



Analisis Efektivitas Penggunaan *Marine Fuel Oil (MFO)* Terhadap Parameter Siklus Kerja Performa Mesin Diesel

Ahmad Jaya

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Sumbawa. Jl Raya Olat Maras, Batu Alang, Moyo Hulu, Sumbawa, Indonesia 84371.

*Email Korespondensi: ahmad.jaya@uts.ac.id

Abstrak

Efektivitas biaya penggunaan bahan bakar pada pembangkit merupakan hal yang sangat penting untuk mengoptimalkan pemakaian sumber daya dan mengurangi dampak lingkungan. Tujuan penelitian ini akan melakukan analisis nilai penggunaan bahan bakar MFO pada pembangkit listrik tenaga diesel di PT. Sumber Rejeki Power, Sumbawa Besar. Metode pengumpulan data dilakukan melalui pengujian di lapangan dan pengambilan data dari studi kasus pada mesin diesel yang beroperasi dengan MFO. Data kinerja mesin diesel dengan MFO kemudian dianalisis menggunakan metode statistik dan perbandingan dengan standar yang berlaku di PT Sumber Rejeki Power. Hasil pelhitungan total Nilai MFO dalam 1 hari adalah 137.875 Liter, dengan biaya sebesar Rp 1.126.714.500,00. Rata-rata pemakaian bahan bakar di tunjukan pada pukul 09:00 hingga 00:00 dengan nilai MFO 5.750 Liter dan biaya sebesar Rp 46.989.000,00. Untuk pemakaian tertinggi MFO ditunjukkan pada pukul 05:00 dengan nilai MFO 5.825 Liter dan biaya sebesar Rp 47.601.900,00. Dan untuk pemakaian terendah MFO ditunjukkan pada pukul 01:00 dengan nilai MFO 5.650 Liter dan biaya sebesar Rp 46.171.800,00. Dari hasil analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan bahan bakar MFO untuk SFC tidak lebih dari 0,25 (sesuai ketentuan perusahaan) jadi dapat dikategorikan bahwa performa mesin pembangkit di PT Sumber Rejeki Power masih efektif dalam produksi kWh.

Kata kunci: *Marine Fuel Oil (MFO)*, Mesin Diesel, Efektivitas, Konsumsi Bahan Bakar.

Analysis of the Effectiveness of Using Marine Fuel Oil (MFO) on Diesel Engine Performance Work Cycle Parameters

Abstract

Cost effectiveness of fuel in power plants is very important to optimize resource use and reduce environmental impact. The purpose of this study will be to analyze the value of using MFO fuel in diesel power plants in PT. Sumber Rejeki Power, Sumbawa Besar. The data collection method is carried out through field testing and data collection from case studies on diesel engines operating with MFO. Diesel engine performance data with MFO were then analyzed using statistical methods and comparison with the standards that apply at PT Sumber Rejeki Power. The result of calculating the total MFO value in 1 day is 137,875 Liters, with a cost of IDR 1,126,714,500.00. The average fuel consumption is shown from 09:00 to 00:00 with an MFO value of 5,750 Liters and a cost of IDR 46,989,000.00. The highest usage of MFO is shown at 05:00 with an MFO value of 5,825 Liters and a fee of IDR 47,601,900.00. And for the lowest usage MFO is shown at 01:00 with an MFO value of 5,650 Liters and a cost of IDR 46,171,800.00. From the results of the above analysis it can be concluded that the use of MFO fuel for SFC is not more than 0.25 (according to company regulations) so it can be categorized that the performance of the generator engine at PT Sumber Rejeki Power is still effective in kWh production.

Keywords: *Marine Fuel Oil (MFO)*, Diesel Engines, Effectiveness, Fuel Consumption.

