

LAPORAN
PRAKTEK LAPANGAN INDUSTRI (PLI)
PENGUKURAN UPPER BEARING DAN ANALISIS PENYEBAB KEHAUSAN
UPPER BEARING

PLTA SINGKARAK
PT.PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangunan Bukittinggi
Unit PLTA Singkarak



Periode: 17 Juni - 16 Agustus 2019

Disusun oleh:

Jhoni Andrianto

NIM/TM. 16067017/2016

Dosen Pembimbing Praktek Lapangan Industri:

Dr. Remon Lapisa, ST, MT, M.Sc. Tech

NIP. 197709182008121001

PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2019

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PRAKTEK LAPANGAN INDUSTRI
PT. PLN (Persero) PEMBANGKITAN SUMATERA BAGIAN SELATAN
SEKTOR BUKITTINGGI**



PENGUKURAN UPPER BEARING DAN ANALISIS PENYEBAB KEHAUSAN

UPPER BEARING

Jhoni Andrianto

NIM. 16067017

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

Mengetahui :

Pembimbing Lapangan

Muhammad Ikhlas Aman

NIP. 90162340ZY

Disahkan Oleh :

Supervisor PLTA Singkarak

Firdaus

NIP. 8306060B

LEMBARAN PENGESAHAN

Laporan Ini Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari Persyaratan

Penyelesaian Praktek Lapangan Industri FT-UNP

Tanggal 17 Juni – 17 Agustus 2019

Semester Juli – Desember 2019



Oleh :

Jhoni andrianto

Nim/ Bp : 16067017/ 2016

Jurusan Teknik Mesin

Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin

Diperiksa dan Disahkan Oleh

Dosen Pembimbing

Dr. Remon Lapisa, ST, MT, M.Sc. Tech

NIP. 197709182008121001

a.n Dekan FT UNP



Unit Hubungan Industri FT-UNP

Dr. Ali Basrah Puungan, S.T, M.T

NIP. 19741212 200312 1 002

KATA PENGANTAR



Atas berkat rahmat Allah SWT yang Maha Pemurah akhirnya Laporan Pengalaman Lapangan Industri ini dapat terselesaikan juga. Puji syukur dan ucapan beribu terima kasih hanya kepada Allah SWT, Dzat yang Maha Tinggi dan Agung, yang telah memberikan banyak kemudahan dalam pembuatan Laporan Pengalaman Lapangan Industri ini dan tanpa kehendak dari-Nya penulis tidak mungkin dapat menyelesaikan Laporan Pengalaman Lapangan Industri dengan judul **“Pengukuran Upper Bearing Unit 1” Di PT.PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Bukittinggi Unit PLTA Singkarak.**

Adapun penulisan Laporan Pengalaman Lapangan Industri ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai gelar Ahli Madya Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Ucapan terima kasih juga penulis persembahkan kepada berbagai pihak atas bimbingan dan bantuannya di dalam pengerjaan Laporan Kerja Praktek ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas nikmat serta rahmat yang tak pernah surut dari-Nya.
2. Orang tua penulis yang senantiasa mendoakan, serta memberi dukungan baik moril maupun materil
3. Bapak Feri Setiawan selaku Manager di PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Bukittinggi.
4. Bapak Firdaus sebagai Supervisor Pemeliharaan PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Bukittinggi Unit PLTA Singkarak.
5. Bapak Muhammad Ikhlas Aman selaku pembimbing selama Kerja Praktek di PLTA Singkarak PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Bukittinggi Unit PLTA Singkarak. Terimakasih atas keluangan waktu yang bapak berikan

untuk bimbingan dan pemberian materi tentang aplikasi ilmu dan perkembangan dunia kerja saat ini.

6. Seluruh karyawan PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Bukittinggi Unit PLTA Singkarak.khususnya bagian Pemeliharaan *HAR* yang telah memberikan pengalaman dan bimbingan kepada penulis selama melakukan pengalaman lapangan industri.
7. Bapak Dr. Remon Lapisa, ST, MT, M.Sc. Tech selaku Dosen pembimbing Pengalaman Lapangan Industri.
8. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Negeri Padang yang telah memberikan dukungan dan ilmunya kepada penulis.
9. Seluruh rekan-rekan sesama PLI di PLTA Singkarak.
10. Rekan-rekan Jurusan Teknik Mesin, terutama angkatan 2016.
11. Semua pihak yang telah membantu memberikan dukungan moril maupun materil yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Sebagai penutup ucapan terima kasih penulis, melalui Do'a penulis ucapkan syukur atas sumbangsih dari pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Pengalaman Lapangan Industri ini.Semoga Allah SWT yang Maha Pemurah membalas setiap kebaikan dengan balasan yang terbaik dari sisi-Nya.Sempurna hanya milik Allah SWT., maka dari itu saya mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun agar lebih baik untuk ke depannya.Akhir kata, semoga Laporan Pengalaman Lapangan Industri ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmupengetahuan dan teknologi.

Desa Asam Pulau, 10 Agustus 2019

Jhoni Andrianto

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
KATA PENGANTAR	I
DAFTAR ISI	VI
DAFTAR GAMBAR	VIII
DAFTAR TABEL	IX
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATARBELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN	2
1.3 MANFAAT	3
1.4 BATASANMASALAH.....	4
BAB II DASAR TEORI	6
2.1 PROSES PEMBANGKIT ENERGI LISTRIK	6
2.2 ALIGHMENT MEASUREMENT.....	6
2.3 RUN OUT MEASUREMENT	7
2.4 PENGERTIAN BANTALAN (BEARING), JENIS BANTALAN, KELEBIHAN DAN KEKURANGAN SERTA FUNGSI BANTALAN.....	8
2.5 PELUMAS	12
BAB III METODOLOGI	15
3.1 TEMPAT DAN WAKTU PELAKSANAAN	15
3.2 METODOLOGI PENGAMBILAN DATA	15
3.3 SARANA DAN PRASARANA PENELITIAN	16

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 HASIL PERHITUNGAN	30
4.2 ANALISA	31
BAB V PENUTUP	36
5.1 KESIMPULAN.....	36
5.2 SARAN.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38

DAFTAR GAMBAR

BAB II

Gambar 2.2 Alighment.....	5
Gambar 2.3.1 Run Out Measurement Motor	6
Gambar 2.3.2 Run Out Measurment	6
Gambar 2.4.2 Bantalan Aksial	7
Gambar 2.4.2 Bantalan Luncur	8
Gambar 2.4.2 Bantalan Gelinding	8

