



Analisa Kualitas Minyak Pelumas Terhadap Ketahanan Bearings Turbin di PLTU Ombilin

Sarah Amelia Nurul Izzati^{1*}, Jusafwar¹, dan Cecep Slamet Abadi¹

¹Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Turbin uap merupakan komponen vital yang berfungsi merubah secara langsung energi panas yang terkandung dalam uap menjadi gerak putar pada poros. Poros turbin ini di kopel dengan poros generator sehingga generator dapat menghasilkan listrik. Ketika turbin berputar maka akan terjadi gesekan antara poros turbin dengan bantalan atau bearing. Hal ini akan menimbulkan panas yang apabila berlebihan dapat mengakibatkan kerusakan material. Untuk mengurangnya, maka diperlukan sistem pelumasan pada turbin uap. Sistem pelumasan turbin uap terdiri dari peralatan utama yang fungsinya menyuplai oli pelumas dengan spesifikasi yang sudah sesuai standar ke komponen bearing. Sistem pelumasan yang baik dapat dilihat dari kinerja pada Lube Oil dan kualitas dari oli yang digunakan. Minyak pelumasan yang menunjukkan perubahan kekentalan yang besar terhadap temperature juga akan menunjukkan perubahan yang besar dengan perubahan tekanan. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui kualitas minyak pelumas terhadap ketahanan bearing. Parameter yang diujikan adalah temperature Lube Oil serta viskositas minyak pelumas dan vibrasi poros. Kualitas minyak pelumas dapat dikatakan kurang bekerja secara maksimal dikarenakan beberapa faktor, yaitu faktor machine, material dan method. Viskositas yang baik untuk pelumasan adalah $32 \text{ mm}^2/\text{s}$ dan temperature lube oil 50°C .

Kata-kata kunci: Sistem Pelumasan, Minyak Pelumas, Viskositas

Abstract

The steam turbine is a vital component that functions to directly convert the heat energy contained in the steam into rotary motion on the shaft. The turbine shaft is coupled with the generator shaft so that the generator can produce electricity. When the turbine rotates there will be friction between the turbine shaft and the bearings or bearings. This will generate heat which if excessive can result in material damage. To reduce it, it is necessary to lubricate the steam turbine system. The steam turbine lubrication system consists of the main equipment whose function is to supply lubricating oil with standard specifications to the bearing components. A good lubrication system can be seen from the performance of the Lube Oil and the quality of the oil used. Lubricating oil that shows a large change in viscosity with temperature will also show a large change with a change in pressure. This analysis was conducted to determine the quality of lubricating oil on bearing resistance. Parameters tested were temperature as well as lubricating oil viscosity and shaft vibration. The quality of lubricating oil can be said to not work optimally due to several factors, namely machine, material and method factors. Good viscosity for lubrication is $32 \text{ mm}^2/\text{s}$ and lube oil temperature is 50°C .

Keywords: Lubrication System, Lubricant, Viscosity

¹ Corresponding author E-mail address: sarah.amelianurulizzati.tm19@mhs.pnj.ac.id

1. PENDAHULUAN

Turbin uap adalah mesin konversi energi dengan mengonversikan energi kalor menjadi energi mekanik, dan energi mekanik menjadi energi listrik pada generator. Dimana komponen tersebut merupakan komponen vital yang berfungsi merubah secara langsung energi panas yang terkandung dalam uap menjadi gerak putar pada poros. Poros turbin ini di kopel dengan poros generator sehingga generator dapat menghasilkan listrik. Ketika turbin berputar maka akan terjadi gesekan antara poros turbin dengan bantalan atau bearing, hal ini akan menimbulkan panas yang apabila berlebihan dapat mengakibatkan kerusakan material. Untuk mengurangnya maka diperlukan sistem pelumasan pada turbin uap. Sistem pelumasan pada turbin uap ini tidak hanya berfungsi untuk mengurangi gesekan saja, namun juga berfungsi untuk memindahkan panas, memindahkan kotoran, dan mendinginkan bantalan turbin dan generator. [1]

Agar pelumas dapat bekerja dengan baik ada berbagai macam aspek yang harus diperhatikan, salah satunya viskositas pelumas. Viskositas pelumas sangat memengaruhi sistem pelumasan pada mesin, semakin baik menahan gesekan maka semakin baik pelumas tersebut. Viskositas pelumas menghambat gerak antara piston dan dinding silinder yang diakibatkan oleh gesekan antar molekul pada *oil film*. Fenomena ini berpengaruh pada unjuk kerja mesin yaitu daya efektif, pemakaian bahan bakar spesifik dan efisiensi termal. [2]

Kualitas dari minyak pelumasan sangat mempengaruhi kinerja sistem pelumasan terhadap *bearing*, oleh karena itu dalam penelitian ini ada dilakukan analisa kualitas minyak pelumas terhadap ketahanan *bearing* turbin uap.

2. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian yang efisien diperlukan beberapa metode agar penelitian dapat berjalan dengan efektif. Tidak hanya itu, metode - metode tersebut juga bertujuan memberikan konsep dalam pengambilan data agar tidak terlalu melebar dari tema yang diangkat. Dari metode - metode tersebut akan menghasilkan data - data yang selanjutnya akan dianalisa dan menghasilkan prediksi yang akurat.

Studi Literatur

Dalam metoda ini penyusun berusaha mengumpulkan referensi buku-buku perkuliahan atau perpustakaan serta media lainnya yang berkaitan dengan tinjauan pustaka yang diperlukan dalam penyusunan laporan tugas akhir. Tinjauan pustaka sendiri digunakan sebagai dasar pengambilan kesimpulan dan tolak ukur prestasi pemecahan masalah yang telah dan akan dilakukan. Dasar teori yang diambil tentunya berkenaan dengan masalah atau kasus yang akan dianalisa sesuai dengan pembatasan sehingga lebih sistematis.

Pengambilan Data

Pengamatan lapangan merupakan metode pengambilan data yang dilakukan untuk mendapatkan data primer yaitu data yang diperoleh langsung dari lapangan dengan mengamati proses yang terjadi selama peralatan beroperasi. Data-data aktual tersebut selanjutnya akan dianalisa guna menganalisa kasus yang tengah terjadi. Data-data tersebut akan memberikan parameter-parameter yang dapat menyimpulkan terjadinya gejala – gejala kasus yang akan dianalisa.

Pengolahan dan Analisa Data

Pengolahan data merupakan prosedur dimana data diolah sesuai kebutuhan. Data yang diolah diharapkan dapat memecahkan masalah dalam penelitian. Dari data yang diperoleh pada tahap sebelumnya, dapat dibuat analisis untuk penulisan Analisa Pengaruh Sistem Pelumasan Terhadap Ketahanan Bearings Turbin Uap PLTU Ombilin. Data-data selanjutnya di analisa dan dibandingkan dengan kondisi standar perusahaan. Dari analisa data dapat dilakukan penarikan kesimpulan hasil penelitian yang dilakukan.

Penulisan rujukan untuk tabel menggunakan kata "tabel" diikuti dengan nomor tabel. Sebagai contoh, "Data hasil perhitungan waktu paruh untuk berbagai isotop diberikan pada tabel 1."

4. HASIL PENELITIAN

Dalam melakukan Analisa, persiapan merupakan titik awal dari keberhasilan Analisa. Persiapan dilakukan berupa pengecekan kondisi system pelumasan, dari pengecekan yang dilakukan diketahui masalah yang terjadi. Permasalahan yang ditemukan yaitu tekanan dan temperatur dari lube oil yang mempengaruhi ketahanan bearing. Pengecekan peralatan yang dilakukan pada system pelumasan meliputi pemeriksaan kondisi komponen-komponen lubricating oil, dimana salah satu pengecekannya adalah pemeriksaan temperature dan tekanan dari lube oil.

Dalam tugas akhir ini, pengambilan data yang dilakukan penyusun merupakan data aktual dilapangan dan di ruang control. Pengambilana data yang diambil berguna sebagai bahan perhitungan kinerja system pelumasan terhadap ketahanan bearing.

Proses pengambilan data meliputi:

1. Pengambilan data kualitas minyak pelumasan
2. Pengambilan data temperature lube oil
3. Pengambilan data dari manual book

Dalam penelitian data merupakan bahan dasar yang akan digunakan dalam sebuah analisa. Pengambilan data dilakukan langsung ke lapangan dan pengambilan data pada ruang control. Data tersebut selanjutnya digunakan sebagai bahan Analisa.

Dalam pengambilan data, penyusun memperhatikan kondisi dari komponen-komponen dan alat ukur yang digunakan untuk memperoleh data.

