

# ANALISA TEKNIS UNJUK KERJA MOTOR DIESEL KAPAL NELAYAN BERBAHAN BAKAR MULTI FEEDSTOCK BIODIESEL

Agus Purwanto<sup>1</sup>, Setyawan Dwi Nugroho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Mekanisasi Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo  
Jl. Raya Buncitan, Gedangan Kab. Sidoarjo Jawa Timur, Indonesia 61254

Email: [guspur83@gmail.com](mailto:guspur83@gmail.com)

## Abstrak

Kebutuhan bahan bakar minyak bumi di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Peningkatan kebutuhan bahan bakar minyak bumi ini tidak diimbangi dengan peningkatan produksinya, sehingga kebutuhan bahan bakar lebih besar daripada ketersediaan bahan bakar. Salah satu bahan bakar alternatif untuk motor diesel yang telah dikembangkan di Indonesia adalah biodiesel. Biodiesel dapat dibuat dari minyak nabati yang diperoleh dari tanaman seperti minyak sawit, jarak, minyak kelapa, minyak kedelai, dll. pada masa yang akan datang bahan baku biodiesel sangat bervariasi sehingga perlu untuk memodelkan. Keberhasilan memproduksi CME (Castor Methyl Esther), PME (Palm Methyl Esther) dan JME (Jelantah Methyl Esther) memberikan kesempatan dalam upaya untuk mempertemukannya. Karakteristik dari bahan bakar biodiesel untuk viskositas, densitas, Nilai Kalor, titik kabut, dan angka setana memenuhi syarat yang distandartkan SNI. Biodiesel dilakukan pencampuran dengan komposisi CME33,3, PME33,3, JME33,3. Bahan bakar campuran tersebut diuji cobakan pada motor diesel kapal nelayan untuk mengetahui karakteristik unjuk kerjanya. Uji coba dilakukan dengan variasi putaran motor dan variasi pembebanan. Pada kondisi beban penuh (full load) unjuk kerja motor diesel yang meliputi daya motor, torsi, efisiensi thermal dan SFOC sebagai fungsi putaran motor pada beban penuh menunjukkan bahwa bahan bakar solar lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar biodiesel CME33,3, PME33,3, JME33,3.

**Kata Kunci:** Multi feedstock Biodiesel, Karakteristik, unjuk kerja, motor diesel, Kapal Nelayan

## Abstract

The need for petroleum fuels in Indonesia has increased from year to year. The increase in the need for petroleum fuels is not matched by an increase in production, so that the need for fuel is greater than the availability of fuel. One of the alternative fuels for diesel motors that has been developed in Indonesia is biodiesel. Biodiesel can be made from vegetable oils obtained from plants such as palm oil, castor, coconut oil, soybean oil, etc. in the future biodiesel raw materials vary greatly so it is necessary to model. The successful production of CME (Castor Methyl Esther), PME (Palm Methyl Esther) and JME (Jelantah Methyl Esther) provides an opportunity to bring them together. The characteristics of biodiesel fuel for viscosity, density, calorific value, fog point, and cetane number meet the requirements set by SNI. Biodiesel was blended with the composition of CME33,3, PME33,3, JME33,3. The blended fuel was tested on a fishing boat diesel motor to determine its performance characteristics. Tests were carried out with variations in motor rotation and loading variations. Under full load conditions, the performance of the diesel motor which includes motor power, torque, thermal efficiency and SFOC as a function of motor rotation at full load shows that diesel fuel is higher than CME33,3, PME33,3, JME33,3 biodiesel fuel.

**Keywords:** Multi feedstock Biodiesel, Characteristics, performance, diesel motor, Fishing Boat

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan bakar semakin meningkat seiring dengan kemajuan industri dan transportasi, kondisi ini mendorong terus dilakukannya eksploitasi besar-besaran untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar. Bahan bakar yang paling populer dan ekonomis saat ini masih didominasi oleh bahan bakar yang berasal dari minyak bumi. Sementara itu, pembentukan minyak bumi membutuhkan waktu yang sangat lama sampai jutaan tahun, sehingga eksploitasi terus menerus akan semakin mengurangi cadangan minyak bumi yang ada. Secara ekonomi kondisi ini

berdampak pada kenaikan harga bahan bakar minyak yang selalu terjadi dari tahun ke tahun. Sedangkan secara teknologi kondisi ini mendorong usaha-usaha pencarian energi terbarukan yang bisa mensubstitusi atau bahkan menggantikan penggunaan bahan bakar fosil.

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 solar (Diesel Oil) 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 [4].

