

# ANALISA UNJUK KERJA *TWO STROKE MARINE DIESEL ENGINE* BERBAHAN BAKAR CAMPURAN MINYAK SOLAR DAN BIODIESEL MINYAK KELAPA PADA BEBAN SIMULATOR *FULL LOAD*

M Haris Sohibul Kirom <sup>1</sup>, Muhammad Shah <sup>2</sup>, Edi Haryono <sup>3</sup>

Program Studi D4 Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jawa Timur 60111 Indonesia <sup>1\*</sup>

Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jawa Timur 60111 Indonesia <sup>2\*</sup>

Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jawa Timur 60111 Indonesia <sup>3\*</sup>

M Haris Sohibul Kirom, [mharis@student.ppons.ac.id](mailto:mharis@student.ppons.ac.id)

**Abstract** - As the era develops, the need for petroleum is getting bigger as a fuel so that innovation is needed to create renewable energy that can be continuously renewed and utilized, one of which is by creating biodiesel. Biodiesel is a fuel produced from animal fats and vegetable oils through a transesterification process. One of the crops that has the potential to become biodiesel is coconut, because Indonesia has the largest coconut plantation in the world. In addition, coconut oil also has a very high ester content when compared to other vegetable oils. This study aims to analyze the performance of marine diesel engines under full load conditions using mixed fuels, namely diesel and coconut oil biodiesel for power, torque, and gsfc. In this study, the most optimal variation of the fuel mixture on the performance of marine diesel engines. From the test results, it can be concluded that the mixture of coconut oil biodiesel with diesel fuel increases the power produced with a torque of 239.6343 Nm. The use of the fuel mixture increases the performance of the diesel engine so that the power and torque produced is higher than using Pertamina Dex alone. From the results of research, the B30 fuel has the highest power and torque and the B30 fuel also has the lowest gsfc value

**Keywords:** *biodiesel, coconut oil, diesel engine, performance*

## Nomenclature

**P** : daya (watt)  
**V** : tegangan (volt)  
**I** : Arus listrik  
**T** : torsi (Nm)  
**Rpm** : putaran motor diesel (rpm)  
**FCR** : laju aliran bahan bakar (gr/h)  
 **$\rho$**  : massa jenis bahan bakar (gr/m<sup>3</sup>)  
**v** : volume bahan bakar (m<sup>3</sup>)  
**t** : waktu yang diperlukan menghabiskan bahan bakar

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang kaya akan sumber daya alamnya. Namun seiring berkembangnya zaman dan semakin berkembangnya dunia industri maritim Indonesia, mengakibatkan pemanfaatan minyak bumi dari tahun ke tahun semakin meningkat, sehingga diperlukan inovasi untuk menciptakan energi terbarukan untuk menjaga kelestarian dan ketersediaan minyak bumi di alam.

Berdasarkan data Badan Pengelola Hilir Minyak dan Gas Bumi (BPH Migas), konsumsi solar

mencapai 7,56 juta kiloliter (KL) pada Januari - Juni 2019 atau 52 persen dari kuota yang ditetapkan yakni 14,5 juta kilo liter. Oleh karena itu, berbagai upaya dilakukan untuk mencari bahan bakar alternatif. Bahan bakar alternatif tersebut harus memiliki sifat bisa diperbaharui, tidak merusak lingkungan, efisien serta harga yang terjangkau.

Saat ini beberapa negara termasuk Indonesia mulai banyak melakukan penelitian dalam pencarian bahan bakar yang dapat diperbarui, salah satunya adalah biodiesel. Biodiesel adalah bahan bakar yang dapat diperbarui yang terbuat dari minyak nabati/hewani dengan memiliki beberapa keunggulan bila dibandingkan bahan bakar diesel petroleum, antara lain : berasal dari bahan baku terbarukan (renewable), lubrisitas tinggi, mudah terurai, tidak beracun, dapat mengurangi gas emisi hidrokarbon dan karbon monoksida.