How to Cite: Jaya, A. (2022). Analisis Efektivitas Penggunaan Marine Fuel Oil (MFO) Terhadap Parameter Siklus Kerja Performa Mesin Diesel. *Empiricism Journal*, 3(2), 415–421. <https://doi.org/10.36312/ej.v3i2.1712>



<https://doi.org/10.36312/ej.v3i2.1712>

Copyright©2022, Jaya

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

PLTD merupakan pembangkit listrik yang menggunakan mesin diesel sebagai penggerak mula (*prime mover*), dimana PLTD memiliki komponen – komponen yang terdiri dari Mesin diesel, generator, sistem pendingin mesin, peralatan bantu (sistem bahan bakar, sistem air pendingin, sistem pelumasan, sistem gas buang, dan sistem kontrol). Dari beberapa komponen tersebut, mesin diesel merupakan salah satu yang paling utama karena mesin diesel berfungsi sebagai penggerak generator yang nantinya generator ini akan berputar dan menghasilkan energi listrik sebagai keluaran akhir dari proses PLTD (Padilla et al, 2019). Ada tiga pengguna utama BBM yaitu rumah tangga, industri dan transportasi. Bahan bakar

digunakan manusia melalui proses pembakaran (reaksi redoks) dimana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan oksigen di udara (Hermanto, & Ardianto, 2020).

Proses lain untuk melepaskan energi dari bahan bakar adalah melalui reaksi eksoterm dan reaksi nuklir (seperti fisi nuklir atau fusi nuklir). Hidrokarbon (termasuk di dalamnya bensin dan solar) sejauh ini merupakan jenis bahan bakar yang paling sering digunakan oleh manusia. Bahan bakar lainnya yang juga bisa dipakai adalah logam *radioaktif*. Pada penelitian ini analisis penggunaan solar jenis Marine Fuel Oil (MFO) yang digunakan di pembangkit, dikarenakan Marine Fuel Oil (MFO) adalah jenis bahan bakar yang didapat dan diolah dari residu penyulingan minyak bakar. Marine Fuel Oil (MFO) atau dapat dikenal juga sebagai minyak bakar bertekstur kental dan berwarna hitam pekat (Dharma et al, 2018). Lebih kental dan lebih gelap dari diesel. Oleh sebab itu, selain dikenal sebagai minyak bakar, Marine Fuel Oil (MFO) juga dikenal sebagai minyak hitam.

Marine Fuel Oil pada dasarnya digunakan sebagai bahan bakar pada mesin di industri-industri berat. Dalam beberapa penelitian, para peneliti sepakat dengan argumentasi bahwa Marine Fuel Oil (MFO) merupakan bahan bakar yang lebih irit dari pada diesel. Dengan menggunakan MFO sebagai bahan bakar, maka dapat diperkirakan kita dapat menghemat sebesar 40% biaya penggunaan bahan bakar diesel atau solar. Lebih lanjut, faktor hemat secara biaya ini juga didapat dari data harga MFO yang memang lebih murah dibandingkan dengan diesel atau solar. Harga MFO dengan diesel memiliki selisih sekitar Rp. 1400,- per kilogram nya. Dalam pasar internasional, harga MFO berkisar antara 448 dolar Amerika Serikat (AS) per metrik ton untuk jenis residu IFO 380. Sedangkan harga 454 dolar AS/metrik ton untuk IFO 180. Sebagai tambahan perbandingan, harga Bahan Bakar diesel sebagai bahan bakar utama di pasaran internasional mencapai harga 611 dolar AS per metrik ton. Di Indonesia sendiri penggunaan MFO masih belum digunakan secara optimal. Padahal telah banyak negara di luar negeri yang menjadikan MFO sebagai bahan bakar utama mereka (Iwana, 2022).