Produksi minyak sawit (*Palm methyl Ester*) tidak terlalu rumit seperti minyak jarak (*Castor Methyl Ester*). Minyak jarak mempunyai karakteristik bahan baku yang sedikit berbeda dibandingkan dengan sawit. Viskositasnya sangat tinggi sehingga apabila dibuat biodiesel yang direaksikan dengan methanol diperlukan volume yang lebih besar. [10]. Keberhasilan memproduksi PME (*Palm Methyl Ester*), CME (*Castor Methyl Ester*) dan JME (*Jelantah Methyl Ester*) dan bahan baku yang lainnya memberikan kesempatan dalam upaya untuk mempertemukannya. Umumnya biodiesel dapat larut dengan minyak solar perkecualian dengan Castor Methyl Ester. Ide dari Clements [1]. yang memberikan informasi bahwa pada masa yang akan datang bahan baku biodiesel sangat bervariasi sehingga perlu untuk memodelkan karakteristik biodiesel. Ide ini mendorong untuk mencoba secara eksperimen mencampur ketiga jenis biodiesel yaitu PME, CME dan JME dalam sebuah komposisi serta melakukan pengujian secara eksperimen pengaruh multi feedstock biodiesel terhadap unjuk kerja motor diesel kapal nelayan .

## 2. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental dengan melakukan uji karakteristik biodiesel dan pengujian unjuk kerja terhadap motor diesel kapal nelayan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik campuran biodiesel dari multi feedstock, Permodelan matematik propertis campuran biodiesel dari multi feedstock serta unjuk kerja terhadap motor diesel..

### 2.1 Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan dalam eksperimen ini adalah minyak solar produk Pertamina. Sedangkan Biodiesel yang digunakan sebagai campuran yaitu CME (*Castor Methyl Ester*), PME (*Palm Methyl Ester*) dan JME (*Jelantah Methyl Ester*). Dari ketiga jenis biodiesel akan diblending dengan beberapa komposisi. Bahan bakar yang berasal dari minyak bumi (solar) 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 CME 33,3, PME 33,3 dan JME 33,3. Pengujian pada motor diesel dilakukan dengan beberapa variasi kondisi putaran motor dan pembebanan. Putaran motor yang digunakan adalah 3000, 3100, 3200 dan 3300 rpm. Putaran motor dan pembebanan yang bervariasi bertujuan untuk mengetahui perubahannya unjuk kerja motor diesel yang menggunakan beberapa bahan bakar tersebut pada beberapa kondisi putaran dan beban. Motor diesel yang digunakan dalam eksperimen adalah motor diesel putaran tinggi (*high speed diesel*).

### 2.2 Motor Diesel

Motor diesel yang digunakan dalam penelitian ini adalah motor diesel 4 langkah silinder tunggal. Untuk pembebanan, dinamometer yang digunakan adalah tipe elektrik atau dengan menggunakan generator. Sebelum penelitian dimulai dilakukan engine set up terlebih dahulu untuk mengetahui karakteristik/unjuk kerja dari motor diesel dengan menggunakan bahan bakar konvensional. Dengan demikian, dapat dianggap bahwa unjuk kerja motor pada saat engine set-up merupakan unjuk kerja awal mesin.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Karakteristik Bahan Bakar

Tiga karakteristik yang berbeda dilaporkan dalam penelitian ini yaitu karakteristik dari biodiesel dari minyak jarak, karakteristik biodiesel dari minyak sawit dan karakteristik dari minyak jelantah. Reaksi sintesis biodiesel minyak jelantah ini dilakukan menggunakan substrat yang berasal dari minyak nabati yaitu minyak jelantah sebagai sumber trigliserida. Reaksi ini dilakukan melalui proses gabungan antara enterifikasi dan transesterifikasi dengan menggunakan KOH pada suhu 60 °C dan berlangsung selama 60 menit.

Hasil penelitian diperoleh dengan spesifik gravitasi rata-rata sebesar 0.88, sama persis dengan yang dilaporkan oleh Pischinger dkk, 1982. Sedangkan viskositas kinematik rata-ratanya adalah 4.88 cSt mirip hasil dari Masjuki dkk,1996 dengan tebaran hasil eksperimen antara 3.95 – 6.8 cSt. Munculnya tebaran viskositas ini kemungkinan disebabkan karena bahan baku yang tidak stabil atau juga karena dalam proses esterifikasi yang menghasilkan produk yang sedikit berbeda, walaupun material bahan bakunya sama.