Menurut hasil riset Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Indonesia memiliki 60 jenis tanaman yang berpotensi menjadi energi bahan bakar alternatif. Salah satu bahan baku yang berpotensi besar dalam pembuatan biodiesel di

Indonesia adalah minyak kelapa, karena Indonesia memiliki lahan perkebunan kelapa terbesar di dunia dengan total produksi mencapai lebih dari 85% total dunia, sehingga sangat mendukung dalam mengembangkan produk biodiesel dari minyak kelapa. Selain itu minyak kelapa memiliki kandungan ester sangat tinggi dibanding minyak diesel itu sendiri, memiliki sifat pembakaran yang baik dan ramah lingkungan.

Dalam proses pembuatan biodiesel diperlukan katalis karena reaksi cenderung berjalan sangat lambat. Katalis memiliki fungsi untuk menurunkan energi aktivasi reaksi sehingga reaksi dapat berjalan dengan cepat. Terdapat dua jenis katalis yang dapat digunakan yakni katalis asam dan basa. Namun yang paling sering digunakan adalah katalis basa homogen karena dapat digunakan pada temperatur dan tekanan operasi yang relatif tinggi serta kemampuan katalisator yang baik.

Selain membutuhkan katalis, pembuatan biodiesel juga memerlukan alkohol (methanol) sebagai reaktan. Menurut (Zulhardi, Restuhadi and Zalfiatri, 2018) metanol dipilih karena merupakan turunan alkohol yang memiliki berat molekul paling rendah sehingga kebutuhannya untuk proses alkoholis relatif sedikit, lebih murah dan lebih stabil dan metanol memiliki daya reaktifitas yang tinggi.

## 2. METODE

Tahap-tahap penelitian yang digunakan untuk penyelesaian dalam permasalahan yang telah ada adalah sebagai berikut :

### 2.1 Tempat penelitian

Studi literatur, pengerjaan penelitian, dan analisa dilakukan di Kampus Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS).

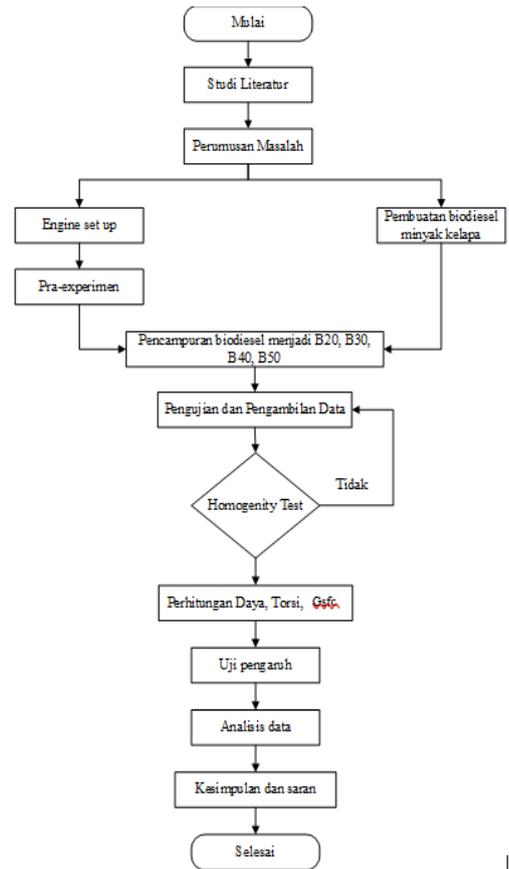
### 2.2 Variabe penelitian

Variabel penelitian dalam tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Variabel terikat yakni daya, torsi dan gsfc
2. Variabel bebas adalah rpm dan komposisi campuran biodiesel dengan solar yakni B30, B40 dan B50.

