

## KAJIAN EKSPERIMENTAL PEBANDINGAN B20 MULTI *FEEDSTOCK* BIODIESEL TERHADAP UNJUK KERJA TWO STROKE MARINE DIESEL *ENGINE* pada BEBAN SIMULASI BALAST LOAD

Edi Haryono<sup>1</sup>, R.Dimas Endro Witjonarko<sup>1</sup>, Muhammad Shah, Abdul Gafur<sup>1</sup>

Jurusan Teknik Pernesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Kampus ITS, Keputih Sukolilo Surabaya 60111  
Email: [edi\\_haryono@ppns.ac.id](mailto:edi_haryono@ppns.ac.id)

### Abstrak

Seiring dengan pesatnya perkembangan sarana transportasi dan aktivitas industri di Indonesia dari tahun ke tahun menyebabkan kebutuhan bahan bakar semakin meningkat. Salah satu sarana transportasi yang kian berkembang adalah sektor perkapalan, dimana perkapalan termasuk dalam moda transportasi laut. Sebagaimana yang kita ketahui bahwa sebagian besar kapal menggunakan motor diesel berbahan bakar utama solar. Solar merupakan minyak bumi yang persediaannya semakin menipis seiring dengan meningkatnya kebutuhan bahan bakar. Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui ketersediaannya. Biodiesel merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan, yang dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor diantaranya digunakan pada semua jenis motor diesel, khususnya pada motor diesel kapal. Keunggulan dari biodiesel adalah bersifat biodegradable, tidak beracun, dan memiliki emisi yang lebih sedikit daripada dari minyak diesel yang berbasis minyak bumi ketika dibakar. Biodiesel terbuat dari minyak nabati yang berasal dari sumber daya yang dapat diperbaharui. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan multi *Feedstock* biodiesel dengan bahan dasar multi *Feedstock* 1 (minyak kelapa sawit, minyak kemiri, dan minyak jagung), multi *Feedstock* 2 (minyak kelapa sawit, minyak zaitun dan minyak canola) dan multi *Feedstock* 3 (minyak kelapa sawit, minyak kelapa dan minyak jelantah) yang akan dicampurkan dengan minyak diesel (solar) sehingga menjadi bahan bakar B20 multi *Feedstock*. Bahan bakar variasi B20 multi *Feedstock* tersebut diuji cobakan ke motor diesel marine two-stroke untuk mendapatkan data unjuk kerja. Hasil uji karakteristik bahan bakar nilai kalori paling tinggi B20 Multi *Feedstock* 2, nilai viskositas paling rendah B20 Multi *Feedstock* 2, nilai flash point paling rendah B20 Multi *Feedstock* 2 dan nilai cetane number paling tinggi B20 Multi *Feedstock* 3. Dari hasil uji karakteristik bisa diambil kesimpulan yang mempunyai karakteristik bahan bakar yang baik adalah B20 Multi *Feedstock* 2. Hasil analisa unjuk kerja yang paling optimum dari ketiga bahan bakar B20 Multi *Feedstock* 1, 2 dan 3 baik ditinjau dari daya motor, torsi motor dan Brake Specific Fuel Consumption (BSFC) adalah B20 Multi *Feedstock* 1. Melihat fenomena hasil uji karakteristik dan uji unjuk kerja, peneliti mengambil kesimpulan bahwa uji karakteristik bahan bakar tidak sebatas hanya item nilai kalori, viskositas, flash point dan cetane number. Idealnya hasil uji karakteristik bahan bakar dan hasil uji analisa unjuk kerja menghasilkan rekomendasi komposisi bahan bakar yang sama

Kata kunci: B20 Multi *Feedstock* 1, B20 Multi *Feedstock* 2, B20 Multi *Feedstock* 3, Karakteristik Bahan Bakar, Unjuk Kerja, Motor Diesel.