BAB III

Gambar 3.1 Micro Meter Outside	14
Gambar 3.2 Oil dan Amplas	15
Gambar 3.3 Kain Majun.....	15
Gambar 3.4 Bearing Upper	16
Gambar 3.5 Ilustrasi Smartphone	16
Gambar 3.6 Data Run Out Sebelum Pembongkaran.....	17
Gambar 3.4 Name Plat Turbin Unit 1	17

DAFTAR TABEL

BAB III

Tabel 3.1 Tabel Ukuran Bearing Awal.....18

Tabel 3.2 tabel Bearing Awal.....18

BAB IV

Tabel 4.2 Data Tingkat Kehausan Bearing25

ABSTRAK - Pembangkitan energy listrik tenaga air di PLTA Singkarak menggunakan danau Singkarak sebagai sumber air. Air dari danau Singkarak dialirkan melalui *headrace* dari intake di Malalo Singkarak menuju Desa Asam Pulau Lubuk Alung,. *Headrace* ini berdiameter 5 meter dan panjang 16,5 kilometer. Setelah melalui *headrace*, air akan melewati *pressure shaft* setinggi 300 meter. Air yang keluar dari turbin sebahagian kecil digunakan untuk pendinginan komponen sedangkan sisanya dilepaskan kesungai Batang Anai. Turbin yang berputar terhubung dengan rotor generator melalui *shaft*, di dalam generator inilah pembangkitan listrik terjadi. Pada tiap-tiap *shaft* terdapat *Bearing* sebagai bantalan yang merupakan salah satu bagian yang memegang peranan cukup penting Karena fungsi dari bantalan untuk menumpu sebuah poros agar dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tujuan utama pendidikan Nasional sebagaimana dirumuskan dalam UU Sub Diknas, diarahkan pada pengembangan dan peningkatan sumberdaya manusia (SDM) yakni manusia Indonesia seutuhnya yang memiliki wawasan ilmupengetahuan dan teknologi (IPTEK) memiliki keterampilan dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa.

Untuk mencapai tujuan tersebut, perlu dilaksanakan suatu program pendidikan dan pelatihan secara berkesinambungan. Hal ini dimaksudkan agar dunia pendidikan dengan dunia industri memiliki keterkaitan yang baik dalam hubungan yang saling membutuhkan, melengkapi dan saling mendukung proses pencapaian pembangunan.

Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (FT UNP) sebagai salah satu lembaga pendidikan yang bertugas menghasilkan tenaga-tenaga yang professional dalam bidang supervise, memberi tugas dan amanah sebagaimana yang telah dirumuskan dalam UU Sub Diknas. Selain itu berupaya melaksanakan program-program pendidikan yang bertujuan menghasilkan lulusan-lulusan yang tidak saja memahami ilmu pengetahuan dan teknologi akan tetapi juga mampu mempraktekan serta mengembangkannya baik di dunia pendidikan maupun di dunia industri.

Ada banyak pilihan dalam memilih pembangkit energy baru terbarukan. Salah satunya adalah teknologi energi air. Teknologi energi air berupa PLTA (pembangkit listrik tenaga air), PLTPH (pembangkit listrik tenaga pikohidro) memanfaatkan perbedaan tekanan air dengan memperhatikan keberlanjutan sumberdaya serta pengaruh terhadap lingkungan. Kondisi Indonesia yang memiliki banyak sumber air baik sungai ataupun danau menjadikan pilihan pembangkit ini sebagai salah satu pilihan yang relevan.

PLTA Singkarak merupakan pembangkit yang beroperasi sejak tahun 1998. PLTA Singkarak memiliki 4 unit tipikal pada awal operasi. Empat unit PLTA Singkarak dapat berjalan dengan baik, meski masih terdapat beberapa masalah yang dapat ditoleransi keberadaannya.

Masing-masing unit PLTA Singkarak memiliki sebuah transformator. Masing-masing transformator memiliki dua buah pendingin yang merupakan *oil cooler*. *Oil cooler* pada transformator unit 3 mengalami penurunan pada tekanan air yang masuk pada *oil cooler*. Penurunan tekanan transformator unit 3 sempat mengakibatkan *over heating* sementara, akan tetapi gejala *over heating* sudah tidak terjadi lagi dan bisa di tangani oleh tim pemeliharaan yang ada di PLTA Singkarak.

1.2 Tujuan

Pelaksanaan kerja praktek ini secara umum bertujuan untuk mengenalkan penulis kepada dunia kerja yang ada di perusahaan dan menambah ilmu sekaligus mengaplikasikan teori yang diperoleh dari bangku kuliah terhadap kenyataan yang ada di lapangan.

Secara khusus, kerja praktek ini bertujuan :

1. Bagi mahasiswa

Memperoleh wawasan tentang dunia kerja di perusahaan khususnya di PT. PLN (Persero) Pembangkit Sumatera Bagian Selatan Sektor Pembangkit Bukittinggi Unit PLTA Singkarak yaitu :

- a. Mendapatkan pengalaman dalam menghadapi dan menganalisis dalam rangka menyelesaikan permasalahan yang terjadi berdasarkan teori-teori yang telah diperoleh dari bangku perkuliahan.

- b. Sebagai salah satu syarat matakuliah yang harus di penuhi dalam rangka mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan (S1) di Universitas Negeri Padang.
2. Bagi institusi pendidikan
 - a. Membangun kerja sama antara pihak Universitas dengan dunia industri.
 - b. Mendapatkan umpan balik terhadap pengembangan proses pengajaran dalam rangka pencocokan kebutuhan antara output dunia pendidikan dan dunia kerja.
3. Bagi perusahaan
 - a. Menjaga hubungan baik dengan institusi pendidikan.
 - b. Sebagai bukti partisipasi dalam pengembangan dunia pendidikan di indonesia.

1.3 Manfaat

1. Sebagai salah satu program kuliah yang harus di ikuti oleh setiap mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
2. Dapat menambah wawasan dan pengetahuan yang luas bagi mahasiswa saat berada di perusahaan
3. Mengetahui bagaimana terjadinya proses suatu pembangkit tenaga listrik
4. Dan mahasiswa dapat pengalaman di industri yang mana tidak di dapat di Universitas
5. Mempersiapkan diri memasuki dunia kerja

1.4 BatasanMasalah

Dalam kerja praktek ini, penulis akan melakukan pengukuran ketebalan *upper bearing* dan menganalisa kemungkinan yang menyebabkan terjadinya pengurangan ukuran bearing.

