

TINJAUAN BIAYA OPERASIONAL GENERATOR SET PADA KAPAL MV.TITANIUM AKIBAT PERUBAHAN BAHAN BAKAR SOLAR HIGH SPEED DIESEL (HSD) DENGAN BIODIESEL (B30)

Sempurna¹⁾, D.S. Pelupessy²⁾, Fany Laamena³⁾

¹⁾S1 Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
Email: semskaaruanz@gmail.com

²⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
Email: otobox@yahoo.com

³⁾ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
Email: navalfany@gmail.com

Abstrak Penggunaan biodiesel (B30) sebagai bahan bakar pada kapal MV.Titanium sudah berjalan sejak Februari 2022, namun pada saat penggunaan biodiesel (B30) menimbulkan dampak pada mesin seperti perubahan nilai konsumsi bahan bakar spesifik, perubahan nilai emisi gas buang lebih kecil, terjadi dua kali pergantian filter bahan bakar, yang dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik antara bahan bakar high speed diesel (HSD) dan bahan bakar biodiesel (B30). Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan thermodynamika engine NTA855-G1B, diperoleh hasil pemakaian bahan bakar spesifik indikator (F_i) untuk high speed diesel (HSD) sebesar 0,0773958212 Kw/jam, sedangkan biodiesel (B30) sebesar 0,088726896 Kw/jam. Hasil pemakaian bahan bakar spesifik efektif (F) pada solar high speed diesel (HSD) sebesar 0,0910661186 Kw/jam, sedangkan biodiesel (B30) sebesar 0,0869871533 Kw/jam. Pemakaian bahan bakar perjam (F_h) untuk high speed diesel (HSD) sebesar 28,35192046 Liter/jam sedangkan untuk biodiesel (B30) sebesar 33,80707335 Liter/jam. Hasil pemakaian bahan bakar berdasarkan jumlah jam kerja untuk bahan bakar solar high speed diesel (HSD) pada bulan agustus 2018 sampai maret 2019 dengan jumlah jam kerja 2.364,8jam adalah sebesar 67.046,6215 Liter dengan total biaya pemakaian bahan bakar keseluruhan sebesar Rp. 1.518.605.977. Sedangkan untuk bahan bakar biodiesel (B30) pada bulan april 2022 sampai agustus 2022 dengan jumlah jam kerja 2.362,7jam sebesar 79.875,9722 Liter dengan total biaya pemakaian bahan bakar keseluruhannya sebesar Rp. 1.417.798.507.

Kata Kunci: Bahan Bakar Biodiesel (B30), HSD, Biaya Operasional

1. PENDAHULUAN

Kapal MV.Titanium merupakan salah satu kapal kontainer yang beroperasi di perairan laut Indonesia bagian timur, di bawah naungan PT. SPIL, Salam Pasific Indonesia Lines. Kapal ini mulai beroperasi sejak akhir Desember 2021 dan sudah beroperasi kurang lebih delapan bulan. Kapal MV.Titanium adalah kapal penghubung antar pulau, yang melayani rute pelayaran seperti Pelabuhan Yos Sudarso Ambon, Tual, Kaimana, Fak-fak, Manokwari, Nabire, Biak, dan Manuri. Kapal MV.Titanium menggunakan 3 mesin diesel merek Cummins NTA855-D(M) G1B sebagai generator set utama dan Cummins 6BTAA5.9-GM 115 sebagai emergency generator sebagai pembangkit listrik di dalam kapal. Kapal MV.Titanium biasanya menggunakan 3 generator utama pada saat melakukan bongkar muat di pelabuhan jika tidak menggunakan crane dari darat. Generator utama (AE2) biasanya digunakan untuk mensuplai seperti penerangan, navigasi, dan pompa-pompa. Sedangkan generator utama (AE3) digunakan untuk membantu kinerja pada generator utama (AE2) pada saat penggunaan 1 crane, dan untuk penggunaan 2 crane dari kapal ke darat biasanya menggunakan 3 generator utama (AE1, AE2, dan AE3) secara bersamaan (pararel), masalah dalam penelitian ini adalah untuk menghitung berapa besar biaya operasional auxiliary engine (AE) pada kapal MV.Titanium saat

menggunakan bahan bakar high speed diesel (HSD) dan biodiesel (B30), tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar biaya operasional untuk auxiliary engine (AE) kapal MV.Titanium saat menggunakan bahan bakar high speed diesel (HSD) jika dibandingkan dengan bahan bakar biodiesel (B30).