Dalam pembangkitan tenaga listrik ada tiga komponen biaya yang biasanya harus diperhitungkan (Dhani & Majedi, 2019). *Fixed cost*, yaitu biaya yang harus tetap dikeluarkan terlepas dari pembangkit listrik tersebut dioperasikan atau tidak, misalnya: operasi dan pemeliharaan pembangkit, seperti gaji pegawai, biaya pemeliharaan, dan lain-lain. *Fuel cost* atau biaya bahan bakar yakni biaya bahan bakar yang berubah-ubah tergantung dari beberapa faktor. Faktor yang mempengaruhi harga komponen ini misalnya banyaknya konsumsi bahan bakar yang diperlukan. Tujuan utam dari operasi system tenaga listrik ini adalah untuk memenuhi kebutuhan beban listrik secara efisien (beban terpenuhi dengan biaya yang minimum), dengan mempertimbangkan sasaran operasi tenaga listrik yaitu system harus dapat memenuhi standar dalam keamanan lingkungan, memiliki keandalan yang baik, dan dapat melayani permintaan secara berkala dari waktu ke waktu (Hermanto, & Ardianto, 2020). Bila bahan bakar merupakan bahan bakar minyak (BBM) hingga bahan bakar dari *daily tank* dipompakan ke pengabut, bahan bakar dinaikan temperaturnya sampai menjadi kabut. Sebaliknya bila bahan bakar merupakan bahan bakar gas (BBG) hingga dari *daily tank* dipompakan ke *conversion kit* (pengatur tekanan gas) buat diatur tekanannya setelah itu didalam mesin diesel terjalin penyalaan sendiri sebab proses kerjanya bersumber pada hawa murni yang dimanfaatkan di dalam *cylinder* pada tekanan yang besar sehingga temperature di dalam *cylinder* yang temperaturnya serta bertekanan besar melebihi titik nyala bahan bakar sehingga hendak menyala secara otomatis yang memunculkan ledakan bahan bakar (Dhani & Majedi, 2019).

Motor diesel dikategorikan dalam motor bakar torak dan mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) biasanya disebut motor bakar. Prinsip kerja mesin diesel adalah merubah energy kimia menjadi energy mekanis. Energi kimia didapatkan melalui proses kimia (pembakaran) dari bahan bakar dan *oksidieser* (udara) di dalam *cylinder* (ruang *cylinder*) (Yulianto, 2016). Generator adalah suatu alat yang dapat mengubah tenaga mekanik menjadi listrik. Tenaga mekanik bisa berasal dari panas, air, uap, dll. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator bisa berupa listrik AC (listrik bolak-balik) maupun DC (listrik searah). Hal tersebut tergantung dari konstruksi generator yang dipakai oleh pembangkit tenaga listrik (Aji & Sunardi, 2016). Efektivitas merupakan pengukuran dalam arti terperincinya sasaran atau tujuan yang telah ditentukan sebelumnya (Abdokhoda, 2019)." Menurut Pantow (2019) juga

menjelaskan bahwa: Efektivitas juga berhubungan dengan masalah bagaimana pencapaian tujuan atau hasil yang diperoleh, kegunaan atau manfaat dari hasil yang diperoleh, tingkat daya fungsi unsur atau komponen, serta masalah tingkat kepuasan pengguna/client. PLTD Gunung Malang merupakan salah satu pembangkit listrik yang dimiliki oleh PT PLN (Persero), mesin diesel yang beroperasi di PLTD Gunung Malang adalah mesin diesel SWD 9TM 410RR.

PLTD Gunung Malang tengah berupaya melakukan penggantian jenis bahan bakar pada mesin diesel merk SWD 9TM 410RR yang semula menggunakan High Speed Diesel (HSD) menjadi Marine Fuel Oil (MFO) (Poeswanto & Yani, 2015). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui jumlah penggunaan bahan bakar yang terpakai saat mesin beroperasi dengan daya 75% dari daya mampunya dan mengetahui perbandingan biaya penggunaan bahan bakar dan efisiensi biaya penggunaan bahan bakar HSD dengan bahan bakar MFO (Salsabila, 2019). Peneliti melakukan pengambilan data pemakaian BBM pada saat mesin beroperasi setiap 20 menit sebanyak 3 kali dan melakukan percobaan memanaskan 1 liter MFO dari 32 °C menjadi 90 °C.

