

Analisis Efisiensi Performa Daya Mampu Mesin SWD 6TM410

Abednego Destio^{1*}, Rudi Hartono¹, Amat Umron¹

¹Universitas Khairun, Ternate

*E-mail : destiotambun@gmail.com

Received : 7 November 2023; Received in revised form : 2 Februari 2024;

Accepted : 23 Februari 2024

Abstract

The SWD 6TM410 diesel engine is a engine located in the Kayu Merah PLTD which has been operating for 37 years since 1982 with an installed power of 3380 kW. Currently, the SWD 6 TM410 engine can only operate with the operating power of the 2200 kW engine so that there has been a decrease in performance on the operational power that is quite significant from the installed force. The data analysis began with a recapitulation of operating journals, a review of machine overhaul reports, an analysis of factors affecting power loss and a calculation analysis of power loss factors for the operation of the SWD 6TM410 engine. The last breakdown was in 2016 due to a malfunction of the lube oil pump. The pressure and temperature of the lubricant are the limits to be taken into account when operating the SWD 6TM410 engine. The temperature and pressure values of the Lubricant have the highest presentation with the value of the 8.3% lubricating temperature and 7.2% lubrication pressure against a decrease in the power capable of operating SWD6TM410. There was a change of size on the crankshaft resulting in measurement values on crankpin 3 and 4 deflections passing the tolerance limit. It is necessary to make a material request for a new Lube Oil Cooler to replace the old Lube oil cooler so that the pressure and temperature of the lubricant on the engine can be optimal. Operating the SWD 6TM410 engine does not exceed the operational power limit so it does not result in fatal interference with the engine and makes the operating power of the SWD 6 TM410 machine increasingly decreasing.

Keywords: Power Capacity; Pressure and Temperature Cooler; Lube Oil Cooler.

Abstrak

Mesin diesel SWD 6TM410 merupakan mesin yang berlokasi di PLTD Kayu Merah yang telah beroperasi selama 37 tahun sejak tahun 1982 dengan daya terpasang 3380 kW. Saat ini mesin SWD 6TM410 hanya dapat beroperasi dengan daya mampu operasi mesin 2200 kW sehingga telah terjadi penurunan performa pada daya mampu operasi yang cukup signifikan dari daya terpasangnya. Analisa data diawali dengan dengan rekapitulasi jurnal pengoperasian, rekapitulasi laporan overhaul mesin, analisa faktor yang mempengaruhi penurunan daya mampu dan analisa perhitungan terhadap faktor-faktor penurunan daya mampu operasi mesin SWD 6TM410. Mesin SWD 6TM410 mengalami gangguan terakhir pada tahun 2016 dikarenakan adanya malfungsi dari *lube oil pump*. Tekanan dan temperatur pelumas merupakan batasan yang harus diperhatikan saat mengoperasikan mesin SWD 6TM410. Nilai temperatur dan tekanan pelumas memiliki presentase tertinggi dengan nilai temperatur pelumas pada 8,3 % dan tekanan pelumas 7,2 % terhadap penurunan daya mampu operasi mesin SWD 6TM410. Adanya perubahan ukuran pada *crankshaft* mengakibatkan nilai pengukuran pada defleksi crankpin 3 dan 4 melewati batas toleransi. Perlu dilakukan permintaan material pengadaan *Lube Oil Cooler* baru untuk menggantikan *Lube Oil Cooler* yang lama tersebut sehingga tekanan dan temperatur pelumas pada mesin bisa optimal. Mengoperasikan mesin SWD 6TM410 tidak melewati batas daya mampu operasi sehingga tidak mengakibatkan terjadinya gangguan fatal pada mesin dan membuat daya mampu operasi mesin SWD 6TM410 semakin mengalami penurunan.

Keywords: Daya Mampu; Tekanan dan Temperatur Pelumas; *Lube Oil Cooler*.

1. PENDAHULUAN

Di sektor energi di Indonesia, mesin diesel sering digunakan pada pembangkit listrik karena memiliki beberapa keunggulan dalam pengoperasiannya. Salah satunya adalah efisiensi termal yang baik, artinya mesin diesel dapat menghasilkan energi listrik dengan menggunakan sedikit bahan bakar [1]. Selain itu, mesin diesel juga dapat menyediakan daya listrik yang besar dan cepat serta keandalan mesin diesel yang tinggi sehingga dapat diandalkan dalam menghasilkan daya listrik tanpa banyak gangguan [2].