“Analisis Pemakaian Bahan Bakar High Speed Diesel dan Biodiesel (B30) terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Mesin Diesel PLTD 1.4 MW”, (Vol. 18 No. 2, 30-41, ISSN 1411 4143) kandungan FAME pada HSD sebesar 0,88% dan B30 sebesar 24,62%. Sedangkan densitas dari HSD sebesar 848 kg/m³ lebih kecil daripada densitas B30 yaitu sebesar 853,9 kg/m³, “Biodiesel Production, Properties, and Feedstocks. In Vitro Cell”, (45: 229- 266, DOI 10.1007/s11627-009-9204) biodiesel memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan solar, diantaranya adalah kandungan racun yang rendah, berasal dari bahan baku yang terbarukan, kadar belerang yang rendah, emisi gas buang yang rendah, dan titik nyala yang tinggi, “Pengaruh Penggunaan bahan bakar biodiesel (B30) dan dexlite terhadap kinerja mesin disel” (Vol. 22 No. 1, 19-28) Kinerja mesin diesel untuk bahan bakar Dexlite berbanding lurus dengan putaran dan beban, artinya semakin tinggi putaran dan beban yang diberikan semakin besar pula kinerja mesin tersebut, Kinerja mesin diesel untuk bahan bakar B30 berbanding lurus dengan putaran dan beban, artinya semakin tinggi putaran dan beban yang diberikan semakin 6 besar pula kinerja mesin tersebut, “Analisis konsumsi bahan bakar spesifik B30 dan solar murni pada generator set PT.Biofarma”, (Vol. 13 No. 1, 488-494, DOI: <https://doi.org/10.35313/irwns.v13i01.4233>) Berdasarkan penelitian Muhamad Zidane Abdul Fatah (2022) konsumsi bahan bakar spesifik B30 adalah 0.245 kg/kWh dan pada solar murni adalah 0.200 kg/kWh pada beban 750 kW, “Kajian teknis sistem penggerak bahan bakar solar pada kapal KM Labobar” (56-63) Imam Pujo Mulyatno (2010), dalam penelitiannya mengatakan bahwa daya Efektif yang dihasilkan oleh solar sebesar 3,83 kW untuk searah arus, sedangkan B20 sebesar 3,72 kW, B30 sebesar 3,83 kW, dan B50 sebesar 3,62 kW. Untuk berlawanan arus, penggunaan solar dapat menghasilkan daya efektif sebesar 3,66 kW, sedangkan B20 sebesar 3,51 kW, B30 sebesar 3,62 kW, dan B50 sebesar 3,62 kW. Dapat disimpulkan bahwa daya yang dihasilkan saat kapal menggunakan solar paling besar. Tetapi, selisih daya yang dihasilkan tiap varian tidak terlalu jauh.

2. METODE

Metode observasi adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan melaksanakan pengamatan secara langsung terhadap objek yang diteliti, Metode wawancara adalah metode yang dilakukan dengan melaksanakan konsultasi langsung dengan pihak terkait untuk memperoleh data-data yang berhubungan dengan objek penelitian, etode kepustakaan adalah metode yang dilakukan dengan mempelajari teori-teori yang diperoleh dari referensi-referensi seperti buku, jurnal, artikel, dan website yang terpercaya, Tahap identifikasi adalah tahap dimana data yang peroleh kemudian diidentifikasi untuk ditentukan metode yang akan digunakan, Tahap pengolahan data yaitu dengan menghitung biaya operasional kapal MV, Titanium pada saat menggunakan bahan bakar B30, Dengan hasil pengolahan data, maka dilakukan perbandingan antara bahan bakar B30 dengan HSD melalui hasil penelitian terdahulu, Tahap penutup, pada tahap ini peneliti akan menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang diperoleh, variabel-variabel pada penelitian ini dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut:

$$y = f(x_1, x_2)$$

dimana:

y = biaya operasional (variabel terikat)

x₁ = HSD (variabel bebas)

x₂ = B30 (variabel bebas)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Termodinamika Engine Cummins NTA855-G1B

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan engine Cummins NTA855-G1B dengan data engine sebagai berikut

