

TUGAS AKHIR

ANALISA KERUSAKAN PADA ROTOR WHEEL TURBIN UAP

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh :

FAJAR HABIB HIDAYAT

1907230091



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

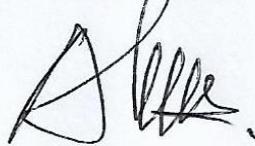
Nama : Fajar Habib Hidayat
NPM : 1907230091
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisa Kursakan Pada Rotor wheel Turbin Uap
Bidang Ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelas sarjana Teknik pada program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra utara.

Medan 29 Agustus 2023

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Sudirman Lubis S.T.,M.T

Dosen Penguji II



Ahmad Marabdi Siregar S.T.,M.T

Dosen Penguji III



Chandra Amirsyah Putra Siregar
S.T.,M.T

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Chandra Amirsyah Putra Siregar
S.T.,M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Fajar Habib Hidayat
Tempat /Tanggal Lahir : Medan 29 September 2001
NPM : 1907230091
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisa Kerusakan Pada Rotor Wheel Turbin Uap”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya, secara orisinal dan otentik.

Bila dikemudian hari diduga kuat dan ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan 29 Agustus 2023

Saya Yang Menyatakan



Fajar Habib Hidayat
Fajar Habib Hidayat

ABSTRAK

Kerusakan yang terjadi pada turbin uap akan mengakibatkan penurunan kapasitas daya. Beberapa kasus telah dilaporkan, diantaranya korosi, deposit, dan erosi yang menjadi penyebab kerusakan pada turbin uap terjadi benturan. Selain itu gerakan sentrifugal juga mengakibatkan kecenderungan kerusakan berada di daerah pinggir. Mekanisme terjadinya korosi akibat keberadaan deposit silika yang terbawa. Turbin Uap sangatlah sensitif terhadap kualitas steam yang di gunakan. Tetapi ini tergantung dari jenis dan type Turbin yang kita gunakan. Pada intinya adalah suplai steam (uap) baik tekanan ataupun temperature haruslah terpenuhi. Dan jangan sampai terjadi *carry over* karna hal ini sangatlah berbahaya. Adapun beberapa kerusakan akibat kualitas steam yang buruk, antara lain :Getaran Tinggi Pada Turbin. Kerusakan Sudu-Sudu Turbin. Kerusakan Thrust Bearing.Bending Pada Shaft. Tempat Penelitian dilakukan di PT.Adibrata Unggul Jaya, Jl. Patriot No.66, Lalang, Kec. Medan Sunggal, Kota Medan, Sumatera Utara. Dampak yang terjadi pada turbin ketika *rotor wheel* mengalami kerusakan yaitu salah satunya adalah turbin mengalami *vibrasi* (getaran). Memperbaiki Kerusakan Pada Rotor Wheel. sebelum melakukan balancing tahap pertama yang perlu dilakukan yaitu metal spray dan setelah itu dilakaukan pembubutan pada *rotor wheel*. Selanjutnya cara menanggulangi kerusakan pada *rotor wheel* yaitu dengan cara melakukan *balancing*. Balancing yaitu mengurangi peristiwa yang mengakibatkan getaran yang tidak di inginkan dengan teknik agar titik berat secara percobaan dikembalikan pada tempat yang diidamkan.

Kata kunci: Rotor wheel,Kerusakan,maintenance.

ABSTRACT

Damage that occurs in the steam turbine will result in a decrease in power capacity. Several cases have been reported, including corrosion, deposits, and erosion which caused damage to the steam turbine during a collision. In addition, centrifugal movement also causes a tendency for damage to be in the edge area. The mechanism of corrosion occurs due to the presence of silica deposits carried. Steam turbines are very sensitive to the quality of the steam used. But this depends on the type and type of turbine that we use. In essence, the supply of steam (steam) both pressure and temperature must be met. And don't let carry over happen because this is very dangerous. As for some of the damage caused by poor steam quality, including: High Vibration in the Turbine. Damage to Turbine Blades. Thrust Bearing Damage. Bending on Shaft. Place The research was conducted at PT. Adibrata Unggul Jaya, Jl. Patriot No. 66, Lalang, Kec. Medan Sunggal, Medan City, North Sumatra. The impact that occurs on the turbine when the rotor wheel is damaged, one of which is that the turbine experiences vibration (vibration). Repairing Damage to the Rotor Wheel. before balancing the first stage that needs to be done is metal spray and after that turning is done on the rotor wheel. Furthermore, the way to overcome damage to the rotor wheel is by balancing it. Balancing, namely reducing events that cause unwanted vibrations with techniques so that the center of gravity is experimentally returned to the desired place.

Keywords: Rotor wheel, damage, maintenance.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Kerusakan Pada Rotor Wheel Turbin Uap” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Chandra A. Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing serta Kaprodi Fakultas Teknik UMSU, yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
2. Bapak Sudirman Lubis S.T.,M.T selaku Dosen Pembanding 1 yang memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregas S.T.,M.T selaku Dosen Pembanding II yang telah banyak memberikan masukan kepada Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
6. Orang tua penulis: Retno Yadi dan Samsidah, yang telah membesarkan dan membiayai studi penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Sahabat-sahabat penulis : Aryak, Agung, Maun, Amrizal, Bayu, Muzaksir, Yudha, Indra dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebutsatu persatu.

Proposal Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 11 Januari 2023

Fajar Habib Hidayat

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Turbin Uap	4
2.1.1 Komponen Turbin Uap	4
2.1.2 Prinsip Kerja Turbin Uap	7
2.1.3 Klasifikasi Turbin Uap	8
2.2 <i>Rotor Wheel</i>	11
2.2.1 <i>Rotor</i>	11
2.2.2 <i>Wheel</i>	12
2.3 Kegagalan Pada <i>Rotor Wheel</i>	12
2.4 Kegagalan Pada Stres rendah rotor	14
2.5 Faktor Kegagalan Pada Wheel	16
2.6 Pengujian kegagalan Pada Wheel	16
2.6.1 Uji Visual	16
2.6.2 Uji Kekerasan	17
2.6.3 Uji komposisi Kimia	17
2.7 Korosi	18
2.7.1 Jenis Jenis Korosi	18
2.7.2 Proses Terjadinya Korosi	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat Dan Waktu	25
3.1.1 Tempat Penelitian	25
3.1.2 Waktu Penelitian	25
3.2 Bahan Dan Alat Penelitian	25
3.2.1 Bahan	25
3.2.2 Alat Penelitian	25
3.3 Bagan Alir Penelitian	26
3.4 Rancangan Alat Penelitian	27
3.6 Prosedur Penelitian	27

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Kerusakan Pada <i>Rotor Wheel</i>	28
4.2 Dampak Yang Terjadi Pada Turbine	30
4.3 Memperbaiki Kerusakan Pada <i>Rotor Wheel</i>	32
4.3.1 Metal Spray	32
4.3.2 Balancing	35
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian	25
Tabel 4.1 Pengamatan kersukaan pada rotor wheel melalui visual di P.T Adibrata Ungul jaya	28
Tabel 4.2 Data <i>vibrasi</i> dari ke empat titik ketika <i>rotor wheel</i> mengalami kerusakan	31
Tabel 4.3 Hasil balancing plan 1	44
Tabel 4.4 Hasil balancing plan 2	45
Tabel 4.5 Vibrasi setelah rotator wheel telah di balancing	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kerusakan Pada <i>Wheel</i>	2
Gambar 2.1 Turbin Uap	4
Gambar 2.2. Turbin Impuls	9
Gambar 2.3 <i>Rotor</i>	12
Gambar 2.4 Sudu Sudu Turbin	12
Gambar 2.5 Kerusakan sudu turbin	13
Gambar 2.6 Kerusakan <i>Thrust Bearing</i>	13
Gambar 2.7 Bending Pada Shaft	14
Gambar 2.8 Titik-titik asal terjadinya patahan antara tanda-tanda Ratchet dan daerah lelah	14
Gambar 2.9 Sumber-sumber retak dari berbagai sumber tanda Ratchet.	15
Gambar 2.10 Diagram orientasi tegangan normal dan tegangan geser.	16
Gambar 2.11 Parameter-parameter pada Brinell Test.	17
Gambar 4.1 Sel korosi klasik (handbook pengolahan air industri)	23
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	26
Gambar 3.2 Kerusakan Pada <i>Rotor Wheel</i> .	27
Gambar 4.1 Pengambilan data di pabrik.	31
Gambar 4.2 Titik Ukur Vibrasi Turbin.	31
Gambar 4.3 Grafik <i>Vibrasi</i> turbin sebelum <i>rotor wheel</i> ketika mengalami kerusakan.	31
Gambar 4.4 Mesin Metal Spray.	32
Gambar 4.5 Melakukan Undercut Pada <i>Rotor</i> .	32
Gambar 4.6 Pasir Aluminium Oxide.	33
Gambar 4.7 Bahan Yang Digunakan.	33
Gambar 4.8 Bahan Yang digunakan.	33

Gambar 4.9 Hasil Pengerjaan Pada Bagian <i>Rotor</i>	34
Gambar 4.10 Bahan Dan Alat Yang Digunakan	34
Gambar 4.11 Hasil <i>Wheel</i> Setelah Di Sandblast	34
Gambar 4.12 Pemberian tanda pada <i>Rotor Wheel</i>	35
Gambar 4.13 Proses pengurangan berat ketidakseimbangan	36
Gambar 4.14 Pengujian pertama	36
Gambar 4.15 Pengujian kedua	37
Gambar 4.16 Pengujian ketiga	37
Gambar 4.17 Pengujian keempat	38
Gambar 4.18 pengujian kelima	38
Gambar 4.19 pengujian keenam	39
Gambar 4.20 pengujian ketujuh	39
Gambar 4.21 pengujian kedelapan	40
Gambar 4.22 pengujian kesembilan	40
Gambar 4.23 pengujian kesepuluh	41
Gambar 4.24 pengujian ke sebelas	41
Gambar 4.25 pengujian keduabelas	42
Gambar 4.26 pengujian ketigabelas	42
Gambar 4.27 hasil ketidakseimbangan	43
Gambar 4.28 Rotor Wheel Telah Selesai Di perbaiki.	43
Gambar 4.29 Grafik kebalingan pada plan 1.	44
Gambar 4.30 Grafik kebalingan pada plan 2	45
Gambar 4.31 Pemasangan rotor wheel pada turbin	46
Gambar 4.32 Grafik <i>vibrasi</i> turbin setelah <i>rotor wheel</i> di perbaiki	46

BAB 1

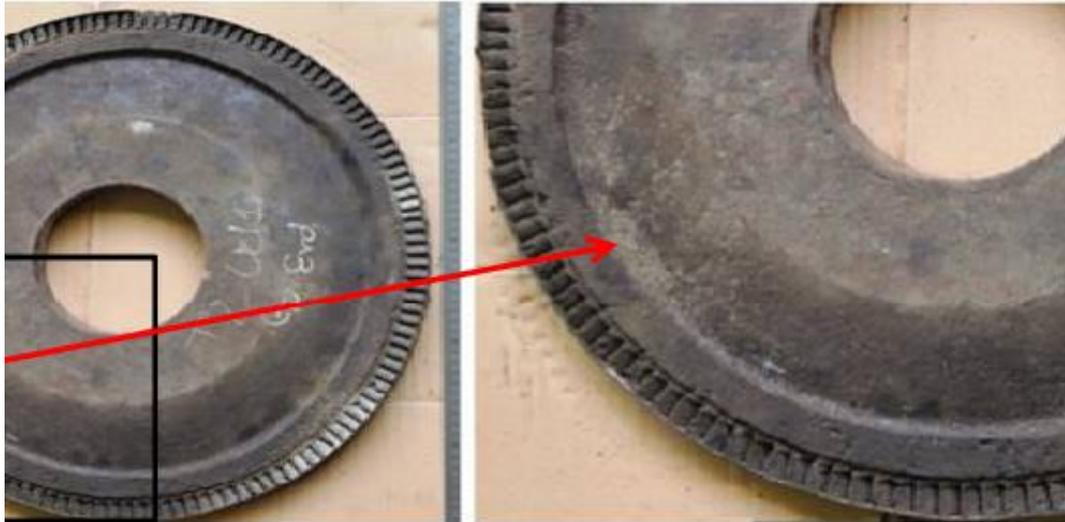
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Turbin uap merupakan suatu penggerak mula yang mengubah energi potensial uap menjadi energikinetik dan selanjutnya diubah menjadi energi mekanis dalam bentuk putaran poros turbin. Poros turbin, langsung atau dengan bantuan roda gigi reduksi, dihubungkan dengan mekanisme yang akan digerakkan. Tergantung pada jenis mekanisme yang digunakan, turbin uap dapat digunakan pada berbagai bidang seperti pada bidang industri, untuk pembangkit tenaga listrik dan untuk transportasi. Pada proses perubahan energi potensial menjadi energi mekanisnya yaitu dalam bentuk putaran poros dilakukan dengan berbagai cara. Pada dasarnya turbin uap terdiri dari dua bagian utama, yaitu stator dan rotor yang merupakan komponen utama pada turbin kemudian di tambah komponen lainnya yang meliputi pendukungnya seperti bantalan, kopling dan sistem bantu lainnya agar kerja turbin dapat lebih baik. Sebuah turbin uap memanfaatkan energi kinetik dari fluida kerjanya yang bertambah akibat penambahan energi termal .