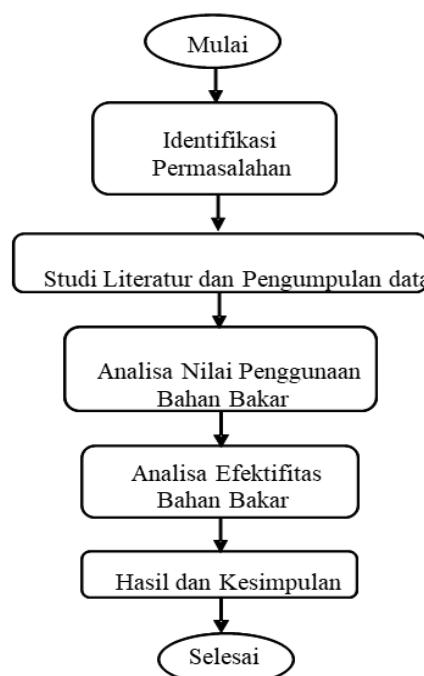
Adapun Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode penelitian kuantitatif. Metode penelitian ini memakai data berupa kuantitas terhadap pengukuran hasil yang objektif disertai analisis statistik. Peneliti melakukan observasi untuk mendapatkan kejelasan terkait analisis efektivitas penggunaan MFO terhadap parameter siklus kerja performa mesin diesel pada PT. Sumber Rejeki Power, Sumbawa Besar. PT. Sumbelr Rejeki Power PLTD Boak Sumbawa Besar mempunyai tugas sebagai penyedia tenaga listrik untuk kepentingan umum, supaya penyediaan tenaga listrik dapat memenuhi kebutuhan konsumen, baik itu kebutuhan listrik pada rumah tangga, industri, perkantoran, sosial, bisnis, maupun penerangan jalan. Sehingga peneliti memilih melakukan penelitian di PLTD boak Sumbawa Besar karena lokasi perusahaan yang dekat memudahkan saya agar bisa mendapatkan data studi *literature*.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode penelitian kuantitatif. Metode penelitian ini memakai data berupa kuantitas terhadap pengukuran hasil yang objektif disertai analisis statistik. Peneliti melakukan observasi untuk mendapatkan kejelasan terkait analisis efektivitas penggunaan MFO terhadap parameter siklus kerja performa mesin diesel pada PT. Sumber Rejeki Power, Sumbawa Besar.

Diagram Alir Penelitian

Untuk mengetahui gambaran general dan detail proses penelitian analisis penggunaan MFO ini terlihat pada diagram alir di gambar 1.

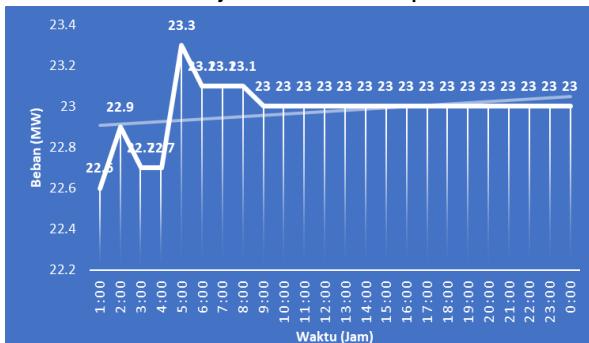


Gambar 1. Flowchart Penelitian

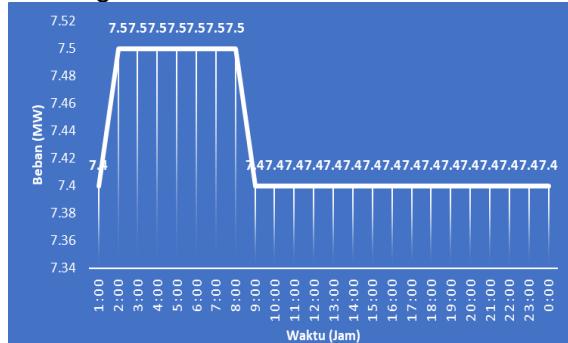
HASIL DAN PEMBAHASAN

Beban Sistem

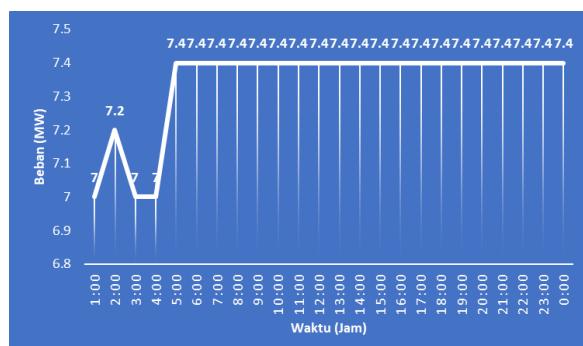
Profil beban harian mesin pembangkit sistem PLTD Boak Sumbawa Besar pada tanggal 14 mei 2022 dari jam 01.00 sampai 00.00 adalah sebagai berikut:



