

## Analisis Penggunaan HSD, MDO dan B-30 pada Kapal Motor Penumpang 2000 GT

Aldyn Clinton Partahi Oloan<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dosen Program Studi Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada  
Jl. Taman Malaka Selatan No.22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

\*Koresponden : [clintonaldyn19@gmail.com](mailto:clintonaldyn19@gmail.com)

### Abstrak

Kapal yang di analisa adalah kapal Ferry Ro-ro 2000 GT berlayar dari Bali menuju Lombok melalui jalur penyebrangan selat lombok dengan jarak tempuh 38 mil laut. Identifikasi penggunaan bahan bakar solar untuk operasional kapal, penting dilakukan pada kapal-kapal penyeberangan, khususnya sehubungan dengan usaha untuk memperoleh efisiensi penggunaan bahan bakar solar pada operasional kapal. Dalam pemecahan persoalan, analisa efisiensi diselesaikan dengan menerapkan metode analitik teknik, correlational-predictive, dan komparatif. Metode analitik teknik secara spesifik dipakai sebagai perhitungan karakter mesin dalam penggunaan bahan bakar, dan metode correlational- predictive dipakai sebagai metode pendekatan pada fenomena hubungan karakter mesin dalam penggunaan bahan bakar yang berbeda pada operasional kapal, sedangkan pada pendekatan metode komparatif akan dipakai untuk memberikan ilustrasi secara lebih lengkap pada sebuah studi kasus penggunaan solar sebagai bahan bakar mesin induk operasional kapal penyeberangan.

**Kata kunci :** Ferry Ro-ro; HSD; Biodiesel B30

### Abstract

The ship being analyzed is a 2000 GT Ro-Ro Ferry sailing from Bali to Lombok via the Lombok Strait crossing route with a distance of 38 nautical miles. Identification of the use of diesel fuel for ship operations is important for ferry vessels, especially in connection with efforts to obtain efficient use of diesel fuel in ship operations. In solving problems, efficiency analysis is completed by applying technical analytical, correlational-predictive and comparative methods. The technical analytical method is specifically used to calculate engine characteristics in fuel use, and the correlational-predictive method is used as an approach method to the phenomenon of the relationship between engine characteristics in the use of different fuels in ship operations, while the comparative method approach will be used to provide a detailed illustration. more complete in a case study of the use of diesel as fuel for the operational main engine of a ferry ship.

**Keywords :** Ferry Ro-ro; HSD; Biodiesel B30

## 1. Pendahuluan

Salah satu sistem Transportasi untuk menghubungkan daerah yang dibatasi oleh laut, sungai, dan danau disebut angkutan penyebrangan. Pemerintah mengharapknagar terpenuhinya Transportasi yang dibatasi oleh wilayah perairan tersebut, guna menunjang perkembangan, dan pembangunan wilayah perairan. Maka efisiensi penggunaan bahan bakar pada kapal sangat penting [1]. Pelabuhan Padang Bai - Lembar adalah salah satu lintasan penyebrangan laut yang menghubungkan Bali - Lombok dengan menggunakan kapal Ferry Ro-Ro, penyebrangan lewat Selat Lombok ini memiliki jarak tempuh 38 mil laut dan memakan waktu sekitar 4-6 jam[2]. Rasio pelayaran dengan perbandingan antara biaya pelayaran, dan pendapatan sangat penting. Dasar perhitungan ini sangat mempengaruhi biaya operasional kapal yang dipengaruhi oleh berbagai macam variabel misalnya saat kapal sedang berlayar, dan saat di pelabuhan. Biaya operasional, dalam hal ini biaya bahan bakar adalah salah satu penyebab besarnya biaya, dimana konsumsi bahan bakar dipengaruhi oleh besaran nilai dayamesin dan load kerja mesin dalam pola operasional kapal. Permasalahan juga muncul bila kondisi kualitas produksi lintasan turun, sehingga meningkatnya biaya operasional kapal dan menjadikan penyebab turunnya daya efektif dan daya efisien pada pola operasional kapal[3]. Mesin diesel merupakan mesin yang paling efektif dan sederhana. Tenaga yang dihasilkan dari mesin diesel juga sangat memadai. Kapal – kapal dari ukran kecil sampai besar banyak menggunakan mesin diesel. Faktor – faktor yang di hitung saat penggunaan mesin disel di kapal diantaranya : ukuran utama kapal, tahanan kapal, kecepatan, dan efisiensi bahan bakar[4]. Saat ini kebutuhan energi sangat bergantung dengan bahan bakar fosil. Hampir 36 - 37% penggunaan energi fosil ada pada sektor transportasi. Bahan bakar ini seharusnya sudah dapat diganti pada tahun 2050[5].

Bahan bakar alternatif biofuel yang berupa alkohol dan biodiesel Biodiesel dapat direkomendasikan

sebagai bahan bakar pengganti HSD. Biodiesel yang bersifat terbarukan merupakan bahan bakar alternatif yang cukup menjanjikan. Sifatnya biodegradable, ramah lingkungan, dan tidak beracun[6]. Pada mesin diesel banyak menggunakan biodiesel karena bahan bakunya terutama di dapat dari berbagai macam seperti minyak hewan, tumbuhan dan juga minyak bekas. Bahan bakar yang digunakan jenisnya cukup mempengaruhi tipe suatu mesin. Tipe ini terkait dengan performa[7]. Performa tersebut dihasilkan oleh mesin tersebut. Jenis bahan bakar yang digunakan mempengaruhi unjuk kerja mesin. Penjelasan diatas menunjukkan perlu adanya penggunaan daya mesin yang sesuai penelitian sesuai dengan dimensi kapal dan kecepatan maksimum yang dibutuhkan[8]. Biaya mesin penggerak kapal dalam penggunaan bahan bakar bisa ditekan dengan menekan biaya operasional kapal[9]. Terhadap pemakaian bahan bakar kajian perlu dilakukan pada kapal dengan pemakaian mesin induk pada pola operasional kapal yang sama[10]. Analisa tingkat konsumsi bahan bakar yang ekonomis dalam operasional kapal, dapat dibandingkan dengan pemakaian bahan bakar per mil. kecepatan yang diperoleh serta tingkat efektifitas pola operasional, mampu mempengaruhi nilai efisiensi pada karakter mesin[11]. Proses pembakaran yang terjadi di dalam mesin itu sendiri adalah pembakaran dalam. Pembakaran yang terjadi dari udara murni yang dimampatkan pada ruang bakar bersilinder menghasilkan panas udara, dan tekanan yang tinggi. Saat itu juga disemprotkan bahan bakar maka terjadi pembakaran. Kapal dengan daya rendah umumnya memiliki putaran mesin besar, sedangkan dengan daya tinggi memiliki putaran rendah[12]. Jumlah konsumsi bahan bakar pada mesin akan berpengaruh terhadap kapasitas tangki dikapal. Mesin dengan konsumsi bahan bakar tinggi membutuhkan tangki penyimpanan yang besar dan sebaliknya. faktor lain yang mempengaruhi adalah jenis dan tipe penugasan kapal. Konsumsi bahan bakar kapal ditentukan oleh kapasitas mesin, dimana ini berpengaruh terhadap putaran mesin yang dihasilkan. Terdapat tiga jenis mesin berdasarkan putarannya, yaitu putaran rendah, putaran menengah, dan putaran tinggi[13]. Perbedaan putaran mesin dan kapasitas mesin ini akan berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar yang digunakan oleh mesin.

Pembakaran dapat menghasilkan panas yang mendadak naik dan tekanan tinggi pada ruang bakar . Tekanan mendorong ke bawah sehingga piston dan berlanjut ke dengan poros engkol berputar. Gerakan piston yang sesuai sama dengan mendapatkan satu kali proses[14]. Mesin diesel umumnya dibagi dalam 2 macam :

- Mesin diesel 4 Tak atau 4 langkah
- Mesin diesel 2 Tak atau 2 langkah

Pada permesinan kali ini yang akan dibahas adalah mesin diesel 4 langkah. Mesin empat adalah menyelesaikan satu siklus dalam empat langkah torak atau dua kali poros engkol. Jadi dalam proses empat langkah itu telah mengadakan proses pengisian, kompresi dan penyalaaan, ekspansi serta pembuangan[15]. TMA Atau Titik paling atas dicapai oleh gerakan torak pada silinder. TMB adalah atau titik terendah yang dapat dicapai oleh ujung atas torak pada silinder. Ketika torak bergerak dari TMA sampai ke TMB maka dikatakan satu langkah. Pada siklus, empat langkah ada empat langkah torak, yaitu dua naik dan dua turun[16]. Selama siklus itu berlangsung, engkol akan berputar dua kali. Untuk menggerakkan kapal, baik secara individu maupun dalam armada, diperlukan Bahan Bakar Minyak (BBM) sebagai media pembakar untuk mesin penggerak yang mutlak harus tersedia guna memenuhi kebutuhan energi kapal dalam kegiatannya sebagai moda angkutan[17]. Dalam kegiatan operasinya kapal mempunyai sistem permesinan yang terdiri dari Mesin Utama (MU) atau Main Engine (ME) dan Mesin Bantu (MB) atau Auxilliary Engine (AE). Mesin kapal berfungsi sebagai sistem penggerak kapal atau untuk memutar baling- baling kapal selanjutnya akan mendorong kapal, mesin yang umum digunakan adalah mesin diesel atau turbin uap. Sedangkan mesin bantu (Auxiliary Machinery)[18].

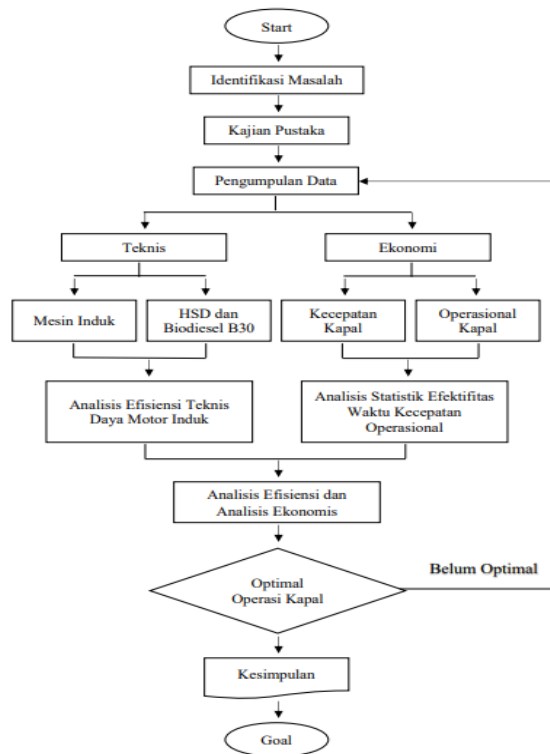
Itu adalah istilah umum yang menunjukkan mesin-mesin yang dibutuhkan untuk membangkitkan listrik atau generator listrik. Mesin bantu juga menunjukkan semua peralatan yang dibutuhkan antara lain pompa, mesin pendingin (refrigerating machines), mesin kemudi (steering engines), derek (winches) dan sebagainya. Umumnya MU berjumlah 1 (satu) unit dan untuk kapal feri menggunakan 2 (dua) unit. Sedangkan mesin bantu berupa generator listrik umumnya berjumlah 3 (tiga) unit, dua digunakan untuk menghasilkan listrik sementara satu unit lainnya adalah cadangan. Jenis Bahan Bakar yang di gunakan di Kapal adalah HSD, MDO, dan B30[19].

## **2. Metodologi Penelitian**

### **2.1. Data Yang Digunakan**

#### **Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dan pengumpulan data mesin kapal dan data laporan abstrak log mesin kapal dalam satu bulan guna mendapatkan data dan informasi untuk menganalisa dan menjawab permasalahan - permasalahan yang ada dalam penelitian ini[20].



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

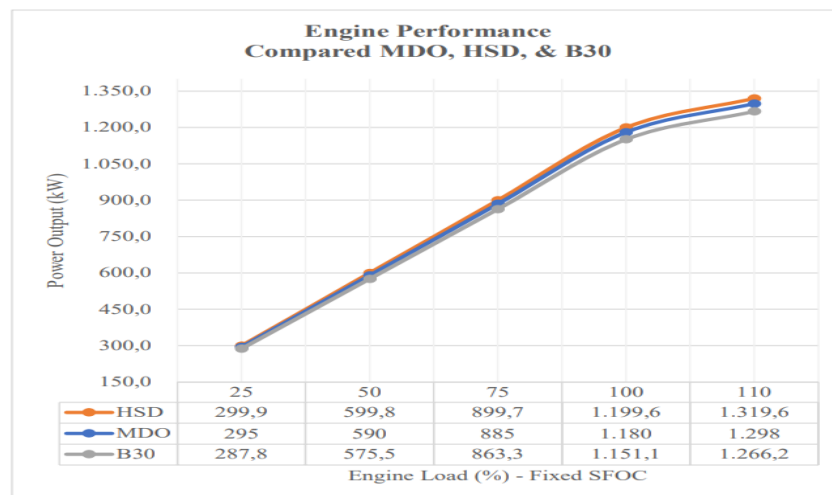
Penelitian ini akan memberikan gambaran tentang faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi operasi kapal khususnya daya mesin, waktu dan pola operasi kapal yang digunakan. Dalam perkembangan teknologi dan energi alternatif, kapal diarahkan ke suatu pola penggunaan produk baru yang lebih terjaga ketersediaannya dan ramah lingkungan. Penggunaan energi alternatif sebagai bahan bakar memiliki karakteristik yang berbeda dari bahan bakar sebelumnya, terutama nilai kalori yang berpengaruh terhadap keluaran daya mesin diesel dan juga karakter mesin itu sendiri yang sering kurang dipahami oleh pemilik kapal dalam mempertimbangkan penggunaan daya mesin dan efisiensi bahan bakarnya dalam operasional kapal.

### 3. Hasil Dan Pembahasan

Pada penelitian ini menggunakan hasil dari beberapa laporan tes kapal, spesifikasi bahan bakar, dan realisasi penggunaan bahan bakar di Kapal. Karakter penggerak utama kapal Yanmar 6EY22AW 1180 kW terhadap penggunaan bahan bakar High Speed Diesel (HSD), Marine Diesel Oil (MDO) dan Biodiesel B30, serta efisiensi waktu operasional kapal. Untuk mendapatkan parameter-parameter lain sebagai data analisa dengan cara dilakukan perhitungan daya, dan putaran mesin[21].

#### 1. Daya (Power)

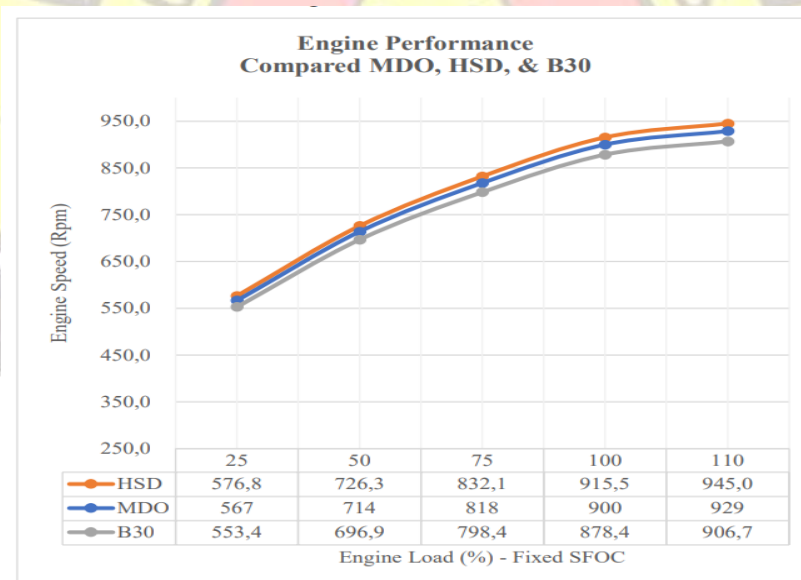
Unit mesin diesel bekerja dengan menghasilkan dayadan torsi dimana putaran mesin bekerja konstan padabeban tertentu untuk mendapatkan daya tetap yang diinginkan[22].



Gambar 2. Grafik Perbandingan Daya dengan HSD, MDO,dan B30

Ditinjau dari load dan daya mesin, pada setiap penambahan load mesin bersamaan dengan naiknya daya keluaran mesin. Dari hasil perhitungan perbandingan nilai daya keluaran untuk penggunaan bahan bakar HSD memiliki nilai keluaran daya yang lebih besar sekitar 2,5% dibandingkan dengan keluaran daya yang menggunakan bahan bakar Biodiesel B30. Hal ini dikarena perbedaan nilai panas bahan bakar dan nilai berat jenis bahan bakar yang bekerja dalam ruang bakar mesin.

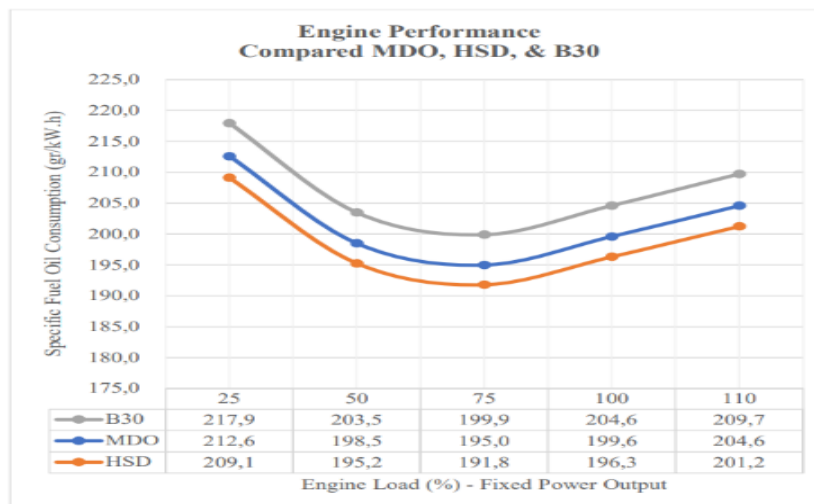
## 2. Putaran Mesin



Gambar 3. Grafik Putaran Mesin

Ditinjau dari load dan putaran mesin, pada setiap penambahan load mesin bersamaan dengan naiknya putaran mesin. Dari hasil perhitungan perbandingan nilai putaran mesin untuk penggunaan bahan bakar. HSD memiliki nilai keluaran putaran yang lebih besar sekitar 2,5% dibandingkan dengan keluaran daya yang menggunakan bahan bakar Biodiesel B30. Hal ini dikarenakan meningkatnya daya keluaran mesin dan tekanan efektif rata-rata akibat perbedaan nilai panas bahan bakar dan nilai berat jenis bahan bakar yang bekerja dalam ruang bakar mesin.

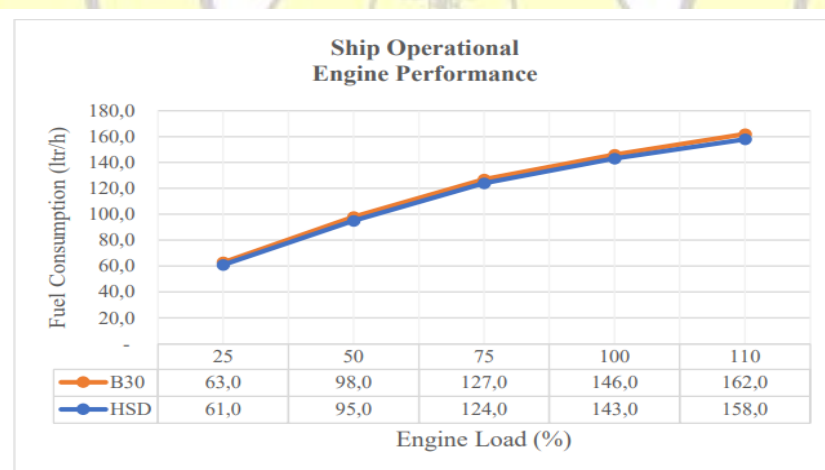
### 3. Konsumsi Bahan Bakar



Gambar 4. Konsumsi Bahan bakar

Ditinjau dari load dan konsumsi bahan bakar spesifik, pada setiap penambahan load mesin bersamaan dengan adanya perbedaan konsumsi bahan bakar spesifik mesin. Dari hasil perhitungan perbandingan nilai konsumsi bahan bakar mesin untuk penggunaan bahan bakar HSD memiliki nilai konsumsi bahan bakar yang lebih besar sekitar 2,5% dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar yang menggunakan bahan bakar Biodiesel B30. Hal ini dikarenakan setiap penambahan load daya keluran mesin dan putaran mesin akibat adanya efisiensi mekanikal komponen yang bekerja dalam mesin dan gas buang, yang direpresentasikan dengan efisiensi thermal. Dan juga adanya perbedaan nilai panas bahan bakar dan nilai berat jenis bahan bakar yang bekerja dalam ruang bakar mesin.

### 4. Perbandingan HSD dan Biodiesel 30



Gambar 5. Perbandingan HSD dan B30

Ditinjau dari load dan konsumsi bahan bakar dalam operasional kapal dan juga referensi realisasi konsumsi bahan bakar, pada setiap penambahan load mesin bersamaan dengan adanya kenaikan konsumsi bahan bakar dalam operasional kapal. Dari hasil perhitungan perbandingan nilai konsumsi bahan bakar mesin untuk penggunaan bahan bakar HSD memiliki nilai konsumsi bahan bakar yang lebih besar sekitar 3% dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar yang menggunakan bahan bakar Biodiesel B30. Hal ini dikarenakan setiap penambahan konsumsi bahan bakar mesin dan kecepatan kapal akibat adanya pola kebutuhan operasional kapal yang dibutuhkan dan unjuk kerja mesin penggerak utama kapal. Dengan demikian kita dapat mengetahui pada

load berapa yang memiliki nilai teknis ekonomi dalam konsumsi bahan bakar saat kapal beroperasi.

## 5. Kesimpulan

Pada saat operasional rutin dengan menggunakan bahan bakar Biodiesel B30, Kapal Motor Penumpang 2000 GT sebaiknya dioperasikan pada load mesin antara 25% sampai dengan 50% dengan menyesuaikan waktu pola operasional pelayanan dilintasan. Sesuai hasil laporan sea trial kapal dan perhitungan daya keluaran mesin, kecepatan kapal yang paling efektif pada load 25% sampai dengan 50% karena per-load-nya mengakomodir 20% sampai dengan 35% kecepatan kapal dan yang terkecil pada load 100% kecepatan kapal mengakomodir sekitar 15% kecepatan kapal per load mesin. Dan perbedaan pada penggunaan bahan bakar HSD dan Biodiesel B30 memiliki selisih sekitar 2,5% pada keluran daya mesin diesel. Spesifikasi mesin yang diteliti memiliki idle speed 400 rpm dan rate speed 900 rpm, dari hasil uji mesin sudah diketahui nilai keluaran dari daya dan kecepatan mesin. Hubungan daya keluaran dan putaran mesin terkait keluran torsi mesin yang berguna untuk memutar baling-baling kapal. Dan perbedaan pada penggunaan bahan bakar HSD dan Biodiesel B30 memiliki selisih sekitar 2,4% pada keluran putaran mesin diesel.

Dari hasil analisa perhitungan diketahui nilai efisiensi daya keluaran mesin dan efisiensi konsumsi bahan bakar spesifik itu berada pada load mesin 75 %, dimana daya keluaran mesin memiliki efisiensi 43% dan konsumsi bahan bakar spesifik memiliki konsumsi terkecil 195 gr/kW.h.

Dari data analisa unjuk kerja mesin untuk konsumsi bahan bakar HSD dan Biodiesel B30, dan pola operasional kapal. Maka dapat diketahui setiap pengoperasian mesin dengan kondisi load tertentu dapat diketahui nilai konsumsi bahan bakar per literanya, dan untuk perbedaan konsumsi bahan bakar spesifik gr/kW.h antara HSD dan Biodiesel sekitar 4,2% pada masing-masing load-nya, dan untuk konsumsi bahan bakar perliteranya memiliki selisih 2,7% pada masing-masing load-nya dengan HSD yang lebih hemat / lebih kecil konsumsi bahan bakarnya.

Dalam hal nilai efisiensi ekonomi dalam operasional kapal terhadap konsumsi bahan bakar dan data realisasi kapal, dapat kita ketahui bahwa dari hasil analisa teknis ekonomi konsumsi bahan bakar, nilai ekonomi terletak pada antara load mesin 25% sampai dengan 50% atau pada putaran mesin antara 567 rpm sampai dengan 714 rpm sesuai dengan pola operasional kapal di lintasan.

## Daftar Pustaka

- [1] 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.
- [2] Knothe, G.H. (2006), “Analyzing biodiesel; Standards and other methods” Journal of the American Oil Chemists' Society. 83(10):823- 833.
- [3] 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.
- [4] Arismunandar, Wiranto. 1988. “Penggerak Mula Motor Bakar Torak”. Hal. 98. ITB: Bandung.
- [5] Indonesia Learning Centre. 2016. “Basic Course Diesel Engine”. Malang.
- [6] Martias. 2012. “Analisis Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Biodiesel terhadap Komsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang pada Motor Diesel”. Hal. 21-22. Universitas Negeri Padang: Padang.
- [7] Mollenhauer, Klaus and Helmut Tschoeke. 2010. “Handbook of Diesel Engines”. Springer- Verlag Berlin Heidelberg: Germany.
- [8] Samlawi, Achmad Kusairi. 2015. “Teori Dasar Motor Diesel”. Banjarbaru.
- [9] Ehsan, M., Taposh, R.M., Islam, M.M., (2007), Running a diesel engine with biodiesel, International Conference on Mechanical Engineering, Dhaka, Bangladesh, 1-4.
- [10] Kristanto, P., Winaya, R.,(2002), Penggunaan minyak nabati sebagai bahan bakar alternatif pada motor diesel sistem injeksi langsung, Jurnal Teknik Mesin, 4, 99-103.
- [11] Lee, C.S., (2004), Analysis of Engine Performance Using Palm Oil Methyl Ester, Dissertation Bachelor of Engineering, Dissertation Bachelor of Engineering, University of Southern Queensland, 19- 25
- [12] Pramesti, L, Zuhdi M. F, Ariana, I M. (2013) “Analisa Pengaruh Angka Iodin Pada Biodiesel Dari Waste Cooking Oil Terhadap Laju Keausan Dan Terbentuknya Carbon Deposit Pada Komponen Small Marine Diesel Engine” Prosiding Pascasarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [13] Aziz, I., Nurbayti S., Ulum, B. (2011) “ Pembuatan produk biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Cara Esterifikasi dan Transesterifikasi” Valensi Vol. 2 No. 3, (443-448)
- [14] Bozbas, K., (2005), Biodiesel as an alternative motor fuel production and policies in the European Union, Renewable & Sustainable Energy Reviews, 1-12.
- [15] 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.
- [16] Mushrush, G. W.; Wynne, J. H.; Lloyd, C. T.; Willauer, H. D.; Hardy, D. R.: Incompatibility of Recycled Soy-Derived Biodiesel in Marine Environments, American Chemical society, 10/21/2005
- [17] Naval Fuels & Lubricants IPT, Research Report; Engineering Investigation of 2004/05 East Coast F-76 Rapid Fuel Degradation; NAVAIRSYSCOM Report4451/06-006; August 14, 2006
- [18] Survey of the Quality and Stability of Biodiesel and Biodiesel Blends in the United States in 2004, National Renewable Energy Laboratory Technical Report NREL/TP-540- 38836, October 2005
- [19] Mushrush, G. W.; Wynne, J.H.; Hughes, J.M.; Beal, E. J.; Lloyd, C. T.: Soybean- Derived Fuel Liquids from Different sources as Blending stocks for Middle Distillate Ground Transportation Fuels. Ind. Eng Chem. Res. 2003,42,2387- 2389
- [20] Chad Freckmann; Market Analysis of the United States Charter Boat and Marina Industries: Biodiesel Use Potential; Report to the National Biodiesel Board, August 31, 2006. 33. ASTM D7467-09; Standard Specification for Diesel Fuel Oil, Biodiesel Blend(B6 to B20) 34. Arthur D. Little, Inc.; Report to the National Biodiesel Board; Biodiesel Marine Market Preevaluation, Final Report, 7 September 1995.
- [21] Miguel Carriquiry & Bruce A. Babcock; Iowa State University Ag Review (Biodiesel); Winter 2008. Presentation by the Air Resources Board, California Environmental Protection Agency (CARB) Emission Reduction Plan for Ports and Goods Movement in California; Air Resources Board Meeting, April 24, 2008.