Tabel 1. Data Daya motor

Parameter	Satuan
Daya efektif motor (N_e)	284 Kw/380 HP
Jumlah silinder (i)	6
Putaran motor	1500 rpm
Perbandingan kompresi (ϵ)	14.5:1
Temperature udara luar (T_0)	26 ° K
Koefisien gas residu (γ_r)	0.04
Tekanan udara supercharger (P_{sup})	1.4
Diameter silinder (D)	140 mm/14 cm
Panjang langkah torak (S)	152 mm/15.2 cm
Temperature gas residu (T_r)	750 °K
Penambahan temperature udara (ΔT_w)	15 °K
Kapasitas kalor bahan bakar untuk solar (Q_1)	10100 kkal/kg
Koefisien udara lebih (α)	1.3
Tingkat kenaikan tekanan (λ)	1.8
Koefisien pemanfaatan panas (ξ_z)	0.85
Factor koreksi motor 4 langkah (ϕ)	0.97
Koefisien panas spesifik produk dari campuran gas untuk pembakaran (A)	4.62
Koefisien panas spesifik produk dari campuran gas untuk pembakaran (B)	0.00053
Tekanan udara luar (P_0)	1 kg/cm ³

Sumber: Data mesin bantu kapal Mv.Titanium

B. Hasil dan Perhitungan Termodinamika Engine Menggunakan Bahan Bakar Solar High Speed Diesel (HSD) dan Biodiesel (B30)

Dalam perhitungan termodinamika mesin ini, beberapa parameter awal yang digunakan, sebagai berikut: Langkah pengisian awal langkah kompresi, langkah kompresi, langkah pembakaran, langkah ekspansi, parameter volume, parameter pemakaian bahan bakar, parameter efisiensi, dan parameter daya.

Tabel 2. Akhir langkah pengisian pada awal langkah kompresi

Faktor Kerja	Simbol	Satuan	HSD	B30
Tekanan udara pada awal langkah kompresi	P_a	Kg/cm ³	1,26	1,26
Temperatur Awal Pengisian	T_a	°K	346,7077316	346,7077316
Efisiensi Pengisian	η_{ch}	%	0,853669629	0,853669629

Akhir langkah pengisian pada awal kompresi dengan factor kerja memiliki persamaan yang sama antara HSD dan B30 dimana tekanan udara pada awal kompresi, temperatur awal pengisian, dan efisiensi pengisian.

Tabel 3. Langkah kompresi

Faktor Kerja	Simbol	Satuan	HSD	B30
Pangkat Politropis	n_1		1,37426858	1,37426858
Temperatur Akhir Kompresi	T_c	$^{\circ}\text{K}$	943,2505782	943,2505782
Tekanan Akhir Langkah Kompresi	P_c	Kg/cm^3	37,47616661	37,47616661

langkah kompresi dengan factor kerja memiliki persamaan yang sama antara HSD dan B30 dimana pangkat politropis, temperatur akhir kompresi, dan tekanan akhir langkah kompresi.

Tabel 4. Langkah pembakaran

Faktor Kerja	Simbol	Satuan	HSD	B30
Jumlah Udara Teoritis Untuk Pembakaran	L_o	Mol	0,494543651	0,487152778
Unsur CO_2 $M\text{CO}_2$	$M\text{CO}_2$	Mol	0,0717	0,069583333
Unsur H_2O $M\text{H}_2\text{O}$	$M\text{H}_2\text{O}$	Mol	0,065	0,0675
Unsur N_2 $M\text{N}_2$	$M\text{N}_2$	Mol	0,50789633	0,500305903
Unsur O_2 $M\text{O}_2$	$M\text{O}_2$	Mol	0,03115625	0,030690625
Total Produksi Pembakaran	M_g	Mol	0,67575258	0,668079861
Jumlah Udara Aktual	L	Mol	0,642906746	0,633298611
Koefisien Perubahan Molar	M	Mol	1,049124593	1,052808437
Koefisien Molar	μ_o	Mol	1,051089576	1,054920774
$V\text{CO}_2$	$V\text{CO}_2$	Mol	0,106103923	0,104154215
$V\text{H}_2\text{O}$	$V\text{H}_2\text{O}$	Mol	0,096189052	0,101035825
$V\text{N}_2$	$V\text{N}_2$	Mol	0,751601022	0,748871403
$V\text{O}_2$	$V\text{O}_2$	Mol	0,046106002	0,045938557
Koefisien Panas Dari Campuran Gas Untuk Pembakaran	A_g	Mol	5,072073746	5,071505403
Koefisien Panas Dari Campuran Gas Untuk Pembakaran	B_z	Mol	0,000663146	0,000664602
Kapasitas Panas Molar Isokorik Produk Pembakaran	$(mc_v)_g$	Mol	6,62568944	6,668512625
Kapasitas Panas Molar Isobarik Akhir Kompresi	$(mc_p)_g$	Mol	7,06030677	8,66659116
Kapasitas Panas Molar Isokorik Akhir Temperatur Kompresi	$(mc_v)_a$	Mol	5,119922806	5,119922806
Temperatur Akhir Pembakaran	T_z	$^{\circ}\text{K}$	2342,795836	2427,950644