BAB II

DASAR TEORI

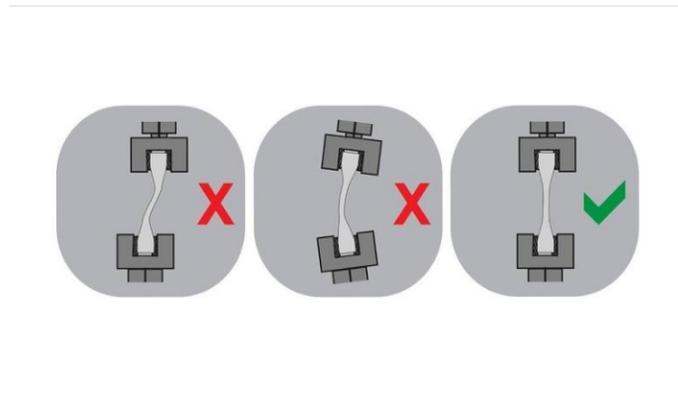
2.1 Proses Pembangkit Energi Listrik

Pembangkitan energy listrik tenaga air di PLTA Singkarak menggunakan danau Singkarak sebagai sumber air. Air dari danau Singkarak dialirkan melalui *headrace* dari intake di Malalo, Singkarak menuju Desa Asam Pulau, Lubuk Alung. *Headrace* ini berdiameter 5 meter dan panjang 16,5 kilometer. Setelah melalui *headrace*, air akan melewati *pressure shaft* setinggi 300 meter. Air yang keluar dari turbin sebahagian kecil digunakan untuk pendinginan komponen sedangkan sisanya dilepaskan kesungai Batang Anai. Turbin yang berputar terhubung dengan rotor generator melalui *shaft*, di dalam generator inilah pembangkitan listrik terjadi.

2.2 Alighment Measurement

Alignment adalah posisi senter-senter rotasi dari dua buah *shaft* atau lebih dalam satu sumbu (co-linear) ketika mesin beroperasi dalam keadaan normal. Co-linear (satu sumbu) maksudnya adalah setiap *shaft* akan berputar pada satu garis sumbu. Satu atau lebih *shaft* dalam garis lurus yang sama dianggap co-linear, atau dalam garis lurus yang sama Fungsi Alignment Mencegah kerusakan prematur pada coupling atau bearing akibat ketidak-colinear-an pada 2 (dua) atau lebih mesin/alat yang berputar bersama (misalignment). Ketidak sumbuan *shaft* mengakibatkan terjadinya gaya sentrifugal dan akan menimbulkan getaran yang tinggi serta mempercepat kerusakan elemen mesin terutama pada *bearing*. Contoh hubungan pada pompa sentrifugal yang digerakkan oleh sebuah motor listrik yang dihubungkan oleh kopling fleksibel. Antara *shaft* motor dan *shaft* pompa harus satu sumbu Keuntungan Mesin di Alignment.

1. Mengurangi beban axial dan radial yang berlebih pada bearing sehingga akan berdampak pada umur bearing dan stabilitas rotor pada kondisi operasi dinamis.
2. Mengurangi kemungkinan shaft patah akibat kelelahan cyclic.
3. Mengurangi keausan pada komponen kopling.



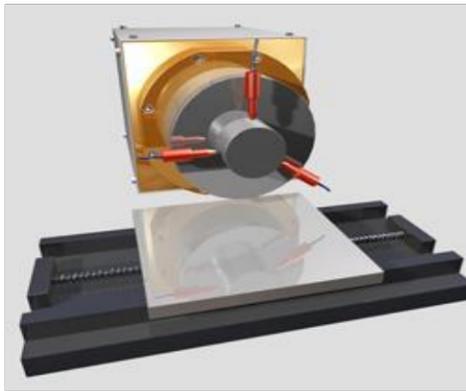
Gambar2.2 alignment

2.3 Run Out Measurement

Pengukuran *Run out* Spindle dan Pengukuran Hard Disk Drive Motor Spindle. Sensor kapasitif MicroSense memungkinkan pengukuran dinamis runout spindle kecepatan tinggi untuk memverifikasi spesifikasi kinerja spindle. Karena sensor kapasitif mampu resolusi nanometer, data dapat ditangkap untuk mengukur dan menganalisis runable berulang (RRO) dan runout non-repeatable (NRRO). Probe pengukuran non-kontak MicroSense memiliki sensor standar sekecil 0,5 mm sehingga pengukuran dapat dilakukan di toolpoint, menggunakan target silinder tanah



Gambar2.3.1 Run Out Measurement Motor



Gambar2.3.2 Run Out Measurement Spindel Aplcation

2.4 Pengertian Bantalan (Bearing), Jenis Bantalan, Kelebihan dan kekurangan Serta Fungsi Bantalan

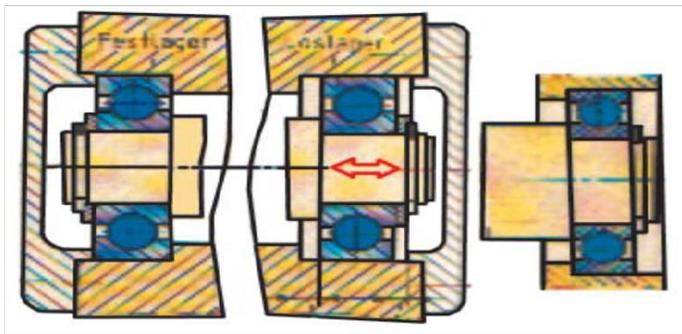
2.4.1 Pengertian Bantalan (*Bearing*)

BEARING diartikan sebagai bantalan yang merupakan salah satu bagian yang memegang peranan yang cukup penting Karena fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik

2.4.2 Jenis Bantalan

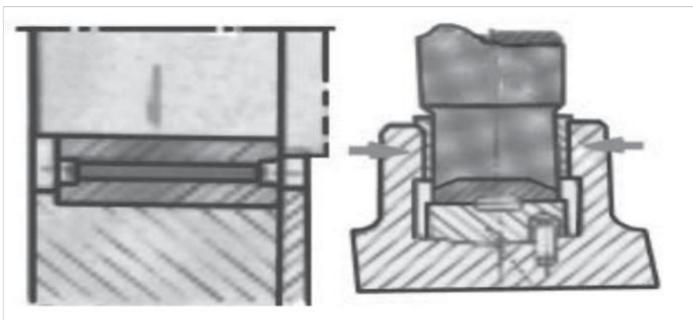
a. Bantalan luncur adalah suatu elemen mesin yang berfungsi untuk menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung dengan halus dan aman. Jenis bantalan ini mampu menumpu poros dengan beban besar. Atas dasar arah beban terhadap poros maka bantalan luncur dapat di klasifikasikan: :

- Bantalan Radial atau disebut jurnal bearing, dimana arah beban yang ditumpu bantalan adalah tegak lurus terhadap sumbu poros.