Rotor adalah bagian turbin yang berputar yang terdiri dari poros, sudu turbin atau deretan sudu yaitu stasionary blade dan moving blade. Untuk turbin bertekanan tinggi atau ukuran besar, khususnya untuk turbin jenis reaksi maka motor ini perlu di balance untuk mengimbangi gaya reaksi yang timbul secara aksial terhadap poros (F .F. Prasajo, 2022).

Kerusakan yang terjadi pada turbin uap akan mengakibatkan penurunan kapasitas daya. Beberapa kasus telah dilaporkan, diantaranya korosi, deposit, dan erosi yang menjadi penyebab kerusakan pada turbin uap terjadi benturan. Selain itu gerakan sentrifugal juga mengakibatkan kecenderungan kerusakan berada di daerah pinggir. Mekanisme terjadinya korosi akibat keberadaan deposit silika yang terbawa.



Gambar 1.1 Kerusakan Pada *Wheel* (Ihlas, 2016).

Korosi adalah fenomena elektrokimia dan hanya menyerang logam, ada pula definisi lain yang mengatakan bahwa karat merupakan rusaknya logam karena adanya zat penyebab karat. Pada dasarnya peristiwa korosi adalah reaksi elektrokimia. Secara alami pada permukaan logam dilapisi oleh suatu lapisan film oksida (FEO, OH).

Korosi merupakan salah satu musuh besar dalam dunia industri, beberapa contoh kerugian yang ditimbulkan korosi adalah terjadinya penurunan kekuatan material dan biaya perbaikan akan naik jauh lebih besar dari yang diperkirakan. Sehingga diperlukan suatu usaha pencegahan-pencegahan terhadap serangan korosi (Utomo, 2009).

Berlandaskan pada latar belakang tersebut, peneliti terdorong untuk melaksanakan penelitian mengenai Kerusakan Pada Turbin dan mengangkat judul “ Analisa Kerusakan Pada *Rotor Wheel* Turbin Uap ”. Analisa dilakukan di PT.Adibrata unggul Jaya.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam pelaksanaan untuk proyek Tugas Akhir ini terdapat batasan masalah yang menjadi titik utama pembahasan masalah, antara lain:

1. Bagaimana menganalisa terjadinya kerusakan pada *rotor wheel*?
2. Bagaimana mengetahui dampak yang terjadi pada turbin ketika *rotor wheel* mengalami kerusakan?
3. Bagaimana menanggulangi kerusakan pada *rotor wheel*?

1.3. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian tugas akhir sarjana ini meliputi beberapa hal yaitu diantaranya kerusakan pada *rotor wheel* dan dampak yang terjadi pada turbin.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menganalisa kerusakan yang terjadi pada *rotor wheel*.
2. Untuk mengetahui dampak yang terjadi pada turbin ketika *rotor wheel* mengalami kerusakan.
3. Untuk menanggulangi kerusakan pada *rotor wheel*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah :

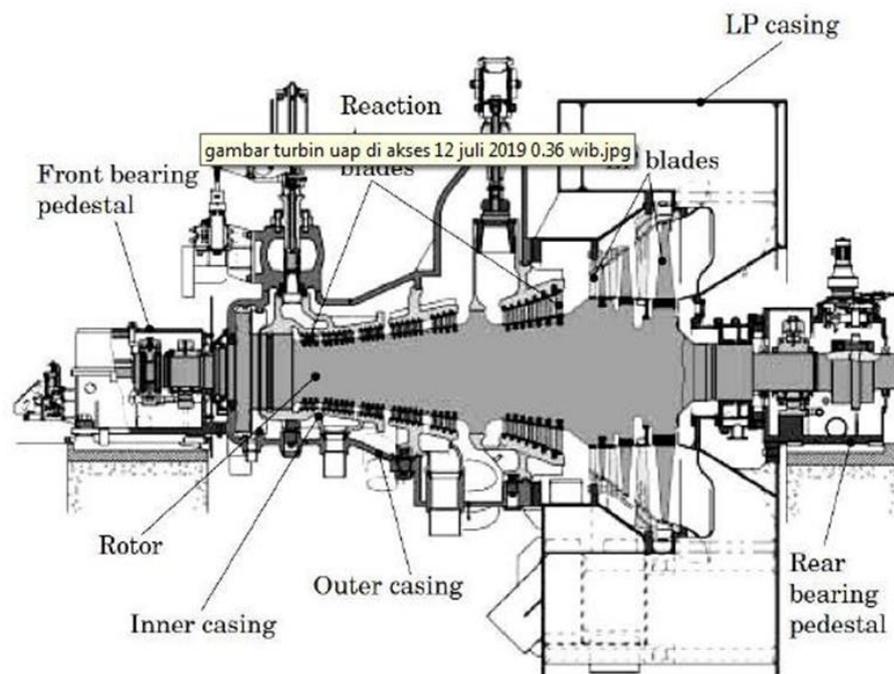
1. Mengetahui kerusakan yang sering terjadi pada *rotor wheel*.
2. Mengetahui dampak yang terjadi dan cara menanggulangi kerusakan pada *rotor wheel*.
3. Dapat menjadi sumber referensi pembelajaran di bidang pembangkit tenaga listrik (Turbin Uap) dalam menambah bahan ajar bagi pembaca.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Turbin Uap.

Turbin uap adalah suatu penggerak mula yang mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetik dan energi kinetik ini selanjutnya diubah menjadi energi mekanis dalam bentuk putaran poros turbin. Poros turbin langsung atau dengan bantuan roda gigi reduksi, dihubungkan dengan mekanisme yang digerakkan. Tergantung pada jenis mekanisme yang digerakkan, turbin uap dapat digunakan pada industri, untuk pembangkit tenaga listrik dan untuk transportasi (F .F. Prasojo, 2022)



Gambar 2.1 Turbin Uap (F .F. Prasojo, 2022)

2.1.1 Komponen Turbin Uap

Berdasarkan gambar 2.1 diatas, berikut merupakan komponen turbin uap secara umum (F .F. Prasojo, 2022) :

1. *Cassing*

Cassing adalah sebagai penutup bagian-bagian utama turbin.

2. *Rotor*

Rotor adalah bagian turbin yang berputar yang terdiri dari poros, sudu turbin atau deretan sudu yaitu *stationary blade* dan *moving blade*. Untuk turbin bertekanan tinggi atau ukuran besar, khususnya untuk turbin jenis reaksi maka motor ini perlu di *balance* untuk mengimbangi gaya reaksi yang timbul secara aksial terhadap poros.

3. *Bearing*

Bearing pedestal merupakan dudukan dari poros rotor.

4. *Journal Bearing*

Journal bearing adalah bagian yang berfungsi untuk menahan gaya radial atau gaya tegak lurus *rotor*.

5. *Thrust Bearing*

Thrust bearing adalah bagian turbin yang berfungsi untuk menahan atau untuk menerima gaya aksial atau gaya sejajar terhadap poros yang merupakan gerakan maju mundur nya poros rotor.

6. *Main Oil Pump*

Main oil pump berfungsi untuk memompakan oli dari tangki untuk disalurkan pada bagian-bagian yang berputar pada turbin. Dimana fungsi dari *lube oil* adalah:

- a. Sebagai pelumas pada bagian-bagian yang berputar.
- b. Sebagai pendingin (*oil cooler*) yang telah panas dan masuk ke bagian turbin dan akan bersirkulasi.
- c. Sebagai pelapis (*oil film*) pada bagian turbin yang bergerak mengelilingi komponen.
- d. Sebagai pembersih (*oil cleaner*) dimana oli yang telah kotor sebagai akibat dari benda benda yang berputar dalam turbin akan didorong keluar secara sirkuler oleh oli yang masuk.

7. *Gland Packing*

Gland Packing berfungsi untuk menahan kebocoran, baik itu kebocoran uap maupun kebocoran oli.

8. *Labirinth Ring*

Labirinth ring mempunyai fungsi yang sama dengan gland packing.

9. *Impuls Stage*

Impuls stage adalah sudu-sudu turbin tingkat pertama yang berjumlah sebanyak 116 buah.

10. *Stasionary Blade*

Stasionary blade adalah sudu-sudu yang berfungsi menerima dan merubah energi uap bertekanan dan mengarahkan uap yang masuk.

11. *Moving Blade*

Moving blade adalah sudu-sudu yang berfungsi untuk menerima dan mengubah energi uap yang masuk menjadi energi kinetik yang akan memutar generator melalui poros yang terhubung.

12. *Control Valve*

Control valve adalah katup yang berfungsi untuk mengatur uap yang masuk kedalam turbin sesuai dengan jumlah uap yang dibutuhkan.

13. *Stop Valve*

Stop valve merupakan katup yang berfungsi untuk menyalurkan atau menghentikan aliran uap yang menuju ke turbin.

14. *Reducing Gear*

Reducing gear merupakan bagian turbin yang biasanya terpasang pada turbin- turbin dengan kapasitas besar dan berfungsi untuk mengurangi putaran poros rotor turbin. *Reducing gear* terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

- a. *Gear casing* merupakan penutup *gear box* untuk melindungi bagian dalam dari *reducing gear*.
- b. *Pinion (high speed gear)* merupakan roda-roda gigi dengan tipe *helical* yang putarannya merupakan putaran dari poros rotor turbin.
- c. *Gear wheel (low speed gear)* merupakan roda-roda gigi tipe *helical* yang putarannya akan mengurangi jumlah putaran dari poros *rotor* turbin.
- d. *Pinion bearing* yaitu bantalan yang berfungsi untuk menahan/menerima gaya tegak lurus dari *pinion gear*.
- e. *Pinion holding ring* yaitu ring yang berfungsi menahan *pinion bearing* terhadap gaya *radial shaft pinion gear*.

- f. *Wheel bearing* merupakan bantalan yang berfungsi untuk menerima atau menahan gaya radial atau gaya tegak lurus dari *shaft gear wheel*.
- g. *Wheel holding ring* merupakan ring penahan dari wheel bearing terhadap gaya radial dari *shaft gear wheel*.
- h. *Wheel trust bearing* merupakan bantalan yang berfungsi untuk menahan atau menerima gaya aksial *gear wheel* yang bergerak maju dan mundurnya poros.

Secara umum, bagian-bagian utama dari sebuah turbin uap adalah :

1. Nozzle, merupakan media ekspansi uap yang merubah energi potensial menjadi energi kinetik.
2. Sudu, merupakan komponen yang menerima gaya dari energi kinetik uap melalui nozzle.
3. Cakram, merupakan tempat sudu-sudu terpasang secara radial pada poros.
4. Poros, merupakan komponen utama dimana cakram-cakram sepanjang poros dipasangkan.
5. Bantalan, komponen ini berfungsi untuk mendukung ujung-ujung poros dan menerima banyak beban.
6. Kopling, merupakan media penghubung antara mekanisme turbin uap dengan mekanisme yang digerakkan (generator).

2.1.2 Prinsip Kerja Turbin Uap

(Wahyudi, 2019) Pada intinya prinsip kerja turbin uap adalah menerima energi kinetik dari superheated vapor (uap kering) yang dikeluarkan oleh nosel sehingga sudu-sudu turbin terdorong secara anguler atau bergerak memutar. Secara singkat prinsip kerja turbin uap adalah sebagai berikut :

1. Uap masuk kedalam turbin melalui nosel. Didalam nosel energi panas dari uap dirubah menjadi energi kinetis dan uap mengalami pengembangan. Tekanan uap pada saat keluar dari nosel lebih kecil dari pada saat masuk ke dalam nosel, akan tetapi sebaliknya kecepatan uap keluar nosel lebih besar dari pada saat masuk ke dalam nosel. Uap yang memancar keluar dari nosel diarahkan ke

sudu-sudu turbin yang berbentuk lengkungan dan dipasang disekeliling roda turbin. Uap yang mengalir melalui celah-celah antara sudu turbin itu dibelokkan kearah mengikuti lengkungan dari sudu turbin, perubahan kecepatan uap ini menimbulkan gaya yang mendorong dan kemudian memutar roda dan poros turbin.