### Abstract

Along with the rapid development of transportation facilities and industrial activities in Indonesia from year to year, the demand for fuel is increasing. One means of transportation that is increasingly developing is the shipping sector, where shipping is included in the mode of sea transportation. As we know that most of the ships use diesel *Engines* with diesel as the main fuel. Solar is petroleum whose supply is dwindling along with the increasing demand for fuel. Biodiesel is an alternative fuel that can be renewed. Biodiesel is an environmentally friendly fuel, which can be used as fuel for motorized vehicles, including being used in all types of diesel *Engines*, especially ship diesel *Engines*. The advantages of biodiesel are that it is biodegradable, non-toxic, and has fewer emissions than petroleum-based diesel oil when burned. Biodiesel is made from vegetable oil that comes from renewable resources. In this study, a comparison of multi *Feedstock* biodiesel with the basic ingredients of multi *Feedstock* 1 (palm oil, hazelnut oil, and corn oil), multi *Feedstock* 2 (palm oil, olive oil and canola oil) and multi *Feedstock* 3 (palm oil, coconut oil and used cooking oil) which will be mixed with diesel oil (diesel) to become B20 multi *Feedstock* fuel. The multi-*Feedstock* B20 fuel was tested on a two-stroke marine diesel *Engine* to obtain performance data. The results of the fuel characteristic test have the highest calorific value B20 Multi *Feedstock* 2, the lowest viscosity value B20 Multi *Feedstock* 2, the lowest flash point value B20 Multi *Feedstock* 2 and the highest cetane number value B20 Multi *Feedstock* 3. From the characteristic test results it can be concluded which has good fuel characteristics is B20 Multi *Feedstock* 2. The results of the most optimum performance analysis of the three fuels B20 Multi *Feedstock* 1, 2 and 3 both in terms of motor power, motor torque and Brake Specific Fuel Consumption (BSFC) is B20 Multi *Feedstock* 1. Seeing the phenomenon of the results of the characteristic test and the performance test, the researchers concluded that the fuel characteristic test was not limited to calorific value, viscosity, flash point and cetane number items. Ideally, the fuel characteristic test results and performance analysis test results produce the same fuel composition recommendations

Keywords: B20 Multi *Feedstock* 1, B20 Multi *Feedstock* 2, B20 Multi *Feedstock* 3, Fuel Characteristics, Performance, Motor Diesel.

## 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 [1]. 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 terbaharukan atau *unrenewable energy* yang berarti energi jenis ini dapat habis pada suatu waktu.

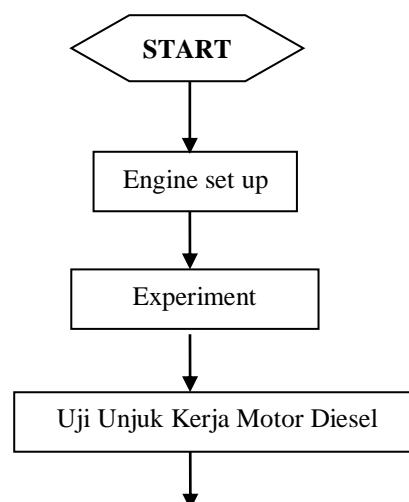
Produksi minyak dunia diperkirakan telah mencapai puncaknya pada tahun 2000, ini berarti bahwa eksplorasi minyak bumi sudah maksimal dan selanjutnya akan mengalami penurunan. Ini akan menyebabkan dalam kurun waktu 20 tahun produksi minyak dunia akan kembali seperti pada tahun 1980-an (*OPEC, 2009*) [2]. Di lain pihak ketergantungan terhadap minyak bumi pada waktu yang sama akan terus meningkat akibat penambahan 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 penggunaan multi *Feedstock* biodiesel

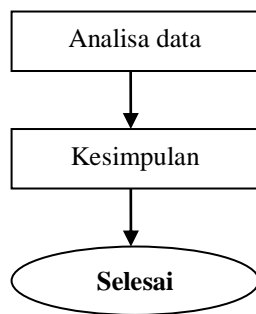
pada marine diesel *Engine* di kapal. Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan multi *Feedstock* biodiesel dengan bahan dasar multi *Feedstock* 1(*minyak kelapa sawit, minyak kemiri, dan minyak jagung*), multi *Feedstock* 2(*minyak kelapa sawit, minyak zaitun dan minyak canola*) dan multi *Feedstock* 3(*minyak kelapa sawit, minyak kelapa dan minyak jelantah*) yang akan dicampurkan dengan minyak diesel (*solar*) sehingga menjadi bahan bakar B20 multi *Feedstock* [4].