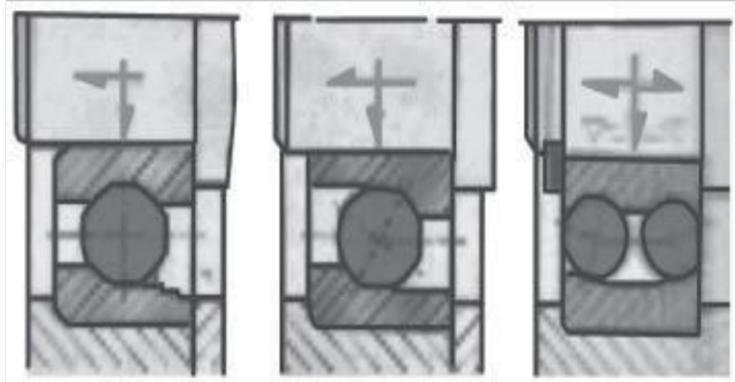
Gambar 2.4.2 bantalan radial

- Bantalan aksial atau disebut thrust bearing, yaitu arah beban yang ditumpu bantalan adalah sejajar dengan sumbu poros.



gambar 2.4.2 bantalan aksial

- Bantalan luncur khusus adalah kombinasi dari bantalan radial dan bantalan aksial.



Gambar 2.4.2 bantalan luncur

- b. Bantalan Gelinding terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau rol jarum atau rol bulat. Bantalan gelinding lebih cocok untuk beban kecil. Putaran pada bantalan gelinding dibatasi oleh gaya sentrifugal yang timbul pada elemen gelinding tersebut. Apabila ditinjau dari segi biaya, bantalan gelinding lebih mahal dari bantalan luncur.



Gambar 2.4.2 bantalan gelinding

Variasi bentuk geometri dan fungsi bantalan untuk masing-masing tipe sangat banyak jenisnya. Karena itu, untuk menjamin interchangeability dan simplifikasi, bantalan telah distandardkan dan

berbagai data-datanya dipresentasikan dalam katalog. Para insinyur mesin, tidak diarahkan untuk mampu merancang bantalan (kecuali yang bekerja pada pabrik bantalan), tetapi lebih diarahkan untuk memiliki kemampuan dalam pemilihan bantalan.

Parameter-parameter utama yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan bantalan antara lain adalah beban, putaran, tipe dan aliran pelumas, dimensi, jenis aplikasi, getaran, temperatur, dan kondisi lingkungan.

2.4.3 Kelebihan dan Kekurangan Bantalan

- a. *Rubbing plain bearing* yang biasanya terbuat dari bahan non-metalic, hanya cocok untuk aplikasi pada putaran yang rendah. Disamping itu juga tidak sesuai untuk aplikasi beban yang tinggi.
- b. *Porous plain bearing* yang menggunakan pelumasan dari pori-pori material, juga lebih cocok untuk aplikasi pada putaran rendah. Performansinya akan segera menurun pada putaran yang relatif tinggi.
- c. *Rolling bearing* atau bantalan gelinding memiliki jangkauan aplikasi yang paling luas, baik dari segi putaran maupun beban yang mampu ditahan. Bantalan ini performansinya sudah mulai menurun untuk putaran diatas 1000 rps.
- d. *Hydrodynamic plain bearing* sangat cocok digunakan pada putaran yang tinggi. Bantalan jenis ini mempunyai kemampuan menahan beban dengan jangkauan yang luas. Kelemahannya, bantalan ini tidak dapat digunakan pada putaran rendah untuk beban radial. Sedangkan untuk beban aksial, dapat dibuat konstruksi khusus sehingga dapat digunakan dengan performansi yang baik pada putaran rendah.

2.4.4 Fungsi Bantalan

- a. Untuk mengurangi koefisien gesekan antara as dan rumahnya.

- b. Menjadikan as dan rumahnya tidak aus karena tidak bergesekan langsung tapi melalui bearing.
- c. Mempermudah maintenance peralatan yang berputar.
Memper murah biaya pembuatan as (*as tidak perlu dibuat dari baja kualitas tinggi*)
- d. Menjadikan alat yang berputar heavy duty dan mengurangi waktu perawatan

2.5 Pelumas

2.5.1 Pengertian Pelumas

Pelumas adalah cairan atau padatan yang terbuat dari campuran *base oil* (bahan dasar pelumas) dan *additive* Additive oil adalah zat tambahan yang digunakan untuk menambah performance dari *base oil* menjadi lebih baik dalam penggunaan di beberapa aplikasi. *Base oil* yang banyak digunakan umumnya berasal dari minyak bumi (dihasilkan dari proses destilasi minyak mentah di kilang). Sedangkan *base oil* yang tidak berasal dari minyak bumi dihasilkan dari proses reaksi kimia di pabrik atau dihasilkan dari minyak nabati yang biasanya disebut dengan *Pelumas Sintetik*. Pelumas yang menggunakan *base oil* dari minyak bumi, sering disebut dengan *Pelumas Mineral*.

2.5.2 Fungsi Pelumas

Pada berbagai jenis mesin dan peralatan yang sedang bergerak, akan terjadi peristiwa gesekan antara logam. Oleh karena itu akan terjadi peristiwa pelepasan partikel-partikel dari gesekan tersebut. Keadaan dimana logam melepaskan partikel disebut dengan halus. Dan untuk mencegah atau mengurangi keausan yang lebih parah maka saat itulah pelumas

diperlukan. Selain untuk mencegah keausan sebagai akibat dari kontak langsung antara permukaan logam yang satu dengan permukaan logam yang lain secara terus menerus, permukaan logam yang terlumasi akan mengurangi besar tenaga yang diperlukan akibat terserap gesekan dan panas yang ditimbulkan oleh gesekan akan berkurang. Sebagai peredam hentakan terutama pada roda gigi, fungsi yang lain adalah sebagai pendingin, pelindung terhadap karat, perapat (efek seal), pembersih. Membentuk lapisan (oil film) di dalam komponen mesin, terutama pada bantalan-bantalan yang bergerak juga merupakan fungsi pelumas.

