

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*

Edi Haryono¹, Raden Dimas Endro Witjonarko²

^{1,2}Jurusan Teknik Pernesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Kampus ITS, Keputih Sukolilo Surabaya 60111

¹Email: kadir.me97@gmail.com

Abstrack

Berbagai penelitian telah dilakukan dalam usaha-usaha menemukan sumber energi alternatif terbarukan, salah satu diantaranya adalah penggunaan bahan bakar nabati untuk mensubstitusi bahan bakar fosil. Sumber minyak nabati ini bisa digunakan langsung atau bisa juga dikombinasikan dengan bahan bakar fosil yang sudah ada seperti yang sudah kita kenal sebagai disebut sebagai biofuel. Biofuel biasanya disebut bioethanol yang digunakan pada motor bakar bensin dan biodiesel yang bisa digunakan pada motor bakar diesel. Salah satu energi alternatif diantaranya adalah biodiesel dari minyak jelantah. Biodiesel umumnya digunakan sebagai substitusi bahan bakar fosil dengan cara dicampurkan dengan rasio tertentu. Pencampuran dilakukan agar biodiesel dapat digunakan pada motor diesel tanpa perlu modifikasi. Pada penelitian ini biodiesel dari minyak jelantah dicampur dengan HSD dengan merk dagang pertamina dex dengan rasio prosentase 10%, 20%, 30%. Karakteristik biodiesel minyak jelantah yang dicampur dengan HSD mempunyai nilai *flash point* 176°C, viskositas@40°C sebesar 8,09 cst dan nilai kalori 9325 Cal/gr. Semakin tinggi prosentase biodiesel minyak jelantah yang ditambahkan pada minyak solar(HSD) menyebabkan kenaikan viskositas yaitu pada B10 2,90 cst, B20 3,23 cst, dan B30 3,71 cst dan untuk nilai kalori dan *flash point* mengalami penurunan yaitu B10 10.764 Cal/gr, B20 10.657 Cal/gr, B30 10.450 Cal/gr dan B10 77 °C, B20 79 °C dan B30 85 °C. Bahan bakar campuran tersebut diuji cobakan pada motor diesel untuk mengetahui karakteristik unjuk kerjanya. *Eksperiment* dilakukan dengan variasi putaran pada kondisi beban simulator *full load*. Beban simulator *full load* adalah beban simulasi keadaan kapal dengan muatan penuh. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan berdasarkan uji karakteristik properties dan *eksperiment* yang dilakukan pada masing – masing bahan bakar maka komposisi bahan bakar campuran yang memberikan unjuk kerja terbaik pada kondisi beban simulator *full load* adalah B30 pada putaran 900 rpm keatas dan B10 pada putaran 600 rpm sampai 900 rpm.

Kata kunci - Biodiesel minyak jelantah, HSD, karakteristik biodiesel, unjuk kerja, motor diesel.

Abstract

Various studies have been conducted in efforts to find renewable alternative energy sources, one of which is the use of biofuels to substitute fossil fuels. These vegetable oil sources can be used directly or can be combined with existing fossil fuels as we know them as biofuels. Biofuel is usually called bioethanol used in gasoline and biodiesel fuel that can be used on diesel fuel motor. One of the alternative energy is biodiesel from cooking oil. Biodiesel is commonly used as a substitute for fossil fuels by mixing with a certain ratio. Mixing is done so biodiesel can be used on diesel motor without modification. In this study biodiesel from cooking oil mixed with HSD with trademark pertamina dex with ratio percentage 10%, 20%, 30%. Characteristics of cooking oil biodiesel mixed with HSD have flash point value 176°C, viscosity @ 40°C of 8.09 cst and calorific value 9325 Cal / gr. The higher percentage of cooking oil biodiesel added to diesel oil (HSD) caused a rise in viscosity in B10 2.90 cst, B20 3.23 cst, and B30 3.71 cst and for calorie and flash point values decreased ie B10 10.764 Cal / gr, B20 10.657 Cal / gr, B30 10.450 Cal / gr and B10 77 °C, B20 79 °C and B30 85 °C. Mixed fuel is tested on diesel motor to know the characteristics of performance. Experiment is done with variation of rotation at full load simulator condition. Full load simulator load is a full load vessel simulation load. Thus it can be deduced based on property characteristic test and experiment conducted on each fuel, the composition of mixed fuel that gives the best performance in full load simulator condition is B30 at 900 rpm up and B10 at 600 rpm to 900 rpm.

