piston Chamber, Flat Piston Chamber, Unjuk Kerja, Motor Diesel.

Abstract

World oil production is estimated to have reached its peak in 2000, indicating that the exploration of petroleum has been maximized, and it is expected to decline further. This will lead to a situation where, in the next 20 years, global oil production will revert to the levels seen in the 1980s (OPEC, 2009). On the other hand, dependency on petroleum continues to increase due to population growth and industrial and developmental activities. This results in higher energy prices and decreasing oil supplies, as evidenced by the rising crude oil prices and the removal of fuel price subsidies by the Indonesian government. The current use of petroleum-based fuels, including diesel, is on the rise. However, as demand for diesel fuel increases, the supply of diesel fuel diminishes over time because it is derived from petroleum, a non-renewable natural resource. Hence, there have been numerous research efforts to develop alternative fuels to replace petroleum-based diesel. In this study, the researchers are interested in a blend of Multi-Feedstock Biodiesel (Palm Oil, Used Cooking Oil, and Beef Tallow) and diesel fuel with a composition of B35 (35% Multi-Feedstock Biodiesel and 65% Pertamina Dex diesel). This research serves two main purposes: first, to determine the characteristics of the Multi-Feedstock Biodiesel blend with the B35 composition, and second, to evaluate the impact of the Multi-Feedstock Biodiesel blend with the B35 composition on the performance of a diesel engine using both the Lateral Swirl *Combustion System* (LSCS) Piston Chamber and Flat Piston Chamber at a 3000 Watt load. The research employs an experimental method, with experiments conducted on variations of fuel and piston chamber types. Observations were made regarding the performance of the diesel engine used in this study, with performance parameters including engine power, torque, and specific fuel consumption (SFOC). From the analysis of power and torque, it was found that the use of B35 with the LSCS Piston Chamber at a 3000 Watt load and the same engine speed had an average percentage increase of 1.89% compared to B35 with the Flat Piston Chamber. Furthermore, the analysis of Brake Specific Fuel Consumption (BSFC) revealed that the use of B35 with the LSCS Piston Chamber at a 3000 Watt load and the same engine speed had an average percentage increase of 24.74% compared to the use of B35 with the Flat Piston Chamber. In conclusion, based on the

BSFC, each piston chamber variation with the same type of fuel indicates that the use of B35 with the Flat Piston Chamber is more economical compared to B35 with the LSCS Piston Chamber.

Keywords: Multi-Feedstock Biodiesel, LSCS Piston Chamber, Flat Piston Chamber, Performance, Diesel Engine.

1. Pendahuluan

Salah satu masalah krusial yang dihadapi oleh bangsa Indonesia saat ini adalah energi. Semakin meningkatnya pemakaian bahan bakar minyak oleh masyarakat dan industri membuat ketersediaan bahan bakar minyak bumi semakin menipis. Impor minyak bumi yang semakin tinggi dan kenaikan harga minyak bumi dunia dapat dipastikan akan diikuti oleh kenaikan harga BBM sehingga berdampak pada kenaikan harga kebutuhan pokok di masyarakat. Untuk mengatasi hal itu diperlukan pengembangan *Energy Alternative* terbarukan. Salah satunya adalah Biodiesel[1]. Biodiesel merupakan bahan bakar *Alternative* terbarukan yang diproduksi dari minyak nabati atau lemak hewani. Minyak nabati yang berasal dari tumbuh – tumbuhan ketersediannya sangat melimpah di Indonesia, baik dari sisi kuantitas maupun variasinya. Seperti minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak jelantah, minyak lemak sapi, minyak jagung.

Biodiesel merupakan bahan bakar yang stabil, bersifat mengurangi tingkat emisi gas buang, bercampur secara sempurna dengan minyak diesel mineral (solar) dan bekerja dengan baik pada semua jenis mesin diesel. Biodiesel murni maupun campuran dapat digunakan pada semua jenis mesin diesel seperti pada kendaraan diesel untuk penumpang, truk, kereta, kapal, serta peralatan traktor, genset dan mesin industri lainnya. Salah satu keunggulan biodiesel dibanding dengan minyak diesel adalah ramah lingkungan, tidak beracun, dan bebas sulfur. Melihat data dari Direktorat Jendral Energi Baru terbarukan bahwa program mandatori biodiesel sudah dilakukan sejak tahun 2008 pemerintah menargetkan terealisasinya biodiesel B2,5, B7,5 pada tahun 2014 yaitu menargetkan biodiesel B10, pada tahun