2.5.3 Jenis Pelumas

Pada dasarnya pelumas terbagi menjadi tiga jenis yaitu:

- a. Pelumas cair (oli)
- b. Pelumas semi-solid

Penambahan additive seperti sabun yang dicampur dengan pelumas mineral dapat menghasilkan gemuk. Jenis-jenis sabun tersebut ada beberapa macam, antara lain: Lithium, Calcium, Sodium, Aluminium, dan adapula yang bahan dasarnya sintetik. Gemuk pelumas memiliki daya lekat yang baik pada permukaan logam, sehingga dapat melindungi dari pengaruh udara lembab dan air, serta daya tahan terhadap beban kejutan pada bantalan.

Sifat-sifat khusus gemuk, antara lain;

- Menyekat kotoran-kotoran yang masuk atau keluar
- Tidak terpengaruh oleh temperature
- Sukar mengalir dan menguap
- Mencegah masuknya air, dan meskipun ada molekul-molekul air, daya lumas tidak berubah
- Mempunyai sifat menahan benturan yang besar

- Mempunyai sifat anti korosi dan oksidasi

Berdasarkan sifat-sifat tersebut, gemuk pelumas dapat digunakan untuk melumasi bagian-bagian yang tidak dapat dilumasi oleh pelumas cair (oli), seperti:

- Bagian yang mudah terkena debu dan air
- Bagian yang tidak rapat
- Bagian yang mempunyai tekanan tinggi
- Bagian yang sukar dicapai

2.5.4 Pelumas Gas

Pelumas gas memenuhi syarat sebagai pelumas pada 100.00 rpm atau lebih dan dimana poros harus berputar di tempat yang tidak mungkin dihampiri. Digunakan pada penerapan energi nuklir.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Kerja praktik dilaksanakan di bagian Pemeliharaan HAR Listrik dan HAR Mesin, PLTA Singkarak PT.PLN (Persero) Sektor Bukittinggi, Desa Asam Pulau, Lubuk Alung, Kabupaten Padang Pariaman, Sumatra Barat. Kegiatan Kerja Praktik dilaksanakan pada tanggal 17 Juni 2019 sampai dengan 16 Agustus 2019.

3.2 Metodologi Pengambilan Data

Untuk menyelesaikan kerja praktik dan mendapatkan hasil yang baik, maka terdapat beberapa metode yang akan digunakan dalam pencarian data, analisa masalah, dan pemecahan masalah. Metode – metode yang digunakan adalah :

3. 2. 1. Metode Observasi Lapangan

Data yang diperlukan dalam kerja praktik kali ini adalah data dari Upper Bearing yaitu:

- Data ukuran bearing standart
- Data ukuran bearing setelah beroperasi selama 50.000 jam kerja

3. 2. 2. Metode Wawancara

Metode ini dilakukan dengan melakukan tanya jawab antara praktikan dengan asisten dan narasumber di lapangan.

3. 2. 3. Metode Literatur

Metode ini dilakukan dengan mencari referensi dari berbagai sumber non – human yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas pada laporan kerja praktik ini.

3.3 Sarana dan Prasarana Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam kerja praktik kali ini adalah:

a. Micro Meter Outside

Micro Meter Seckrup oxide adalah micro meter yang mempunyai ketelitian 0,01 mm. Micro meter ini mempunyai range atau jarak pengukuran 50-75 mm dan di gunakan untuk mengukur ketebalan bearing yang akan di jadikan spesimen untuk pembuatan laporan penulis.



Gambar 3.1 Micro Meter outside

b. Amplas ukuran 1000 dan oil

Amplas dan oil di gunakan untuk membersihkan bearing dari sisa kotoran dan luka pada bearing akibat gesekan yang terjadi selama pengoperasian.



Gambar 3.2 oil dan amplas 1000

c. Majun

Kain perca yang di gunakan untuk membersihkan sisa kotoran dari permukaan bearing yang sudah di amplas



Gambar 3.3 kain majun

- d. Bearing Upper
Spesimen yang akan di uji



Gambar 3.4 Bearing upper

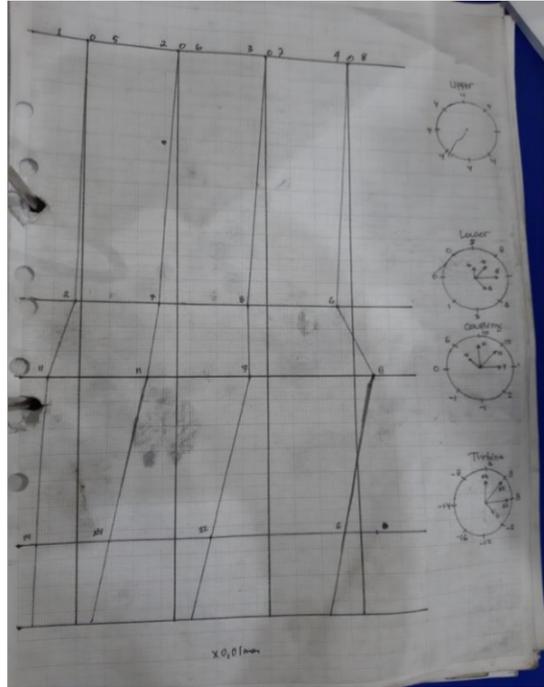
- e. Smartphone

Smartphone digunakan untuk mendokumentasikan data serta kegiatan di lapangan.



Gambar3.5 Ilustrasi Smartphone yang Digunakan untuk Dokumentasi

- f. Data *Run Out* Sebelum pembongkaran
 Data *run out* di butuhkan untuk menganalisa kehausan pada bearing



Gambar 3.6 Data *Run Out* sebelum pembongkaran

- g. Name Plate Turbin Unit 1



Gambar 3.6 Name Plate Turbin Unit 1

- h. Proses pembersihan Spiral Case (Rumah Keong)
Pembersihan Spiral Case dari sampah plastik yang tersangkut pada sudu-sudu turbin



Gambar 3.7 *Spiral Case* (Rumah Keong)

- i. Proses pembongkaran Oil Cooler Turbin.
Tersumbatnya saluran air pendingin di karenakan melelehnya Oring pada saluran masuk air.