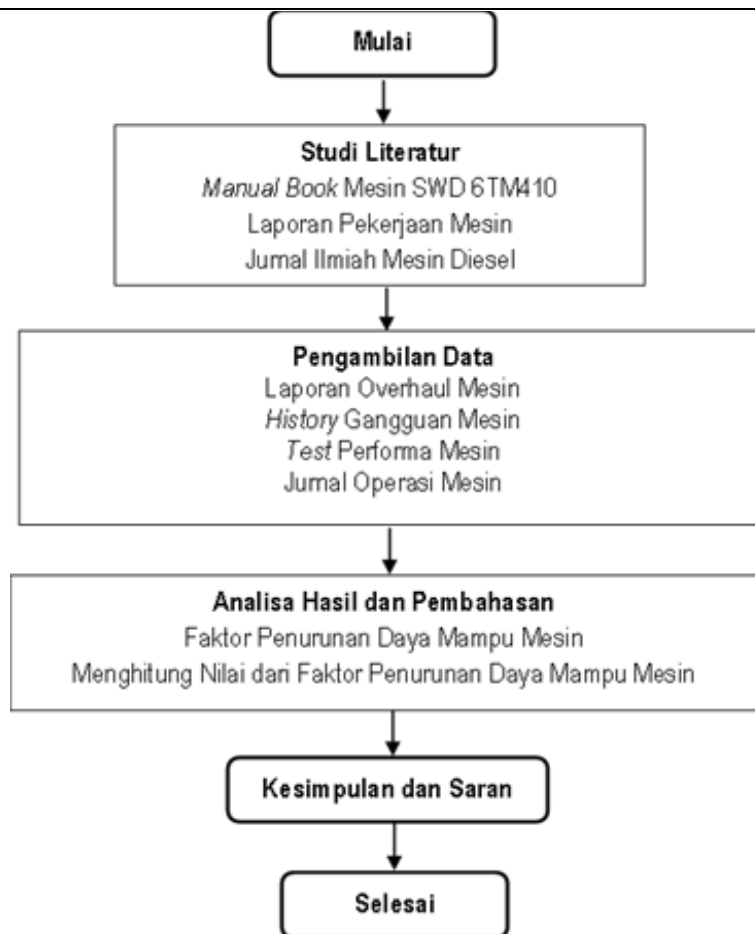
Salah satu indikator penting yang perlu diperhatikan pada mesin diesel adalah kemampuan mesin untuk menghasilkan daya listrik pada level tertentu selama periode waktu yang telah ditentukan [3]. Daya mampu operasi merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa mesin diesel [4]. Semakin besar daya yang dihasilkan maka semakin baik performa mesin [5]. Untuk mencapai performa daya yang lebih baik, penting untuk memastikan proses pembakaran di dalam mesin berlangsung efisien [6]. Faktor-faktor seperti kualitas bahan bakar, rasio udara terhadap bahan bakar, dan waktu injeksi dapat sangat mempengaruhi efisiensi pembakaran mesin diesel [7]. Perawatan mesin yang benar, termasuk pembersihan rutin dan penggantian material yang mengalami keausan juga dapat berkontribusi pada performa mesin yang lebih baik [8].

Mesin diesel SWD 6TM410 merupakan mesin yang berlokasi di PLTD Kayu Merah yang telah beroperasi selama 37 tahun sejak tahun 1982 dengan daya terpasang 3380 kW. Saat ini mesin SWD 6TM410 hanya dapat beroperasi dengan daya mampu operasi mesin 2200 kW sehingga telah terjadi penurunan performa pada daya mampu operasi yang cukup signifikan dari daya terpasangnya.

Berdasarkan hal diatas, menurunnya daya mampu operasi pada mesin SWD 6TM410 merupakan permasalahan yang dapat mempengaruhi performa mesin dan ketersediaan daya listrik yang cukup untuk pelanggan. Oleh karenanya penulis ingin membahas mengenai "Analisis Efisiensi Performa Daya Mampu Operasi Mesin SWD 6TM410".

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dan pengumpulan data berlokasi pada PT PLN (Persero) Unit Induk Wilayah (UIW) Maluku dan Maluku Utara, Unit Pelaksana Pembangkitan (UPK) Maluku, PLTD Kayu Merah yang beralamat di Jalan Raya Kayu Merah, Kelurahan Kayu Merah, Kecamatan Ternate Selatan, Kota Ternate.