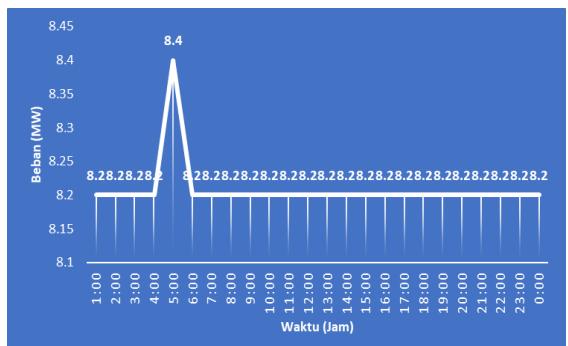
Gambar 2. Profil Beban Harian Mesin PLTD Boak



Gambar 3. Profil Beban Pembangkit 1 BPSA Boak



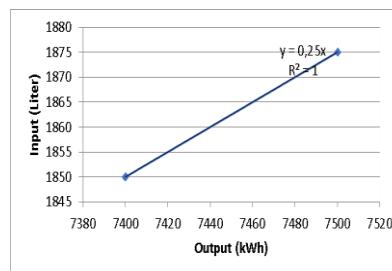
Gambar 4. Profil Beban Pembangkit 2 BPSA Boak



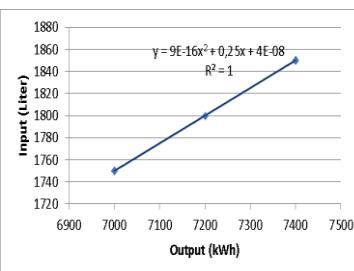
Gambar 5. Profil Beban Pembangkit 3 BPSA Boak

Karakteristik Input-Output

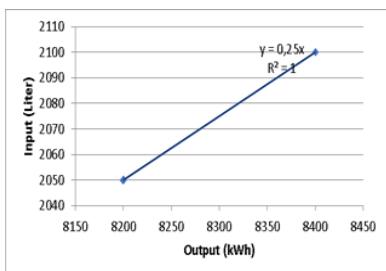
Profil beban harian mesin pembangkit sistem PLTD Boak Sumbawa Besar pada tanggal 14 Mei 2022 dari jam 01.00 sampai 00.00 dan profil beban harian pada ketiga mesin pembangkit sistem PLTD Boak adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Karakteristik input-output Pembangkit 1 BPSA Boak



Gambar 7. Karakteristik input-output Pembangkit 2 BPSA Boak



Gambar 8. Karakteristik input-output pembangkit 3 BPSA Boak

Fungsi biaya bahan bakar pada pembangkit diesel untuk grafik input-output linear didasarkan pada nilai Specific Fuel Consumption (SFC) yang diperoleh pada grafik input-output. Biaya tanpa beban untuk pembangkit diesel merupakan variabel biaya yang tetap dikeluarkan meskipun saat unit pembangkit tidak beroperasi sesuai dengan kontrak. Harga dasar bahan bakar setiap unit pembangkit dibagi berdasarkan jenis bahan bakar. Untuk bahan bakar jenis Marine Fuel Oil (MFO) pada pembangkit BPSA Boak sebesar Rp 8.172,00-.