Dapat dilihat dari tabel diatas perbedaan antara karakteristik langkah pembakaran antara HSD dengan B30 dimana temperature pembakaran pada HSD sebesar 2342,79 $^{\circ}\text{K}$ sedangkan temperature pembakaran pada B30 sebesar 2427,96 $^{\circ}\text{K}$.

Tabel 5. Langkah kompresi

Faktor Kerja	Simbol	Satuan	HSD	B30
Derajat ekspansi pendahuluan	ρ	Kg/cm^2	1,447644504	1,505530733
Derajat ekspansi lanjutan	δ	Kg/cm^2	10,01627123	9,6311551
Tekanan Akhir Pembakaran	P_z	Kg/cm^2	67,45709989	67,45709989
Pangkat Politropis	n_2		1,2658093798567300	1,2658093798567300
Tekanan Akhir ekspansi	P_b	Kg/cm^2	3,650266125	3,835997805
Tekanan Indikator rata-rata teoritis	P_{it}	Kg/cm^2	10,00962989	10,63655372
Tekanan Indikator Sebenarnya	P_1	Kg/cm^2	9,709340998	10,31745711
Tekanan Efektif	P_e	Kg/cm^2	8,252939848	8,769838541
Efisiensi Mekanis	η_m	%	0,85	0,85

Perhitungan volume meliputi volume langkah torak (V_s), volume langkah kompresi (V_c), volume langkah (V_a) dan volume pembakaran (V_z). perhitungan volume di hitung berdasarkan persamaan di bawah ini.

Tabel 6. Parameter volume

Faktor Kerja	Simbol	Satuan	HSD	B30
Volume langkah torak	V_s	Kg/cm ³	0,002338672	0,002338672
Volume langkah kompresi	V_c	Kg/cm ³	0,000173235	0,000173235
Volume langkah akhir	V_a	Kg/cm ³	0,002511907	0,002511907
Volume Pembakaran	V_z	Kg/cm ³	0,000250783	0,000260811

Tabel 7. Parameter pemakaian bahan bakar

Faktor Kerja	Simbol	Satuan	HSD	B30
Pemakaian Bahan Bakar Spesifik Indikator	F_i	Kg/Pk.jam	0,103789488	0,118984707
Pemakaian Bahan Bakar Spesifik Efektif	F	Kg/Pk.jam	0,122105281	0,116651674
Pemakaian Bahan Bakar Perjam	F_h	Kg/jam	23,58879782	28,73601235

Parameter pemakaian bahan bakar perjam adalah jumlah bahan bakar yang digunakan mesin. Densitas untuk solar High Speed Diesel (HSD) yaitu sebesar 832 kg/m³, sedangkan densitas untuk solar B30 yaitu sebesar 850 kg/m³. Pada saat temperature kamar mesin 30°C.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{atau } V = m \times \rho$$

Tabel 8. Parameter volume bahan bakar

Faktor Kerja	Simbol	Satuan	HSD	B30
Pemakaian Bahan Bakar Spesifik Indikator	F_i	Kw/jam	0,0773958212	0,088726896
Pemakaian Bahan Bakar Spesifik Efektif	F	Kw/jam	0,0910661186	0,0869871533
Pemakaian Bahan Bakar Perjam	F_h	Liter/Jam	28,35192046	33,80707335

Dari hasil perhitungan dapat dilihat untuk pemakaian bahan bakar HSD sebesar 28,35 liter/jam sedangkan B30 sebesar 33,80 liter/jam.