Gambar 1. Flowchart Tahapan Penelitian

Analisa data diawali dengan dengan mengumpulkan data mesin, operasi dan pemeliharaannya. Selanjutnya data diolah dan digunakan untuk mengetahui dan menghitung faktor dari penurunan daya mampu operasi pada mesin SWD 6TM410. Berikut ini tahapan dalam pengolahan data pada penelitian ini:

1. Melakukan rekapitulasi pada jurnal-jurnal pengoperasian mesin SWD 6TM410
2. Melakukan rekapitulasi laporan overhaul mesin SWD 6TM410
3. Melakukan analisa faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan daya mampu mesin SWD 6TM410
4. Melakukan analisa perhitungan terhadap faktor-faktor penurunan daya mampu operasi mesin SWD 6TM410

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Batasan pengukuran performa mesin diesel mengacu pada nilai batas yang harus diperhatikan pada saat mengoperasikan mesin diesel. Batasan-batasan ini penting untuk memastikan bahwa parameter-parameter operasi yang telah diambil tidak melewati batas yang telah ditentukan sehingga menghindari terjadi gangguan yang berdampak terhadap performa mesin.

Di bawah ini adalah beberapa nilai batas pengoperasian pada mesin SWD 6TM410.

Tabel 1. Nilai Batas
Nilai Batas pengoperasian Mesin SWD 6TM410

<i>Cylinder Cooling Water Temperatur, engine in</i>	60 °C min
<i>Cylinder Cooling Water Temperatur, engine out</i>	90 °C max
<i>Lubricating Oil Temperatur, engine in</i>	25 °C min
<i>Lubricating Oil Temperatur, engine out</i>	55 °C max
<i>Exhaust gases temperature after valves</i>	500 °C max
<i>Exhaust gases temperature after turbine</i>	395 °C max
<i>Cylinder Cooling Water Pressure</i>	0.5 bar min
<i>Lubricating Oil Pressure</i>	4.3 bar min
<i>Fuel Supply Pressure</i>	1 bar min
<i>Max. Combustion Pressure</i>	140 bar max

Histori gangguan mesin adalah catatan tentang berbagai gangguan yang pernah dialami oleh mesin selama masa pengoperasiannya. Catatan ini memiliki fungsi penting dalam pemeliharaan dan pengoperasian mesin selanjutnya. Dalam hal ini, mesin SWD 6TM410 telah mengalami gangguan terakhir pada tahun 2016 dikarenakan adanya malfungsi dari *lube oil pump* yang membuat tidak adanya pelumasan pada mesin sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan fatal pada *crankshaft*, *cylinder liner*, *connecting rod* dan juga piston. Kerusakan pada *crankshaft* tersebut mengakibatkan *crankshaft* harus di *grinding* sehingga ukuran *crankshaft* menjadi *Under Size* (US)

- a) *Grinding Crankpin* No.1, dari standar ke 1 mm US
- b) *Grinding Crankpin* No. 2, dari standar 1 mm ke US
- c) *Grinding Crankpin* No. 3, dari 3 mm US ke 5 mm US
- d) *Grinding Crankpin* No. 4, dari standar ke 1 mm US
- e) *Grinding Crankpin* No. 5, dari standar ke 2 mm US
- f) *Grinding Crankpin* No. 6, dari standar ke 3 mm US

Pada tahun 2017 telah dilaksanakan *major overhaul* (mo) pada mesin SWD 6TM410 dengan jam operasi mesin terakhir adalah 22.357 jam. Periode jam operasi mesin tersebut sebenarnya sudah melampaui dari batas periode jam operasi

yang telah ditentukan yaitu 18.000 jam. Dari hasil *overhaul* tersebut didapatkan beberapa rekomendasi dari pihak Wartsila untuk menunjang pengoperasian mesin SWD 6TM410 adalah sebagai berikut :

- 1. Membersihkan *LO Cooler* dengan mengeluarkan *cubing* dari *casing* nya, karena pada beban diatas 75 % temperatur oli sudah mencapai 55 °C
- 2. Semua *crankpin* jurnal sudah *undersize* sehingga hanya dapat dilakukan pengujian hingga beban 85 %

3.1. Identifikasi Faktor Penurunan Daya Mampu Operasi Mesin SWD 6TM410

Berdasarkan data-data *FAT*, *logsheet* operasi serta data *overhaul* yang ada, terdapat beberapa parameter yang perlu diperhatikan untuk diidentifikasi sebagai beberapa faktor-faktor dari penurunan daya mampu operasi mesin tersebut.

- 1. *Combustion Pressure* (tekanan pembakaran) pada mesin SWD 6TM410 dihasilkan oleh udara yang dikompresikan didalam ruang bakar bersama dengan jumlah bahan bakar yang dikabutkan dan diatur oleh sistem injeksi pada mesin. Tekanan pembakaran setiap silinder harus seimbang sehingga daya yang dihasilkan oleh mesin menjadi lebih optimal. Pengukuran tekanan bahan bakar pada mesin SWD 6TM410 menggunakan alat ukur haliza atau *combustion gauge*.