Tabel 1. Parameter Fungsi Biaya Bahan Bakar Pembangkit Diesel BPSA Boak

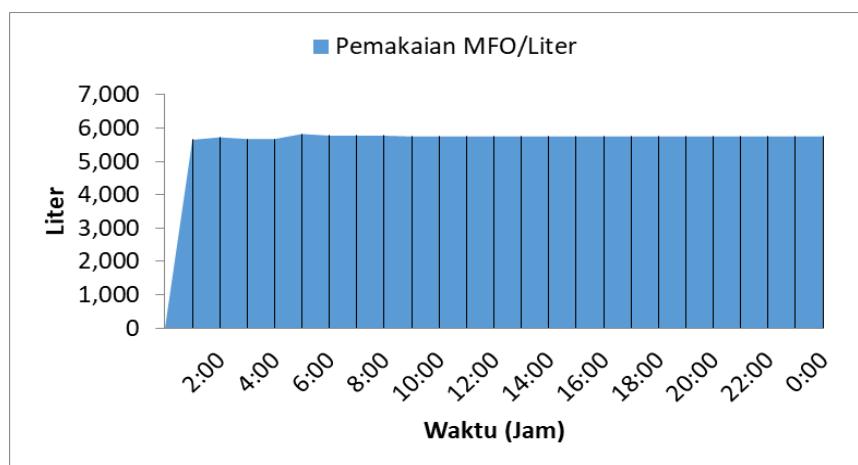
Unit	Jenis Bahan Bakar	SFC (1/kWh)	Harga Bahan Bakar
Pembangkit 1	MFO	0,25	Rp 8.172,00-
Pembangkit 2	MFO	0,25	Rp 8.172,00-
Pembangkit 3	MFO	0,23	Rp 8.172,00-

Hasil Analisa Nilai MFO

Berikut hasil analisa nilai penggunaan MFO pada PT. Sumber Rejeki Power, Sumbawa Besar dapat dilihat dari tabel berikut :

Tabel 2. Hasil Perhitungan MFO

Jam	Beban			Total	SFC	Pemakaian MFO / Liter	Biaya
	X1	X2	X3				
01.00	7,4	7	8,2	22600	0,250	5.650	Rp. 46,171,800,00
02.00	7,5	7,2	8,2	22900	0,250	5.725	Rp. 46,784,700,00
03.00	7,5	7	8,2	22700	0,250	5.675	Rp. 46,376,100,00
04.00	7,5	7	8,2	22700	0,250	5.675	Rp. 46,376,100,00
05.00	7,5	7,4	8,4	23300	0,250	5.825	Rp. 47,601,900,00
06.00	7,5	7,4	8,2	23100	0,250	5.775	Rp. 47,193,300,00
07.00	7,5	7,4	8,2	23100	0,250	5.775	Rp. 47,193,300,00
08.00	7,5	7,4	8,2	23100	0,250	5.775	Rp. 47,193,300,00
09.00	7,4	7,4	8,2	23000	0,250	5.750	Rp. 46,989,000,00
10.00	7,4	7,4	8,2	23000	0,250	5.750	Rp. 46,989,000,00
11.00	7,4	7,4	8,2	23000	0,250	5.750	Rp. 46,989,000,00
12.00	7,4	7,4	8,2	23000	0,250	5.750	Rp. 46,989,000,00
13.00	7,4	7,4	8,2	23000	0,250	5.750	Rp. 46,989,000,00
14.00	7,4	7,4	8,2	23000	0,250	5.750	Rp. 46,989,000,00
15.00	7,4	7,4	8,2	23000	0,250	5.750	Rp. 46,989,000,00
16.00	7,4	7,4	8,2	23000	0,250	5.750	Rp. 46,989,000,00
17.00	7,4	7,4	8,2	23000	0,250	5.750	Rp. 46,989,000,00
18.00	7,4	7,4	8,2	23000	0,250	5.750	Rp. 46,989,000,00
19.00	7,4	7,4	8,2	23000	0,250	5.750	Rp. 46,989,000,00
20.00	7,4	7,4	8,2	23000	0,250	5.750	Rp. 46,989,000,00
21.00	7,4	7,4	8,2	23000	0,250	5.750	Rp. 46,989,000,00
22.00	7,4	7,4	8,2	23000	0,250	5.750	Rp. 46,989,000,00
23.00	7,4	7,4	8,2	23000	0,250	5.750	Rp. 46,989,000,00
00.00	7,4	7,4	8,2	23000	0,250	5.750	Rp. 46,989,000,00
Total	551,500				137.875		Rp. 1.126.714.500,00