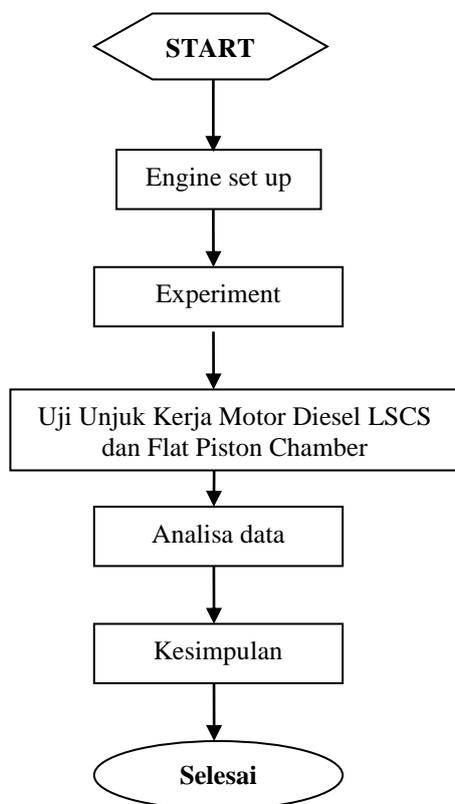
selanjutnya 2015 yaitu B15, lalu pada tahun 2016 hingga 2019 ditargetkan biodiesel B20, sedangkan untuk target tahun 2020 hingga tahun 2022 ini yaitu pemerintah mengadakan program mandatori biodiesel B35. Biodiesel merupakan satu-satunya bahan bakar alternatif yang telah selesai menjalani *Test Health Effect* yang berat dari persyaratan *The Clean Air Act*[2]. Biodiesel (100%) telah diteliti mengurangi emisi dibanding minyak diesel sebagai berikut mengurangi emisi partikulat 40-60%, emisi gas karbonmonoksida (CO) 10-50%, emisi gas hidrokarbon (HC) 10-50%, emisi *Aldehyde-Aromatic* 13% dan emisi gas beracun *Polycyclic aromatic Hydrocarbon* (PAH, *Carcinogenic*) 70- 97%.

Pada penelitian ini peneliti tertarik pada campuran Multi-Feedstock Biodiesel (*Minyak Kelapa Sawit, Minyak Jelantah, dan Lemak Sapi*) dan minyak solar dengan komposisi B35(35% *Multi-Feedstock Biodiesel* dan 65% *Minyak Solar (Pertamina Dex)*)[6]. Penelitian ini dilakukan yang pertama untuk mendapatkan karakteristik campuran Multi Feedstock Biodiesel dengan komposisi B35(35% *Multi-Feedstock Biodiesel* dan 65% *Minyak Solar (Pertamina Dex)*). Dan yang kedua untuk mendapatkan seberapa besar pengaruh campuran Multi-Feedstock Biodiesel dengan komposisi B35 terhadap unjuk kerja motor diesel dengan menggunakan *Lateral Swirl Combustion System* (LSCS) Piston Chamber dan Flat Piston Chamber. Metode yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah metode eksperimental [5]. Pengujian dilakukan dengan melakukan eksperimen pada variasi bahan bakar dan variasi piston chamber. 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 [4].

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 (Pertamina Dex) 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 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. Daya, putaran(rpm), sfoc engine semua diukur dan bisa dilihat pada kontrol panel.

b. Pra – experiment.

Pra eksperimen dilakukan untuk mengetahui data uji unjuk kerja dari motor diesel dengan menggunakan bahan bakar dari minyak bumi yaitu minyak solar (*Pertamina Dex*). Diharapkan data yang dihasilkan dari percobaan ini dapat digunakan sebagai data pembanding dengan data yang dihasilkan pada experiment dengan menggunakan campuran Multi Feedstock Biodiesel (*Minyak Kelapa Sawit, Minyak Jelantah, dan Lemak Sapi*) dengan komposisi B35 dengan variasi piston chamber.

c. Experiment.