Besar kecilnya viskositas diperlihatkan pada jumlah glyserol yang diproduksi pada saat proses esterifikasi. Faktor ketelitian manusia juga menimbulkan hasil yang berbeda, misalkan dalam menimbang bahan-bahan yang digunakan dalam pemrosesan biodiesel. Secara visual dapat dilihat bahwasannya warna dari methylester yang diperoleh akan memberikan hasil viskositas yang berbeda, semakin gelap warna metyl ester maka viskositasnya semakin tinggi. Kecenderungan ini dapat dilihat juga dengan glyserol yang terbentuk, semakin gelap menunjukkan bahwa kandungan glyserol yang dapat dipisahkan tidak optimum sehingga berpengaruh pada densitas dan viskositasnya.

**Tabel 1.** Karakteristik Biodiesel dan Campurannya

Biodiesel	Densitas g/m <sup>3</sup>	Viskositas cSt	Nilai Kalor cal/g	Titik Kabut C	Angka Setana
CME 33,3, PME 33,3, JME 33,3	0,89	9,81	8928	0	64,8
Solar	0,87	5,16	8725	2	45,6

Hasil pengujian yang disajikan pada tabel 1. diatas menunjukkan karakteristik biodiesel antara lain; densitas, viskositas, nilai kalor, titik kabut dan angka setana. Dapat diketahui bahwa viskositas CME33,3, PME33,3, JME33,3 sebesar 9,81 cSt. Nilai viskositas tersebut masih terlalu tinggi dan belum memenuhi syarat viskositas bahan bakar biodiesel, yang menurut standard SNI harus bernilai 1,9 – 6,0 cSt.

#### 3.2 Blending Biodiesel

Blending dari biodiesel ini menjadi penting dibicarakan karena sudah banyak bahan baku biodiesel yang tidak sejenis. Sedangkan setiap bahan baku yang berbeda mempunyai karakteristik yang berbeda sehingga apabila kita ingin menyampur dua atau lebih jenis biodiesel belum tentu cocok atau bahkan tidak dapat tercampur dengan baik. Cara yang baik untuk mempelajari karakteristik dari biodiesel adalah dengan eksperimen namun Clements [1]. Mengembangkan suatu spesifikasi biodiesel yang akan menjamin performancenya tanpa melihat dari mana sumber trigliserolnya. Selama ini properties dari suatu biodiesel selalu ditentukan berdasarkan percobaan kimiawi. Namun demikian dimungkinkan mendapatkan properties dari campuran biodiesel secara aljabar.

Berkaitan dengan usaha [1] dalam penelitian ini dilakukan percobaan dengan melarutkan antara CME (*castor methyl ester*), PME (*palm methyl ester*) dan JME (*jelantah methyl ester*) dan hasilnya sangat mengejutkan, bahwa kedua biodiesel tersebut dapat larut dengan baik. Dengan mencoba

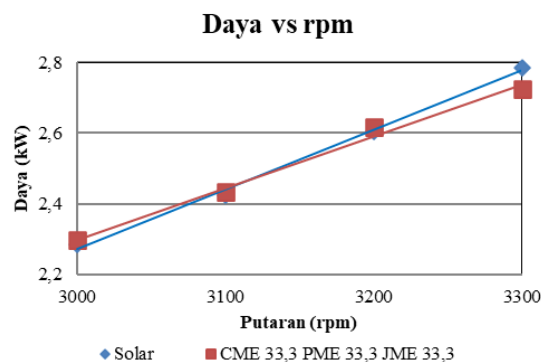
mencampur dari berbagai komposisi biodiesel maka hasilnya tidak terjadi separasi. Hasil perpaduan dari ketiga biodiesel tersebut kemudian di campur dengan minyak solar. Hasilnya adalah tidak terjadi separation, berarti penyebab utamanya adalah karena perbedaan viskositas yang terlalu tinggi. Dengan mencampur CME (*castor methyl ester*), PME (*palm methyl ester*) dan JME (*jelantah methyl ester*) diperoleh campuran yang dapat larut dengan baik, tentu saja hasil perpaduan ini akan membentuk larutan dengan viskositas baru yang lebih rendah dengan CME (*castor methyl ester*), PME (*palm methyl ester*) dan JME (*jelantah methyl ester*) murni.

### 3.3. Analisa Unjuk Kerja Motor Diesel

Analisa unjuk kerja (performance) motor diesel yang dibahas dalam penelitian ini yaitu karakteristik daya motor, torsi, konsumsi bahan bakar dan efisiensi thermal. Pengujian unjuk kerja motor diesel dilakukan dengan menggunakan bahan bakar campuran CME (*castor methyl ester*), PME (*palm methyl ester*) dan JME (*jelantah methyl ester*) dengan komposisi yaitu CME33,3, PME33,3, JME33,3 serta untuk pembandingan diuji cobakan juga bahan bakar dari solar murni. Penggunaan tiga campuran yang berbeda dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana perbedaan karakteristik unjuk kerja motor diesel jika CME (*castor methyl ester*), PME (*palm methyl ester*) dan JME (*jelantah methyl ester*) dilakukan pencampuran.