Pengambilan data dilakukan pada kondisi komponen dan alat ukur sebagai berikut:

1. Indikator vibrasi poros dan temperature dalam kondisi normal
2. System lube oil tidak mengalami gangguan
3. Kondisi minyak pelumasan dalam keadaan baik

Pengambilan data dapat dilakukan setelah kondisi dapat terpenuhi dan pengambilan data dilakukan setiap jam. Data yang diambil memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Kondisi tekanan lube oil
Tekanan lube oil adalah 1.85 bar pada kondisi normal
2. Temperature
Besarnya temperature sangat berpengaruh terhadap viskositas minyak pelumas

Dalam Analisa ini, penyusun melakukan perbandingan kualitas minyak pelumas berdasarkan viskositas dan vibrasi poros dengan beberapa kondisi, yaitu:

1. Kondisi secara teori (standar industri)
2. Kondisi secara actual (kondisi lapangan)

Berikut di bawah ini merupakan kondisi nilai viskositas, vibrasi poros, dan temperatur sesuai standar industri:

Tabel 1. Spesifikasi Minyak Pelumas Shell Turbo T32

Metode	Temperatur	Viskositas
ASTM D445 dan ISO 3104	40 °C	32 mm ² /s
ASTM D445 dan ISO 3104	100 °C	5.45 mm ² /s

Tabel 2. Vibrasi Poros

VIBRASI POROS (GMA 51)			
TURBIN			
V1	V2	V3	V4
48	23	27	18
µm	µm	µm	µm

Tabel 3. Temperatur Minyak Pelumas dan Bearings

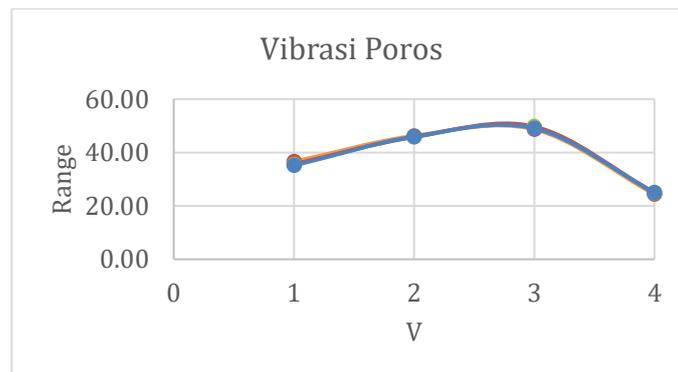
MINYAK PELUMAS (GGR 41)				TEMPERATUR BEARING (GMA 51)									
THRUST & BRG DRN 1	BRG DRN NO 2	BRG DRN NO 3	BRG DRN NO 4	THRUST BEARING						NO. 1	NO. 2	NO. 3	NO. 4
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
				62	65	72	70	62	66	65	71	68	66
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C

Pengolahan dan Analisa Data

Tabel data viskositas :

Tabel 4. Data Viskositas Minyak Pelumas *Lube Oil* di PLTU Ombilin

Bulan	Viskositas	Beban
Februari	32,87 mm ² /s	65 MW
Maret	32,83 mm ² /s	70 MW
April	33,09 mm ² /s	64 MW

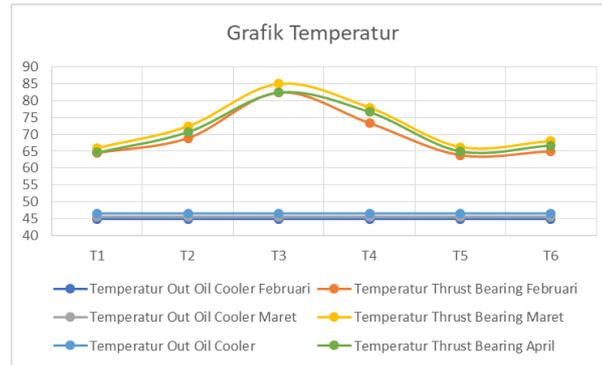


Gambar 1. Grafik Vibrasi Poros pada Bulan Februari, Maret, dan April

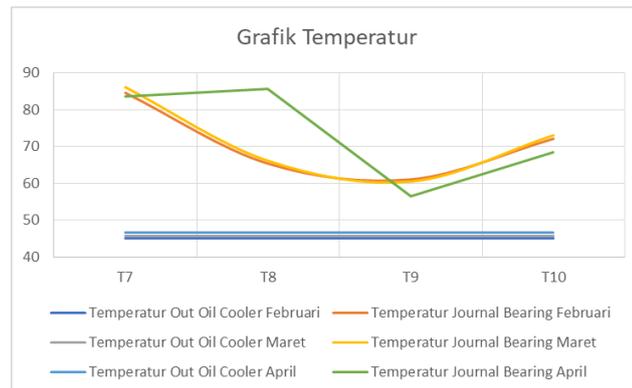
Keterangan dari grafik dan tabel

Untuk grafik vibrasi poros V1, V2, V3, dan V4 pada bulan Februari, Maret, dan April.

1. Terjadi peningkatan vibrasi pada poros yang sama pada setiap bulan. Penurunan yang terjadi pada setiap bulan juga relatif sama.
2. Viskositas pada bulan Maret lebih rendah daripada bulan Februari dan April. Namun menghasilkan daya lebih besar dibanding bulan yang lain.
3. Semakin besar viskositas minyak pelumas maka daya yang dihasilkan semakin lebih kecil, begitu juga sebaliknya.

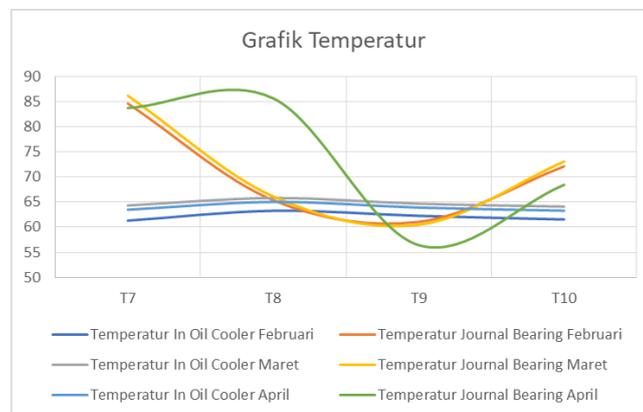


Gambar 2. Grafik Temperatur *Out Oil Cooler* dan Temperatur Thrust Bearing



Gambar 3. Grafik Temperatur *Out Oil Cooler* dan Temperatur Journal Bearing

Keterangan dari Gambar 2 (Temperatur *Out Oil Cooler*). Untuk grafik temperatur minyak pelumas out oil cooler pada bulan Februari, Maret dan April. 1. Pada bulan Februari, Maret dan April temperature masuk (*out oil cooler*) dengan nilai temperature yang stabil dengan nilai 45°C-46°C.



Gambar 4. Grafik Temperatur *In Oil Cooler* dan Temperatur Journal Bearing

Untuk grafik temperatur minyak pelumas *in oil cooler* journal bearing pada bulan Februari, Maret dan April.

1. Dari data menunjukkan bahwa temperatur minyak pelumas di bulan Februari, Maret dan April dalam kondisi stabil dengan temperatur 61°C-65°C.
2. Data pengamatan langsung di lapangan memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai standar industry, dimana T7 dengan nilai 62°C, T8 65°C, T9 72°C, dan T10 70°C.

Grafik temperature diatas merupakan perbandingan antara temperature minyak pelumas dengan temperature bearing, Berikut dibawah ini keterangan dari grafik temperature bearing. Keterangan temperature thrust bearing pada Bulan Februari, Maret dan April.

- Pada grafik menunjukkan temperatur thrust bearing dimana di Bulan Februari temperatur T1-T4 temperatur menaik dan T5-T6 temperatur menurun. Pada bulan Maret hanya T5 saja yang mengalami

penurunan, dan pada bulan April mengalami kenaikan temperatur T1-T4 dan penurunan pada T5. Data kenaikan dan penurunan temperatur tersebut telah dibandingkan dengan standar industry dengan masing-masing nilai standar variable temperature.

Untuk grafik temperatur journal bearing pada bulan Februari, Maret dan April

- Pada grafik temperatur journal bearing, di bulan Februari dan Maret T7 mengalami kenaikan dan T8-T10 mengalami penurunan. Dan di bulan April T7 dan T8 mengalami kenaikan dan penurunan terjadi di T9 dan T10. Data actual tersebut telah dibandingkan dengan standar masing-masing variable.

Dampak Viskositas, Vibrasi Poros, dan Temperatur Terhadap Ketahanan Bearings

Factor yang mempengaruhi ketahanan bearing ada 2, yaitu factor gesekan dan sistem pelumasan. Berdasarkan pengamatan dan analisa data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pelumasan pada bearing kurang maksimal. Hal itu disebabkan pengaruh tekanan, temperature minyak pelumas dan viskositas.

Tekanan dan temperature minyak pelumas berpengaruh terhadap viskositas pelumas. Minyak pelumasan yang menunjukkan perubahan kekentalan yang besar terhadap perubahan temperature juga akan menunjukkan perubahan yang besar dengan perubahan tekanan. Semakin tinggi tekanan maka semakin besar viskositas suatu cairan. Dan semakin tinggi temperature minyak pelumas maka viskositas minyak pelumas menjadi lebih encer. Begitu sebaliknya, semakin rendah temperature minyak pelumas maka viskositas minyak pelumas semakin kental.