### 2.3 Diagram alir penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian ini :



## 2.4 Biodiesel

Menurut (Astuti, 2019) dalam pembuatan biodiesel minyak kelapa, minyak kelapa akan dipanaskan pada variable suhu tertentu yakni antara 45°C hingga 70°C. selanjutnya mencampur methanol dengan katalis KOH. Campuran direaksikan dengan minyak kelapa selama 2 jam pada labu leher tiga yang diaduk dengan kecepatan antara 1100 sampai 1700 rpm. Perbandingan minyak kealapa dengan methanol adalah 4:1. Kemudian memasukkan larutan kedalam corong pemisah dan mendiamkan larutan selama 12 hingga 24 jam sampai terbentuk dua lapisan. Selanjutnya memisahkan biodiesel yang diperoleh dengan aquades dengan cara diaduk selama 2 jam. Setelah itu biodiesel akan didiamkan kembali untuk memisahkan hasil pencucian dengan menggunakan aquades. Setelah dipisahkan biodiesel akan dipanaskan hingga suhu 105°C untuk menghilangkan sisa kandungan air ketika proses pencucian berlangsung.

## 2.5 Motor Diesel

Motor diesel yang digunakan adalah 2 cycle Detroit Diesel Allison Dir GMC USA. Menurut (Haryono *et al.*, 2017) Berikut adalah spesifikasi dari motor diesel yang digunakan:

Tabel 1. Spesifikasi mesin

| SPESIFICATION                 |   |
|-------------------------------|---|
| <b>ENGINE</b>                 |   |
| Type                          | 2 cycle Detroit Diesel Allison Dir GMC USA      |
| Number of cylinders           | 4   |
| Bore (inches)                 | 4.25  |
| Bore (mm)                     | 108   |
| Stroke (inches)               | 5   |
| Stroke (mm)                   | 127   |
| Compression ratio             | 17:1  |
| Total displacement (cub. In.) | 284   |
| Total displacement (liters)   | 4.66  |
| Number of main bearing        | 5   |
| Firing order-RH rotation      | 1-3-4-2   |
| Firing order-LH rotation      | 1-2-4-3   |
| Horse power                   | 100 Hp  |
| <b>DYNAMOMETER</b>            |   |
| Type                          | ATS 225 MA 4, Niova Saccardo Motori a,r,I Italy |
| Rating                        | Continuous                                      |
| Output                        | 62 KVA  |
| Voltage                       | 440 volt  |
| Number of phase               | 3   |
| Cycles                        | 60 Hz   |
| Speed                         | 1800 Rpm  |
| Cos $\Phi$                    | 0,8   |
| Ampere                        | 68,2 A  |

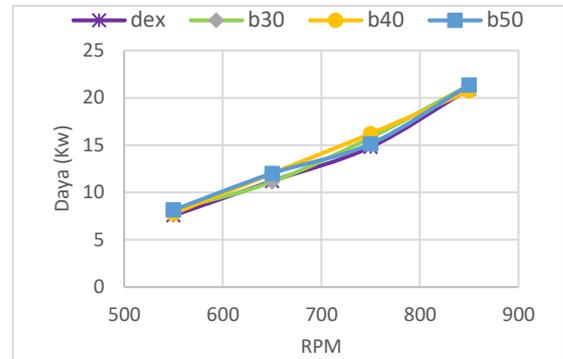
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisa Unjuk Kerja Motor Diesel

Analisa unjuk kerja motor diesel yang dibahas adalah daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar. Pengujian unjuk kerja motor diesel dilakukan dengan menggunakan bahan bakar campuran B30 (biodiesel minyak kelapa 30%, dan Pertamina Dex 70%), B40 (biodiesel minyak kelapa 40% dan Pertamina Dex 60%) dan B50 (biodiesel minyak kelapa 50% dan Pertamina Dex 50%) serta B0 (Pertamina Dex 100%) yang digunakan sebagai pembandingan pada saat pengujian. Penggunaan beberapa campuran bahan bakar dimaksudkan untuk mengetahui berapa presentase biodiesel yang memiliki daya dan torsi tertinggi serta gsfk terendah.