2. Jika uap masih mempunyai kecepatan saat meninggalkan sudu turbin berarti hanya sebagian yang energi kinetis dari uap yang diambil oleh sudu-sudu turbin yang berjalan, supaya energi kinetis yang tersisa saat meninggalkan sudu turbin dimanfaatkan maka pada turbin dipasang lebih dari satu baris sudu gerak. Sebelum memasuki baris kedua sudu gerak, maka antara baris pertama dan baris kedua sudu gerak dipasang satu baris sudu tetap (guideblade) yang berguna untuk mengubah arah kecepatan uap, supaya uap dapat masuk ke baris kedua sudu gerak dengan arah tepat.
3. Kecepatan uap saat meninggalkan sudu gerak yang terakhir harus dapat dibuat sekecil mungkin, agar energi kinetis yang tersedia dapat dimanfaatkan sebanyak mungkin. Dengan demikian efisiensi turbin menjadi lebih tinggi karena kehilangan energi relatif kecil.

2.1.3 Klasifikasi Turbin Uap

(Area, 2021) Berdasarkan struktur, prinsip kerja, dan proses penurunan tekanan uapnya, turbin uap dapat dibagi menjadi beberapa kategori :

1. Klasifikasi Turbin berdasarkan Prinsip kerjanya

a. Turbin Impuls

Turbin impuls atau turbin tahapan impuls adalah turbin sederhana berotor satu atau banyak (gabungan) yang mempunyai sudu-sudu pada rotor itu. Sudu biasanya simetris dan mempunyai sudut masuk dan sudut keluar. Turbin impuls memiliki beberapa bagian komponen sebagai berikut :

1). Rumah turbin impuls Berfungsi

Berfungsi sebagai rumah kedudukan komponen-komponen dari turbin.

2). Sudu sudu Berfungsi

untuk menerima beban pancaran yang disemprotkan oleh Nozzel.

3). Poros (Rotor)

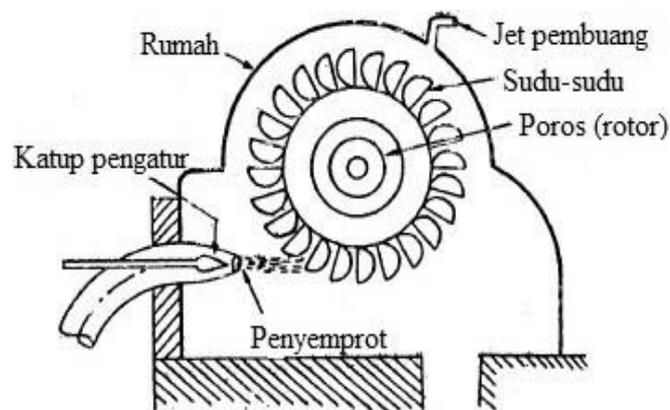
Berfungsi untuk meneruskan aliran tenaga yang berupa gerak putar.

4). Pipa pengarah /Nozzel

Berfungsi untuk meneruskan aliran fluida sehingga tekanan dan kecepatan aliran fluida yang digunakan didalam system besar.

5). Bantalan turbin impuls

Berfungsi sebagai perapat-perapat komponen-komponen dengan tujuan agar tidak mengalami kebocoran pada system. Seperti terlihat pada gambar 2.2. Sebagai berikut.



Gambar 2.2. Turbin Impuls (Area, 2021).

Kecepatan uap naik karena nosel berfungsi menaikkan kecepatan uap, kemudian uap mengalir ke dalam baris sudu gerak pada tekanan konstan. Tetapi kecepatan absolutnya turun karena energi kinetik uap diubah menjadi kerja memutar roda turbin. Uap yang keluar turbin masih berkecepatan tinggi, sehingga masih mengandung energi tinggi atau kerugian energi masih terlalu besar.

Untuk mencegah kerugian energi yang terlalu besar, uap diekspansikan secara bertahap didalam turbin bertingkat ganda. Dengan turbin bertingkat ganda, diharapkan proses penyerapan energi (proses perubahan energi termal menjadi kerja mekanik) dapat berlangsung efisien. Perubahan tekanan dan kecepatan absolut dari uap didalam turbin impuls kecepatan bertingkat (turbin Curtis).

Uap hanya diekspansikan di dalam nosel (baris sudu tetap pertama) dan selanjutnya tekanannya konstan. Akan tetapi turbin tersebut masih dalam

golongan turbin impuls karena didalam baris sudu Gerak tidak terjadi ekspansi (penurunan tekanan). Meskipun tekanan uap didalam sudu gerak konstan, kecepatan absolut turun karena sebagian dari energi uap diubah menjadi kerja memutar roda turbin. Kecepatan uap didalam sudu tetap berikutnya tidak naik karena tekanannya konstan.

Turbin impuls terdiri dari 3 bagian sebagai berikut :

1. Turbin impuls gabungan.
2. Turbin satu tahap.
3. Turbin impuls gabungan kecepatan.

Ciri-ciri dari turbin impuls antara lain:

1. Akibat tekanan dalam turbin sama sehingga disebut dengan tekanan rata.
2. Proses pengembangan uap / penurunan tekanan seluruhnya terjadi pada sududiam /nosel.

b. Turbin Reaksi

Turbin reaksi adalah turbin dengan proses ekspansi (penurunan tekanan) yang terjadi baik di dalam baris sudu tetap maupun sudu gerak, energi termal uap diubah menjadi energi kinetik di sudu-sudu penghantar dan sudu-sudu jalan, dan kemudian gaya reaksi dari uap akan mendorong sudu-sudu untuk berputar.

Turbin reaksi disebut juga turbin Parsons sesuai dengan nama pembuat turbin pertama, yaitu Sir Charles Parsons.

Turbin reaksi mempunyai tiga tahap, yaitu masing-masingnya terdiri dari baris sudu tetap dan dua baris sudu gerak. Sudu bergerak turbin reaksi dapat Dibedakan dengan mudah dari sudu impuls karena tidak simetris, karena berfungsi sebagai nosel bentuk nya sama dengan sudu tetap walaupun arah lengkungnya berlawanan.

Ciri-ciri turbin ini adalah :

1. Penurunan tekanan uap sebagian terjadi di Nosel dan sudu gerak.
2. Adanya perbedaan tekanan didalam turbin sehingga disebut tekanan bertingkat.

Klasifikasi turbin uap berdasarkan pada tingkat penurunan tekanan dalam turbin.

1. Turbin Tunggal (*Single Stage*) dengan kecepatan satu tingkat atau lebih turbin ini cocok untuk daya kecil, misalnya penggerak kompresor, blower,dll.
2. Turbin Bertingkat (Aksi dan Reaksi) disini sudu-sudu turbin dibuat bertingkat, biasanya cocok untuk daya besar. Pada turbin bertingkat terdapat deretan sudu 2 atau lebih. Sehingga turbin tersebut terjadi distribusi kecepatan /tekanan.

Klasifikasi Menurut Kondisi Uap Masuk Turbin

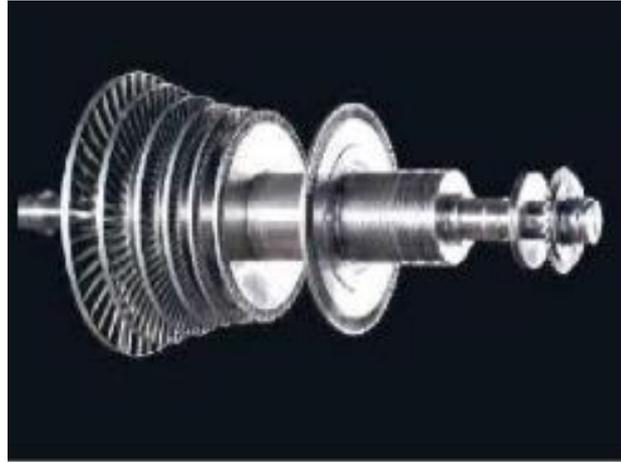
1. Turbin tekanan rendah yang memakai uap dengan tekanan 1,2 sampai 2 atm.
2. Turbin tekanan menengah yang memakai uap sampai tekanan 40 atm.
3. Turbin tekanan tinggi yang memakai uap pada tekanan di atas 40 atm.
4. Turbin tekanan sangat tinggi, memakai uap pada tekanan 170 atm atau lebih dari temperatur diatas 550 °C.
5. Turbin tekanan super kritis yang memakai uap dengan tekanan 225 atm atau lebih.

2.2 *Rotor Wheel*

2.2.1 *Rotor*

Rotor adalah bagian turbin yang berputar yang terdiri dari poros, sudu turbin atau deretan sudu yaitu Stasionary Blade dan Moving Blade. Untuk turbin bertekanan tinggi atau ukuran besar, khususnya untuk turbin jenis reaksi maka motor ini perlu Balance untuk mengimbangi gaya reaksi yang timbul secara aksial terhadap poros (Pambudi, 2021).

Rotor adalah bagian turbin yang berputar yang terdiri dari poros, sudu turbin atau deretan sudu turbin yaitu Stationary Blade dan Moving Blade. Untuk turbin bertekanan tinggi atau berukuran besar, khususnya untuk turbin jenis reaksi maka motor ini perlu di Balance untuk mengimbangi gaya reaksi yang timbul secara aksial terhadap poros (Sibarani. A. I., 2019).



Gambar 2.3 Rotor (Sibarani. A. I., 2019)

2.2.2 Wheel

Sudu adalah bagian dari turbin, dimana konversi energi terjadi sudu terdiri dari bagian akar sudu badan sudu dan ujung sudu kemudian di rangkai sehingga membentuk satu lingkaran penuh (Umurani et al., 2020).

Sudu-sudu turbin uap pada umumnya terdapat dua jenis yaitu sudu jalan dan sudu tetap. Sudu jalan adalah sudu- sudu yang dipasang di sekeliling rotor membentuk suatu piringan yang mampu membantu rotor turbin berputar sedangkan sudu tetap adalah sudu-sudu yang dipasang pada diafragma yang mampu meningkatkan kecepatan uap (Pambudi, 2021).



Gambar 2.4 Sudu Sudu Turbin (Pambudi, 2021).

2.3 Kegagalan Pada Rotor Wheel

(Sibarani. A. I., 2019) Turbin Uap sangatlah sensitif terhadap kualitas steam yang di gunakan. Tetapi ini tergantung dari jenis dan type Turbin yang kita gunakan. Pada intinya adalah suplai steam (uap) baik tekanan ataupun temperature haruslah terpenuhi. Dan jangan sampai terjadi *carry over* karna hal ini sangatlah

berbahaya. Adapun beberapa kerusakan akibat kualitas steam yang buruk, antara lain :

1. Getaran Tinggi Pada Turbin.

Getaran tinggi ini harus segera di respon baik anda sebagai operator, sebagai supervisi ataupun penanggung jawab lainnya. Karena hal ini merupakan tanda bahwa ada sesuatu yg mengalami kerusakan. Jika anda menemukan kondisi ini segera untuk di lakukan pengecekan. Dan jika anda paksakan bisa fatal.

2. Kerusakan Sudu-Sudu Turbin.

Kerusakan pada sudu turbin penyebab utamanya adalah karena carry over. Sudu turbin yang seharusnya di dorong oleh steam kering tetapi ini bercampur dengan air. Mengakibatkan kerusakan pada sudu-sudu. Bisa berupa bintik-bintik lubang kecil bahkan sampai keausan yang tinggi. Kerusakan pada sudu-sudu turbin uap dapat kita lihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Kerusakan sudu turbin (Sibarani. A. I., 2019)

3. Kerusakan Thrust Bearing.

Kerusakan Thrust bearing ini akan sangat berakibat besar kepada kerusakan shaft turbin. Jika dibiarkan shaft Turbin akan mengalami bending, keausan karna gesekan dan getaran.



Gambar 2.6 Kerusakan *Thrust Bearing* (Sibarani. A. I., 2019).

4. Bending Pada Shaft.

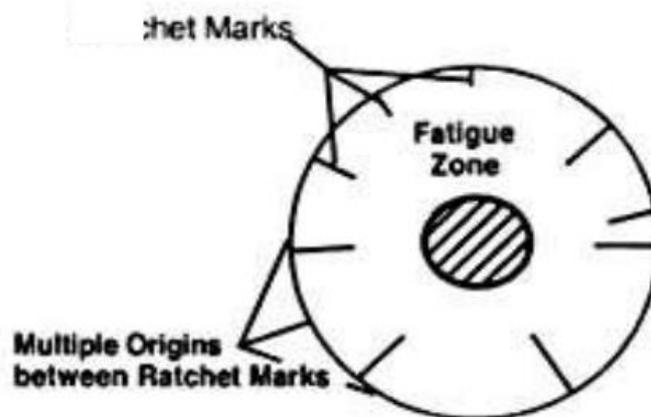
Shaft Turbin sangatlah penting. Jika bagian ini mengalami kerusakan, bisa di pastikan anda akan memerlukan biaya yang besar untuk melakukan perbaikan.