Experiment ini dilakukan untuk mengetahui data uji unjuk kerja motor diesel dengan pemakaian campuran Multi Feedstock Biodiesel (*Minyak Kelapa Sawit, Minyak Jelantah, dan Lemak Sapi*) dengan komposisi B20, B35 dan B100 sebagai bahan bakar dengan berbagai variasi piston chamber. Pengujian pada motor diesel dilakukan dengan variasi variabel speed (900 rpm, 950 rpm, 1000 rpm, 1050 rpm) dan pada constand load 2000 watt. Variasi variabel speed pada constand load bertujuan untuk mengetahui perubahan unjuk kerja motor diesel yang menggunakan bahan bakar campuran Multi Feedstock Biodiesel (*Minyak Kelapa*

Sawit, Minyak Jelantah, dan Lemak Sapi) dengan komposisi B35 dengan menggunakan Lateral Swirl Combustion System (LSCS) Piston Chamber dan Flat Piston Chamber 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 campuran Multi Feedstock Biodiesel (*Minyak Kelapa Sawit, Minyak Jelantah, dan Lemak Sapi*) dengan komposisi B35 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 campuran Multi Feedstock Biodiesel (*Minyak Kelapa Sawit, Minyak Jelantah, dan Lemak Sapi*) dengan komposisi B35 dengan menggunakan Lateral Combustion System (LSCS) Piston Chamber dan Flat Piston Chamber. Parameter unjuk kerja yang akan diamati adalah daya mesin, torsi dan sfoc.

e. Analisa data.

Data hasil yang ingin diketahui adalah sebagai berikut:

- Unjuk kerja motor diesel dengan penggunaan B35 dengan menggunakan LSCS Piston Chamber.
- Unjuk kerja motor diesel dengan penggunaan B35 dengan menggunakan Flat 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. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Bahan Bakar dan Konfigurasi Bentuk Piston

3.1.1 Pembuatan B35 Multi Feedstock Biodiesel.

Proses pembuatan Multi-feedstock Biodiesel dibuat melalui proses esterifikasi ataupun transesterifikasi. Proses esterifikasi dilakukan untuk mengubah asam lemak bebas pada Multi-Feedstock Biodiesel (*Minyak Kelapa Sawit, Minyak Jelantah, dan Lemak Sapi*) yang direaksikan dengan alkohol untuk membentuk alkil ester dengan bantuan katalis. Jenis alkohol yang digunakan yaitu methanol dan dibantu dengan katalis H₂SO₄[3]. Perbandingan antara minyak nabati dengan methanol adalah 6 : 1 dan ditambahkan katalis H₂SO₄ sebesar 1% dari berat minyak nabati. Proses ini berlangsung selama 2 jam dengan putaran rpm pengadukan konstan pada suhu 55°C.

Setelah dilakukan proses reaksi, campuran didiamkan selama 24 jam agar alkil ester terpisah dengan minyak. Selanjutnya dilakukan proses transesterifikasi mereaksikan minyak

pada tahap esterifikasi menggunakan methanol dan KOH. Penambahan KOH sebesar 1,5% dari berat minyak sebagai katalis pada proses transesterifikasi. Campuran yang telah direaksikan kemudian didiamkan selama kurang lebih 24 jam agar tercipta lapisan antara gliserol dan biodiesel. Biodiesel kemudian dipisahkan dengan gliserol untuk dilakukan proses pencucian. Biodiesel dicampurkan dengan akuades yang bersuhu 60°C dengan perbandingan 1:1. Biodiesel dimurnikan dengan cara dipisahkan dengan akuades kemudia dipanaskan hingga suhu 100°C untuk menguapkan sisa akuades pada biodiesel. Setelah pembuatan Multi-feedstock Biodiesel selesai, dilakukan pencampuran antara Multi-feedstock Biodiesel dan Solar(Pertamina Dex) dengan komposisi 65 % Solar dan 35 % Multi feedstock Biodiesel yang menghasilkan komposisi B35.



Gambar 3. Proses Pemisahan Gliserol dan Biodiesel

3.1.2 Karakteristik B35 Multi Feedstock Biodiesel.

Pengujian karakteristik dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari bahan bakar yang digunakan untuk penelitian ini. Pada penelitian ini bahan bakar yang digunakan adalah Multi-feedstock Biodiesel. Hasil uji karakteristik bahan bakar dapat di lihat di tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 2. Karakteristik masing – masing bahan bakar.