Tekanan dan temperature minyak pelumas rendah maka viskositas semakin tinggi sehingga pelumasan bearing tidak maksimal. Pelumasan yang kurang dapat meningkatkan keausan akibat gesekan antara bearing dengan poros dan penyerapan panas yang tidak optimal sehingga temperature pada bearing tinggi.

Sedangkan untuk vibrasi poros bergantung pada tekanan *lube oil* dan viskositas minyak pelumas. Semakin tinggi tekanan yang ada maka vibrasi pada poros akan semakin tinggi sehingga akan menaikkan temperatur pada bearings dan minyak pelumas karena gesekan yang terjadi semakin tinggi, begitu juga sebaliknya. Namun disini lain jika viskositas pada minyak pelumas tinggi maka vibrasi tidak akan setinggi dibandingkan minyak pelumas yang viskositasnya rendah walaupun tekanan yang diberikan tinggi.

Usulan Perbaikan

Untuk mengurangi gesekan tersebut, dilakukan peningkatan tekanan dan temperature sehingga viskositas pada minyak pelumas sesuai dengan setting point. Peningkatan dilakukan dengan cara pembersihan pada filter oli yang tersumbat akibat kontaminasi dan pergantian minyak pelumas agar penyerapan panas dapat bekerja maksimal, dimana kontaminasi pada minyak pelumas dapat menghalangi proses penyerapan panas dari bearing.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Kualitas minyak pelumas menurut standar SAE yaitu semakin tinggi angka SAE menunjukkan viskositas pada minyak pelumasan tinggi. Namun pada minyak pelumasan turbin metode pengecekan kualitas minyak pelumas menggunakan metode ASTM yang menghasilkan nilai viskositas pada minyak pelumasan bearing di turbin uap PLTU Ombilin sebesar 32 mm²/s dengan indeks viskositas sebesar 105. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa indeks viskositas pada minyak pelumas di PLTU Ombilan termasuk tinggi yang artinya nilai viskositas pada minyak pelumas tidak akan berubah karena adanya perubahan suhu.
2. Viskositas pada minyak pelumasan sangat memengaruhi kinerja bearings dan hasil keluaran bearings. Seperti yang dapat dilihat dari data bahwa makin tinggi viskositas yang ada maka makin kecil beban yang di hasilkan. Viskositas juga memengaruhi vibrasi poros pada bearings. Berdasarkan data yang ada vibrasi poros juga memiliki pengaruh pada bearings, yaitu semakin besar kecepatan dari vibrasi poros pada bearings maka temperature bearing akan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan besarnya gesekan antara shaft dan bearings.
3. Kinerja sistem pelumasan yang baik untuk ketahanan bearing ialah tekanan, temperature, dan viskositas sesuai dengan kebutuhan bearing. Dimana pelumasan tersebut dapat mengurangi gesekan

antara bearing dengan poros sehingga gesekan tinggi yang seharusnya menyebabkan temperatur bearing semakin tinggi menjadi normal.

Saran

1. Untuk mengurangi pergesekan pada bearing dan poros, maka peningkatan tekanan dan temperatur harus dilakukan agar gesekan tersebut tidak berlebihan.
2. Pengecekan kualitas oli dan *oil analysis* dilakukan lebih teratur lagi untuk menghindari kontaminasi pada minyak pelumasan dan penumpukkan gerusan yang terjadi akibat gesekan bearing dan shaft.
3. Mengganti minyak pelumasan secara berkala agar minyak yang sudah terkontaminasi tidak dipakai kembali dan membuat penyerapan panas bekerja dengan maksimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangunan Ombilin yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengambil topik permasalahan dari pembangkit tersebut. Serta penulis juga berterima kasih kepada supervisor dan para staff PT PLN (Persero) UPK Ombilin yang telah membantu penulis dalam penulisan ini.

REFERENSI

- [1] Haryadi. (2012). Analisis vibrasi. Jurusan Teknik Politeknik Negeri Bandung
- [2] Dr. Vladimir, Vega Falcon. (2019).
- [3] Macam-Macam Pelumas Mesin. Diakses pada Juni 25, 2022, dari <https://artikel-teknologi.com/macam-macam-pelumas-mesin/>
- [4] Sifat Penting Minyak Pelumas. Diakses pada Juni 26, 2022, dari <https://fitransyah.wordpress.com/2013/10/20/sifat-penting-minyak-pelumas/>
- [5] Bina Restituta Barus. (2018). Sistem Pelumasan Pada Turbin Uap. Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [6] Rizkiya, Anindia Octarisa. (2019). Pengaruh Viskositas Pelumas SAE Mono-grade Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Moto.