Gambar 2.7 Bending Pada Shaft (Sibarani. A. I., 2019).

2.4. Kegagalan stres rendah rotor

Pada kegagalan stres rendah atau rotasi lentur, arah rotasi dapat dilihat melalui tanda-tanda perubahan distorsi. Tegangan yang tinggi pada seluruh bagian luar dari poros, mulai menyebabkan kegagalan untuk di banyak lokasi. Tegangan total tinggi ini hanya mungkin merupakan hasil dari beban pada bagian atau mungkin disebabkan oleh konsentrasi tegangan tinggi yang bekerja pada beban sedang atau rendah. Pada penampang patahan poros, ada alur-alur yang berbentuk garis-garis bintang sebagai batas pertemuan dua arah penjalaran alur patahan di sekitar pinggir diameter poros yang disebut Ratchet Marks, seperti terlihat pada Gambar 2.8

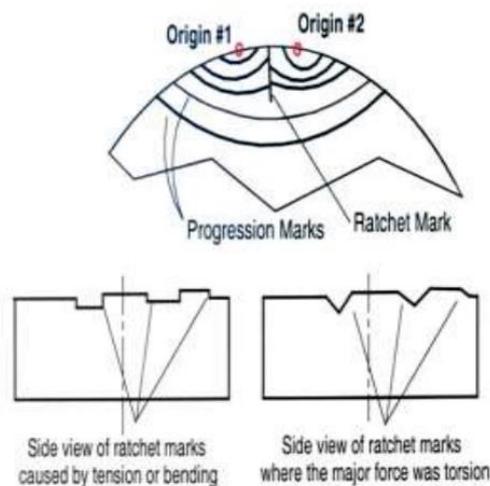


Gambar 2.8 Titik-titik asal terjadinya patahan antara tanda-tanda Ratchet dan daerah lelah.

Dari Gambar 2.8 tanda Ratchet yang menunjukkan batas antara dua sumber kegagalan retak yang berdekatan dan dapat bersinggungan dan bertemu satu dengan yang lain, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.9. Terlihat bahwa ada dua sumber retak, dan tanda Ratchet ada di antara kedua sumber retak. Adanya tanda Ratchet menunjukkan asal-usul dari sumber konsentrasi tegangan yang relatif tinggi.

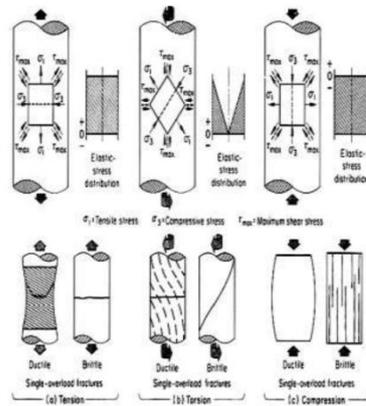
Dengan melihat kedua sumber tanda Ratchet dan luasnya, maka pada umumnya dapat dipahami asal sumber konsentrasi tegangan yang menjadi penyebab utama fraktur. Sebagai contoh, kombinasi dari tanda Ratchet yang banyak sekali dan zona tanda Ratchet kecil-kecil, menunjukkan bahwa beban terasa ringan, tapi ada konsentrasi tegangan tinggi. Selain itu, dengan melihat tepi tanda Ratchet, seseorang dapat mengatakan apakah beban putar juga andil sebagai penyebab kegagalan.

Jika ketegangan telah menyebabkan kegagalan, sisi tanda Ratchet biasanya tegak lurus ke penampang patahan. Jika beban utama yang menyebabkan kegagalan adalah beban akibat putaran, maka sisi tanda Ratchet akan meruncing.



Gambar 2.9 Sumber-sumber retak dari berbagai sumber tanda Ratchet.

Untuk mengetahui lebih tepat patahnya poros diakibatkan oleh tegangan sederhana, torsi atau beban kompresi, maka dibuatlah diagram orientasi tegangan normal dan tegangan geser dalam poros dan perilaku fraktur tunggal yang besar dari bahan ulet dan rapuh seperti yang tertera di Gambar 2.10



Gambar 2.10 Diagram orientasi tegangan normal dan tegangan geser

2.5 Faktor Kegagalan Pada Wheel

Kerusakan pada sudu/wheel turbin uap satu stage terakhir ditemukan adanya efek patah static akibat putaran tinggi turbin uap yang tidak terkendali (over speed). Turbin uap mengalami kerusakan/kegagalan ketika start-up. Turbin uap yang pada umumnya memiliki putaran 5400 rpm. Ketika turbin uap start-up telah melewati rpm yang ditentukan, turbin tidak terkendali dan putarannya terus naik (over speed) sampai mencapai putaran kritis di atas 6500 rpm, dan turbin uap kemudian berhenti. Melihat hal ini harus dilakukan pemasangan electrical switch untuk mencegah putaran tinggi yang tidak terkendali/ terkontrol dengan baik pada turbin uap saat di operasikan.

Beberapa perbaikan yang dapat digunakan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan yang ada di dalam turbin uap dengan melakukan SOP pemasangan sudu turbin dan pastikan dudukan/seatnya kencang. Pada penelitian ini menggunakan alat mechanical vibration test yang dapat mengidentifikasi keketatan dudukan sudu pada groove nya.

2.6 Pengujian Kegagalan Rotor Wheel

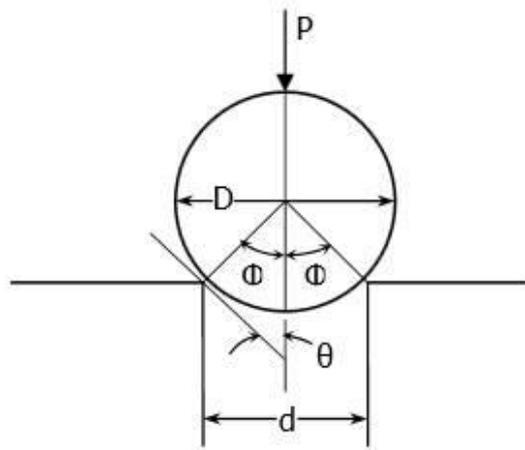
2.6.1 Uji Visual

Inspeksi visual merupakan pemeriksaan yang sangat sederhana tanpa memerlukan peralatan khusus dan biasanya hanya menggunakan kaca pembesar, senter dan alat pendukung lainnya. Untuk melakukan pengujian visual, hanya perlu mengamati spesimen material. Sangat efektif untuk mendeteksi cacat mikroskopis

atau cacat permukaan yang besar, misalnya cacat pada hasil pengelasan yang kurang baik.

2.6.2 Uji Kekerasan

Kekerasan merupakan salah satu sifat mekanik dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami pergesekan dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut tidak bisa kembali ke bentuk asal. Pengujian Brinell dilakukan dengan penekanan sebuah bola baja diperkeras (terbuat dari baja krom) dengan diameter tertentu oleh gaya tekan secara statis pada permukaan logam. Permukaan logam yang diuji harus rata dan bersih. Setelah gaya tekan ditiadakan dan bola baja dikeluarkan dari bekas lekukan, maka diameter lekukan paling atas diukur guna menentukan kekerasan logam yang diuji.



Gambar 2.11 Parameter-parameter pada Brinell Test. (Sumber : Dieter, 1987)

2.6.3 Uji Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia adalah pengujian yang dilakukan secara kimiawi baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Pengukuran hasil analit kimia dilakukan dengan menggunakan alat uji kimia sesuai dengan pilihan sensitivitas. Pengujian komposisi kimia meliputi komposisi material yang terkandung pada bahan tersebut.

2.7 Korosi

(Utomo, 2009) Korosi adalah proses degradasi atau deteorisasi atau perusakan material yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan dan sekitarnya.

Ada pengertian dari pakar lain, yaitu :

1. Korosi adalah perusakan material tanpa perusakan material
2. Korosi adalah kebalikan dari metalurgi ekstraktif
3. Korosi adalah system termodinamika logam dengan lingkungan (udara, air, tanah), yang berusaha mencapai kesetimbangan.

Korosi merupakan penurunan kualitas yang disebabkan oleh reaksi kimia bahan logam dengan unsur-unsur lain yang terdapat di alam (Sidiq, 2002)

Korosi adalah fenomena elektrokimia dan hanya menyerang logam, ada pula definisi lain yang mengatakan bahwa karat merupakan rusaknya logam karena adanya zat penyebab karat. Pada dasarnya peristiwa korosi adalah reaksi elektrokimia. Secara alami pada permukaan logam dilapisi oleh suatu lapisan film oksida (FeO, OH). Pasivitas dari lapisan film ini akan merusak karena adanya pengaruh dari lingkungan, misalnya adanya penurunan pH atau alkalinitas dari lingkungan ataupun serangan dari ion klorida. Pada proses karat terjadi reaksi antara ion-ion dan juga antar elektron karat atau perkaratan sangat lazim terjadi pada besi. Besi merupakan logam yang mudah berkarat karat besi merupakan zat yang dihasilkan pada peristiwa korosi, yaitu berupa zat padat berwarna cokelat kemeran yang bersifat rapuh serta berpori. Bila dibiarkan, lama kelamaan besi akan habis menjadi korosi. Dampak dari peristiwa karat bersifat sangat merugikan, korosi merupakan dari oksidasi besi. (Gunaltun, 2005).

2.7.1 Jenis jenis Korosi

(Sidiq, 2002) Kebanyakan logam ada secara alami sebagai bijih-bijih yang stabil dari oksida-oksida, karbonat atau sulfida. Diperlukan energi untuk mengubah bijih logam menjadi sesuatu yang bermanfaat,. Korosi hanyalah perjalanan sifat pembalikan satu proses yang tidak wajar kembali kepada suatu keadaan tenaga yang lebih rendah.

Secara umum, tipe dari korosi dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Korosi Seragam (Uniform Corrosion)

Korosi seragam merupakan korosi dengan serangan merata pada seluruh permukaan logam. Korosi terjadi pada permukaan logam yang terekspos pada lingkungan korosif.

2. Korosi Galvanik

Korosi galvanik terjadi jika dua logam yang berbeda tersambung melalui elektrolit sehingga salah satu dari logam tersebut akan terserang korosi sedang lainnya terlindungi dari korosi. Untuk memprediksi logam yang terkorosi pada korosi galvanic dapat dilihat pada deret galvanik

3. Korosi Celah

Mirip dengan korosi galvanik, dengan pengecualian pada perbedaan konsentrasi media korosifnya. Celah atau ketidak teraturan permukaan lainnya seperti celah paku keling (*rivet*), baut, *washer*, gasket, deposit dan sebagainya, yang bersentuhan dengan media korosif dapat menyebabkan korosi terlokalisasi.

4. Korosi Sumuran

Korosi sumuran terjadi karena adanya erangan korosi lokal pada permukaan logam sehingga membentuk cekungan atau lubang pada permukaan logam. Korosi logam pada baja tahan karat terjadi karena rusaknya lapisan pelindung (*passive film*)

5. Retak Pengaruh Lingkungan (*environmentally induced cracking*)

Merupakan patah getas dari logam paduan ulet yang beroperasi di lingkungan yang menyebabkan terjadinya korosi seragam. Ada tiga jenis tipe perpatahan pada kelompok ini, yaitu : *stress corrosion cracking (SSC)*, *corrosion fatigue cracking (CFC)*, dan *hydrogen-induced cracking (HIC)*

6. Kerusakan Akibat Hidrogen (*Hydrogen damage*)

Kerusakan ini disebabkan karena serangan hydrogen yaitu reaksi antara hydrogen dengan karbida pada baja dan membentuk metana sehingga menyebabkan terjadinya dekarburasi, rongga, atau retak pada permukaan logam. Pada logam reaktif seperti titanium, magnesium, zirconium dan vanadium, terbentuknya hidrida menyebabkan terjadinya

penggetasan pada logam.

7. Korosi Batas Butir (*intergranular corrosion*)

Korosi yang menyerang pada batas butir akibat adanya segregasi dari unsur pasif seperti krom meninggalkan batas butir sehingga pada batas butir bersifat anodic.

8. *Dealloying*

Dealloying adalah lepasnya unsure-unsur paduan yang lebih aktif (anodik) dari logam paduan, sebagai contoh : lepasnya unsur seng atau Zn pada kuningan (Cu – Zn) dan dikenal dengan istilah *desulfidation*.

9. Korosi Erosi

Korosi erosi disebabkan oleh kombinasi fluida korosif dan kecepatan aliran yang tinggi. Bagian fluida yang kecepatan alirannya rendah akan mengalami laju korosi rendah, sedangkan fluida kecepatan tinggi menyebabkan terjadinya erosi dan dapat menggerus lapisan pelindung sehingga mempercepat korosi.