C. Perhitungan Biaya Operasional Pemakaian Bahan Bakar Solar High Speed Diesel (HSD) dan Biodiesel (B30)

Pemakaian bahan bakar spesifik efektif (F)

$$F = 318,4 \frac{(\eta_{ch} \times p_o)}{(P_e \times \alpha \times L'^0 \times T_o)}, \text{ kg/hp.hr}$$

Biaya operasional kapal adalah biaya yang di keluarkan sehubungan dengan pengoperasian kapal dalam sebuah pelayaran. Biaya bahan bakar merupakan komponen biaya paling besar pada masing-masing kapal, dengan ratio presentase antara 47% - 64%.

Berdasarkan tabel 9 dan gambar grafik 1 dibawah, dapat di lihat bahwa sesuai dengan jumlah jam kerja yaitu pada 2.364,8 jam pada bulan agustus 2018 sampai maret 2019, untuk total konsumsi bahan bakar solar high speed diesel (HSD) secara keseluruhan sebesar 67.046,6215 Liter dengan total biaya pemakaian bahan bakar keseluruhannya sebesar Rp.1.518.605.977.

Besarnya konsumsi bahan bakar minyak dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$W_{FP} = F_h \times W_p$$

Konsumsi bahan bakar perbulan (KB) adalah total konsumsi bakar dikali frekuensi dipelabuhkan dalam sebulan (f).

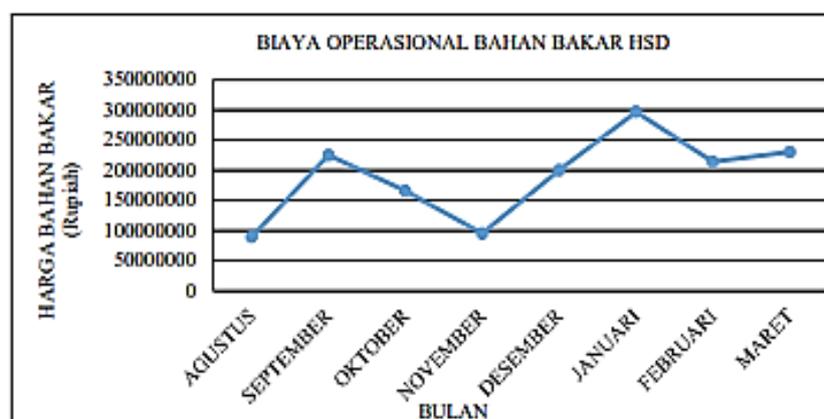
$$KB = W_{fp} \times f$$

Biaya bahan bakar perbulan (BB) adalah total konsumsi bahan bakar perbulan (KB) dikali dengan harga bahan bakar diesel (HB).

$$BB = HB \times KB$$

Tabel 9. Biaya operasional pemakaian bahan bakar solar high speed diesel

Bulan	Hari	Jam Kerja (Jam)	Total Bahan Bakar HSD (Liter)	Harga HSD (Rp)	Harga Total (Rp)
Agustus	7	140	3.969,268864	22.650	89.903.939,78
September	18	350,8	9.945,853697	22.650	225.273.586,2
Oktober	14	258,5	7.328,971439	22.650	166.001.203,1
November	5	148,5	4.210,260188	22.650	95.362.393,27
Desember	16	312	8.845,799184	22.650	200.357.351,5
Januari	16	462,5	13.112,76321	22.650	297.004.086,8
Februari	12	333,5	9.455,365473	22.650	214.164.028
Maret	13	359	10.178,33945	22.650	230.539.388,4
Total	101	2.364,8	67.046,6215	22.650	1.518.605.977