#### 3.3.1. Daya Motor Diesel

Daya motor diesel yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar CME33,3, PME33,3, JME33,3 dan solar sebagai pembandingan, adalah sebagaimana digambarkan pada grafik berikut:



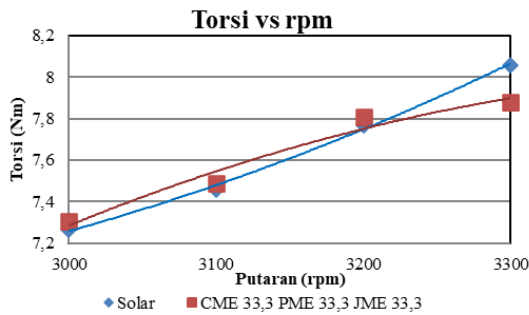
**Gambar 1.** Grafik daya sebagai fungsi daya pada beban penuh

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa kenaikan putaran motor akan meningkatkan daya yang dihasilkan. Trend grafik daya sebagai fungsi RPM menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan oleh bahan bakar biodiesel CME33,3, PME33,3, JME33,3 menunjukkan daya yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar pada putaran 3000, sementara pada putaran 3100 daya yang diperoleh dari penggunaan kedua bahan bakar tersebut, selisih antar keduanya tidak terlalu jauh yang artinya daya yang dihasilkan juga hampir sama.

Sedangkan pada putaran pada putaran 3200 dimana daya yang dihasilkan oleh penggunaan bahan bakar biodiesel CME33,3, PME33,3, JME33,3 mulai mengalami penurunan hingga pada putaran 3300. Sementara itu grafik daya yang dihasilkan oleh bahan bakar solar pada putaran 3200 mengalami kenaikan hingga diatas bahan bakar biodiesel CME33,3, PME33,3, JME33,3.

**3.3.2. Torsi Motor Diesel**

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:

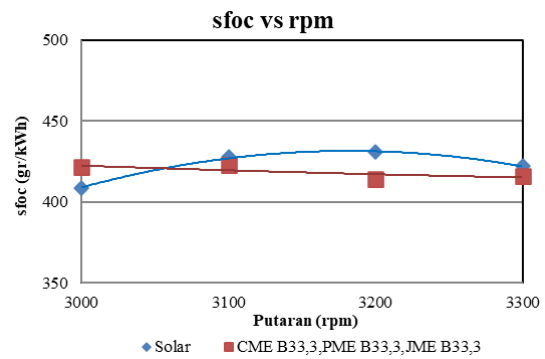


**Gambar 2.** Grafik torsi sebagai fungsi daya pada beban penuh

Sebagaimana hasil yang ditunjukkan oleh bentuk kurva daya motor yang dihasilkan, maka torsi yang dihasilkan oleh motor diesel menunjukkan bentuk kurva dengan trendline yang kurang lebih sama dengan kurva daya motor. Sebagaimana yang terjadi pada daya motor, kenaikan putaran motor juga akan meningkatkan torsi yang dihasilkan. Trend grafik torsi sebagai fungsi RPM menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan oleh bahan bakar solar menunjukkan torsi yang paling tinggi. Sedangkan torsi yang dihasilkan oleh penggunaan bahan bakar biodiesel CME33,3, PME33,3, JME33,3 menunjukkan kurva yang hampir sama dengan solar disemua variasi putaran motor.

**3.3.3. Specific Fuel Oil Consumption (SFOC)**

Specific fuel oil consumption (SFOC) atau konsumsi bahan bakar spesifik adalah laju aliran berat bahan bakar yang digunakan untuk memproduksi satu unit daya dalam satu satuan waktu. Grafik konsumsi bahan bakar spesifik (SFOC) sebagai fungsi putaran motor (RPM) yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