Gambar 9. Hasil Perhitungan MFO selama 24 jam

Hasil perhitungan total ketiga mesin penggunaan MFO dalam 1 hari adalah 137.875 Liter, dengan biaya sebesar Rp 1.126.714.500,00. Rata-rata pemakaian bahan bakar di tunjukan pada pukul 09:00 hingga 00:00 dengan nilai MFO 5.750 Liter dan biaya sebesar Rp 46.989.000,00. Untuk pemakaian tertinggi MFO ditunjukan pada pukul 05:00 dengan nilai MFO 5.825 Liter dan biaya sebesar Rp 47.601.900,00. Dan untuk pemakaian terendah MFO ditunjukan pada pukul 01:00 dengan nilai MFO 5.650 Liter dan biaya sebesar Rp 46.171.800,00. Dari hasil analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan bahan bakar MFO untuk SFC tidak lebih dari 0,25 (sesuai ketentuan perusahaan) jadi dapat

dikategorikan bahwa performa mesin pembangkit di PT. Sumber Rejeki Power masih efektif dalam produksi kWh.

Berdasarkan analisa dan perhitungan perbandingan penggunaan bahan bakar HSD dan MFO didapatkan nilai SFC menggunakan MFO 0,269 liter/kWh dan SFC menggunakan MFO 0,327 liter/kWh. Dengan menggunakan bahan bakar MFO, efisiensi biaya yang dapat dihemat sebesar Rp 5.338.723,- selama 24 jam, Rp 128.129.351,- selama 24 jam dan Rp 3.843.880.539,- selama 720 jam. Kata kunci: Mesin Diesel, HSD, MFO, Eksperimen, Percobaan Pemanasan, SFC, Efisiensi Biaya (Nugraha, 2020). Teknik analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif yaitu mendeskripsikan data yang diperoleh, kemudian dijelaskan dalam bentuk kalimat dan grafik sederhana yang mudah dipahami. Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya mesin yang dihasilkan dan tekanan ruang bakar lebih tinggi MFO, pada proses pembakaran (grafik p/alpha) bahan bakar HSD lebih baik, Temperatur gas buang dengan beban 3 MW dan 4 MW rata-rata temperatur MFO lebih tinggi pada beban mesin 5 MW temperatur gas buang MFO dan HSD temperaturnya sama. Beban 3 MW dan 4 MW konsumsi bahan bakar spesifik SFC, HSD lebih sedikit, beban mesin 5 MW bahan bakar HSD lebih banyak dari pada MFO (Waspodo et al, 2018). Program linear (*Linear Programming* yang disingkat LP) merupakan salah satu teknik *operation research* yang digunakan paling luas dan diketahui dengan baik. Program Linear merupakan metode matematika dalam mengalokasikan sumber daya yang langka untuk mencapai tujuan (Sriwidadi, & Agustina, 2013).

KESIMPULAN

Hasil perhitungan total ketiga mesin nilai penggunaan MFO dalam 1 hari adalah 137.875 Liter, dengan biaya sebesar Rp 1.126.714.500,00. Rata-rata pemakaian bahan bakar ditunjukan pada pukul 09:00 hingga 00:00 dengan nilai MFO 5.750 Liter dan biaya sebesar Rp 46.989.000,00. Untuk pemakaian tertinggi MFO ditunjukan pada pukul 05:00 dengan nilai MFO 5.825 Liter dan biaya sebesar Rp 47.601.900,00. Dan untuk pemakaian terendah MFO ditunjukan pada pukul 01:00 dengan nilai MFO 5.650 Liter dan biaya sebesar Rp 46.171.800,00. Dari hasil analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan bahan bakar MFO untuk SFC tidak lebih dari 0,25 (sesuai ketentuan perusahaan) jadi dapat dikategorikan bahwa performa mesin pembangkit di PT Sumber Rejeki Power masih efektif dalam produksi kWh.

REKOMENDASI

Perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam, guna untuk memperoleh kemungkinan peluang penghematan bahan bakar yang lebih tinggi, apabila akan dilakukan penelitian lanjutan maka peneliti menyarankan untuk melakukan analisis menggunakan *software* atau lebih dan dalam pengambilan data usahakan untuk malakukan tahap yang sistematis guna memperoleh data akurat dan hasil yang lebih baik..