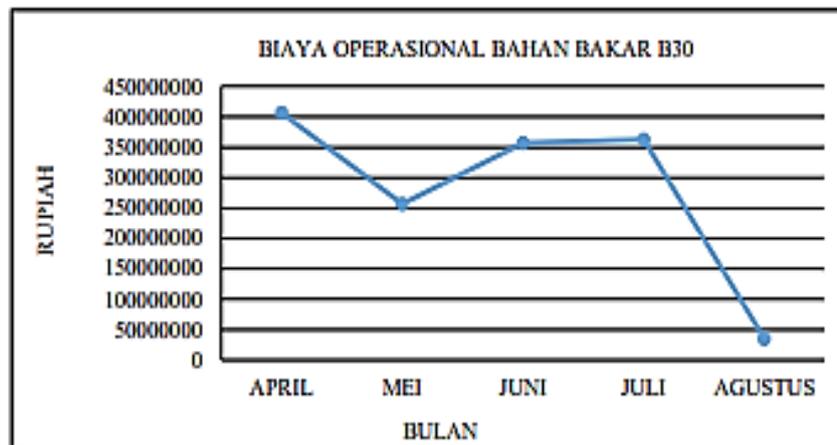


Gambar 1. Harga bahan bakar solar high speed diesel

Berdasarkan tabel 10 dan gambar grafik 2 dibawah ini, dapat di lihat bahwa sesuai dengan jumlah jam kerja yaitu 2.362,7jam pada bulan april 2022 sampai agustus 2022. Total konsumsi bahan bakar biodiesel (B30) secara keseluruhan sebesar 79.875,9722 Liter dengan total biaya pemakaian bahan bakar keseluruhannya sebesar Rp. 1.417.798.507.

Tabel 10. Biaya operasional pemakaian bahan bakar biodiesel

Bulan	Hari	Jam Kerja (Jam)	Total Bahan Bakar B30 (Liter)	Harga B30 (Rp)	Harga Total (Rp)
April	21	677,8	22.914,43432	17.750	406.731.209,1
Mei	22	427,6	14.455,90456	17.750	256.592.306
Juni	17	594,8	20.108,44723	17.750	356.924.938,3
Juli	21	603,9	20.416,0916	17.750	362.385.625,8
Agustus	2	58,6	1.981,094498	17.750	35.164.427,35
Total	83	2.362,7	79.875,9722	17.750	1.417.798.507

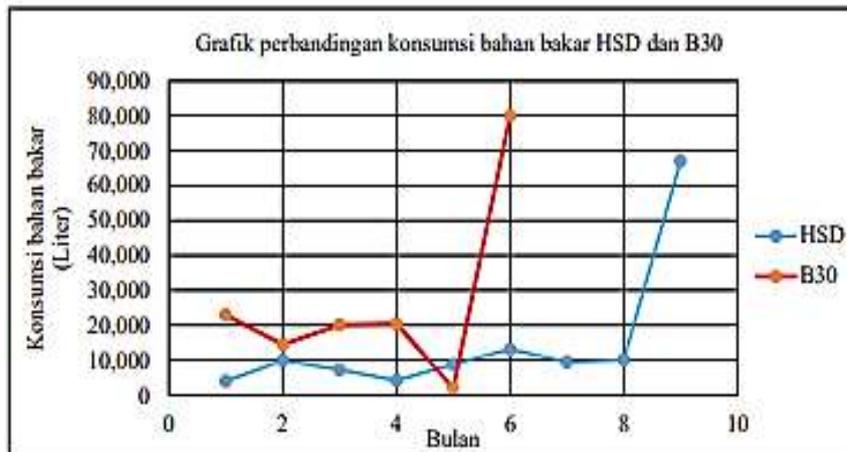


Gambar 2. Harga bahan bakar biodiesel

Berdasarkan tabel 11 dan gambar grafik 3 dibawah ini, dapat di lihat bahwa sesuai dengan jumlah jam kerja yaitu 2.362,7jam pada bulan april 2022 sampai agustus 2022. Total konsumsi bahan bakar biodiesel (B30) secara keseluruhan sebesar 79.875,9722 Liter dengan total biaya pemakaian bahan bakar keseluruhannya sebesar Rp. 1.417.798.507.