#### 3.1.1 hasil dan analisa daya pada kondisi beban full load

Daya merupakan salah satu parameter yang penting untuk mengetahui performa atau unjuk kerja dari suatu motor diesel. Daya motor diesel sendiri adalah kemampuan mesin diesel untuk melakukan kerja dalam satuan HP, Watt, maupun Nm/s.

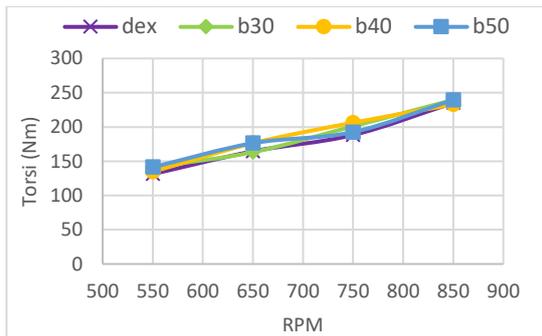


Gambar 1. Grafik putaran mesin (rpm) vs daya pada beban full load

Dari gambar 1 diatas, grafik perbandingan putaran mesin (Rpm) terhadap daya motor, dapat diketahui bahwa pada Simulation full load semua bahan bakar memiliki tren naik, pada rpm 550, semua bahan bakar memiliki daya yang hampir sama, namun bahan bakar B30 dan B50 memiliki daya paling tinggi yakni 8,14757 Kw. Sedangkan Pertamina Dex memiliki daya paling rendah yakni sebesar 7,5656 Kw. Pada rpm 650 daya maksimum dihasilkan dari bahan bakar B40 dan B50 dengan daya sebesar 12,0135 Kw, sedangkan daya terendah dihasilkan dari bahan bakar B30 yakni sebesar 11,1198 Kw. Selanjutnya pada rpm 750 daya maksimal yang dapat dihasilkan adalah 16,212 Kw pada bahan bakar B40, sedangkan daya terendah diperoleh dari bahan bakar Pertamina dex dengan daya sebesar 12,7973 Kw. Sedangkan ketika mencapai rpm maksimum dalam pengujian yakni 850, daya paling rendah dihasilkan oleh B40 yakni sebesar 20,7292 Kw, sedangkan daya paling tinggi dihasilkan oleh bahan bakar B30, B50 yakni sebesar 21,3389 Kw. Dan Pertamina Dex menghasilkan daya sebesar 20,9384 kw.

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa bahan bakar B30 dan B50 memiliki performa yang lebih baik dari bahan bakar yang lainnya karena menghasilkan daya yang lebih besar serta memiliki selisih daya 0,40045 Kw terhadap daya maksimal Pertamina dex.

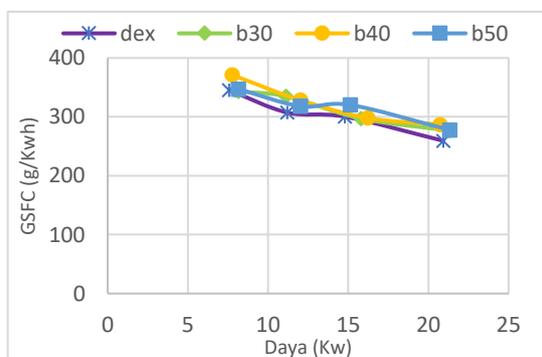
### 3.1.2 hasil dan analisa torsi pada kondisi beban full load