10. Korosi Aliran (*Flow induced Corrosion*)

Korosi Aliran digambarkan sebagai efek dari aliran terhadap terjadinya korosi. Meskipun mirip, antara korosi aliran dan korosi erosi adalah dua hal yang berbeda. Korosi aliran adalah peningkatan laju korosi yang disebabkan oleh turbulensi fluida dan perpindahan massa akibat dari aliran fluida diatas permukaan logam. Korosi erosi adalah naiknya korosi dikarenakan benturan secara fisik pada permukaan oleh partikel yang terbawa fluida.

2.7.2 Proses Terjadinya Korosi

Korosi menurut Roberge merupakan suatu proses degradasi dari suatu logam yang dikenalkan terjadinya reaksi kimia antara logam tersebut dengan lingkungannya. Korosi atau perkaratan sangat lazim terjadi pada besi. Besi merupakan logam yang mudah berkarat. Karat besi merupakan zat yang dihasilkan pada peristiwa korosi,yaitu berupa zat padat berwarna coklat kemerahan yang bersifat rapuh serta berpori. Pada dasarnya korosi adalah peristiwa pelepasan elektron-elektron dari logam (besi atau baja) yang berada di dalam larutan elektrolit misalnya air laut.

Korosi menimbulkan banyak kerugian karena mengurangi umur berbagai barang atau bangunan yang menggunakan besi atau baja. Sebenarnya korosi dapat di cegah dengan mengubah besi menjadi baja tahan karat(stainless steel). Korosi atau perkaratan merupakan fenomena kimia pada bahan-bahan logam yang dasarnya merupakan reaksi logam menjadi ion pada permukaan logam yang kontak langsung dengan lingkungan berair dan oksigen. Contoh yang paling umum, yaitu kerusakan logam besi dengan terbentuknya korosi oksigen. Dengan demikian, korosi menimbulkan banyak kerugian.

Kehancuran yang berlangsung pada turbin uap bakal menyebabkan penurunan kapasitas energi. Sebagian permasalahan sudah dilaporkan, antara lain korosi, deposit, serta erosi yang jadi pemicu kehancuran pada turbin uap . Korosi akibat deposit pada turbin uap biasanya berasal dari kualitas air boiler. Berbagai bentuk material pengotor yang berasal dari air umpan boiler bisa terbawa ke ruang turbin buat menggerakkan sudu, yaitu terlarut, tidak terlarut, serta gas. Salah satu material pengotor yang dapat larut terbawa uap merupakan silika. Faktor ini dapat membentuk bermacam senyawa silika kompleks yang bermacam- macam yang bisa melekat pada permukaan rotor turbin. Deposit silika melekat pada putaran besar sehingga hendak berlangsung benturan. Tidak hanya itu gerakan sentrifugal pula menyebabkan kecenderungan kerusakan terletak di wilayah pinggir. Mekanisme terjadinya korosi akibat keberadaan deposit silika yang terbawa dipelajari lewat serangkaian pengecekan serta pengujian.

Masalah pitting, corrosion fatigue, dan *stress corrosion cracking* semuanya terjadi di turbin uap. Korosi utama terdiri dari natrium hidroksida, klorida, sulfat, dan sulfida. Biasanya, tingkat kontaminan yang ada dalam steam tidak cukup tinggi untuk menimbulkan korosi pada komponen sistem. Saat uap mengembang melalui turbin, kelarutan kontaminan dalam uap berkurang. Mereka mengembun ke permukaan pada konsentrasi larutan yang jauh lebih tinggi daripada konsentrasi kontaminan asli dalam uap. Larutan terkonsentrasi ini meningkatkan korosi sistem.

Erosi bilah turbin menciptakan permukaan yang kasar serta tidak rata yang mengubah jalur aliran uap. Ini mengurangi efisiensi turbin serta pula bisa membatasi kapasitas. Erosi pada ujung turbin bertekanan besar umumnya diakibatkan oleh partikel padat(umumnya oksida besi) yang terdapat di dalam uap. Partikel oksida besi terdapat jika tidak dihilangkan oleh hembusan uap sepanjang

penyalan sistem. Mereka pula bisa dihasilkan dari pengelupasan superheater ataupun oksida sundulan uap utama ataupun bisa dimasukkan ke dalam uap oleh air temperatur yang terkontaminasi.

Erosi sudu bertekanan menengah dan rendah umumnya diakibatkan oleh air di dalam uap. Pembedahan di dasar temperatur uap masuk desain ataupun pada beban rendah bisa menimbulkan kondensasi pada tahapan ini, yang menimbulkan permasalahan erosi.

Karbon dioksida ataupun spesies asam lain yang terdapat dalam kondensat bisa memesatkan kehancuran. Sebagian proteksi terhadap erosi- korosi bisa diberikan oleh amina rasio distribusi rendah, yang menetralkan keasaman serta tingkatan pH kondensat.

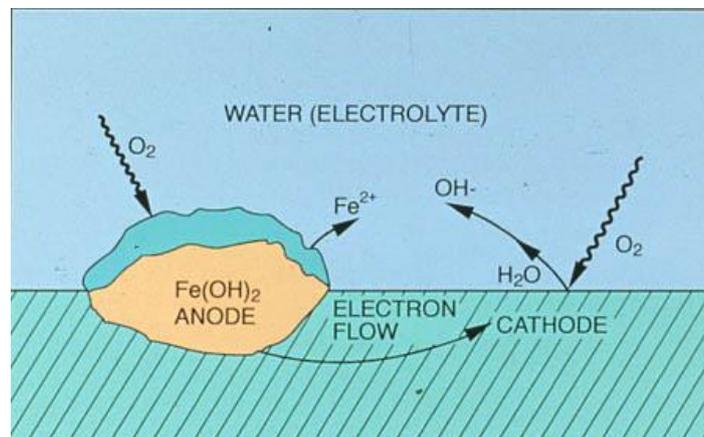
Pitting, kelelahan korosi, serta permasalahan retak korosi stres semua terjadi di turbin uap. Korosi utama ialah natrium hidroksida, klorida, sulfat, serta sulfida. Umumnya, tingkatan kontaminan yang terdapat dalam steam tidak cukup besar buat menimbulkan korosi pada komponen sistem. Dikala uap mengembang melalui turbin, kelarutan kontaminan dalam uap menurun. Mereka mengembun ke permukaan pada konsentrasi larutan jauh lebih besar daripada konsentrasi kontaminan asli dalam uap. Solusi terkonsentrasi ini meningkatkan korosi sistem.

Pitting biasanya terkait dengan endapan klorida serta terjalin pada rotor, disk, serta ember. Serangan pitting kerap terjalin kala suasana yang lembab serta sarat oksigen tumbuh di turbin yang tidak berperan. Kehancuran sangat parah kala endapan klorida pula terdapat. Atmosfir bebas oksigen ataupun bebas kondensat wajib dipertahankan buat melindungi turbin yang tidak berfungsi dari korosi.

Korosi bisa didefinisikan sebagai penghancuran logam oleh reaksi kimia ataupun elektrokimia dengan lingkungannya. Dalam sistem pendingin, korosi mengakibatkan dua permasalahan dasar. Yang pertama dan paling jelas ialah kegagalan peralatan yang menyebabkan biaya penggantian serta waktu henti pabrik. Yang kedua merupakan penurunan efisiensi pabrik sebab hilangnya perpindahan panas akibat pengotoran penukar panas yang diakibatkan oleh akumulasi produk korosi.

Korosi berlangsung pada anoda, tempat logam larut. Kerap kali, ini dipisahkan oleh jarak fisik dari katoda, tempat berlangsungnya respon reduksi. Perbandingan potensial listrik terdapat antara situs ini, serta arus mengalir lewat

pemecahan dari anoda ke katoda. Ini diiringi dengan aliran elektron dari anoda ke katoda lewat logam. Gambar 4.1 mengilustrasikan proses ini.

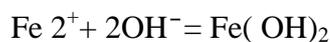


Gambar 4.1 Sel korosi klasik (handbook pengolahan air industri)

Buat baja, reaksi oksidasi anodik yang khas merupakan:

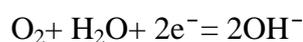


Reaksi ini diiringi dengan yang berikut:



Besi hidroksida setelah itu bergabung dengan oksigen serta air untuk menghasilkan besi hidroksida, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, yang jadi karat besi biasa pada saat didehidrasi jadi Fe_2O_3 .

Reaksi katodik utama dalam sistem pendingin merupakan:



Pembuatan ion hidroksida menghasilkan pH besar lokal di katoda, kira-kira 1-2 unit pH di atas pH air curah. Oksigen terlarut mencapai permukaan melalui difusi, seperti yang ditunjukkan oleh garis bergelombang pada Gambar 4.1. Respon reduksi oksigen mengendalikan laju korosi dalam sistem pendingin; laju difusi oksigen umumnya ialah aspek pembatas.

Reaksi katodik penting lainnya merupakan:



Pada pH netral ataupun lebih tinggi, konsentrasi ion H^+ sangat rendah buat respon ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap laju korosi secara keseluruhan. Tapi, ketika pH menurun, respon ini jadi lebih penting hingga, pada pH kurang lebih 4, menjadi reaksi katodik yang dominan.

2.7.3 Hal-hal yang pengaruhi terjadinya korosi:

1. Temperatur, semakin besar temperatur sehingga reaksi kimia bakal terus menjadi cepat sehingga korosi bakal terus menjadi cepat terjadi
2. Kecepatan aliran, apabila kecepatan aliran terus menjadi cepat sehingga akan mengganggu lapisan film pada logam hingga akan memacu korosi sebab logam akan kehilangan lapisan.
3. pH, pada pH yang maksimal sehingga korosi akan terus menjadi cepat (mikroba).
4. Kandungan Oksigen, semakin tinggi kandungan oksigen pada sesuatu tempat maka respon oksidasi bakal gampang terjalin sehingga akan pengaruhi laju reaksi korosi.
5. Kelembaban udara.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Berikut adalah tempat dan waktu penelitian yang dilakukan pada penelitian kerusakan pada *rotor wheel* turbin uap.

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di PT.Adibrata Unggul Jaya, Jl. Patriot No.66, Lalang, Kec. Medan Sunggal, Kota Medan, Sumatera Utara.

3.1.2 Waktu Penelitian

Adapun waktu pelaksanaan kegiatan ini adalah :

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan				
		1	2	3	4	5
1	Pengajuan Judul					
2	Studi Kasus					
3	Pembuatan Proposal					
4	Pengambilan data					
5	Analisa Data					
6	Penyusunan Laporan Penelitian					

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan

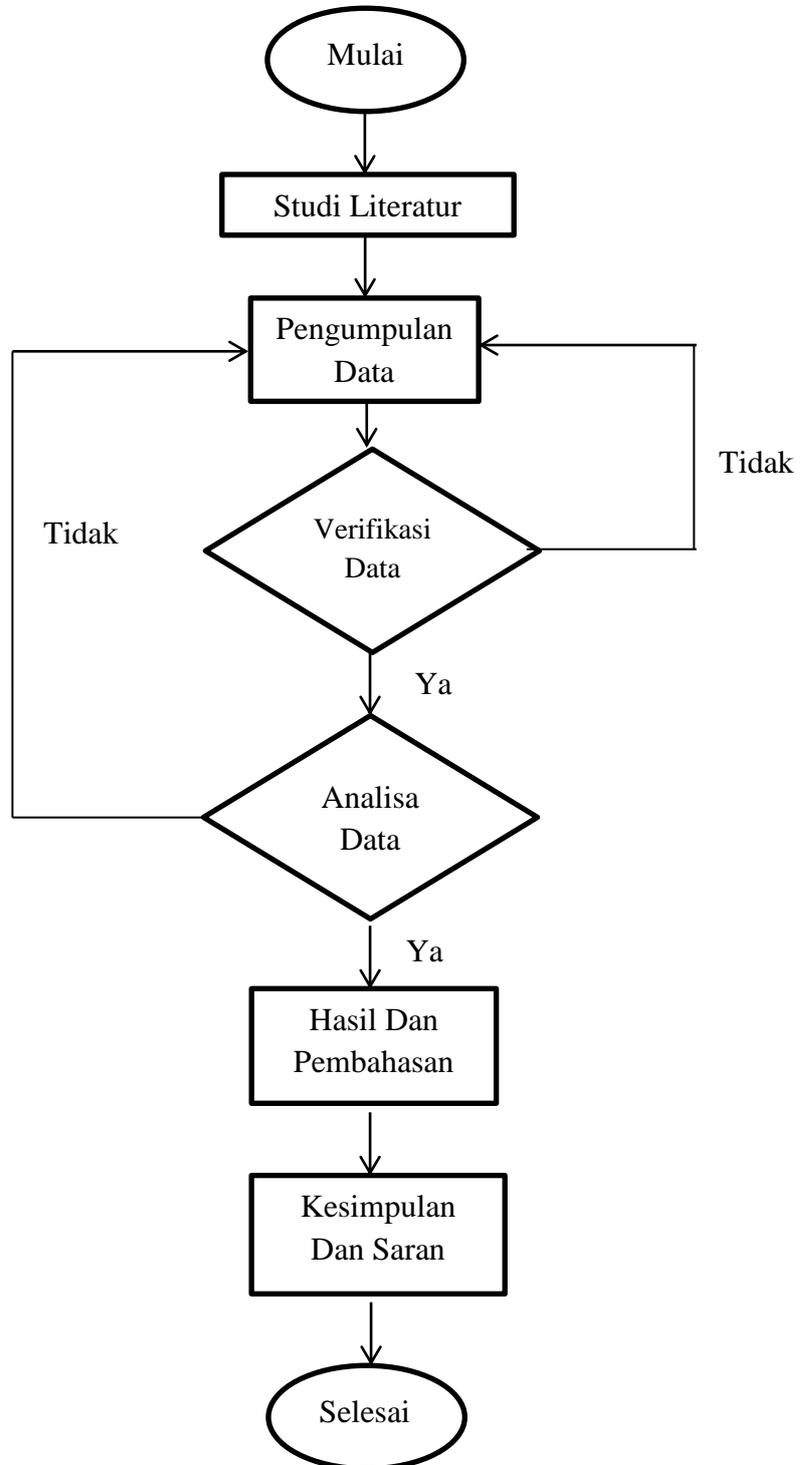
Bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa *rotor wheel* yang akan di analisa keagalannya.