Tabel 11. Perbandingan pemakaian bahan bakar solar *high speed diesel*

Bulan	Total Bahan Bakar HSD (Liter)	Bulan	Total Bahan Bakar B30 (Liter)
Agustus	3.969,268864	April	22.914,43432
September	9.945,853697	Mei	14.455,90456
Oktober	7.328,971439	Juni	20.108,44723
November	4.210,260188	Juli	20.416,0916
Desember	8.845,799184	Agustus	1.981,094498
Januari	13.112,76321	-	-
Februari	9.455,365473	-	-
Maret	10.178,33945	-	-
Total	67.046,6215	Total	79.875,9722

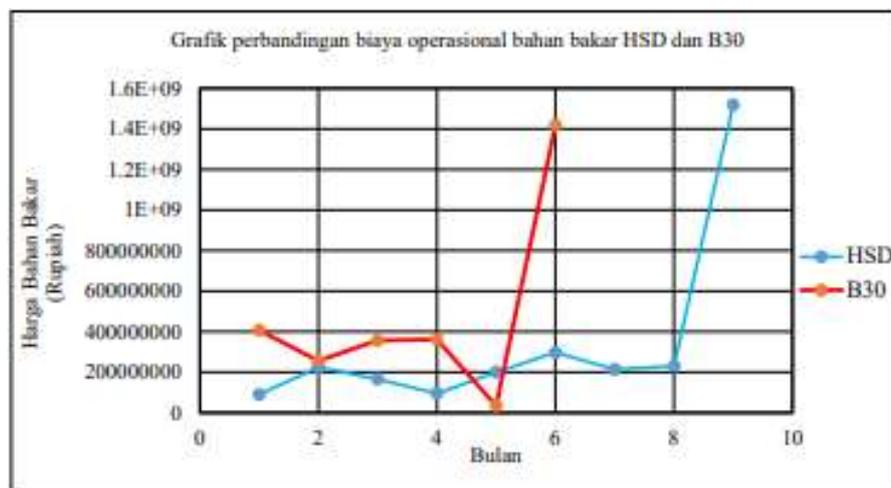


Gambar 3. Perbandingan konsumsi bahan bakar solar *high speed diesel* dan biodiesel

Dapat dilihat pada tabel dan grafik diatas dimana total konsumsi bahan bakar HSD sebesar 67.046,62 liter sedangkan B30 sebesar 79.875,97 liter. Konsumsi bahan bakar B30 lebih boros dibandingkan HSD.

Tabel 12. Perbandingan biaya operasional bahan bakar solar high speed diesel dengan biodiesel

Bulan	Harga Total HSD (Rp)	Bulan	Harga Total B30 (Rp)
Agustus	89.903.939,78	April	406.731.209,1
September	225.273.586,2	Mei	256.592.306
Oktober	166.001.203,1	Juni	356.924.938,3
November	95.362.393,27	Juli	362.385.625,8
Desember	200.357.351,5	Agustus	35.164.427,35
Januari	297.004.086,8	-	-
Februari	214.164.028	-	-
Maret	230.539.388,4	-	-
Total	1.518.605.977	Total	1.417.798.507



Gambar 4. Perbandingan biaya operasional bahan bakar solar *high speed diesel* dan biodiesel

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan termodinamika engine NTA855- G1B, perubahan terjadi pada temperatur akhir pembakaran untuk bahan bakar biodiesel (B30) sebesar 2427,950644 °K dibandingkan dengan bahan bakar solar high speed diesel (HSD) sebesar 2342,795836 °K. Pemakaian bahan spesifik indikator (F_i) pada solar high speed diesel (HSD) sebesar 0,0773958212 Kw/jam sedangkan pada biodiesel (B30) sebesar 0,088726896 Kw/jam. Pemakaian bahan bakar spesifik efektif (F) pada solar high speed diesel (HSD) sebesar 0,0910661186 Kw/jam sedangkan pada biodiesel (B30) sebesar 0,0869871533 Kw/jam. Untuk pemakaian bahan bakar perjam (F_h) pada solar high speed diesel (HSD) sebesar 28,35192046 Liter/jam, sedangkan pada biodiesel (B30) sebesar 33,80707335 Liter/jam. Hasil pemakaian bahan bakar berdasarkan jumlah jam kerja untuk bahan bakar solar high speed diesel (HSD) pada bulan agustus 2018 sampai maret 2019 dengan jumlah jam kerja 2.364,8 jam yaitu 67.046,6215 Liter dengan total biaya pemakaian bahan bakar untuk solar high speed diesel (HSD) sebesar Rp.1.518.605.977. Sedangkan untuk bahan bakar biodiesel (B30) pada bulan april 2022 sampai agustus 2022 dengan jumlah jam kerja 2.362,7 jam sebesar 79.875,9722 Liter dengan total biaya pemakaian bahan bakar untuk biodiesel (B30) sebesar Rp.1.417.798.507. Berdasarkan hasil perhitungan termodinamika engine generator set cummins NTA855-G1B pada kapal MV.Titanium pada bahan bakar solar high speed diesel (HSD) dengan biodiesel (B30), dapat disimpulkan bahwa biaya operasional bahan bakar biodiesel (B30) lebih murah jika di bandingkan dengan bahan bakar solar high speed diesel (HSD).