Tabel 2. Perbandingan Tekanan Pembakaran

Deskripsi	Unit	Daya Mampu	
		1600 kW	2400kW
Tekanan Pembakaran 1	Bar	83	102
Tekanan Pembakaran 2	Bar	78,7	98
Tekanan Pembakaran 3	Bar	86	-

Ket :

Tekanan Pembakaran 1	=	Pengoperasian di periode FAT
Tekanan Pembakaran 2	=	Pengoperasian di periode setelah <i>overhaul</i>
Tekanan Pembakaran 3	=	Pengoperasian di periode 2022-2023

2. Temperatur gas buang dihasilkan dari pembakaran yang terjadi didalam ruang bakar. Apabila terdapat anomali pada temperatur gas buang berarti terjadinya pembakaran yang tidak sempurna di ruang bakar tersebut. Pembakaran tidak sempurna bisa disebabkan oleh adanya deposit atau arang pada ruang bakar, tidak tepatnya timing pembakaran, dan terjadinya gangguan pada *plunger injection pump*.

Tabel 3. Perbandingan Temperatur Gas Buang

Deskripsi	Unit	Daya Mampu	
		1600 kW	2400kW
Temperatur Gas Buang 1	°C	295	332
Temperatur Gas Buang 2	°C	290	352
Temperatur Gas Buang 3	°C	313	-

Ket :

Temperatur Gas Buang 1	=	Pengoperasian di periode FAT
Temperatur Gas Buang 2	=	Pengoperasian di periode setelah <i>overhaul</i>
Temperatur Gas Buang 3	=	Pengoperasian di periode 2022-2023

3. Tekanan dan temperatur pelumas merupakan batasan yang harus diperhatikan saat mengoperasikan mesin SWD 6TM410. Tekanan pelumas dihasilkan oleh *Lube Oil Pump* yang memompa pelumas ke bagian *crankshaft* dan bearing-bearing didalam mesin. Semakin naik daya yang dihasilkan oleh mesin tekanan pelumas semakin turun dikarenakan temperatur panas dihasilkan oleh komponen-komponen mesin didalamnya semakin naik.

Tabel 4. Perbandingan Temperatur Pelumas

Deskripsi	Unit	Daya Mampu	
		1600 kW	2400kW
Temperatur Pelumas 1	°C	48	48
Temperatur Pelumas 2	°C	48	55
Temperatur Pelumas 3	°C	52	-

Ket :

Temperatur Pelumas 1	=	Pengoperasian di periode FAT
Temperatur Pelumas 2	=	Pengoperasian di periode setelah <i>overhaul</i>
Temperatur Pelumas 3	=	Pengoperasian di periode 2022-2023

Tabel 5. Perbandingan Tekanan Pelumas

Deskripsi	Unit	Daya Mampu	
		1600 kW	2400kW
Tekanan Pelumas 1	Bar	5,5	5,5
Tekanan Pelumas 2	Bar	5,4	5,3
Tekanan Pelumas 3	Bar	5,1	-

Ket :

Tekanan Pelumas 1	=	Pengoperasian di periode FAT
Tekanan Pelumas 2	=	Pengoperasian di periode setelah <i>overhaul</i>
Tekanan Pelumas 3	=	Pengoperasian di periode 2022-2023

3.2. Perhitungan Faktor Penurunan Daya Mampu Operasi Mesin SWD 6TM410

Berdasarkan hasil pengukuran dan identifikasi terdapat beberapa faktor yang perlu dilakukan perhitungan untuk mengevaluasi faktor yang paling memiliki dampak terhadap penurunan daya mampu operasi Mesin SWD 6TM410. Sesuai dengan tabel 2 hingga tabel 5 dihitung berdasarkan perbandingan nilai terhadap daya 1600 kW. Nilai presentase dapat ditentukan dengan sebuah persamaan.