Bahan	Properties	Nilai	Unit
B35 Multi Feedstock	Nilai kalori	10,461	Cal/gr
	Viskositas	2,454	@40°C (cst)
	Flash point	64	°C

Bahan	Properties	Nilai	Unit
Pertamina dex	Cetane number	74,8	
	Nilai kalori	10.401	Cal/gr
	Viskositas	3,39	@40°C (cst)
	Flash point	98	°C
	Cetane number	53	

3.2 Lateral Swirl Combustion System(LSCS) Piston Chamber.



Gambar 4. LSCS piston chamber

Lateral Swirl Combustion System (LSCS) merupakan sistem pembakaran baru yang memiliki kinerja mesin yang sangat tinggi, densitas daya dan efisiensi thermal meningkat dan konsumsi bahan bakar efisien atau berkurang. (LSCS) Piston Chamber ditunjukkan pada Gambar. 2.5 diatas, di mana dapat diamati bahwa ketika semprotan memukul tepi cembung, dua vortisitas swirl lateral yang dibentuk pada kedua sisi tepi cembung, mempercepat pembentukan campuran bahan bakar/udara dan meningkatkan pemanfaatan udara dalam ruang.

3.2.1 Flat Piston Chamber.



Gambar 5. Flat piston chamber

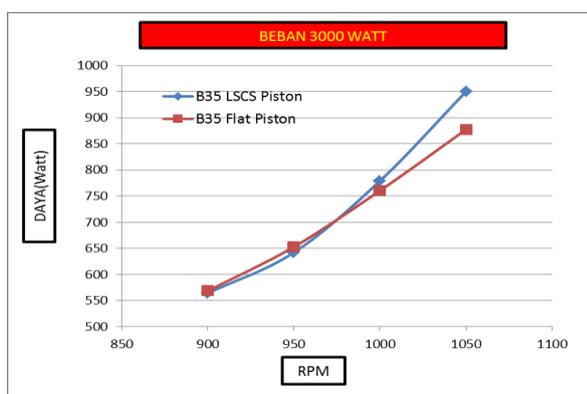
Flat piston chamber merupakan bentuk torak yang banyak digunakan pada mesin diesel yang memiliki daya rendah. Pada torak jenis ini, dibagian kepala terdapat coakan sebagai penampung oli dan pendingin saat proses pembakaran terjadi yang berguna untuk mengurangi efek kompresi karena benturan kepala piston dengan kepala silinder.

3.3 Analisa unjuk kerja dari motor diesel

Rencana tahap berikutnya adalah analisa unjuk kerja motor diesel yang dibahas adalah daya, torsi dan konsumsi bahan bakar. Pengujian unjuk kerja motor diesel dilakukan dengan menggunakan bahan bakar B35 Multi Feedstock dengan variasi LSCS Piston dan Flat Piston serta untuk perbandingan diuji cobakan juga bahan bakar minyak solar 100% memakai merk dagang pertamina dex.

3.3.1 Hasil dan analisa daya motor penggunaan B35 Multi Feedstock variasi LSCS dan Flat 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.