Gambar 2. Grafik putaran mesin (rpm) vs torsi pada beban full load

Dari gambar 2 diatas mengenai grafik perbandingan rpm terhadap torsi, dapat diketahui bahwa nilai torsi tertinggi pada rpm 550 dihasilkan dari bahan bakar B30 dengan nilai torsi sebesar 141,4041 Nm, sedangkan nilai terendah dihasilkan oleh bahan bakar Pertamina dex dengan nilai torsi sebesar 131,3038 Nm. Pada rpm 650 torsi tertinggi dihasilkan dari bahan bakar B40 dan B50 dengan nilai torsi sebesar 176,4221 Nm, sedangkan torsi terendah dihasilkan dari bahan bakar B30 dengan torsi sebesar 163,2973 Nm. Pada rpm 750 torsi tertinggi dihasilkan dari bahan bakar B40 dengan torsi sebesar 206,3345 Nm, sedangkan torsi terendah dihasilkan dari bahan bakar Pertamina dex dengan torsi sebesar 188,3287 Nm. Pada rpm maksimum yakni 850 torsi tertinggi dihasilkan dari bahan bakar B30 dan B50, dengan torsi sebesar 239,6343 Nm, sedangkan bahan bakar B40 mendapat torsi terendah dengan torsi sebesar 232,7876 Nm. Dengan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai torsi tertinggi pada kondisi beban full load dihasilkan dari bahan bakar B30 dan B50 dengan selisih sebesar 4,4970 Nm terhadap Pertamina dex.

### 3.1.3 hasil dan analisa gsfk pada kondisi beban full load



Gambar 3. Grafik daya vs gsfk pada beban full load

Dari gambar 3 diatas dapat diketahui bahwa grafik perbandingan nilai gsfk dengan daya pada rpm 550 pada pembeban full load gsfk paling kecil diperoleh dari bahan bakar B30 dengan nilai 343,153 g/Kwh dengan output daya mencapai 8,53555 Kwh, lebih tinggi dari pada jenis bahan bakar lainnya. Sedangkan gsfk paling besar dihasilkan bahan bakar B40 dengan daya yang dihasilkan sebesar 7,75959 Kwh. Ketika rpm dinaikkan menjadi 650, gsfk tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar B30 dan yang terendah dihasilkan oleh Pertamina Dex. Ketika rpm kembali dinaikkan menjadi 750, gsfk terendah didapatkan oleh bahan bakar B30 yakni sebesar 296,9937 g/Kwh, dan gsfk paling tinggi dihasilkan oleh bahan bakar B50. Pada rpm maksimum gsfk terendah dihasilkan oleh Pertamina Dex, namun daya tertinggi dihasilkan dari bahan bakar B20, B30, dan B50, dengan nilai gsfk terendah dihasilkan bahan bakar B30 yakni sebesar 276,5886 g/Kwh. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bahan bakar B30 memiliki performa yang lebih baik dibandingkan dengan bahan bakar campuran lainnya karena memiliki nilai gsfk terendah.

## 4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan eksperimen dalam pengujian bahan bakar campuran B30, B40, dan B50, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Unjuk kerja dari keempat bahan bakar B30, B40, B50 dan Pertamina dex pada simulator beban full load, daya tertinggi (range rpm 550 – rpm 850) dihasilkan oleh bahan bakar B30 dan B50 yakni sebesar 21,3389 Kw.
2. Nilai torsi tertinggi (range rpm 550 – rpm 850) dihasilkan oleh bahan bakar B30 dan B50 yakni sebesar 239,6343 Nm.
3. Sedangkan nilai gsfk terendah (range rpm 550 – rpm 850) dihasilkan dari bahan bakar B30 dengan nilai sebesar 276,589 g/Kwh.
4. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan, bahwa dari hasil eksperimen yang dilakukan pada masing – masing bahan bakar, maka komposisi bahan bakar dengan performa terbaik dihasilkan dari komposisi campuran B30 karena menghasilkan daya dan torsi tertinggi dan mempunyai nilai gsfk terendah.

## 5. PUSTAKA

- [1] Astuti, E. (2019) ‘pembuatan biodiesel dari minyak kelapa dan etanol dengan katalisator KOH.pdf’.
- [2] Haryono, E. *et al.* (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', 07(2), pp. 84–97.
- [3] Zulhardi, R., Restuhadi, F. and Zalfiatri, Y. (2018) 'Penambahan Metanol pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Katalis Abu Gosok The Addition of Methanol in Making Biodiesel from Waste Cooking Oil with Ash Catalyst', 5, pp. 1–10.