Bahan bakar multi *Feedstock* akan diuji cobakan ke motor diesel marine two-stroke untuk mendapatkan data unjuk kerja. Metode yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah metode eksperimental. Pengujian dilakukan dengan melakukan eksperimen pada variasi B20 bahan bakar multi *Feedstock*. 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 bsfc [3].

## 2. METODE

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 menyetup *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 [6]. 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 2 langkah 4 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 unjuk kerja dari motor diesel dengan menggunakan bahan bakar konvensional yaitu minyak solar (*HSD*). Diharapkan data yang dihasilkan dari percobaan ini dapat digunakan sebagai data pembanding dengan data yang dihasilkan pada *experiment* dengan B20 Multi *Feedstock* Biodiesel.

c) *Experiment*.

*Experiment* ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja *Engine* dengan pemakaian biodiesel sebagai bahan bakar dengan variasi B20 bahan bakar Multi *Feedstock* Biodiesel yang digunakan. Percobaan dilakukan pada variable speed pada constand load (*Simulasi Balast Load*). Beban konstan/constand load disini adalah beban konstan yang dihasilkan dari oleh beban simulator pada Automatic Marine Diesel *Engine*.

d) Unjuk kerja motor diesel.

Pada tahap ini dilakukan uji coba pengoperasian motor diesel dengan menggunakan bahan bakar Multi *Feedstock* Biodiesel 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 yang menggunakan multi *Feedstock* biodiesel. Parameter unjuk kerja yang akan diamati adalah daya mesin, torsi dan sfoc.

e) Analisa data.

Data hasil yang ingin diketahui adalah sebagai berikut:

- Karakteristik B20 multi *Feedstock* biodiesel dari bahan dasar multi *Feedstock* 1,2 dan 3.
- Unjuk kerja motor diesel dengan pemakaian B20 multi *Feedstock* biodiesel dari bahan dasar multi *Feedstock* 1, 2 dan 3.

**2.3 Motor Diesel**



**Gambar 2.** Detroid Diesel Allison Dir. GMC

<b>Specification</b>	
<b>Engine</b>	
Type	2 Cycle, Detroid Diesel Allison Dir. GMC, USA
Bore(Inches)	4,25
Bore(mm)	108
Stroke(Inches)	5
Stroke(mm)	127
Total Displacement Cubic(Inches)	284
Total Displacement Cubic(Lietres)	4,46
Number of Cylinder	4
Firing Order – RH Rotation	1-3-4-2
Firing Order – LH Rotation	1-2-4-3
Number of Main Bearing	5
Horse power	100
<b>Dynamometer</b>	
Type	ATS 225 M A 4, Nuova Saccardo Motori a.r.l, Italy
Rating	Continous
Output	62 KVA

Voltage	440 Volt
Ampere	68,2 A
Number of Phase	3 0
Cycles	60 Hz
Speed	1800 rpm
Cos $\phi$	0,8

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Pembuatan B20 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 1(Minyak Kelapa Sawit, Minyak Kemiri, dan Minyak Jagung), Multi Feedstock 2 (Minyak Kelapa Sawit, Minyak Zaitun dan Minyak Canola) dan Multi Feedstock 3(Minyak Kelapa Sawit, Minyak Kelapa dan Minyak Jelantah) yang direaksikan dengan alkohol untuk membentuk alkil ester dengan bantuan katalis. Jenis alkohol yang digunakan yaitu methanol dan dibantu dengan katalis H2SO4. 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 80 % Solar dan 20 % *Multi Feedstock Biodiesel* yang menghasilkan komposisi B20.



Gambar 3. Proses Pemisahan Gliserol dan Biodiesel

### 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 *Multi-Feedstock Biodiesel*. Hasil uji karakteristik bahan bakar dapat di lihat di tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Karakteristik masing – masing bahan bakar.

Bahan	Properties	Nilai	Unit
B20 Multi Feedstock 1	Nilai kalori	10.624	Cal/gr
	Viskositas	2,48	@40°C (cst)
	Flash point	63	°C
	Cetane number	68,3	
B20 Multi Feedstock 2	Nilai kalori	10.643	Cal/gr
	Viskositas	2,42	@40°C (cst)
	Flash point	62	°C
	Cetane number	67,8	
B20 Multi Feedstock 3	Nilai kalori	10.612	Cal/gr
	Viskositas	2,55	@40°C (cst)
	Flash point	64	°C
	Cetane number	69	
Pertamina dex	Nilai kalori	10.401	Cal/gr
	Viskositas	3,39	@40°C

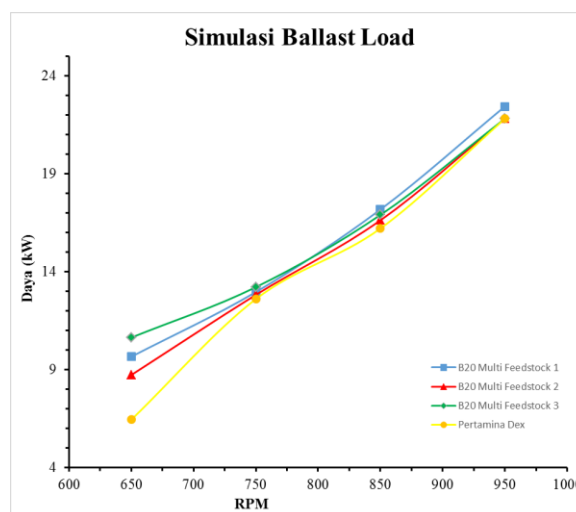
	(cst)
Flash point	98 °C
Cetane number	53

### 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 *B20 Multi Feedstock 1*, *B20 Multi Feedstock 2* dan *B20 Multi Feedstock 3* serta untuk pembandingan diuji cobakan juga bahan bakar minyak solar 100% memakai merk dagang *pertamina dex*.

### 3.4 Hasil dan analisa daya motor pada beban Simulasi Balast Load.

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.

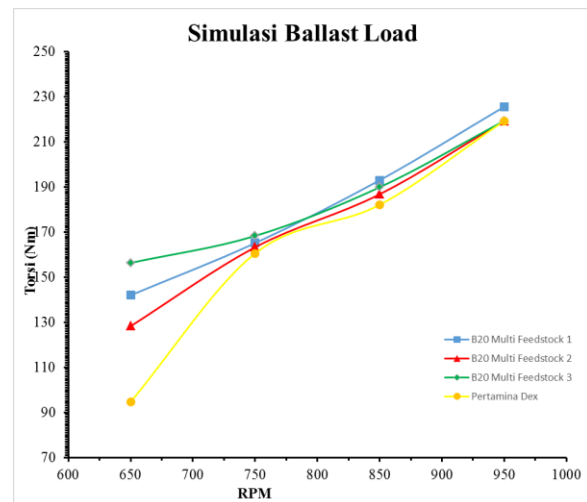


Gambar 3. Grafik putaran (rpm) vs PE (Watt) pada beban Simulasi Balast Load

Grafik daya vs rpm, kita akan menganalisa daya mesin (PE) sebagai fungsi putaran motor (RPM) pada kondisi simulasi balast load. Pada penggunaan bahan bakar B20 Multi *Feedstock* 1, B20 Multi *Feedstock* 2, B20 Multi *Feedstock* 3 dan minyak solar(HSD) pertamina dex pada kondisi balast load menunjukkan bahwa pada putaran 650 rpm yang mempunyai daya yang paling tinggi adalah B20 Multi *Feedstock* 3. Kalau kita melihat *trendline* daya masing – masing bahan bakar, *trendline* daya B20 Multi *Feedstock* 1, B20 Multi *Feedstock* 2, B20 Multi *Feedstock* 3 dan minyak solar(HSD) pertamina dex semuanya mengalami kenaikan. Kalau kita melihat pada putaran 650 rpm sampai 750 rpm *trendline* daya masing – masing bahan bakar dari paling kecil ke paling tinggi berturut – turut adalah minyak solar (HSD) pertamina dex, B20 Multi *Feedstock* 2, B20 Multi *Feedstock* 1, dan B20 Multi *Feedstock* 3. Dan pada putaran diatas 750 rpm sampai 950 rpm *trendline* daya masing – masing bahan bakar dari paling kecil ke paling tinggi berturut – turut adalah minyak solar (HSD) pertamina dex, B20 Multi *Feedstock* 2, B20 Multi *Feedstock* 3 dan B20 Multi *Feedstock* 1. Dari keempat bahan bakar B20 Multi *Feedstock* 1, B20 Multi *Feedstock* 2, B20 Multi *Feedstock* 3 dan minyak solar (HSD) pertamina dex, kalau kita melihat dari *trendline* daya mesin pada eksperimen kondisi simulasi balast load ini yang menghasilkan daya rata – rata paling tinggi adalah B20 Multi *Feedstock* 1.

### 3.5 Hasil dan analisa torsi motor pada beban Simulasi Balast Load.

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:



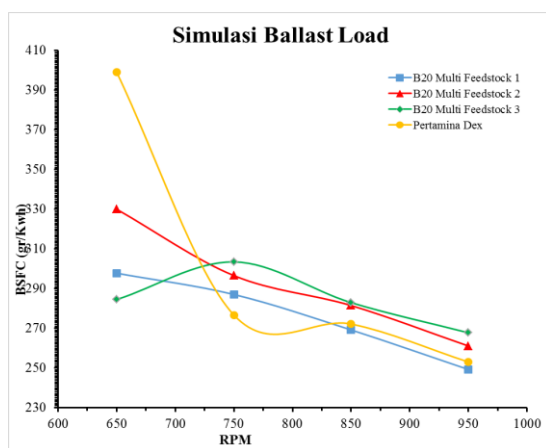
**Gambar 4.** Grafik putaran(rpm) vs Torsi(Nm) pada beban Simulasi Balast Load

Dari gambar 4. grafik torsi vs rpm, kita akan menganalisa torsi mesin sebagai fungsi putaran motor(RPM) pada kondisi simulasi balast load. Pada penggunaan bahan bakar B20 Multi *Feedstock* 1, B20 Multi *Feedstock* 2, B20 Multi *Feedstock* 3 dan minyak solar (HSD) pertamina dex pada kondisi balast load menunjukkan bahwa pada putaran 650 rpm yang mempunyai torsi yang paling tinggi adalah B20 Multi *Feedstock* 3. Kalau kita melihat *trendline* daya masing – masing bahan bakar, *trendline* daya B20 Multi *Feedstock* 1, B20 Multi *Feedstock* 2, B20 Multi *Feedstock* 3 dan minyak solar(HSD) pertamina dex semuanya mengalami kenaikan. Kalau kita melihat pada putaran 650 rpm sampai 750 rpm *trendline* torsi masing – masing bahan bakar dari paling kecil ke paling tinggi berturut – turut adalah minyak solar (HSD) pertamina dex, B20 Multi *Feedstock* 2, B20 Multi *Feedstock* 1, dan B20 Multi *Feedstock* 3. Dan pada putaran diatas 750 rpm sampai 950 rpm *trendline* torsi masing – masing bahan bakar dari paling kecil ke paling tinggi berturut – turut adalah minyak solar(HSD) pertamina dex, B20 Multi *Feedstock* 2, B20 Multi *Feedstock* 3 dan B20 Multi *Feedstock* 1. Dari keempat bahan bakar B20 Multi *Feedstock* 1, B20 Multi *Feedstock* 2, B20 Multi *Feedstock* 3 dan minyak solar (HSD) pertamina dex, kalau kita melihat dari *trendline* torsi mesin pada eksperimen kondisi simulasi balast load

ini yang menghasilkan torsi rata – rata paling tinggi adalah B20 Multi *Feedstock* 1.