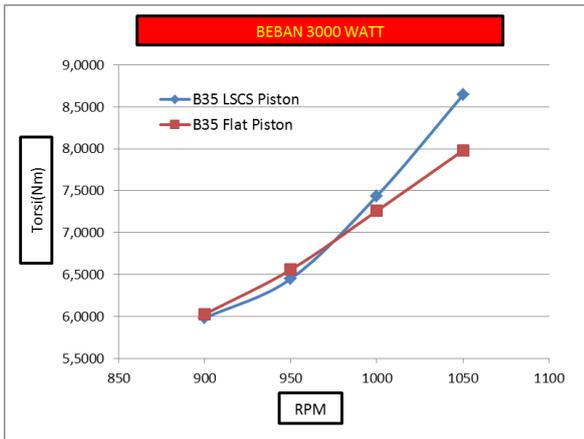


Gambar 6. Grafik putaran(rpm) vs PE(Watt) pada beban 3000 Watt

Gambar 6 grafik rpm vs PE(Watt), analisa PE(Watt) sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban 3000 Watt. Pada putaran 900 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) B35 LSCS Piston dan B35 Flat Piston sebesar 564 Watt dan 568,4 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan B35 LSCS Piston lebih rendah 0,78 % dari pada B35 Flat Piston. Pada putaran 950 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) B35 LSCS Piston dan B35 Flat Piston sebesar 641,9 Watt dan 652,7 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan B35 LSCS Piston lebih rendah 1,68 % dari pada B35 Flat Piston. Pada putaran 1000 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) B35 LSCS Piston dan B35 Flat Piston sebesar 779,1 Watt dan 760,5 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan B35 LSCS Piston lebih tinggi 2,39 % dari pada B35 Flat Piston. Pada putaran 1050 rpm hasil dari daya generator PE(Watt) B35 LSCS Piston dan B35 Flat Piston sebesar 950,4 Watt dan 877,7 Watt. Selisih prosentase daya generator PE(Watt) penggunaan B35 LSCS Piston lebih tinggi 7,65 % dari pada B35 Flat Piston. Dari analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa daya generator PE(Watt) penggunaan B35 dengan menggunakan LSCS Piston(B35 LSCS Piston) pada beban 3000 Watt pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 1,89 % lebih tinggi dari penggunaan B35 dengan menggunakan Flat Piston(B35 Flat Piston).

3.3.2 Hasil dan analisa torsi motor penggunaan B35 Multi Feedstock variasi LSCS dan Flat Piston Chamber.

Karakteristik yang dianalisa selanjutnya adalah torsi motor diesel. Dari eksperimen yang dilakukan, maka didapat data torsi yang dihasilkan oleh masing-masing penggunaan bahan bakar digambarkan pada grafik sebagai berikut:

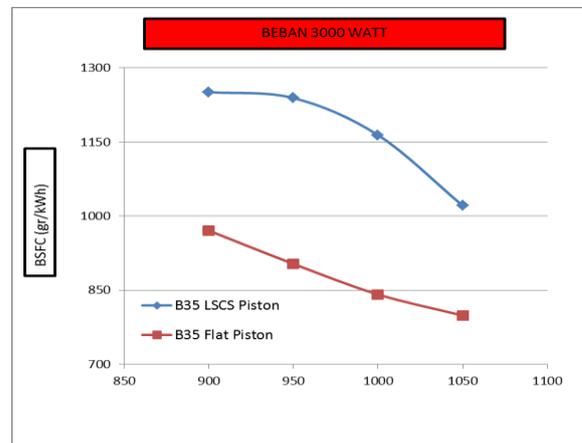


Gambar 7. Grafik putaran(rpm) vs Torsi(Nm) pada beban 3000 Watt

Gambar 7 grafik rpm vs torsi(Nm), analisa Torsi(Nm) sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban 3000 Watt. Pada putaran 900 rpm hasil dari torsi motor B35 LSCS Piston dan B35 Flat Piston sebesar 5,98 Nm dan 6,03 Nm. Selisih prosentase torsi motor penggunaan B35 LSCS Piston lebih rendah 0,78 % dari pada B35 Flat Piston. Pada putaran 950 rpm hasil dari torsi motor B35 LSCS Piston dan B35 Flat Piston sebesar 6.45 Nm dan 6,56 Nm. Selisih prosentase torsi motor penggunaan B35 LSCS Piston lebih rendah 1,68 % dari pada B35 Flat Piston. Pada putaran 1000 rpm hasil dari torsi motor B35 LSCS Piston dan B35 Flat Piston sebesar 7,44 Nm dan 7,26 Nm. Selisih prosentase torsi motor penggunaan B35 LSCS Piston lebih tinggi 2,39 % dari pada B35 Flat Piston. Pada putaran 1050 rpm hasil dari torsi motor B35 LSCS Piston dan B35 Flat Piston sebesar 8,64 Nm dan 7,98 Nm. Selisih prosentase torsi motor penggunaan B35 LSCS Piston lebih tinggi 7,65 % dari pada B35 Flat Piston. Dari analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa torsi motor penggunaan B35 dengan menggunakan LSCS Piston(B35 LSCS Piston) pada beban 3000 Watt pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 1,89 % lebih tinggi dari penggunaan B35 dengan menggunakan Flat Piston(B35 Flat Piston).