3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa visual dengan indera mata dan menggunakan alat vibration meter untuk melihat getaran pada turbin ketika mengalami kerusakan pada *rotor wheel*.

3.3 Bagan Alir Penelitian

Diagram alir proses penelitian ini dapat dilihat pada gambar sistematis dibawah ini :



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

3.4 Rancangan Alat Penelitian

Adapun penelitian ini dengan cara mengamati, kerusakan yang terjadi pada *rotor wheel*.



Gambar 3.2 Kerusakan Pada *Rotor Wheel*.

3.5 Prosedur Penelitian

1. Melakukan inspeksi/ uji visual
2. Mengidentifikasi dampak yang terjadi pada turbin akibat kegagalan pada rotor wheel.
3. Melakukan perawatan service/maintenance berkala pada turbin.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kerusakan Pada *Rotor Wheel*.

Kerusakan pada *rotor wheel* yaitu terjadinya steam basah pada turbin terjadinya steam basah yaitu dari kualitas steam pada boiler kurang bagus.

Pengamatan pada *rotor wheel* yaitu dilakukan pengamatan pada rotor wheel dengan menggunakan pengamatan visual yaitu menggunakan indra mata, pengamatan visual dimulai dengan gambaran keseluruhan secara umum komponen.

Tabel 4.1 Pengamatan kersukaan pada rotor wheel melalui visual di P.T Adibrata Ungul jaya

INTRODUCTION

Dari hasil pengukuran di beberapa titik shaft (Pinion gear) yang dilakukan oleh team workshop PT. Adibrata Unggul Jaya.

Diperoleh data :

Description



Dari hasil Inspeksi yang dilakukan:

Keadaan Wheel sudah korosi



Pada lubang fastener sudah tipis dan aus



Dari hasil Inspeksi yang dilakukan :

Terdapat kerusakan pada Blade First Row





Dari hasil Inspeksi yang dilakukan:

Terdapat kerusakan pada area Carbon Ring, Steam end & Exhaust End



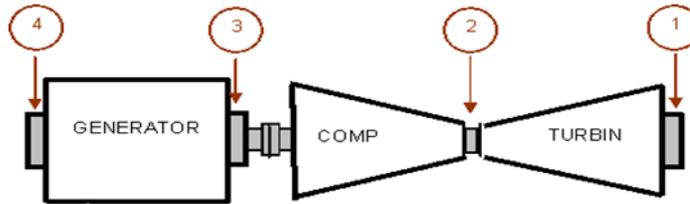
Pada tabel diatas kerusakan pada rotor wheel yaitu keadaan wheel sudah mengalami korosi, pada lubang fastener sudah tipis, blade sudah mengalami kerusakan dan pada bagian carbon ring steam and dan steam exhaust juga sudah mengalami kerusakan.

4.2 Dampak yang terjadi pada turbine.

Adapun dampak yang terjadi pada turbin ketika *rotor wheel* mengalami kerusakan yaitu salah satunya adalah turbin mengalami *vibrasi* (getaran). Definisi Vibrasi& Proteksi System Komponen Vibrasi& Proteksi System Cara Kerja *Vibrasi dan amp*; Proteksi System Pengertian *Vibrasi* Getaran mesin (*Mechanical Vibration*) dimaksud selaku gerakan bolak- balik dari komponen mekanik dari sesuatu mesin sebagai reaksi dari terdapatnya gaya dalam (gaya yang dihasilkan oleh mesin tersebut) ataupun gaya luar (gaya yang berasal dari luar ataupun dekat mesin). Permasalahan yang dominan dalam getaran permesinan merupakan yang diakibatkan oleh gaya eksitasi getaran yang berasal dari mesin tersebut. Dan dilakaukan pengambilan data di pabrik Ledong west mill.



Gambar 4.1 Pengambilan data di pabrik

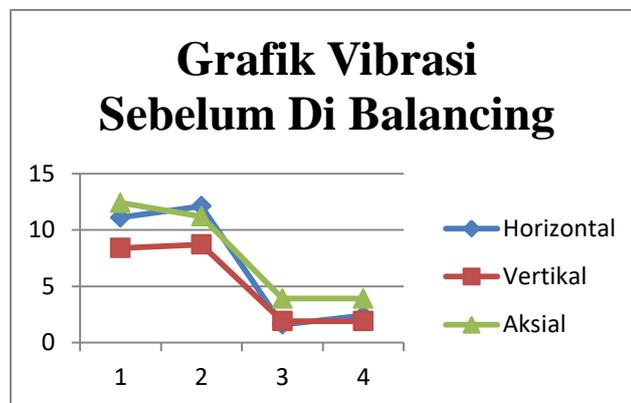


Gambar 4.2 Titik Ukur Vibrasi Turbin

Adapun data yang ditinjau berupa data vibrasi dalam mm/sec. Data *vibrasi* yang ditinjau memiliki 3 arah ukur yang bervariasi yaitu dalam arah horizontal , arah vertikal , dan juga arah aksial.

Tabel 4.2 Data *vibrasi* dari ke empat titik ketika *rotor wheel* mengalami kerusakan

1			2			3			4		
H	V	A	H	V	A	H	V	A	H	V	A
Mm/se c											
11,1	8,4	12,4	12,1	8,7	11,2	1,6	1,9	3,9	2,4	1,9	3,9



Gambar 4.3 Grafik *Vibrasi* turbin sebelum *rotor wheel* ketika mengalami kerusakan.

Pada grafik diatas terdapat data vibrasi tertinggi sebelum dilakukannya perbaiki pada rotor wheel yang tertinggi pada bagian satu dan dua pada arah horizontal yaitu sampai mencapai 12,4 mm/sec.

4.3 Memperbaiki Kerusakan Pada Rotor Wheel

4.3.1 Metal Spray

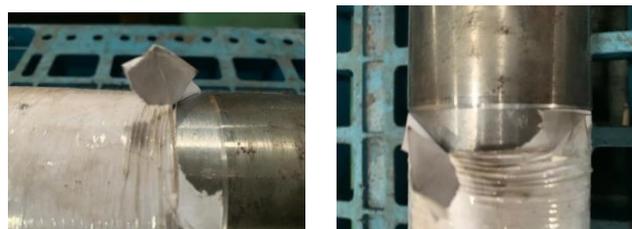
Adapun sebelum melakukan balancing tahap pertama yang perlu dilakukan yaitu metal spray dan setelah itu dilakaukan pembubutan pada *rotor wheel*. Metal Spray Merupakan Suatu solusi engineering untuk rekondisi, proteksi korosi, panas, ataupun modifikasi permukaan dengan metode menyelimuti dengan material lain dengan system dispray(disemprotkan) pada kondisi tertentu. Kondisi tertentu disini dimaksudkan Partikel-partikel bahan tambah terletak didalam gun (Jet) dengan temperatur diatas melting point serta didorong dengan angin bertekanan besar.



Gambar 4.4 Mesin Metal Spray.

Langkah Langkah Pengerjaan Metal Spray Pada *Rotor Wheel* Yaitu :

1. Melakukan Undercut (di bubut) pada bagian bearing dan carbon ring dengan ukuran (kedalaman) 1mm agar lebih persisi.



Gambar 4.5 Melakukan Undercut Pada *Rotor*.

- Setelah itu dilakukan yaitu *sandblast steel* untuk membersihkan dari oli dan karat menggunakan jenis pasir aluminium oxide.



Gambar 4.6 Pasir Aluminium Oxide.

- Selanjutnya melakukan pengerjaan metal spray awal atau dasar dengan bahan PMET 885 dengan ketebalan 0,2 mm.



Gambar 4.7 Bahan Yang Digunakan.

- Setelah itu menggunakan bahan DM HardBond dan di lebih 1 mm dengan ukuran asli *rotor*.



Gambar 4.8 Bahan Yang digunakan.

Untuk bagian *rotor* telah selesai pekerjaannya dan di lanjutkan dengan melakukan pengerjaan pada bagian *wheel*.



Gambar 4.9 Hasil Pengerjaan Pada Bagian *Rotor*

5. Setelah itu dilakukan pengerjaan pada bagian *wheel* yaitu melakukan Sandblast Steel dengan menggunakan pasir kuarsa.



Gambar 4.10 Bahan Dan Alat Yang Digunakan

Hasil dari pengerjaan sandblast steel pada bagian *wheel*



Gambar 4.11 Hasil *Wheel* Setelah Di Sandblast

4.3.2 Balancing.

Selanjutnya cara menanggulangi kerusakan pada *rotor wheel* yaitu dengan cara melakukan *balancing*. *Balancing* yaitu mengurangi peristiwa yang mengakibatkan getaran yang tidak diinginkan dengan teknik agar titik berat secara percobaan dikembalikan pada tempat yang diidamkan.

Proses *balancing* dilakukan dengan memutar *rotor wheel* pada mesin *balancing*. Sensor - sensor yang ada pada mesin akan membaca keadaan ketidakseimbangan pada *rotor wheel*. Sensor yang ada pada mesin *balancing*, antara lain ialah: tachometer untuk membaca kecepatan putaran *rotor wheel* dan sensor vibrasi yang terpasang pada bantalan poros untuk membaca besarnya getaran. Sensor kecepatan dan *vibrasi* hendak akan mengimput data ke *vibration analyzer* sehingga akan timbul pada layar mesin. Pada layar mesin *balancing* akan timbul besaran ketidakseimbangan dan sudut phase yang membuktikan posisi ketidakseimbangan.

Untuk melaksanakan proses *balancing*, dapat dilakukan dengan menaikkan massa atau mengurangi massa agar memenuhi toleransi yang di syaratkan. Pada saat proses *balancing* bisa dilakukan memberi tanda 0° hingga 270° pada *rotor wheel* untuk membenarkan letak dari ketidakseimbangan. Pemberian tanda 0° hingga 270° pada *rotor wheel* bisa dijadikan acuan melaksanakan penambahan ataupun pengurangan berat material pada *rotor wheel* yang di *balancing*.



Gambar 4.12 Pemberian tanda pada *Rotor Wheel*

Pengurangan massa *rotor wheel* dilakukan dengan menggerinda bagian *rotor wheel* pada posisi ketidakseimbangan yang diarahkan oleh *display* pada mesin *balancing* ialah 337° pada plan 1 serta 198° pada plan 2. Proses pengurangan massa pada *rotor wheel* wajib dilakukan secara hati - hati sehingga tidak mengenai sudu - sudu turbine.

Proses pengurangan massa dilakukan sedikit demi sedikit, setelah itu rotor wheel diputar kembali pada mesin supaya pengurangan massa tidak berlebihan.



Gambar 4.13 Proses pengurangan berat ketidakseimbangan

Berdasarkan dari data gambar yang diperoleh untuk mengetahui ke tidak keseimbangan pada *rotor wheel* dilakukan 14 kali pengujian atau sampai mendapatkan hasil yang diinginkan dan pada bagian sebelah kiri diberi nama sebagai plan 1 dan sebelah kanan diberi nama plan 2.