Gambar 3.8 Pembongkaran Oil Cooler Turbin

j. Proses Pembongkaran Rotor

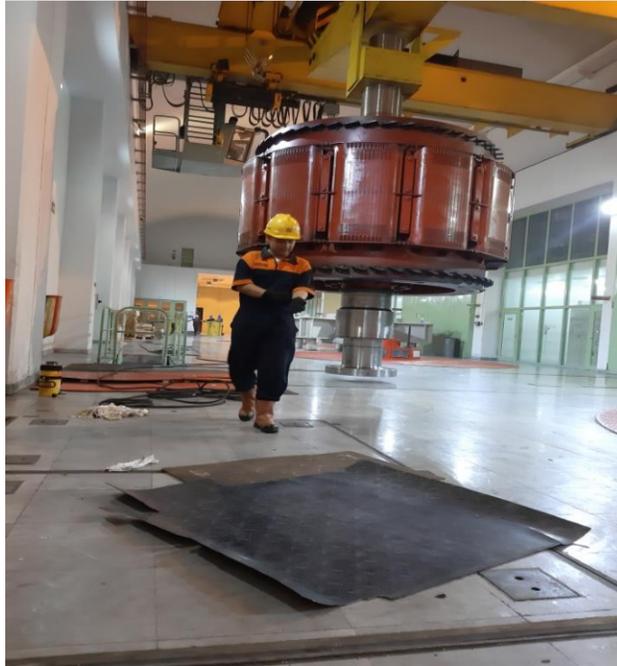
Pembongkaran Rotor bertujuan untuk membersihkan Rotor dari debu dan kotoran



Gambar 3.9 Pembongkaran Rotor Dari Stator

k. Proses pemindahan Rotor

Pemindahan Rotor ke tempat yang telah di sediakan guna membersihkan Rotor dari kotoran dan pemberian lapisan dengan cairan khusus



Gambar 3.10 pemindahan Rotor

3.4 Perhitungan

Data Observasi

a. Data Observasi ukuran *Bearing* Awal

No	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
1	65,01	65,01	65,01	65,01
2	65,01	65,01	65,01	65,01
3	65,01	65,01	65,01	65,01
4	65,01	65,01	65,01	65,01
5	65,01	65,01	65,01	65,01
6	65,01	65,01	65,01	65,01
7	65,01	65,01	65,01	65,01
8	65,01	65,01	65,01	65,01
9	65,01	65,01	65,01	65,01
10	65,01	65,01	65,01	65,01
11	65,01	65,01	65,01	65,01
12	65,01	65,01	65,01	65,01

Tabel 3.1 tabel ukuran bearing standart

b. Data Observasi Ukuran *Bearing* Akhir

No	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	Standart
1	64,97	64,98	64,88	64,89	65,01
2	65,00	65,00	64,93	64,92	65,01
3	65,02	65,00	64,93	64,92	65,01

4	64,99	64,98	64,92	64,96	65,01
5	64,99	65,01	64,95	64,96	65,01
6	64,99	64,98	64,91	64,93	65,01
7	64,98	64,99	64,93	64,94	65,01
8	65,01	64,99	64,94	64,96	65,01
9	64,99	65,01	64,92	64,93	65,01
10	65,01	65,01	64,89	64,95	65,01
11	64,99	65,01	64,94	64,94	65,01
12	64,93	64,95	64,90	64,94	65,01

Tabel 3.2 tabel ukuran bearing akhir

Ketebalan *Bearing* awal di kurangi dengan ketebalan *Bearing* akhir setelah beroperasi selama 50.000 jam kerja dengan perhitungan sebagai berikut :

Rumus :

$$b \text{ awal} - b \text{ akhir} = \text{hasil}$$

Setelah melakukan pengamatan serta pengambilan data Maka diketahui data sebagai berikut:

1. U.3.1

- a. $b \text{ awal} - b \text{ akhir}$
 $= 65,01 \text{ mm} - 64,97 \text{ mm}$
 $= 0,04 \text{ mm}$
- b. $b \text{ awal} - b \text{ akhir}$
 $= 65,01 \text{ mm} - 64,98 \text{ mm}$

$$= 0,03 \text{ mm}$$

c. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 64,88 \text{ mm}$
 $= 0,13 \text{ mm}$

d. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 64,98 \text{ mm}$
 $= 0,03 \text{ mm}$

2. U.3.2

a. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 65,00 \text{ mm}$
 $= 0,01 \text{ mm}$

b. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 65,00 \text{ mm}$
 $= 0,01 \text{ mm}$

c. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 64,93 \text{ mm}$
 $= 0,08 \text{ mm}$

d. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 64,92 \text{ mm}$
 $= 0,09 \text{ mm}$

3. U.3.3

a. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 65,01 \text{ mm}$
 $= 0 \text{ mm}$

b. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 65,00 \text{ mm}$
 $= 0,01 \text{ mm}$

- c. b awal – b akhir
= 65,01 mm – 64,93 mm
= 0,08 mm
- d. b awal – b akhir
= 65,01 mm – 64,92 mm
= 0,09 mm

4. U.3.4

- a. b awal – b akhir
= 65,01 mm – 64,99 mm
= 0,02 mm
- b. b awal – b akhir
= 65,01 mm – 64,98 mm
= 0,03 mm
- c. b awal – b awal
= 65,01 mm – 64,92 mm
= 0,09 mm
- d. b awal – b akhir
= 65,01 mm – 64,96 mm
= 0,05 mm

5. U.3.5

- a. b awal – b akhir
= 65,01 mm – 64,99 mm
= 0,02 mm
- b. b awal – b akhir
= 65,01 mm – 65,01 mm
= 0 mm
- c. b awal – b akhir

$$= 65,01 \text{ mm} - 64,95 \text{ mm}$$

$$= 0,06 \text{ mm}$$

d. b awal – b akhir

$$= 65,01 \text{ mm} - 64,96 \text{ mm}$$

$$= 0,05 \text{ mm}$$

6. U.3.6

a. b awal – b akhir

$$= 65,01 \text{ mm} - 64,99 \text{ mm}$$

$$= 0,02 \text{ mm}$$

b. b awal – b akhir

$$= 65,01 \text{ mm} - 64,98 \text{ mm}$$

$$= 0,03 \text{ mm}$$

c. b awal – b akhir

$$= 65,01 \text{ mm} - 64,91 \text{ mm}$$

$$= 0,10 \text{ mm}$$

d. b awal – b akhir

$$= 65,01 \text{ mm} - 64,93 \text{ mm}$$

$$= 0,08 \text{ mm}$$

7. U.3.7

a. b awal – b akhir

$$= 65,01 \text{ mm} - 64,98 \text{ mm}$$

$$= 0,03 \text{ mm}$$

b. b awal – b akhir

$$= 65,01 \text{ mm} - 64,99 \text{ mm}$$

$$= 0,02 \text{ mm}$$

c. b awal – b akhir

$$= 65,01 \text{ mm} - 64,93 \text{ mm}$$

$$= 0,08 \text{ mm}$$

d. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 64,94 \text{ mm}$
 $= 0,07 \text{ mm}$

8. U.3.8

a. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 65,01 \text{ mm}$
 $= 0 \text{ mm}$

b. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 64,99 \text{ mm}$
 $= 0,02 \text{ mm}$

c. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 64,94 \text{ mm}$
 $= 0,07 \text{ mm}$

d. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 64,96 \text{ mm}$
 $= 0,05 \text{ mm}$

9. U.3.9

a. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 64,99 \text{ mm}$
 $= 0,02 \text{ mm}$

b. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 65,01 \text{ mm}$
 $= 0 \text{ mm}$

c. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 64,92 \text{ mm}$
 $= 0,09 \text{ mm}$

d. b awal – b akhir
= 65,01 mm – 64,93 mm
= 0,08 mm

10. U.3.10

a. b awal – b akhir
= 65,01 mm – 65,01 mm
= 0 mm

b. b awal – b akhir
= 65,01 mm – 65,01 mm
= 0 mm

c. b awal – b akhir
= 65,01 mm – 64,89 mm
= 0,12 mm

d. b awal – b akhir
= 65,01 mm – 64,95 mm
= 0,06 mm

11. U.3.11

a. b awal – b akhir
= 65,01 mm – 64,99 mm
= 0,02 mm

b. b awal – b akhir
= 65,01 mm – 65,01 mm
= 0 mm

c. b awal – b akhir
= 65,01 mm – 64,94 mm
= 0,07 mm

d. b awal – b akhir

$$= 65,01 \text{ mm} - 64,94 \text{ mm}$$

$$= 0,07 \text{ mm}$$

12. U.3.12

- a. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 64,93 \text{ mm}$
 $= 0,08 \text{ mm}$
- b. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 64,95 \text{ mm}$
 $= 0,06 \text{ mm}$
- c. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 64,90 \text{ mm}$
 $= 0,11 \text{ mm}$
- d. b awal – b akhir
 $= 65,01 \text{ mm} - 64,94 \text{ mm}$
 $= 0,07 \text{ mm}$

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perhitungan

Data hasil perhitungan kehausan *bearing*

No	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
1	0,04	0,03	0,13	0,03
2	0,01	0,01	0,08	0,09
3	0	0,01	0,08	0,09
4	0,02	0,03	0,09	0,05

5	0,02	0	0,06	0,05
6	0,02	0,03	0,08	0,07
7	0,03	0,02	0,08	0,07
8	0	0,02	0,07	0,05
9	0,02	0	0,09	0,08
10	0	0	0,12	0,06
11	0,02	0	0,07	0,07
12	0,08	0,06	0,11	0,07

Tabel 4.2 Data tingkat kehausan bearing

4.2 Analisa

Setelah beroperasi selama ± 50.000 jam kerja *upper bearing* mengalami tingkat kehausan yang berbeda setiap bearing maupun ke empat sisi pada bearing. Salah satu faktor penyebab kehausan *bearing* berkemungkinan akibat kavitasi yang menyebabkan terjadinya getaran sampai ke *upper bearing* terutama pada point C di bearing 1. Terjadinya gejala kavitasi sangat mengganggu kinerja turbin tersebut seperti terjadinya getaran-getaran pada mesin dan ketidak stabilan putaran turbin karena dorongan atau kejutan yang konstan sehingga membuat miringnya *shaft* turbin.

Ada lima kemungkinan lainnya yang dapat menyebabkan kehausan pada *upper bearing*. Yang pertama pelumas yang terlalu encer atau viscositas menurun sehingga menyebabkan oli cepat pana yang akan berpengaruh laju atau tingkat kehausan *bearing upper* terhadap tingkat kehausan *bearing*.

Yang kedua adalah aditif oli yang menurun akibat kontaminan-kontaminan selama beroperasi, kemungkinan kontaminan ini masuk melalui heat exchanger system pendingin oli *upper bearing*, hal ini berpengaruh terhadap laju keausan *upper bearing*. pelumas yang di gunakan terlalu kental atau terlalu encer ini mengakibatkan fungsi pelumasan tidak berjalan sebagai mana di rencanakan.

Yang ketiga adalah gesekan antara shaft dan *upper bearing* yang mengakibatkan munculnya karbon akibat panas dari gesekan tersebut, hal ini terlihat pada visual oli *upper turbin* yang sudah menghitam terlihat jelas seperti oli terbakar karna hitam carbon mencemari oli pelumas.

Yang ke empat adalah filterisasi yang menurun akibat lifetime filter dan kecocokan terhadap oli pelumas sehingga performa oli pelumas menurun dan meningkatkan laju keausan pada *upper bearing*. Untuk itu mungkin di perlukan tambahan filtrasi atau perlakuan khusus pada oli pelumas *upper bearing* untuk menjaga performa oli agar laju keausan dapat di tekan.

Kesalahan dalam metode pengukuran atau pembacaan pengukuran juga dicurigai menjadi kesalahan dalam pengambilan data hal ini kemungkinan terjadi tidak adanya alat ukur pembanding sejenis untuk membandingkan hasil pembacaan alat ukur yang di gunakan.