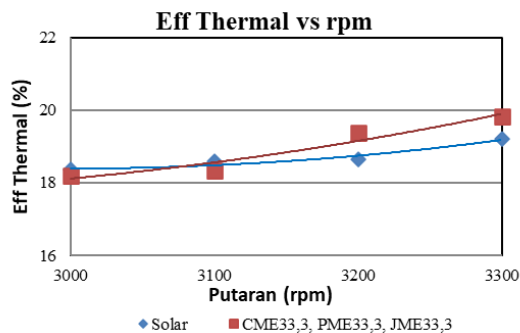


**Gambar 3.** Grafik sfoc sebagai fungsi daya pada beban penuh

Konsumsi bahan bakar motor diesel yang ditampilkan disini adalah konsumsi bahan bakar pada kondisi beban maksimum (full load). Trendline grafik SFOC sebagai fungsi putaran motor pada beban penuh menunjukkan bahwa pada putaran rendah SFOC pada penggunaan bahan bakar biodiesel CME33,3, PME33,3, JME33,3 menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan SFOC pada penggunaan bahan bakar solar. Pada putaran tinggi penggunaan bahan bakar CME33,3, PME33,3, JME33,3 menunjukkan nilai yang mendekati SFOC penggunaan bahan bakar solar.

**3.3.4. Efisiensi Thermal**

Karakteristik unjuk kerja dari efisiensi thermal menunjukkan perbandingan antara daya efektif yang dihasilkan motor diesel dengan daya/energi yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar. Grafik efisiensi thermal dari penggunaan bahan bakar CME33,3, PME33,3, JME33,3 dan solar adalah sebagai berikut:



**Gambar 4.** Grafik eff thermal sebagai fungsi daya pada beban penuh

Pada penggunaan bahan bakar solar efisiensi thermal yang dihasilkan pada putaran rendah atau pada RPM 3000 lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar biodiesel CME33,3, PME33,3, JME33,3, tetapi bahan bakar solar pada putaran tinggi mulai mengalami penurunan hingga efisiensi thermal yang dihasilkan lebih rendah dari pada bahan bakar biodiesel CME33,3, PME33,3, JME33,3.

#### 4. KESIMPULAN

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

Karakteristik dari bahan bakar multi feedstock biodiesel antara CME 33,3, PME 33,3 dan JME33,3 untuk viskositas 9,81 cSt, densitas 0,89 g/cm<sup>3</sup>, nilai kalor 8928 cal/g, titik kabut 0 C, dan angka setana 64,8.

Pada unjuk kerja motor diesel pada kondisi beban penuh (full load) menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan oleh bahan bakar biodiesel CME33,3, PME33,3, JME33,3 lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar solar, terjadinya perbedaan ini tidak terlalu signifikan, sedangkan SFOC sebagai fungsi putaran motor pada beban penuh menunjukkan bahwa bahan bakar solar lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar biodiesel CME33,3, PME33,3, JME33,3.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Clement D.L, "Blending Rules Formulating Biodiesel Fuel", American Society of Agricultural Engineer Publication, 1996.
- [2] Fahruri, S (2003), "Studi Eksperimen Unjuk Kerja Motor Diesel Menggunakan Bahan Bakar Jelantah Ethyl Esther", Tugas Akhir Jurusan Teknik Sistem Perkapalan – Fakultas Teknologi Kelautan ITS, 2003.
- [3] Hanif, "Uji Prestasin Motor diesel Berbahan Bakar Biodiesel Sebagai Bahan Bakar Alternatif" Jurnal R & B Volume 4, Nomor 1 Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, UNY, 2004.
- [4] Havendri, A " 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, 2008.
- [5] Ingle, S., Nandedkar, V., Nagarhalli, M. "Prediction of Performance and Emission of Palm oil Biodiesel in Diesel Engine IOSR" Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) Kopargaon 423603, India 2002 PP: 16-20.
- [6] I Wayan. Suirta, "Preparasi biodiesel dari minyak jelantah kelapa sawit", Jurnal Kimia 3 (1), Jurusan kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, 2009.
- [7] Knothe, G.H. (2006), "Analyzing biodiesel; Standards and other methods" Journal of the American Oil Chemists' Society. 83 2006 : 823-833.

- [8] Tilani Hamid S. dan Yusuf, R. "Preparasi Karakteristik Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit" MAKARA, Teknologi, Vol. 6, NO. 2, Universitas Indonesia, Depok, 2002.
- [9] Zuhdi M.F.A, Gerianto, I., dan Budiono, T., "Produksi dan Karakteristik Bio-diesel Serta Teknik Pencampurannya dengan Minyak Solar (Gas Oil)" Seminar Nasional Teori Aplikasi Teknologi Kelautan 2002 FTK ITS.
- [10] Zuhdi M.F.A, Gerianto I , Hashimoto M, Tomohisha D, "*The Characteristics of Castor Oil as a Bio-diesel Fuel and its Effects on the Diesel Engine's Performance*" Kobe University of Mercantile Marine (KUMM) – Japan, 2002.