3.3.3 4.3 Hasil dan analisa BSFC pada penggunaan B35 Multi Feedstock variasi LSCS dan Flat 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 8. Grafik putaran(rpm) vs BSFC(g/kWh) pada beban 3000 Watt

Gambar 8. grafik rpm vs bsfc, kita akan menganalisa bsfc sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban 3000 Watt. Pada putaran 900 rpm hasil dari BSFC B35 LSCS Piston dan B35 Flat Piston sebesar 1250,95 g/kWh dan 970,78 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan B35 LSCS Piston lebih tinggi 22,40 % dari pada B35 Flat Piston. Pada putaran 950 rpm hasil dari BSFC B35 LSCS Piston dan B35 Flat Piston sebesar 1239 g/kWh dan 903,43 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan B35 LSCS Piston lebih tinggi 27,08 % dari pada B35 Flat Piston. Pada putaran 1000 rpm hasil dari BSFC B35 LSCS Piston dan B35 Flat Piston sebesar 1163,98 g/kWh dan 841,53 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan B35 LSCS Piston lebih tinggi 27,70 % dari pada B35 Flat Piston.

Pada putaran 1050 rpm hasil dari BSFC B35 LSCS Piston dan B35 Flat Piston sebesar 1021,31 g/kWh dan 798,99 g/kWh. Selisih prosentase BSFC penggunaan B35 LSCS Piston lebih tinggi 21,77 % dari pada B35 Flat Piston. Dari analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa BSFC penggunaan B35 dengan menggunakan LSCS Piston(B35 LSCS Piston) pada beban 3000 Watt pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 24,74 % lebih tinggi dari penggunaan B35 dengan menggunakan Flat Piston(B35 Flat Piston).

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan eksperimen dalam pengujian terhadap uji unjuk kerja motor diesel, untuk penggunaan B35 dengan menggunakan LSCS Piston(B35 LSCS Piston) dan B35 dengan menggunakan Flat Piston(B35 Flat Piston) pada beban 3000 Watt maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Hasil analisa terhadap daya dan torsi motor diesel penggunaan B35 dengan menggunakan LSCS Piston (B35 LSCS Piston) pada beban 3000 Watt pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 1,89 % lebih tinggi dari penggunaan B35 dengan menggunakan Flat Piston(B35 Flat Piston). Dapat ditarik kesimpulan dengan bertambahnya perbandingan kompresi B35 LSCS Piston terhadap B35 Flat Piston mempengaruhi daya dan torsi motor lebih besar.

Hasil analisa terhadap BSFC motor diesel penggunaan B35 dengan menggunakan LSCS Piston (B35 LSCS Piston) pada beban 3000 Watt pada putaran engine yang sama mempunyai prosentase rata – rata sebesar 24,74 % lebih tinggi dari penggunaan B35 dengan menggunakan Flat Piston(B35 Flat Piston). Dapat ditarik kesimpulan berdasarkan BSFC masing masing variasi piston dengan bahan bakar jenis yang sama menunjukkan penggunaan B35 Flat Piston lebih ekonomis dibandingkan dengan B35 LSCS Piston.

UCAPAN TERIMAKASIH

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

1. Bapak Rachmad Tri Soelistijono, ST., MT selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
2. Bapak Dr. Mohammad Abu Jami'in, ST., MT. selaku Ketua P3M Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
3. Bapak Dr. Priyo Agus Setiawan, ST. MT. 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] Haryono, E., Dimas, R., Witjonarko, E., Teknik, J., Kapal, P., Negeri, P., Kampus, S., & Surabaya, S. (2017). ANALISA UNJUK KERJA MESIN DIESEL KAPAL DUA LANGKAH(TWO STROKE MARINE DIESEL ENGINE)BERBAHAN BAKAR CAMPURAN MINYAK SOLAR(HSD) DAN BIODIESEL MINYAK JELANTAH PADA BEBAN SIMULATOR FULL LOAD.
- [2] Kidakarn Nookwama, Benjamas Cheirsilpa, Wageporn Maneechotea, Piyarat Boonsawanga , Chontisa Sukkasemb. "Microbial fuel cells with Photosynthetic-Cathodic chamber in vertical cascade for integrated

- Bioelectricity, biodiesel feedstock production and wastewater treatment”. *Bioresource Technology* Volume 346, February 2022, 126559..
- [3] 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..>
- [4] Mohammad Anwar. “Biodiesel feedstocks selection strategies based on economic, technical, and sustainable aspects.“. *Fuel Elsevier* Volume 283, 1 January 2021, 119204.
- [5] Purwanto, A., Zuhdi, A., Fathallah, M., & Perikanan Bitung, A. (2014). “Pengaruh Multi Feedstock Biodiesel terhadap Kerja Motor Diesel”. In *Seminar Nasional Pascasarjana XIV-ITS...*
- [6] 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.