$$(\%) \text{ (BOBB)} = \frac{\text{harga HSD}}{\text{harga B30}} \times 100\%$$

Dimana:

% (BOBB) = Biaya Opreasional Bahan Bakar

Harga HSD = Total harga keseluruhan bahan bakar HSD

Harga B30 = Total harga keseluruhan bahan bakar B30

$$\begin{aligned} \% \text{ (BOBB)} &= \frac{1.518.605.977}{1.417.798.507} \times 100\% \\ &= 107,11014079 \% \text{ [15]} \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Pemakaian bahan spesifik indikator (F_i) pada solar *high speed diesel* (HSD) sebesar 0,077 Kw/jam, sedangkan biodiesel (B30) sebesar 0,088 Kw/jam. Bahan bakar spesifik efektif (F) pada solar *high speed diesel* (HSD) sebesar 0,091 Kw/jam, sedangkan biodiesel (B30) sebesar 0,086 Kw/jam dan untuk bahan bakar perjam (F_h) pada solar *high speed diesel* (HSD) sebesar 28,351 Liter/jam, sedangkan biodiesel (B30) sebesar 33,807 Liter/jam,

Berdasarkan jumlah kerja generator set *NTA855-G1B* pada kapal MV.Titanium, maka diperoleh pemakaian bahan bakar paling besar adalah pada biodiesel (B30) yaitu sebesar 79.875,972 Liter dengan biaya operasional sebesar Rp.1.417.798.507, sedangkan untuk solar *high speed diesel* (HSD) yaitu sebesar 67.046,621 Liter dengan biaya operasional sebesar Rp.1.518.605.977.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, B dan Nugroho, P. A. (2017). Analisis Pemakaian Bahan Bakar *High Speed Diesel* dan Biodiesel (B30) Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Mesin Diesel PLTD 1,4 MW.
- Ayutia, Y., Irawan, O. Y., dan Pahala, Y. (2019). Di Wilayah Indonesia Timur. *Jurnal Manajemen Bisnis Transpostasi dan Logistik (JMBTL)*, Vol. 5 No. 2, 251-258.
- Fatah, M. Z. A. (2022). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Solar B30 dan Solar Murni Pada Generator Set PT.Biofarma. Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar. Bandung

- Kusdiana, D., Dkk. (2020). Pedoman Penanganan dan Penyimpanan Biodiesel dan Campuran Biodiesel (B30). Direktur Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta.
- Ma'ruf, M. (2015). Efek Penggunaan Aditif antioksidan terhadap Pembentukan Deposit Biodiesel, Kajian pada Plat Panas dan Mesin Diesel. Tesis. Teknik Mesin. Universitas Indonesia. Depok.
- Moser, B. R. (2009). *Biodiesel Production, Properties, and Feedstocks*. *In Vitro Cell* 45, 229-266.
- Petrovsky, Nikolai Viktorovich. (1966. *Marine Internal Combustion Engines*. MIR Publishers: Moscow. Page: 199-201.
- Rachman, G., Yuningsih, K. (2011). Pengaruh Biaya Distribusi dan Saluran Distribusi terhadap Volume Penjualan (Studi pada Sari Intan Manunggal Knitting Bandung). *Jurnal Riset Akuntansi dan Bisnis*, 151-175
- Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak Solar yang Dipasarkan di Dalam Negeri, D. Migas SK Dirjen Migas No. 146.K/10/DJM/2020.
- Sugiyono. (2012). Memahami Penelitian Kualitatif. ALFABETA, Bandung.
- Syahril, M dan Sungkono. (2021). Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Biodiesel (B30) dan Dexlite terhadap Kinerja Mesin Diesel. *Teknologi* Volume 22, No.1, 19-28.
- Tazi, Imam dan Sulistiana. (2011). Uji Kalor Bahan Bakar Campuran Bioetanol dan Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Neutrino*. Vol. 3, No.2