Keywords - Biodiesel of cooking oil, HSD, biodiesel characteristics, performance, diesel motor.

1. PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang ini kebutuhan terhadap bahan bakar cair semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh pertambahan jumlah penduduk yang disertai dengan peningkatan kesejahteraan masyarakat, yang tentunya berdampak pada makin meningkatnya kebutuhan akan sarana transportasi dan aktivitas industri. Sedangkan bahan bakar

minyak bumi, yang merupakan sumber bahan bakar utama, semakin hari pengadaannya semakin terbatas. Karena minyak bumi merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui, maka meningkatnya penggunaan bahan bakar ini akan mengakibatkan cadangan minyak bumi terus berkurang dan suatu saat pasti akan habis.

Motor diesel banyak diaplikasikan pada berbagai area karena efisiensinya yang tinggi serta memiliki ketahanan (*durability*), kepercayaan (*reliability*) yang lebih baik bila dibandingkan dengan beberapa penggerak mula yang lain[3]. Namun disisi lain, dengan berbagai keunggulannya, diesel *engine* yang memakai bahan bakar konvensional, juga dikenal sebagai penghasil polusi udara yang tinggi pula. Persediaan bahan bakar fosil sangat terbatas, dan lambat laun akan habis; Indonesia misalnya, cadangan minyak buminya akan diperkirakan habis hanya dalam beberapa dekade kedepan. Untuk itulah, mulai sekarang sudah seharusnya dimulai pemikiran untuk mencari bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak bumi.

Indonesia yang masa lalu dikenal sebagai salah satu negara pengekspor minyak bumi juga diperkirakan akan impor bahan bakar minyak pada 10 tahun mendatang; karena produksi dalam negeri tidak dapat lagi memenuhi permintaan pasar yang meningkat dengan cepat. Perkiraan ini terbukti dengan seringnya terjadi kelangkaan BBM di beberapa daerah di Indonesia pada saat ini. Peningkatan konsumsi energi tidak hanya disebabkan oleh semakin berkembangnya sektor industri namun juga untuk keperluan kendaraan bermotor yang dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Sementara itu cadangan minyak bumi dunia semakin menipis [1]. Banyak upaya yang telah dilakukan untuk menghadapi krisis energi ini, diantaranya adalah dengan memanfaatkan sumber energi dari matahari, batubara dan nuklir.

Cara lainnya adalah dengan melakukan berbagai penelitian untuk menemukan teknologi baru penghasil energi berbahan bakar alternatif yang terbarui(*renewable energy*) dan ramah lingkungan. Salah satu bentuk energi ini adalah biodiesel yang merupakan bahan bakar pengganti minyak solar(*HSD*) pada mesin diesel. Biodiesel dapat dibuat dari minyak nabati yang diperoleh dari tanaman seperti minyak sawit, jarak pagar, minyak kelapa, minyak kedelai, biji-bijian dll[1]. Pada penelitian ini akan dilakukan penelitian

terhadap biodiesel yang menggunakan campuran minyak nabati berupa minyak jelantah.

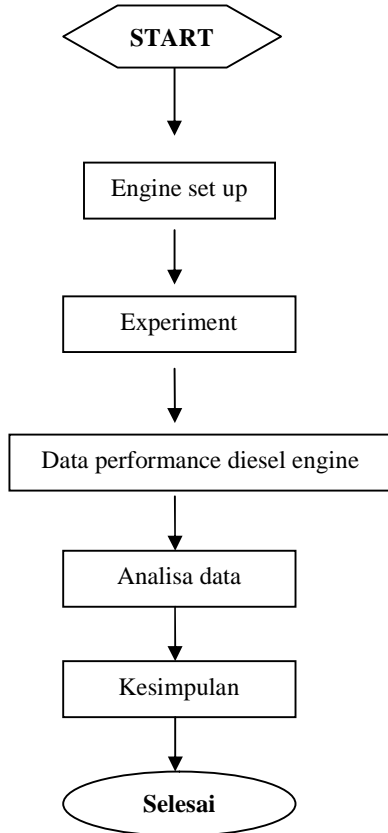
Umumnya biodiesel dari minyak nabati dicampur dengan minyak solar(*HSD*) dengan perbandingan tertentu, untuk dapat digunakan dalam mesin diesel konvensional tanpa perlu modifikasi atau perlakuan khusus. Pada penelitian ini, biodiesel dari metil ester minyak jelantah akan disubstitusikan ke minyak solar(*HSD*) dengan variasi prosentase tertentu, kemudian diuji karakteristik propertiesnya.