4.3 Tabel Permasalahan

NO.	Masalah yang di hadapi	Penyebab	Solusi yang di berikan
1.	Hidupnya tanda peringatan suhu turbin dan ruang pembangkit di atas normal pada layar computer Operator di ruang control.	Tersumbatnya saluran air pendingin turbin dan ruang pembangkit di sebabkan terlalu banyak nya sampah plastik yang menumpuk pada pipa saluran air pendingin.	Pembongkaran pipa saluran air pendingin dan pembersihan sampah plastik yang menumpuk pada saringan pipa tersebut.
2.	Bocornya sambungan pipa oli pada Oil Cooler Generator.	Karna usia Oring yang sudah terlalu lama sehingga Oring jadi mengembang.	Pembongkaran pada sambungan pipa oli dan penukaran Oring yang baru.
3.	Terlalu bising nya bunyi turbin pada saat beroperasi.	Karna beban yang di tanggung turbin sudah terlalu besar dan pengoperasian mesin sudah melewati 10.000 jam kerja.	Major Overhoul.
4.	Banyak nya luka yang di temui pada sudu-sudu turbin.	Karna gejala Kavitasi sehingga menyebabnya gelembung gas pada ruang hampa udara sehingga di saat menabrak sudu-sudu	pembersihan sudu-sudu turbin yang luka dengan amplas dan bensin.

		gelembung gas tersebut akan meletus.	
5.	Miringnya shaft turbin.	Karena gejala kavitasi yang meberikan getaran kejut pada shaft sehingga membuat shaft tersebut menjadi miring dan tidak senter.	Pembongkaran dan penggantian komponen-komponen yang telah rusak.
6.	Banyaknya goresan yang terdapat pada Bearing.	Terjadinya gesekan antara shaft Turbin dan Bearing Upper sehingga terjadinya goresan pada Bearing Upper.	Meluruskan kembali shaft turbin dan mengamplas permukaan Bearing Upper yang tergores menggunakan amplas 1000 dan oli.
7.	Menghitamnya oli upper seperti oli yang terbakar.	gesekan anantara shaft dan upper bearing yang mengakibatkan munculnya karbon akibat panas dari gesekan tersebut sehingga hitam karbon mencemari oli upper.	Penggantian oli pelumas yang baru.

Dari data hasil *Run Out* sebelum pembongkaran turbin menunjukkan kemiringan *shaft* pada titik 1 dan 5 di bagian turbin sebesar 0,14 mm, pada bagian baut kopling sebesar 0,11 mm, pada lower bracket sebesar 0,02 mm dan pada bagian *upper* data menunjukkan bahwa *shaft* terlihat senter yang mana terletak pada titik nol. Dan begitu juga pada titik 2 dan 6, 3 dan 7, 4 dan 8 data menunjukkan senter pada bagian *upper*.

Setelah membandingkan data *Run Out* dengan data yang telah di dapat sebelumnya, dapat di tarik kesimpulan bahwa tingkat keausan *bearing* di sebabkan oleh kesalahan pengukuran *bearing* akhir, bukan karna ketidak senteran antara *shaft* dengan *Bearing*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah beroperasi selama ± 50.000 jam kerja *upper bearing* mengalami tingkat kehausan yang berbeda setiap bearing maupun ke empat sisi pada bearing. Salah satu faktor penyebab kehausan *bearing* berkemungkinan akibat kavitasi yang menyebabkan terjadinya getaran sampai ke *upper bearing* terutama pada point C di bearing 1. Terjadinya gejala kavitasi sangat mengganggu kinerja turbin tersebut seperti terjadinya getaran-getaran pada mesin dan ketidak stabilan putaran turbin karena dorongan atau kejutan yang konstan sehingga membuat miringnya *shaft* turbin.

Ada lima kemungkinan lainnya yang dapat menyebabkan kehausan pada *upper bearing*. Yang pertama pelumas yang terlalu encer atau viscositas menurun sehingga menyebabkan oli cepat panas yang akan berpengaruh laju atau tingkat kehausan *bearing upper* terhadap tingkat kehausan *bearing*.

Yang kedua adalah aditif oli yang menurun akibat kontaminan-kontaminan selama beroperasi, kemungkinan kontaminan ini masuk melalui heat exchanger system pendingin oli *upper bearing*, hal ini berpengaruh terhadap laju kehausan *upper bearing*. Pelumas yang di gunakan terlalu kental atau terlalu encer ini mengakibatkan fungsi pelumasan tidak berjalan sebagai mana di rencanakan.

Yang ketiga adalah gesekan antara *shaft* dan *upper bearing* yang mengakibatkan munculnya karbon akibat panas dari gesekan tersebut, hal ini terlihat pada visual oli *upper turbin* yang sudah menghitam terlihat jelas seperti oli terbakar karena hitam karbon mencemari oli pelumas.

Yang ke empat adalah filterisasi yang menurun akibat lifetime filter dan kecocokan terhadap oli pelumas sehingga performa oli pelumas menurun dan meningkatkan laju

keausan pada upper bearing. Untuk itu mungkin di perlukan tambahan filtrasi atau perlakuan khusus pada oli pelumas upper bearing untuk menjaga performa oli agar laju keausan dapat di tekan.

5.2 Saran

1. Selama melakukan praktek lapangan industri mahasiswa diharapkan untuk lebih pro-aktif dalam menggali ilmu yang bisa diperoleh dari PLTA Singkarak.
2. Dalam proses pembuatan laporan, mahasiswa diharapkan memiliki buku panduan dan juga bertanya baik secara langsung maupun tidak langsung kepada pegawai dan pekerja, terutama kepada yang sudah ahli dibidangnya.
3. Sebaiknya mahasiswa jauh sebelum hari prakteknya selesai sudah menyelesaikan laporan dan segala Sesuatu yang berhubungan dengan praktek lapangan industrinya ini, sering bertanya dan komunikasi dengan pembimbingnya terutama dalam waktu senggang.
4. Dari bebebrapa faktor yang mengakibatkan terjadinya penurunan performa perpindahan panas maka pemeliharaan rutin harus selalu dilakukan.
5. Didalam proses pekerjaan kita harus selalu mengikuti *SOP* yang sudah ada untuk menghindari resiko yang akan terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

Buku MCE 1997 (*machinery construction engineering*) francisturnbines part 1.

Tulus, Mahendra, 2019 *pelumas*, jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Zwick, Roell August-Nagel-Strabe 11 *alignment measurement*.

Google Sunshine Maths *round out measurement 2008*.

<https://zend28juandy.wordpress.com> (*pengertian dan spesifikasi bearing*)