DAFTAR PUSTAKA

- Abdokhoda, M. (2019). Faktor Investigasi yang Mempengaruhi Penerimaan Teknologi oleh Teknologi, Bagian Catatan Medis Berdasarkan Model Penerimaan Teheran, di Rumah Sakit Universitas Ilmu Kedokteran.
- Aji, W. S., & Sunardi. (2016). Perancangan dan Simulasi Generator Fungsi Berbasis Proteus, *Simp. Nas. Teknol. Terap.*, pp. 78–85.
- Dhani, A. R., & Majedi, F. (2019). Performa Dan Emisi Mesin Empat Langkah Berbahan Bakar Campuran Bioethanol Dan Pertalite Dengan Variasi Timing Ignition, *JTT (Jurnal Teknol. Ter.*, vol. 5, no. 1, p. 7, doi: 10.31884/jtt.v5i1.162.
- Dharma, U. S., Nugroho, E., & Fatkuahman, M. (2018). Analisa Kinerja Mesin Diesel Berbahan Bakar. *J. Tek. Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, vol. 7, no. 1, pp. 1–10.
- Hermanto, D and Ardianto, F. (2020). Model Lagrange Multiplier Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Sektor Keramasan Untuk Pemakaian Bahan Bakar, *J. Surya Energy*, vol. 4, no. 2, p. 381, doi: 10.32502/jse.v4i2.1885.
- Iwana, D. P. (2022). Marine Fuel Oil (MFO): Pengertian, Sifat, Fungsi, & Manfaat, *Mega Anugrah Energi*. <https://solarindustri.com/blog/pengertian-marine-fuel-oil/>

- Nugraha, R. (2020). Analisis Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar HSD dan mfo Pada Mesin Diesel SWD 9 TM 410 RR DI PLTD Gunung Malang.
- Padilla, N., Subaer, S., & Muris, M. (2019). Analisis Penggunaan Bahan Bakar High Speed Diesel (Hsd) Dan Marine Fuel Oil (Mfo) Terhadap Parameter Titik Utama Siklus Kerja Dan Performa Mesin Diesel Mitsubishi Man Type 18V52/55a, *J. Sains dan Pendidik. Fis.*, vol. 15, no. 1, pp. 8–15, doi: 10.35580/jspf.v15i1.9402.
- Pantow, C., Kaawoan, J., & Kumayas, N. (2019). Efektifitas Pemekaran Kecamatan Dalam Meningkatkan Kualitas Pelayanan Publik Di Kecamatan Tompaso Barat Kabupaten Minahasa. *J. Eksek.*, vol. 3, no. 3, pp. 1–11, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jurnaleksekutif/article/view/25489>
- Poeswanto, H & Yani, A. (2015). Perencanaan Pemanfaatan Marine Fuel Oil (Mfo) Sebagai Bahan Bakar Engine Diesel MaK, *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 1, doi: 10.24127/trb.v4i1.7.
- Salsabila, G. R. H. (2019). Proses Treatment Marine Fuel Oil (Mfo) Sebagai Bahan Bakar Pada Mesin Diesel, *J. Kompetensi Tek.*, vol. 11, no. 1, pp. 30–35.
- Sriwidadi, T., & Agustina, E. (2013). DENGAN LINEAR PROGRAMMING MELALUI METODE SIMPLEKS Teguh Sriwidadi ; Erni Agustina," *Binus Bus. Rev.*, vol. 4, no. 9, pp. 725–741.
- Waspodo, W., Prayogo, B., & Sarwono, E. (2018). Analisa Performa Mesin Diesel Sulzer Zav 40S Menggunakan Bahan Bakar Mfo Dan Hsd Di Pltd Sungai Raya Pt. Pln (Persero), *Suara Tek. J. Ilm.*, vol. 9, no. 1, 2018, doi: 10.29406/stek.v9i1.1528.
- Yulianto, P. (2016). Pengaruh Variasi Putaran Mesin terhadap Daya pada Engine Cummins KTTA 38 C, *J. Ilm. Pendidik. Fis. Al-Biruni*, vol. 5, no. 1, pp. 23–32, doi: 10.24042/jpifalbiruni.v5i1.102.