Karakteristik biodiesel tersebut kemudian dibandingkan dengan standard biodiesel ASTM untuk mengetahui kelayakannya untuk digunakan di mesin diesel konvensional. Selanjutnya bahan bakar biodiesel tersebut diuji cobakan ke mesin diesel untuk mendapatkan data unjuk kerja. Uji coba dilaksanakan pada beberapa kondisi pembebanan, untuk mendapatkan gambaran karakteristik unjuk kerja motor diesel berbahan bakar biodiesel campuran metil ester dari minyak jelantah dengan minyak solar(*HSD*). Parameter unjuk kerja yang akan diamati adalah daya mesin, torsi, *s_{foc}* dan efisiensi *thermal*.

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 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 performance dari motor diesel yang diinginkan. *Engine* yang digunakan ini sudah lama digunakan sehingga prestasinya sudah bergeser, sehingga perlu pengujian khusus. Apabila performancenya dapat diketahui maka kita dapat membandingkan dari bahan bakar yang dipergunakan dengan patokan jelas. Setelah semua diketahui maka baru eksperimen untuk mempelajari performance motor diesel dapat dimulai. Untuk lebih jelasnya *flowchart* pengerjaan

penelitian 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 pembandingan dengan data yang dihasilkan pada *experiment* dengan B10, B20, B30.

c) Komposisi bahan bakar.

Efek pemakaian biodiesel pada motor diesel, tidak hanya terbatas pada pemakaian biodiesel untuk menggantikan bahan bakar konvensional secara total, namun juga terhadap pencampuran biodiesel dengan bahan bakar konvensional pada berbagai variasi. Pada *experiment* disini menggunakan komposisi biodiesel 10%, 20%, 30% atau B10, B20, B30.

d) *Experiment.*

Experiment ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja *engine* dengan pemakaian biodiesel sebagai bahan bakar dengan berbagai variasi bahan bakar yang digunakan. Percobaan dilakukan pada variable speed pada constand *full load*.

2.2 Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan dalam eksperimen ini adalah minyak solar(HSD) pertamina dex. Sedangkan biodiesel yang digunakan sebagai campuran yaitu biodiesel minyak jelantah. Bahan bakar yang berasal dari minyak solar(HSD) pertamina dex

digunakan sebagai bahan pembanding dalam pengujian eksperimen motor diesel. Dalam uji karakteristik biodiesel akan diamati sifat-sifat fisik dari biodiesel dan campurannya.

Pengujian unjuk kerja motor diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel campuran B10, B20, B30. *Experiment* ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja *engine* dengan pemakaian biodiesel sebagai bahan bakar dengan berbagai variasi bahan bakar yang digunakan. Percobaan dilakukan pada variable speed pada constand *full load*.

2.3 Motor Diesel



Gambar 2. *Detroid Diesel Allison Dir. GMC*

Tabel 1. Spesifikasi Maesin

SPECIFICATION	
ENGINE	
Type	2 Cycle, <i>Detroid Diesel Allison Dir. GMC, USA</i>
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	1-3-4-2
Rotation	
Firing Order – LH	1-2-4-3
Rotation	
Number of Main Bearing	5
Horse power	100
DYNAMOMETER	
Type	ATS 225 M A 4, <i>Nuova Saccardo Motori a.r.l, Italy</i>
Rating	Continous
Output	62 KVA
Voltage	440 Volt

<i>Ampere</i>	68,2 A
<i>Number of Phase</i>	3 0
<i>Cycles</i>	60 Hz
<i>Speed</i>	1800 rpm
<i>Cos</i>	0,8

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

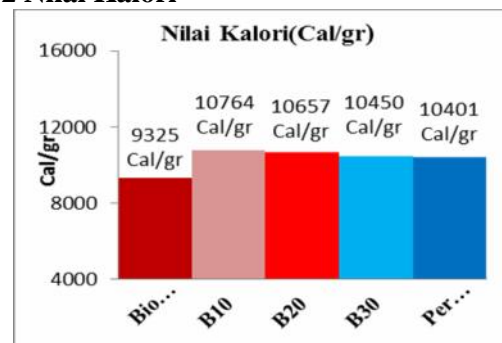
3.1 Karateristik Bahan Bakar

Tahap selanjutnya adalah dilakukan uji properties biodiesel minyak jelantah, B10, B20, B30 dan minyak solar (HSD) dengan merk dagang pertamina dex di laboratorium. Hasil uji karateristik bahan bakar dapat di lihat di tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Karateristik masing – masing bahan bakar.

Bahan	Properties	Nilai	Unit
Biodiesel	Nilai kalori	9325	Cal/gr
minyak Jelantah	Viskositas	8,09	@40 ⁰ C (cst)
	Flash point	176	⁰ C
B10	Nilai kalori	10.764	Cal/gr
	Viskositas	2,90	@40 ⁰ C (cst)
	Flash point	77	⁰ C
B20	Nilai kalori	10.657	Cal/gr
	Viskositas	3,23	@40 ⁰ C (cst)
	Flash point	79	⁰ C
B30	Nilai kalori	10.450	Cal/gr
	Viskositas	3,71	@40 ⁰ C (cst)
	Flash point	85	⁰ C
Pertamina dex	Nilai kalori	10.401	Cal/gr
	Viskositas	3,39	@40 ⁰ C (cst)
	Flash point	98	⁰ C

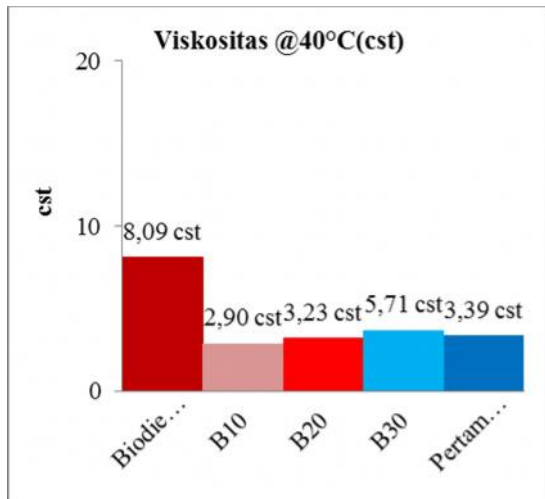
3.2 Nilai Kalori



Gambar 3. Perbandingan nilai kalori bahan bakar

Nilai kalori pada penelitian biodiesel minyak jelantah ini sebesar 9325 Cal/gr. Nilai kalori biodiesel ini relatif jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai kalori bahan bakar *minyak solar(HSD) pertamina dex* yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebesar 10401 Cal/gr. Perbandingan dengan hasil nilai kalor pengujian laboratorium bahan bakar B10, B20, dan B30, nilai kalori biodiesel minyak jelantah masih relatif lebih rendah dibandingkan dengan B10, B20, dan B30. Hal ini karena biodiesel minyak jelantah yang dicampurkan pada *minyak solar(HSD) pertamina dex* memiliki nilai kalori yang lebih rendah. Sehingga pada saat dicampur dengan *minyak solar(HSD) pertamina dex* nilai kalori dari bahan bakar campurannya menjadi lebih rendah dari pada nilai kalori bahan bakar *minyak solar(HSD) pertamina dex*, akan tetapi tetap lebih tinggi daripada nilai kalori biodiesel minyak jelantah.

3.3 Nilai Viskositas

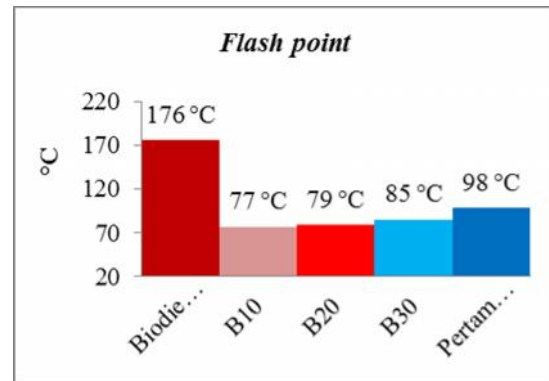


Gambar 4. Perbandingan viskositas bahan bakar

Viskositas adalah tahanan alir cairan akibat gesekan internal dari salah satu bagian dari fluida bergerak diatas yang lain. Berdasarkan dua standart yaitu standard SNI 04-182-2006 dan ASTM D 455 nilai viskositas biodiesel berkisar 2,3 cst – 6 cst dan 1,9 cst – 6 cst. Viskositas biodiesel minyak jelantah yang

belum masuk SNI atau ASTM perlu diturunkan kembali karena viskositas yang tinggi dapat menyulitkan pompa bahan bakar mengalirkan bahan bakar ke ruang bakar. Rendahnya aliran bahan bakar akan menyulitkan terjadinya atomisasi bahan bakar yang baik. Hal ini akan menyebabkan peningkatan deposit, penetrasi semprot bahan bakar dan emisi gas buang mesin[2]. Pada viskositas bahan bakar campuran B10, B20, dan B30 nilai viskositas sudah memenuhi standart SNI atau ASTM. Secara berurutan nilai viskositas B10, B20, dan B30 adalah 2,90 cst, 3,23 cst dan 5,71 cst yang bisa dilihat pada gambar 4 diatas.

3.4 Nilai Flash Point



Gambar 5. Perbandingan flash point bahan bakar

Flash point atau titik nyala menunjukkan temperatur terendah yang harus dicapai oleh suatu bahan bakar agar dapat menyala. Nilai hasil pengujian pada penelitian ini menunjukkan bahwa nilai *flash point* biodiesel minyak jelantah sebesar 176⁰C. Berdasarkan standart SNI 04-182-2006 dan ASTM D 93 nilai *flash point* biodiesel minimal 100⁰C dan 93⁰C. Nilai *flash point* bahan bakar campuran B10, B20, B30 adalah 77⁰C, 79⁰C, 85⁰C dan berdasarkan standart diatas berarti *flash point* bahan bakar campuran memenuhi syarat sebagai bahan bakar.

Nilai *flash point* yang tinggi menunjukkan bahwa biodiesel minyak jelantah tidak mudah terbakar. Bahan bakar yang memiliki *flash point* tinggi akan lebih mudah dalam hal

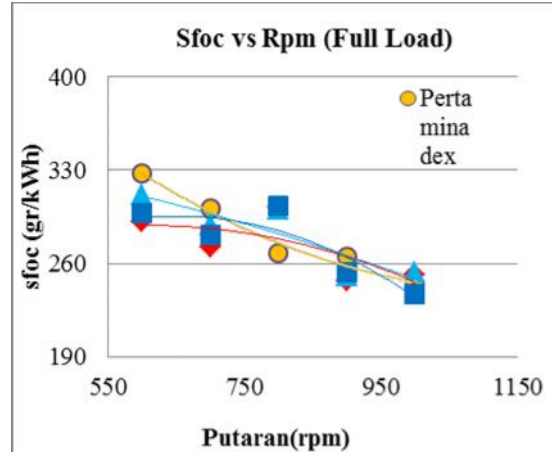
penanganan dan penyimpanan. Akan tetapi *flash point* yang tinggi juga mempengaruhi proses pembakaran (*combustion process*) di ruang bakar motor diesel. Karakteristik pembakaran yang terjadi akan mempengaruhi konsumsi bahan bakar dan daya motor yang dihasilkan oleh motor yang dihasilkan oleh motor diesel yang menggunakan bahan bakar tersebut.

3.5 Analisa Unjuk Kerja Motor Diesel

Analisa unjuk kerja motor diesel yang dibahas adalah konsumsi bahan bakar, daya motor, torsi, dan efisiensi thermal. Pengujian unjuk kerja motor diesel dilakukan dengan menggunakan bahan bakar campuran B10 (*biodiesel minyak jelantah 10% dan minyak solar 90%*), B20 (*biodiesel minyak jelantah 20% dan minyak solar 80%*), B30 (*biodiesel minyak jelantah 30% dan minyak solar 70%*) serta untuk perbandingan diuji cobakan juga bahan bakar *minyak solar 100% memakai merk dagang Pertamina dex*. Penggunaan tiga campuran yang berbeda dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana perbedaan karakteristik unjuk kerja motor diesel jika jumlah biodiesel minyak jelantah yang ditambahkan pada minyak solar dalam jumlah yang berbeda.

3.5.1 Hasil dan analisa SFOC pada kondisi beban simulator full load

Untuk mengetahui seberapa besar konsumsi bahan bakar suatu motor diesel, kita harus mengenal dulu apa yang dinamakan *Specific Fuel Oil Consumption (SFOC)*. SFOC adalah laju aliran berat bahan bakar yang digunakan untuk memproduksi satu unit daya dalam satuan waktu.

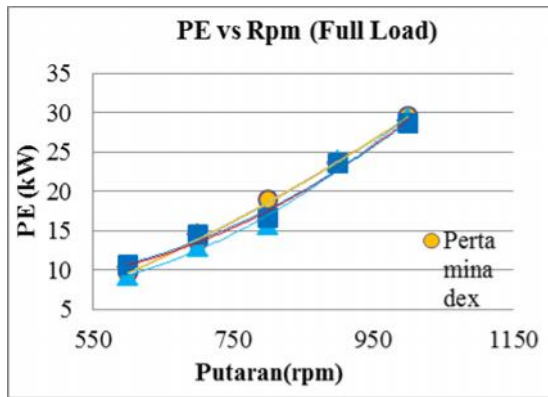


Gambar 6. Grafik putaran (rpm) vs sfoc pada beban simulator full load

Dari gambar 6 grafik rpm vs sfoc, analisa sfoc sebagai fungsi putaran motor pada kondisi beban simulator full load. Pada putaran 600 rpm yang mempunyai sfoc paling rendah adalah B10 disusul B30, B20 dan yang paling tinggi Pertamina dex. Trenline B10 mempunyai sfoc paling rendah sampai berkisar 800 rpm. Pada posisi putaran 800 rpm keatas sampai berkisar putaran 950 rpm trenline Pertamina dex yang mempunyai sfoc paling rendah. Pada range putaran 700 rpm sampai 900 rpm campuran bahan bakar B30 mempunyai sfoc paling tinggi disusul B20, B10 dan Pertamina dex yang mempunyai sfoc paling rendah. Pada range putaran 900 rpm sampai 1000 rpm campuran bahan bakar B20 yang mempunyai sfoc paling tinggi disusul B10, Pertamina dex dan B30 yang mempunyai trenline sfoc paling rendah. Dari keempat bahan bakar B10, B20, B30 dan Pertamina dex, trenline sfoc motor pada eksperimen kondisi beban simulator full load ini bahwa untuk jumlah konsumsi bahan bakar per satuan waktu yang paling rendah adalah B10 pada range putaran 600 rpm sampai putaran 800 rpm, Pertamina dex pada range putaran 800 rpm sampai putaran 950 rpm, dan B30 pada range putaran 950 rpm sampai keatas.

3.5.2 Hasil dan analisa daya motor pada kondisi beban simulator full load.

Salah satu lagi parameter penentu performa atau unjuk kerja motor adalah daya motor. Daya motor diesel adalah kemampuan mesin diesel untuk melakukan kerja dalam satuan Nm/s, Watt, ataupun HP.



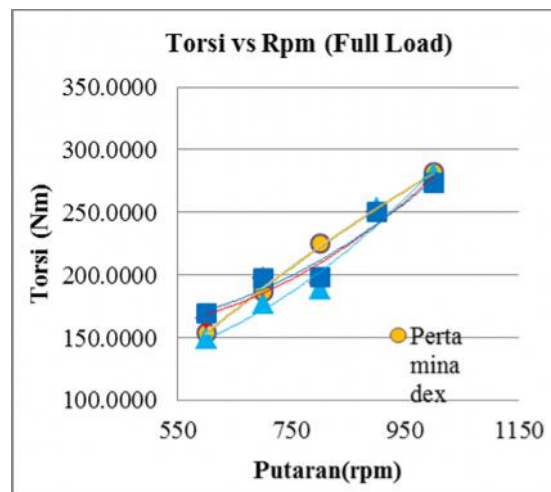
Gambar 7. Grafik putaran(rpm) vs PE(kW) pada beban simulator full load

Dari gambar 7 grafik rpm vs daya, analisa daya motor(PE) sebagai fungsi putaran motor(rpm) pada kondisi beban simulator full load. Pada putaran 600 rpm penggunaan keempat bahan bakar B10, B20, B30 dan Pertamina dex mempunyai daya motor hampir sama. Trendline daya masing – masing bahan bakar semuanya mengalami kenaikan. Pada range putaran 600 rpm sampai putaran 700 rpm yang mempunyai daya motor paling tinggi adalah B30 disusul B10, pertamina dex, dan B20 yang mempunyai trenline daya yang paling rendah. Pada range putaran 700 rpm sampai putaran 900 rpm yang mempunyai daya motor paling tinggi adalah pertamina dex disusul B30, B10, dan B20 yang mempunyai trenline daya yang paling rendah. Pada range putaran 900 rpm sampai putaran 1000 rpm yang mempunyai daya motor paling tinggi adalah pertamina dex disusul B20, B10, dan B30 yang mempunyai trenline daya yang paling rendah. Dari keempat bahan bakar B10, B20, B30 dan pertamina dex, trendline daya motor pada eksperiment kondisi beban

simulator full load bahwa daya motor yang paling tinggi adalah B30 pada range putaran 600 rpm sampai 700 rpm dan pertamina dex pada range putaran 700 rpm sampai 1000 rpm.

3.5.3 Hasil dan analisa torsi motor pada kondisi beban simulator full load

Karakteristik yang dianalisa selanjutnya adalah torsi motor diesel. Torsi motor adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya.

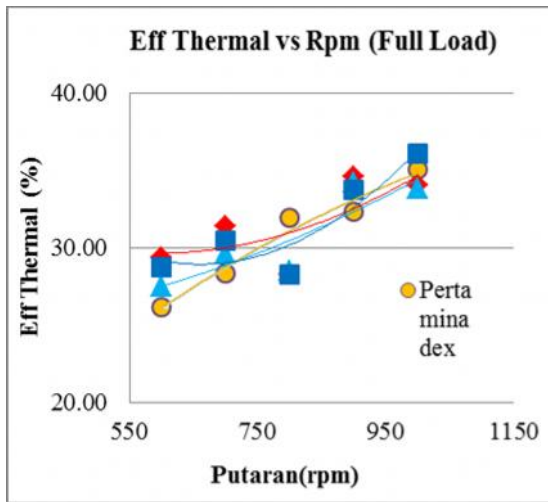


Gambar 8. Grafik putaran(rpm) vs torsi pada beban simulator full load

Dari gambar 8 grafik rpm vs torsi, analisa torsi motor(Nm) sebagai fungsi putaran motor(rpm) pada kondisi beban simulator full load. Pada putaran 600 rpm penggunaan keempat bahan bakar B10, B20, B30 dan Pertamina dex mempunyai torsi motor hampir sama. Trendline torsi masing – masing bahan bakar semuanya mengalami kenaikan. Pada range putaran 600 rpm sampai putaran 700 rpm yang mempunyai torsi motor paling tinggi adalah B30 disusul B10, pertamina dex, dan B20 yang mempunyai trenline torsi yang paling rendah. Pada range putaran 700 rpm sampai putaran 900 rpm yang mempunyai torsi motor paling tinggi adalah pertamina dex disusul B20, B10, dan B30 yang mempunyai trenline torsi yang paling rendah. Pada range putaran 900 rpm sampai putaran 1000 rpm yang mempunyai torsi motor paling tinggi adalah pertamina dex disusul B20, B10, dan B30 yang mempunyai trenline torsi yang paling rendah. Dari keempat bahan bakar B10, B20, B30 dan pertamina dex, trendline torsi motor pada eksperiment kondisi beban

disusul B30, B10, dan B20 yang mempunyai *trenline* torsi yang paling rendah. Pada *range* putaran 900 rpm sampai putaran 1000 rpm yang mempunyai torsi motor paling tinggi adalah pertamina dex disusul B20, B10, dan B30 yang mempunyai *trenline* torsi yang paling rendah. Dari keempat bahan bakar B10, B20, B30 dan pertamina dex, *trendline* torsi motor pada *eksperiment* kondisi beban simulator *full load* bahwa torsi motor yang paling tinggi adalah B30 pada *range* putaran 600 rpm sampai 700 rpm dan pertamina dex pada *range* putaran 700 rpm sampai 1000 rpm.

3.5.4 Hasil dan analisa efisiensi thermal pada kondisi beban simulator *full load*.



Gambar 9. Grafik putaran(rpm) vs eff thermal(%) pada beban simulator *full load*

Tahap terakhir untuk mengetahui karakteristk unjuk kerja motor diesel adalah menganalisa efisiensi thermal motor. Efisiensi thermal menunjukkan perbandingan antara daya efektif yang dihasilkan motor diesel dengan daya/energi yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar.

Dari gambar 9 grafik rpm vs efisiensi thermal, analisa efisiensi thermal motor sebagai fungsi putaran motor(rpm) pada kondisi beban simulator *full load*. Pada putaran 600 rpm penggunaan keempat bahan

bakar B10, B20, B30 dan Pertamina dex mempunyai efisiensi thermal paling tinggi adalah B10 disusul B30, B20, dan pertamina dex yang mempunyai efisiensi thermal paling rendah. *Trenline* efisiensi thermal ini sama sampai di putaran 700 rpm. Pada *range* putaran 700 rpm sampai putaran 800 rpm yang mempunyai efisiensi thermal motor paling tinggi adalah B10 disusul pertamina dex, B20, dan B30 yang mempunyai *trenline* efisiensi thermal yang paling rendah. Pada *range* putaran 800 rpm sampai putaran 900 rpm yang mempunyai efisiensi thermal motor paling tinggi adalah pertamina dex disusul B10, B20, dan B30 yang mempunyai *trenline* efisiensi thermal yang paling rendah. Pada *range* putaran 900 rpm sampai putaran 1000 rpm yang mempunyai efisiensi thermal motor paling tinggi adalah B30 disusul pertamina dex, B10, dan B20 yang mempunyai *trenline* efisiensi thermal yang paling rendah. Dari keempat bahan bakar B10, B20, B30 dan pertamina dex, *trendline* efisiensi thermal motor pada *eksperiment* kondisi beban simulator *full load* bahwa efisiensi thermal motor yang paling tinggi adalah B10 pada *range* putaran 600 rpm sampai 800 rpm, pertamina dex pada *range* putaran 800 rpm sampai 900 rpm dan B30 pada *range* putaran 900 rpm sampai 1000 rpm.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan eksperimen dalam pengujian terhadap karakteristik dan ujuk kerja motor diesel, untuk bahan bakar biodiesel dengan beberapa komposisi campuran maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perbedaan prosentase biodiesel pada campuran menyebabkan perbedaan karakteristk properties dari masing – masing bahan bakar. Semakin tinggi prosentase biodiesel minyak jelantah yang ditambahkan pada *minyak solar(HSD)* *pertamina dex* menyebabkan kenaikan viskositas yaitu pada B10 2,90 cst, B20 3,23 cst, dan B30 3,71 cst dan untuk nilai kalori dan *flash point* mengalami penurunan yaitu B10 10.764 Cal/gr, B20

- 10.657 Cal/gr, B30 10.450 Cal/gr dan B10 77⁰C, B20 79⁰C dan B30 98⁰C.
- Unjuk kerja motor diesel dari keempat bahan bakar B10, B20, B30 dan Pertamina dex pada kondisi beban simulator *full load*, nilai SFOC yang paling rendah adalah B10 (*range* 600 rpm – 800 rpm), Pertamina dex (*range* 800 rpm – 950 rpm) dan B30 pada *range* putaran 950 rpm sampai keatas. Nilai daya motor yang paling tinggi adalah B30 (*range* 600 rpm – 700 rpm) dan Pertamina dex (*range* 700 rpm – 1000 rpm). Nilai torsi motor yang paling tinggi adalah B30 (*range* 600 rpm – 700 rpm) dan Pertamina dex (*range* 700 rpm – 1000 rpm) dan terakhir nilai efisiensi thermal motor yang paling tinggi adalah B10 (*range* 600 rpm – 800 rpm), Pertamina dex (*range* 800 rpm – 900 rpm) pada dan B30 (*range* 900 rpm – 1000 rpm).
 - Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan berdasarkan uji karakteristik properties dan *eksperiment* yang dilakukan pada masing – masing bahan bakar maka komposisi bahan bakar campuran yang memberikan unjuk kerja terbaik adalah B30 pada putaran 900 rpm keatas dan B10 pada putaran 600 rpm sampai 900 rpm.

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 :

- Bapak Ir. Eko Julianto, MT., MRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Bapak Ir. Arie Indartono, MMT selaku Ketua P3M Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Bapak George Endri Kusuma, ST. M.Sc.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal.

- 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

- Havendri, A (2008) “ *Kaji Eksperimen Perbandingan Prestasi dan Emisi Gas Buang Motor Diesel Menggunakan Bahan Bakar Campuran Solar dengan Biodiesel CPO, Minyak Jarak dan Minyak Kelapa*” Jurnal No.29 Vol.1 Tahun XV Jurusan Teknik Mesin Universitas Andalas.
- Knothe, G.H. (2006), “*Analyzing biodiesel; Standards and other methods*” Journal of the American Oil Chemists' Society. 83(10):823-833.
- Zuhdi M.F.A, Gerianto, I., dan Budiono, T., (2002) “*Produksi dan Karakteristik Bio-diesel Serta Teknik Pencampurannya dengan Minyak Solar (Gas Oil)*” Seminar Nasional Teori Aplikasi Teknologi Kelautan 2002 FTK ITS.