Perhitungan presentase tekanan pembakaran terhadap penurunan daya mampu operasi mesin SWD 6TM410 berdasarkan tabel 2 dengan pengambilan data nilai tekanan pembakaran berdasarkan daya 1600 kW.

$$\text{Persentase Faktor} = \frac{(86-83)}{83} \times 100$$

$$\text{Persentase Faktor} = 3,6 \%$$

Perhitungan presentase temperatur gas buang terhadap penurunan daya mampu operasi mesin SWD 6TM410 berdasarkan table 3 dengan pengambilan data nilai temperatur gas buang berdasarkan daya 1600 kW.

$$\text{Persentase Faktor} = \frac{(313-295)}{295} \times 100$$

$$\text{Persentase Faktor} = 6,1 \%$$

Perhitungan presentase temperatur pelumas terhadap penurunan daya mampu operasi mesin SWD 6TM410 berdasarkan tabel 4 dengan pengambilan data nilai temperatur pelumas berdasarkan daya 1600 kW.

$$\text{Persentase Faktor} = \frac{(52-48)}{48} \times 100$$

$$\text{Persentase Faktor} = 8,3 \%$$

Perhitungan presentase tekanan pelumas terhadap penurunan daya mampu operasi mesin SWD 6TM410 berdasarkan table 5 dengan pengambilan data nilai tekanan pelumas pembakaran berdasarkan daya 1600 kW.

$$\text{Persentase Faktor} = \frac{(5.5-5.1)}{5.5} \times 100$$

$$\text{Persentase Faktor} = 7.2 \%$$



Gambar 2. Grafik Presentase

4. SIMPULAN

Dari hasil analisis data dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan daya mampu operasi dari mesin SWD 6TM410 yakni:
 - a) Tidak adanya pemeliharaan ataupun penggantian pada *Lube Oil Cooler* mengakibatkan tidak optimalnya tekanan dan temperatur pelumas pada mesin SWD 6TM410 sehingga efisiensi terhadap performa daya mampu mesin SWD 6TM410 hanya dapat dimaksimalkan sesuai dengan nilai dari temperatur dan tekanan pelumas.
 - b) Adanya perubahan ukuran pada *crankshaft* mengakibatkan nilai pengukuran pada defleksi *crankpin* 3 dan 4 melewati batas toleransi sehingga mengakibatkan mesin tidak bisa dioperasikan dengan daya mampu operasi mesin secara optimal.
2. Nilai temperatur dan tekanan pelumas memiliki presentase tertinggi dengan nilai temperatur pelumas pada 8,3 % dan tekanan pelumas 7,2 % terhadap penurunan daya mampu operasi mesin SWD 6TM410 pernyataan bahwa apa yang diharapkan sebagaimana dinyatakan dalam Pendahuluan akhirnya dapat diperoleh hasil dalam hasil dan pembahasan, sehingga terdapat kesesuaian. Selain itu dapat juga ditambahkan prospek pengembangan dari hasil penelitian dan aplikasi lebih

jauh yang menjadi prospek kajian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Basic Course Diesel Engine. (2016). Malang: Indonesian Learning Centre.
- [2]. Hanifuddin, M., & Hastuningtyas, S. S. (2011). Analisa Kerusakan Komponen Mesin Diesel Melalui Uji Fisika Kimia Minyak Lumas API CF-4. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi.
- [3]. Manual And Code Book For Stork-Werkspoor Diesel Engine Type TM 410. (1981). Amsterdam: Stork-Werkspoor Diesel B.V.
- [4]. Nurdin, Y. S. (2013). Studi Analisa Penyebab Penurunan Daya Mampu (Derating) pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel. Teknik Mesin ITB-PLN, 26.
- [5]. Rasyid. (2006). Diklat Berbasis Kompetensi Pengoperasian PLTD Kecil. Jakarta: PT PLN (Persero) Pusat Pendidikan Dan Pelatihan.
- [6]. Rolmawansyah, Soeroso, Sudarso, D., & Kalimi. (2014). Trouble Shooting Mesin Diesel. Jakarta: PLN Corporate University.
- [7]. Saksono, P., Gunawan, & Setiawan, D. (2018). Analisis Performansi dan fuel consumption engine SWD 9TM

-
- | | |
|---|---|
| <p>410RR . Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Balikpapan, 6.</p> <p>[8]. Samlawi, A. K. (2015). Teori Dasar
Motor Diesel. Banjarbaru: Universitas
Lambung Mangkurat.</p> <p>[9]. Budiyono, Imam Prasetyo,
Muhammad Rifqi, IDENTIFIKASI
DAN TROUBLESHOOTING
MEKANISME KATUP PADA MESIN</p> | <p>DIESEL MITSUBISHI PS 100, Jurnal
SURYA TEKNIKA, Vol.3 No2 Oktober
2019.</p> <p>[10]. Ilham Saputra, Agustion Jufri,
Bukhari, Nofriadi, Yuli Yetri,
TROUBLESHOOTING INTAKE
EXHAUST SYSTEM PADA ENGINE
C6.4 EXCAVATOR CATERPILLAR,
Jurnal POROS TEKNIK, Volume
13, No. 2, Desember 2021: 112-117</p> |
|---|---|