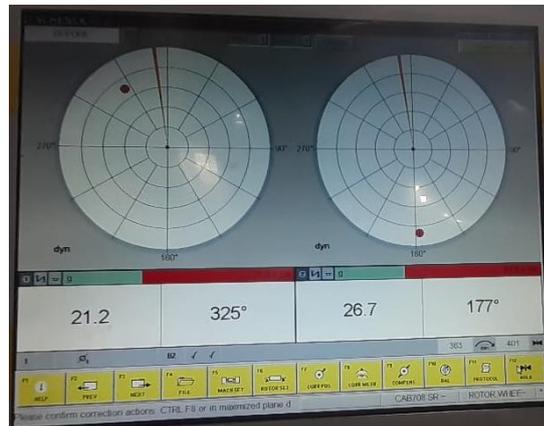
Pengujian Pertama.



Gambar 4.14 Pengujian pertama

Pengujian pertama mendapatkan hasil yaitu plan 1; 26,5g ,337° sedangkan plan 2 ; 19,5g,198° dan dilakukan penggrindaan pada titik tersebut atau pada titik merah, setelah itu mesin di putar kembali untuk pengejian kedua.

Pengujian Kedua.



Gambar 4.15 Pengujian kedua

Pengujian kedua mendapatkan hasil yaitu plan 1; 21,2g ,325° sedangkan plan 2 ; 26,7g,177° dan dilakukan penggrindaan pada titik tersebut atau pada titik merah, mesin di putar kembali untuk pengujian ke tiga .

Pengujian Ketiga.



Gambar 4.16 Pengujian ketiga

Pengujian ketiga mendapatkan hasil yaitu plan 1; 18,5g ,322° sedangkan plan 2 ; 9,19g,183° dan dilakukan penggrindaan pada titik tersebut dan mesin di putar kembali untuk pengujian ke empat.

Pengujian Keempat.



Gambar 4.17 Pengujian keempat

Pengujian keempat mendapatkan hasil yaitu plan 1; 14,6g ,318° sedangkan plan 2 ; 13,9g,170° dan dilakukan penggrindaan pada titik tersebut dan mesin di putar kembali untuk melakukan pengujian ke lima.

Pengujian Kelima



Gambar 4.18 pengujian kelima

Pengujian kelima mendapatkan hasil yaitu plan 1; 14,6g ,318° sedangkan plan 2 ; 3,43g,181° dan dilakukan penggrindaan pada titik tersebut dan mesin di putar kembali untuk melakukan pengujian ke enam.

Pengujian Keenam.



Gambar 4.19 pengujian keenam

Pengujian keenam mendapatkan hasil yaitu plan 1; 14,3g ,311° sedangkan plan 2 ; 7,72g,148° dan dilakukan penggrindaan pada titik tersebut setelah itu mesin di putar kembali untuk melakukan pengujian ke tujuh.

Pengujian Ketujuh.



Gambar 4.20 pengujian ketujuh

Pengujian ketujuh mendapatkan hasil yaitu plan 1; 18,6g ,323° sedangkan plan 2 ; 4,93g,170° dan dilakukan penggrindaan pada titik tersebut setelah itu mesin di putar kembali untuk melakukan pengujian ke delapan.

Pengujian Kedelapan.



Gambar 4.21 pengujian kedelapan

Pengujian kedelapan mendapatkan hasil yaitu plan 1; 9,64g ,309° sedangkan plan 2 ; 5,14g,169° dan dilakukan penggrindaan pada titik tersebut setelah itu mesin di putar kembali untuk melakukan pengujian selanjutnya.

Pengujian Kesembilan



Gambar 4.22 pengujian kesembilan

Pengujian kesembilan mendapatkan hasil yaitu plan 1; 4,44g ,296° sedangkan plan 2 ; 5,62g,148° dan dilakukan penggrindaan pada titik tersebut setelah itu mesin di putar kembali untuk dilakukannya pengujian selanjutnya.

Pengujian Kespuluh



Gambar 4.23 pengujian kesepuluh

Pengujian kesepuluh mendapatkan hasil yaitu plan 1; 8,68g ,285° sedangkan plan 2 ; 4,37g,93° dan dilakukan penggrindaan pada titik tersebut dan selanjutnya mesin di putar kembali untuk melakukan pengujian selanjutnya.

Pengujian Kesebelas.



Gambar 4.24 pengujian ke sebelas

Pengujian kesebelas mendapatkan hasil yaitu plan 1; 1,31g ,184° sedangkan plan 2 ; 3,07g,80° dan dilakukan penggrindaan pada titik tersebut dan selanjutnya mesin di putar kembali untuk melakukan pengujian selanjutnya.

Pengujian Keduabelas.



Gambar 4.25 pengujian keduabelas

Pengujian keduabelas mendapatkan hasil yaitu plan 1; 2,72g ,223° sedangkan plan 2 ; 1,15g,63° dan dilakukan penggrindaan pada titik tersebut dan selanjutnya mesin di putar kembali untuk melakukan pengujian selanjutnya.

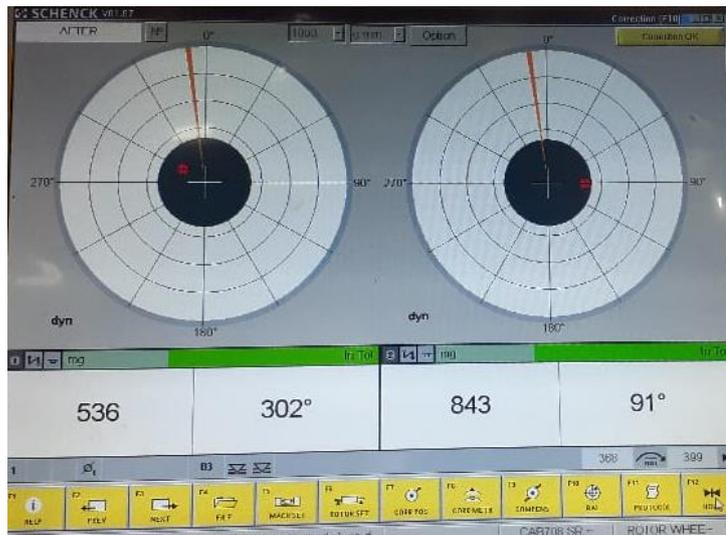
Pengujian Ketigabelas.



Gambar 4.26 pengujian ketigabelas

Pengujian ketigabelas mendapatkan hasil yaitu plan 1; 628mg ,310° sedangkan plan 2 ; 1,59g,100° , pada plan 1 sudah tidak mengalami kebalangan atau pada titik merah sudah masuk pada area titik hitam sedangkan pada plan dua masih mengalami kebalangan dan harus melakukan pengrendaan pada titik tersebut atau pada titik merah dan dilakukan pengujian sekali lagi untuk mendapatkan hasil yang sempurna .

Pengujian Keempatbelas.



Gambar 4.27 hasil ketidakseimbangan

Pengujian keempatbelas mendapatkan hasil yaitu plan 1; 536mg,302° dan plan 2; 843mg,91° pengujian telah selesai ditandai dengan pada titik merah sudah masuk kedalam area titik hitam.

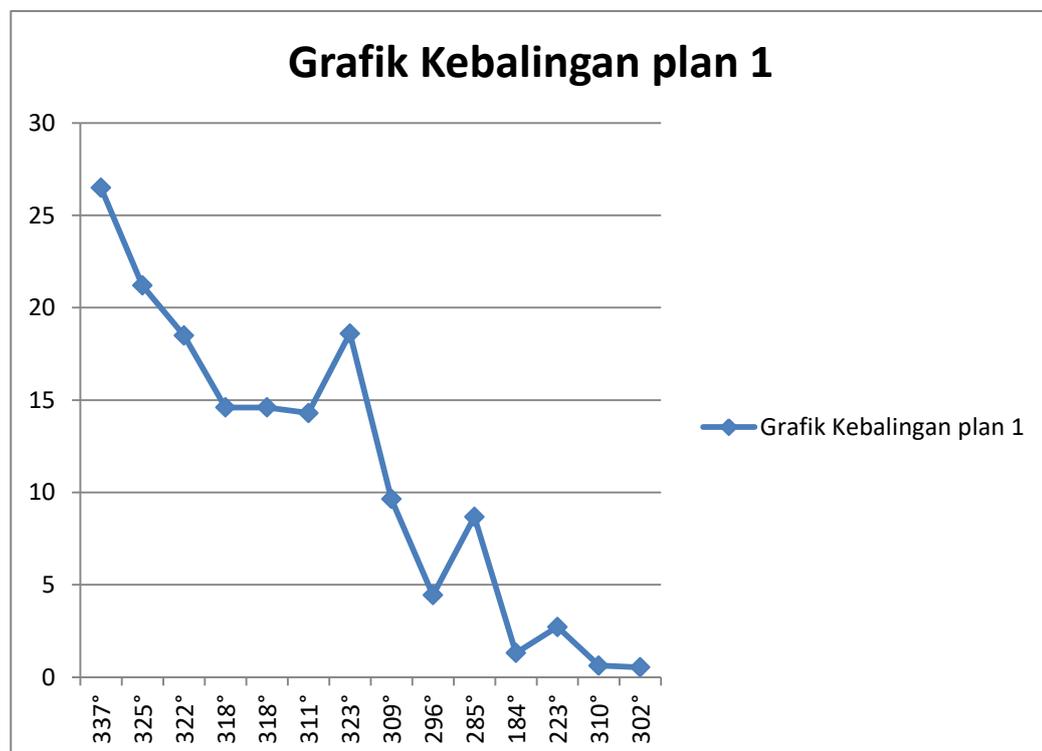


Gambar 4.28 Rotor Wheel Telah Selesai Di perbaiki.

Hasil dari pengujian plan satu.

Tabel 4.3 Hasil balancing plan 1

No	Kebalingan	Sudut
1	26,5 gram	337°
2	21,2 gram	325°
3	18,5 gram	322°
4	14,6 gram	318°
5	14,6 gram	318°
6	14,3 gram	311°
7	18,6 gram	323°
8	9,64 gram	309°
9	4,44 gram	296°
10	8,68 gram	285°
11	1,31 gram	184°
12	2,72 gram	223°
13	0,628 gram	310°
14	0,536 mg	302°



Gambar 4.29 Grafik kebalangan pada plan 1.

Hasil balancing pada plan 2

Tabel 4.4 Hasil balancing plan 2

No	Kebalingan	Sudut
1	19,5 gram	198°
2	26,7 gram	177°
3	9,19 gram	183°
4	13,9 gram	170°
5	3,43 gram	181°
6	7,72 gram	148°
7	4,93 gram	170°
8	5,14 gram	169°
9	5,62 gram	148°
10	4,37 gram	93°
11	3,07 gram	80°
12	1,15 gram	63°
13	1,59 gram	100°
14	0,843 mg	91°



Gambar 4.30 Grafik kebalangan pada plan 2

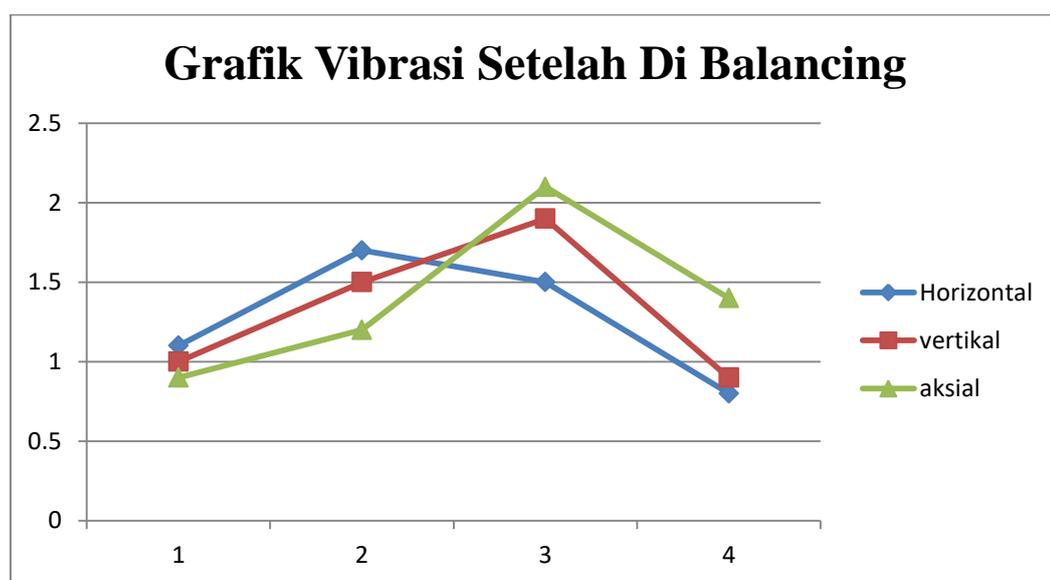
Setelah selesai di balancing rotor wheel dibawa ke pabrik untuk di pasang pada turbin dan turbin di jalankan dan dilakukan tes run dan turbin siap di jalankan dan vibrasi sesuai yang di inginkan.