### 3.6 Hasil dan analisa BSFC pada beban Simulasi Balast Load.

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 2000 Watt, Tekanan Injektor 130 Bar

Grafik rpm vs bsfc, kita akan menganalisa bsfc sebagai fungsi putaran motor pada kondisi simulasi balast load. Pada penggunaan bahan bakar B20 Multi *Feedstock* 1, B20 Multi *Feedstock* 2, B20 Multi *Feedstock* 3 dan minyak solar (HSD) pertamina dex pada kondisi beban simulasi balast load menunjukkan bahwa pada putaran 650 rpm yang mempunyai bsfc paling rendah adalah B20 Multi *Feedstock* 3 baru disusul B20 Multi *Feedstock* 1, B20 Multi *Feedstock* 2 dan yang mempunyai bsfc paling tinggi adalah minyak solar (HSD) pertamina dex. Kalau kita melihat *trendline* masing – masing bahan bakar, *trendline* bsfc putaran 750 rpm sampai 950 rpm mengalami penurunan. Pada putaran 750 rpm sampai 850 rpm yang mempunyai

bsfc paling rendah adalah minyak solar (HSD) pertamina dex, B20 Multi *Feedstock* 1 baru disusul B20 Multi *Feedstock* 2 dan yang mempunyai bsfc paling tinggi adalah B20 Multi *Feedstock* 3. Pada putaran 850 rpm sampai 950 rpm yang mempunyai bsfc paling rendah adalah B20 Multi *Feedstock* 1, minyak solar (HSD) pertamina dex, baru disusul B20 Multi *Feedstock* 2 dan yang mempunyai bsfc paling tinggi adalah B20 Multi *Feedstock* 3. Kalau dilihat *trendline* bahan bakar pada putaran 650 rpm sampai 950 rpm B20 Multi *Feedstock* 1 mempunyai bsfc paling rendah kecuali pada pada putaran 750 rpm sampai 850 rpm minyak solar (HSD) pertamina dex mempunyai kecenderungan mempunyai nilai bsfc lebih rendah.

## 4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan eksperimen dalam pengujian terhadap uji unjuk kerja motor diesel, untuk bahan bakar B20 Multi *Feedstock* 1, B20 Multi *Feedstock* 2 dan B20 Multi *Feedstock* 3 maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Hasil uji karakteristik bahan bakar nilai kalori paling tinggi B20 Multi *Feedstock* 2, nilai viskositas paling rendah B20 Multi *Feedstock* 2, nilai flash point paling rendah B20 Multi *Feedstock* 2 dan nilai cetane number paling tinggi B20 Multi *Feedstock* 3. Dari hasil uji karakteristik bisa diambil kesimpulan yang mempunyai karakteristik bahan bakar yang baik adalah B20 Multi *Feedstock* 2. Hasil analisa unjuk kerja yang paling optimum dari ketiga bahan bakar B20 Multi *Feedstock* 1, 2 dan 3 baik ditinjau dari daya motor, torsi motor dan *Brake Specific Fuel Consumption (BSFC)* adalah B20 Multi *Feedstock* 1. Melihat fenomena hasil uji karakteristik dan uji unjuk kerja, peneliti mengambil kesimpulan bahwa uji karakteristik bahan bakar tidak sebatas hanya item nilai kalori, viskositas, *flash point* dan cetane number. Idealnya hasil uji karakteristik bahan bakar dan hasil uji analisa unjuk kerja menghasilkan

rekomendasi komposisi bahan bakar yang sama.

### 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.

### 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mariel E.Flood, Mary P.Connolly, Michael C.Comiskey, Amber M.Hupp “*Evaluation of single and multi-Feedstock biodiesel – diesel blends using GCMS and chemometric methods*” Fuel Elsevier Volume 186, 15 December 2016, Pages 58-67.
- [2] Mohammad Anwar. “Biodiesel *Feedstocks* selection strategies based on economic, technical, and sustainable aspects.”. Fuel Elsevier Volume 283, 1 January 2021, 119204.
- [3] Kidakarn Nookwama, Benjamas Cheirsilpa, Wageeporn 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..
- [4] 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.
- [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] Haris Sohibul Kirom, M., Shah, M., Haryono, E., “Analisa Unjuk Kerja Two Stroke Marine Diesel *Engine* Berbahan Bakar Campuran Minyak Solar dan Biodiesel Minyak Kelapa pada Beban Simulator Full Load”. Proceeding 3 rd Conference on Marine *Engineering* and Its Application Program Studi D4 Teknik Permesinan Kapal-Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. (2020).