Gambar 4.31 Pemasangan rotor wheel pada turbin

Tabel 4.5 Vibrasi setelah rotator wheel telah di balancing

1			2			3			4		
H	V	A	H	V	A	H	V	A	H	V	A
Mm/se c											
1,1	1,0	0,9	1,7	1,5	1,2	1,5	1,9	2,1	0,8	0,9	1,4



Gambar 4.32 Grafik vibrasi turbin setelah rotor wheel di perbaki

Pada grafik diatas telah melakukan perbaikan pada rotor wheel mendapatkan hasil vibrasi yaitu mendapat hasil yang bagus yang tertinggi hanyalah 2,1 yaitu pada bagian 3 pada arah aksial.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.

1. Dari inspeksi yang dilakukan terdapat kerusakan pada bagian wheel sudah mengalami kerusakan, lubang fastener sudah tipis dan haus, pada blade sudah mengalami kerusakan, dan pada area karbong dan bering juga sudah rusak.
2. Dampak yang terjadi ketika rotor wheel sudah rusak yaitu mengalami vibrasi yang tinggi.
3. Dan yang dilakukan untuk perbaikan rotor wheel yaitu melakukan metal spray dan balancing.

5.2 Saran.

Untuk menghindari atau minimalisasi terjadi korosi pada rotor wheel turbin uap yang harus dilakukan :

1. Selalu menjaga Ph air dan menghindari terjadinya steam basah pada turbin.
2. Melakukan pemeriksaan kemurnian uap, misalnya dengan mengacu pada ASTM D1066-1997 (Reapproved 2001) *Standard Practice for sampling steam*.
3. Melakukan perawatan berkala secara kimia atau mekanik agar permukaan terhindar terbentuknya deposit yang tidak diinginkan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Area, U. M. (2021). *GENERATOR PADA PABRIK KELAPA SAWIT SKRIPSI OLEH: IRFAN HADI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MEDAN AREA MEDAN SKRIPSI* Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area IRFAN HADI FAKULTAS TEKNIK MEDAN.
- Energi, L. B., Negara, P. L., Sawit, P. K., & Sawit, P. K. (n.d.). *BABI*.
- F .F. Prasojo. (2022). *TUGAS SARJANA ANALISA PENGARUH TURBIN HEAT RATE TERHADAP EFISIENSI TURBIN di PKS KAPASITAS 40 TON/JAM*.
- Ihlas, A. (2016). *ANALISIS KERUSAKAN PADA ROTOR TURBIN UAP KAPASITAS 3191 KW FAILURE ANALYSIS*. 57–64.
- Pambudi, R. D. W. I. (2021). *Penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap*.
- Sibarani. A. I. (2019). Identifikasi Keandalan Turbin Uap Berdasarkan. *Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara Medan*,1–152.
<https://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/16067/130401099.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sidiq, M. F. (2002). Electrochemical process. *Metal Finishing*, 100(2), 123.
[https://doi.org/10.1016/s0026-0576\(02\)80201-x](https://doi.org/10.1016/s0026-0576(02)80201-x)
- Umurani, K., Siregar, A. M., & Al-Amin, S. (2020). Pengaruh Jumlah Sudu Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tipe Whirlpool Terhadap Kinerja. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 3(2), 103–111.
<https://doi.org/10.30596/rmme.v3i2.5272>
- Utomo, B. (2009). *Jenis korosi dan penanggulangannya*. 6(2), 138–141.
- Wahyudi, B. (2019). *Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sebagai Sarjana Teknik Universitas Medan Area Oleh : UNIVERSITAS MEDAN AREA* Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh

Gelar Sebagai Sarjana Teknik Universitas Medan Area.

Area, U. M. (2021). *GENERATOR PADA PABRIK KELAPA SAWIT SKRIPSI OLEH : IRFAN HADI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MEDAN AREA MEDAN SKRIPSI Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area IRFAN HADI FAKULTAS TEKNIK MEDAN.*

Energi, L. B., Negara, P. L., Sawit, P. K., & Sawit, P. K. (n.d.). *BAB I.*

F .F. Prasajo. (2022). *TUGAS SARJANA ANALISA PENGARUH TURBIN HEAT RATE TERHADAP EFISIENSI TURBIN di PKS KAPASITAS 40 TON/JAM.*

Ihlas, A. (2016). *ANALISIS KERUSAKAN PADA ROTOR TURBIN UAP KAPASITAS 3191 KW FAILURE ANALYSIS. 57–64.*

Pambudi, R. D. W. I. (2021). *Penyebab rusaknya sudu jalan pada turbin uap.*

Sibarani. A. I. (2019). Identifikasi Keandalan Turbin Uap Berdasarkan. *Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara Medan,1–152.*

<https://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/16067/130401099.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sidiq, M. F. (2002). Electrochemical process. *Metal Finishing, 100(2), 123.*
[https://doi.org/10.1016/s0026-0576\(02\)80201-x](https://doi.org/10.1016/s0026-0576(02)80201-x)

Umurani, K., Siregar, A. M., & Al-Amin, S. (2020). Pengaruh Jumlah Sudu Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tipe Whirlpool Terhadap Kinerja. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi, 3(2), 103–111.*
<https://doi.org/10.30596/rmme.v3i2.5272>

Utomo, B. (2009). *Jenis korosi dan penanggulangannya. 6(2), 138–141.*

Wahyudi, B. (2019). *Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sebagai Sarjana Teknik Universitas Medan Area Oleh : UNIVERSITAS MEDAN AREA Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sebagai Sarjana Teknik Universitas Medan Area.*



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [f umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [i umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [t umsumedan](https://www.tiktok.com/umsumedan) [y umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 40/11.3AU/UMSU-07/F/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 9 Januari 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : FAJAR HABIB HIDAYAT
Npm : 1907230091
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : 7 (tujuh)
Judul Tugas Akhir : ANALISA KERUSAKAN PADA ROTOR WHEEL TURBIN UAP
Pembimbing : CHANDRA A SIREGAR ST. MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 13 Jumadil Akhir 1444 H
9 Januari 2023 M



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



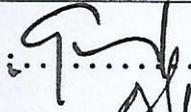
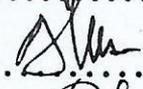
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2022 – 2023**

Peserta seminar

Nama : Fajar Habib Hidayat

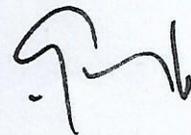
NPM : 1907230091

Judul Tugas Akhir : Analisa Kerusakan Pada Rotor Wheel Turbin Uap

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Chandra A Siregar, ST, MT		 
Pemanding – I : Sudirman Lubis, ST, MT		 
Pemanding – II : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT		 
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1907230606	Muham Purunggan	
2	1907230199	AMRIZAL RAMADHAN	
3	1907230135	MUZ AKSIR	
4	1907230074	Ricky Tobu Firdaus H	
5	1907230085	Abdul Salim Hasibuan	
6	1907230160	ISMAIL ZUNAWDI	
7			
8			
9			
10			

Medan, 12 Shafar 1445 H
28 Agustus 2023 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Fajar Habib Hidayat
NPM : 1907230091
Judul Tugas Akhir : Analisa Kerusakan Pada Rotor Wheel Turbin Uap

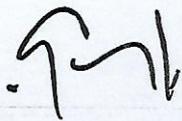
Dosen Pembanding – I : Sudirman Lubis, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Chandra A Siregar, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 - Perbaiki data kerusakan
 - Perbaiki daya akhir mesin
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan, 12 Shafar 1445 H
28 Agustus 2023 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I



Sudirman Lubis, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Fajar Habib Hidayat
NPM : 1907230091
Judul Tugas Akhir : Analisa Kerusakan Pada Rotor Wheel Turbin Uap

Dosen Pembanding – I : Sudirman Lubis, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Chandra A Siregar, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

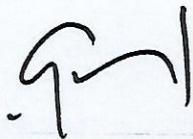
.....
- Tambah detail pada bab 4 kesimpulan.
.....
yg ~~ke-2~~ tugas ke-2 buat dokumentasinya
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan, 12 Shafar 1445 H
28 Agustus 2023 M

1a) Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II



Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT



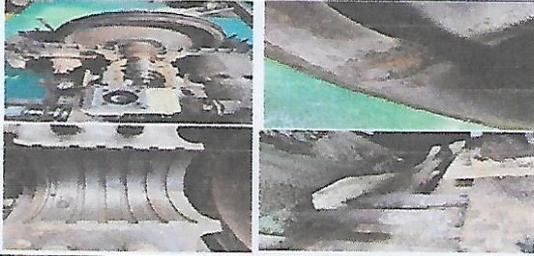
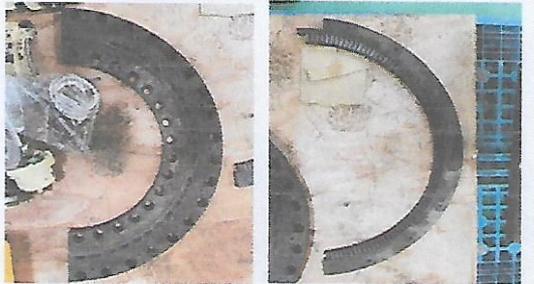
SUMMARY OF INSPECTION REPORT

JOB NO : EM/308/SNK/VII/22	PART NAME : Turbin No 1 & Steam Chest
CUSTOMER : Leidong West Mill	S/N :
PLANT :	RATING POWER :
EQUIPMENT : Turbin No 1 & Steam Chest	P/N : N/A
MODEL/TYPE : DRESSERRAND	QUANTITY : 1

INTRODUCTION

Dari hasil pengukuran di beberapa titik shaft (Pinion gear) yang dilakukan oleh team workshop PT. Adibrata Unggul Jaya, Diperoleh data :

DESCRIPTION

1		Dari hasil Inspeksi yang dilakukan : - Aus pada Housing Carbon Ring area Steam dan Exhaust End - terdapat kerusakan atau cacat pada casing turbin - terdapat kerusakan/kebocoran pada pipa drain
2		Dari hasil Inspeksi yang dilakukan : - Fastener pada Nozzle Ring Sudah korosi - Fastener pada Steam chest sudah rusak - Fastener & Spacer guide ring sudah korosi
3		Dari hasil Inspeksi yang dilakukan : - Terdapat kerusakan pada Blade First Row
4		Dari hasil Inspeksi yang dilakukan: - Terdapat kerusakan pada area Carbon Ring, Steam end & Exhaust End
5		Dari hasil Inspeksi yang dilakukan: - Wheel sudah korosif
6		Dari hasil Inspeksi yang dilakukan: - Nozzle Ring sudah tampak korosif - Guide Ring sudah tampak korosif



Pada lubang fastener sudah tipis dan aus

Dari hasil Inspeksi pada turbin no. 1 Dressrand yang dilakukan di PT. Adibrata Unggul Jaya, Direkomendasikan:

Tambahan Part dan Pekerjaan Turbine ledong West

- Ball bearing 339,334,305 3 pcs
- Fastener Guide Ring 9 pcs
- Fastener Nozzle Ring 34 pcs
- Fastener Steam Chest 8 pcs
- Stop Pin 10 pcs
- Rekondisi Drat Pipa Drain 2 Area
- Rekondisi Drat Pipa Sentinel Valve 1 Area
- Coupling HS 1 set
- Ganti Adjusting Spring Hand Trip
- Pergantian atau Fabrikasi Shaft (New) 1 pcs
- Fabrikasi First Row Blade (new)
- Fabrikasi Wheel (new) 1 pcs
- Sandblasting
- Balancing

Demikian laporan ini kami perbuat dengan sebenar - benarnya, atas perhatian dan kerja sama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,



PT. Adibrata Unggul Jaya
Jl. Patriot No. 66, Kel. Sunggal
Kec. Medan Sunggal, Medan 20127
Tel: 061.8475493
Fax: 061.8469301

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

ANALISA KERUSAKAN PADA ROTOR WHEEL TURBIN UAP

Nama : FAjar Habib Hidayat
NPM : 1907230091

Dosen Pembimbing 1 : Chandra A. Siregar, S.T., M.T

	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	18/1-2023	perbaiki format	f
2	24/1-2023	rintal literatur Bab 2	f
3	28/1-2023	perbaiki bab 3	f
4	31/2-2023	ACC sempro	f
5.	16/3-2023	Perbaiki hasil penelitian	f
6.	24/6-2023	ACC semkes	f
	27/6-2023	perbaiki kesimpulan	f
	30/8-2023	ACC sidang	f

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Fajar Habib Hidayat
Tempat, Tanggal Lahir : Medan 26 September 2001
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Alamat : Jl. Mangan VI LK XV Mabar
No. Telp/ HP : 085361706920
Email : fajarhbib@gmail.com

Pendidikan Formal

Tahun 2008-2013 : SDS Alwashliyah 29 Martubung
Tahun 2013-2016 : SMP Negeri 25 Medan
Tahun 2016-2019 : SMK Negeri 5 Medan
Tahun 2019-2023 : Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara