



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**STUDI KASUS *DEFECT HELICAL GEAR* PADA
GEARBOX UNIT A COOLING TOWER UNIT 4
MENGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE*
ANALYSIS DI PT XYZ**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh:
Chesta Adabi Putra Rachmat
NIM. 2202311099

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JUNI, 2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**STUDI KASUS *DEFECT HELICAL GEAR* PADA
GEARBOX UNIT A COOLING TOWER UNIT 4
MENGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE ANALYSIS*
DI PT XYZ**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Chesta Adabi Putra Rachmat
NIM.2202311099**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JUNI, 2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

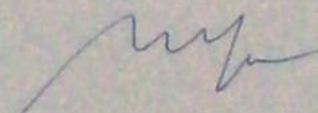
STUDI KASUS DEFECT HELICAL GEAR PADA GEARBOX UNIT A COOLING TOWER UNIT 4 MENGGUNAKAN METODE ROOT CAUSE ANALYSIS DI PT XYZ

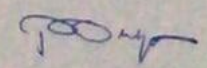
Oleh:
Chesta Adabi Putra Rachmat
NIM. 2202311099
Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing :

Pembimbing
Tugas Akhir

Kepala Program Studi Diploma III
Teknik Mesin
Politeknik Negeri Jakarta


Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T
NIP. 197312282008121001


Budi Yuwono, S.T.
NIP. 196306191990031002



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

STUDI KASUS DEFECT HELICAL GEAR PADA GEARBOX UNIT A COOLING TOWER UNIT 4 MENGGUNAKAN METODE ROOT CAUSE ANALYSIS DI PT XYZ

Oleh:

Chesta Adabi Putra Rachmat

NIM. 2202311099

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Diploma III Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 17 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Diaata Mustofa Kamal, ST., M.T. NIP.197312282008121001	Ketua		25/7-25
2.	Fajar Mulyana, S.T., M.T NIP.197805222011011003	Anggota		22/07/2025
3.	Andy Permana Rusdja, S.ST., M.T. NIP.199302222024061001	Anggota		22/07/2025

Depok, 17 Juli 2025

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eny U. Muslimin, S.T., M.T., IWE
NIP. 197707142008121005



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Chesta Adabi Putra Rachmat

NIM : 2202311099

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 17 Juli 2025

**POLITEK
NEGERI
JAKARTA**



Chesta Adabi Putra Rachmat
NIM. 2202311099



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

STUDI KASUS *DEFECT HELICAL GEAR* PADA *GEARBOX UNIT A COOLING TOWER UNIT 4* MENGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE ANALYSIS* DI PT XYZ

Chesta Adabi Putra Rachmat¹⁾, Dianta Mustofa Kamal¹⁾

¹⁾ Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus Baru UI, Beji, Kukusan, Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16424

Email : @chesta.adabi.putra.rachmat.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini membahas kasus kerusakan pada *gearbox Cooling Tower Unit A* yang ditandai dengan pecahnya komponen *helical gear*. Kerusakan tersebut menyebabkan unit *gearbox* tidak dapat lagi berfungsi secara normal dan harus diganti secara keseluruhan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab utama kerusakan dengan menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) berbasis *fishbone diagram*. Selain itu, dilakukan juga pengukuran dan perbandingan nilai getaran menggunakan alat VibXpert II untuk menganalisis perubahan kondisi mesin sebelum dan sesudah perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab utama kerusakan berasal dari tiga faktor dominan, yaitu kelalaian tenaga kerja (*man*), tidak adanya penerapan prosedur kerja yang baku (*method*), serta tingginya getaran mesin yang tidak dimonitor secara berkala (*machine*). Sementara itu, dari sisi material dan pelumas tidak ditemukan penyimpangan. Data getaran menunjukkan bahwa nilai vibrasi telah melebihi batas aman, namun tidak ditindaklanjuti secara cepat. Dengan adanya analisis ini, diharapkan perusahaan dapat meningkatkan sistem pemantauan kondisi, perbaikan SOP, serta pelatihan teknis untuk mencegah kerusakan serupa di masa mendatang.

Kata Kunci : *Helical Gear, Gearbox, Cooling Tower, Root Cause Analysis, Getaran, Fishbone Diagram, VibXpert II.*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

STUDI KASUS *DEFECT HELICAL GEAR* PADA *GEARBOX* UNIT A *COOLING TOWER* UNIT 4 MENGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE ANALYSIS* DI PT XYZ

Chesta Adabi Putra Rachmat¹⁾, Dianta Mustofa Kamal¹⁾

¹⁾ Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus Baru UI, Beji, Kukusan, Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16424

Email : @chesta.adabi.putra.rachmat.tm22@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRACT

This study discusses a failure case involving the gearbox of Cooling Tower Unit A, marked by the fracture of its helical gear component. The damage rendered the gearbox inoperable and required a complete replacement. The objective of this research is to identify the root cause of the failure using the Root Cause Analysis (RCA) method, based on a fishbone diagram. Additionally, vibration data was collected using VibXpert II to compare the machine's condition before and after the failure. The findings reveal that the primary causes of the failure are attributed to three main factors: operator negligence (man), the absence of standardized operating procedures (method), and excessive machine vibration without regular monitoring (machine). No issues were found regarding material or lubrication. Vibration data indicated that values had exceeded acceptable limits, yet no immediate action was taken. Through this analysis, it is expected that the company will improve its condition monitoring system, enhance technical procedures, and implement regular training to prevent similar failures in the future.

Keywords : *Helical Gear, Gearbox, Cooling Tower, Root Cause Analysis, Vibration, Fishbone Diagram, VibXpert II.*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Allah Swt, karena atas berkat rahmat, karunia, serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Studi Kasus *Defect Helical Gear* Pada *Gearbox Unit A Cooling Tower Unit 4* Menggunakan Metode *Root Cause Analysis*” Di PT XYZ” dengan baik dan tepat waktu. Laporan ini merupakan persyaratan kelulusan untuk setiap mahasiswa Diploma III Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah mendukung dan membantu penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, di antaranya kepada :

1. Kedua orang tua, adik, serta keluarga penulis yang tiada hentinya mendoakan penulis, serta memberikan semangat dan dukungan tiada henti untuk penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T. IWE selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
3. Bapak Budi Yuwono, S.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
4. Bapak Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang memberikan arahan dan masukan serta membimbing penulis untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Seto Tjahyono, S.T., M.T. selaku dosen pengajar kelas *maintenance* yang memberikan arahan dan masukan kepada seluruh mahasiswa *maintenance* untuk tidak pernah menyerah mengejar mimpi dan cita-cita.
6. Bapak Fairuz Noor Manager Maintenance yang menerima penulis untuk mengikuti kegiatan magang selama 3 bulan di PT XYZ.
7. Bapak Muhammad Rayhan Hidayat Tadjri Jr. Engineer I Rotating Equipment yang membantu penulis untuk memberikan data yang dibutuhkan untuk tugas akhir penulis dan membimbing penulis dalam pelaksanaan praktik kerja lapangan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

8. Bapak Qiva Chandra Mahaputera Meizon Yusmar Jr. Engineer II Cost & Sch selaku pembimbing industri pada saat melaksanakan praktik kerja lapangan.
9. Bapak Utep, Bapak Yopi, Bapak Yana, Bapak Ana Sujana dan rekan-rekan mentor lapangan penulis dalam melaksanakan praktik kerja lapangan di PT XYZ.
10. Ibu Ani dan Bapak Ana yang memberikan kost dengan fasilitas terbaik kepada penulis selama berkegiatan praktik kerja lapangan di PT XYZ.
11. Muhammad Riadh Mukti Mubarak sahabat perjuangan penulis selama berkuliah 3 tahun dan canda tawa yang diberikan kepada penulis.
12. Agus Rizki Subakti dan Sulthon Raffi Asshidiq teman seperjuangan penulis dalam melaksanakan praktik kerja lapangan di PT XYZ.
13. Teman-teman *maintenance* kelas C yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, kepada mereka semua penulis sangat mengucapkan terima kasih atas perjuangan bersama-sama dari awal masuk semester 3 sampai sekarang yang mensupport dan membantu satu sama lain.
14. Muhammad Rizky Andriansyah, Reevaldhy D'Sany, Mochamad Dafa Aswangga Saputra sahabat penulis dari sekolah dasar sampai sekarang yang selalu support dan memberikan dukungan kepada penulis.
15. Seluruh Teknik Mesin dan Manufaktur angkatan 2022 (M22), terima kasih sudah selalu solid dan bersatu sama lain untuk membentuk tali silaturahmi, kekeluargaan, dan arti solidaritas.
16. Teman-teman praktik kerja lapangan pada PT XYZ, yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu tidak mengurangi rasa terima kasih penulis kepada mereka.
17. Ibu-Ibu nasi goreng katek yang sangat menghibur dan menjadi tempat makan langganan untuk penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini. Akhir kata, penulis berharap laporan ini



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dapat bermanfaat bagi pembaca dan lebih khusus untuk penulis dan dapat dijadikan referensi bagi pembaca.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Cooling Tower</i>	6
2.1.1 Komponen Pada Cooling Tower	7
2.1.2 Prinsip Kerja Cooling Tower.....	11
2.2 <i>Gearbox</i>	12
2.2.1 Spesifikasi Gearbox	13
2.2.2 Komponen – Komponen Gearbox	13
2.2.3 Prinsip Kerja Gearbox Cooling Tower.....	17



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.3 Helical Gear	17
2.3.1 Karakteristik Helical Gear.....	18
2.4 Jenis Kerusakan Pada Helical Gear.....	20
2.4.1 Keausan	20
2.4.2 Pitting	22
2.4.3 Patah Gigi.....	23
2.5 Getaran	23
2.5.1 Karakteristik Getaran.....	24
2.6 Amplitudo.....	25
2.7 Root Cause Analysis	27
2.8 Fishbone Diagram	28
BAB III METODOLOGI PEMBAHASAN.....	29
3.1 Diagram Alir.....	29
3.2 Penjelasan Diagram Alir	29
3.2.1 Identifikasi Masalah	30
3.2.2 Observasi.....	30
3.2.3 Pengumpulan Data	30
3.2.4 Analisis Data	30
3.2.5 Menentukan Solusi.....	30
3.3 Metode Pemecahan Masalah.....	31
BAB IV HASIL PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Observasi	32
4.1.1 Kenaikan Vibrasi	32
4.1.2 Melakukan Wawancara Dengan Engineer Di PT XYZ.....	33
4.1.3 Parameter Data Vibrasi.....	34



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.4 Visual Defect Helical Gear.....	35
4.2 Melakukan Investigasi Awal	36
4.3 Hasil Analisa	37
4.4 Hasil Analisa Berdasarkan Fishbone Diagram.....	44
4.5 Perbandingan Getaran Gearbox Cooling Tower	45
4.5.1 Perbandingan Diagram Getaran	46
4.6 Rekomendasi Perbaikan	51
BAB V KESIMPULAN	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN.....	58

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cooling Tower PLTP PT XYZ	6
Gambar 2. 2 Rangka / <i>Casing</i>	7
Gambar 2. 3 Motor Listrik	8
Gambar 2. 4 <i>Gearbox</i>	8
Gambar 2. 5 <i>Fan</i> / Kipas	9
Gambar 2. 6 <i>Nozel</i>	9
Gambar 2. 7 Basin	10
Gambar 2. 8 <i>Drive Shaft</i>	10
Gambar 2. 9 <i>Fill Material</i>	11
Gambar 2. 10 <i>Drift Eliminators</i>	11
Gambar 2. 11 Prinsip Kerja Cooling Tower	11
Gambar 2. 12 Gearbox Pada Cooling Tower	13
Gambar 2. 13 Tappered Roller Bearing	14
Gambar 2. 14 Spiral Bevel Gear	15
Gambar 2. 15 Helical Gear	15
Gambar 2. 16 Fan Shaft	16
Gambar 2. 17 Pinion Shaft	16
Gambar 2. 18 Seal	16
Gambar 2. 19 Casing atau Housing	17
Gambar 2. 20 Helical Gear	18
Gambar 2. 21 Sudut Heliks Helical Gear	18
Gambar 2. 22 Ilustrasi Sudut Heliks	19
Gambar 2. 23 Outside Circle	19
Gambar 2. 24 Pitch Circle	20
Gambar 2. 25 Abrasive Wear	20
Gambar 2. 26 Gambar A. Dua Bagian, B. Tiga Bagian	21
Gambar 2. 27 Proses Perpindahan Logam karena Adhesive Wear	21
Gambar 2. 28 Flow Wear	22
Gambar 2. 29 Fatigue wear yang retak di bagian dalam	22
Gambar 2. 30 Pitting	23
Gambar 2. 31 Alir Amplitudo	26
Gambar 2. 31 Standar ISO 10816-3	27
Gambar 2. 32 Fishbone Diagram Sumber	28
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 4. 1 Kenaikan Vibrasi	32
Gambar 4. 2 Parameter Data Vibrasi	34
Gambar 4. 3 Defect Helical Gear	36
Gambar 4. 4 Fishbone Diagram	38
Gambar 4. 5 Hasil Rangkaian Faktor Man	39
Gambar 4. 6 Hasil Rangkaian Faktor Machine	41
Gambar 4. 7 Hasil Rangkaian Faktor Method	43
Gambar 4.8 Hasil Rangkaian Faktor Material	44
Gambar 4. 9 Hasil Diagram Sebelum Pergantian	45
Gambar 4. 10 Hasil Diagram Sesudah Pergantian	45



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Gearbox Cooling Tower.....	13
Tabel 4.1 Wawancara Dengan Teknisi Di PT XYZ	33
Tabel 4. 2 Investigasi Kejadian	36
Tabel 4. 3 Hasil Wawancara Faktor Man	38
Tabel 4. 4 Hasil Wawancara Faktor Machine.....	40
Tabel 4. 5 Hasil Wawancara Faktor Method	41
Tabel 4. 6 Hasil Wawancara Faktor Material	43
Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Gearbox Cell A	45
Tabel 4. 9 Hasil Nilai Alarm ISO 10816-3 Gearbox.....	45



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal Maintenace dan Inspeksi berdasarkan OEM	58
Lampiran 2. Jadwal maintenance bulanan di PT XYZ dalam waktu periode satu tahun.	59
Lampiran 3. Penggantian Gearbox Cell A	60
Lampiran 4. Pemeriksaan Komponen Gearbox Cell A.....	60
Lampiran 5. Proses cek fan blade, fanstack	61
Lampiran 6. Tip Clearance, Motor Alignment, Gearbox Alignment, Fan Pitch Angle Cell A Unit 4.....	63
Lampiran 7. Gearbox Set	65
Lampiran 8. Data Koresponden.....	65
Lampiran 9. Spesifikasi Oli Pelumas Masri RG 220	67

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) adalah salah satu pembangkit listrik yang memanfaatkan panas dari dalam bumi sebagai sumber energi utama. Uap panas dari dalam perut bumi disuplai melalui sumur produksi, kemudian dialirkan melalui sistem transmisi uap. Jika terdapat uap yang berlebih di dalam steam receiver, maka uap tersebut akan dibuang melalui vent structure. Selanjutnya, dari steam header, uap akan dialirkan ke separator yang berfungsi untuk memisahkan uap dengan air (Kusuma Gerry et al., 2018).

Cooling Tower adalah penukar panas khusus yang mempertemukan udara dan air secara langsung untuk menurunkan suhu air. Saat hal ini terjadi, sejumlah kecil air menguap, sehingga menurunkan suhu air yang bersirkulasi melalui *tower*/menara (SPX Cooling Technologies, 2025). *Gearbox* adalah komponen kunci dalam sistem ini, yang umum digunakan dalam industri dan mesin. *Gearbox* mentransfer daya ke bagian mesin lain, menciptakan rotasi atau pergerakan. Umumnya, *gearbox* mengubah daya dari motor yang berputar untuk menggerakkan spindel mesin atau melakukan *feeding* (Ikhsan & Jannifar, 2018).

Gearbox merupakan suatu komponen dari suatu mesin yang terdiri dari rumah untuk roda gigi (*gear*). Komponen ini harus memiliki konstruksi yang tepat agar dapat menempatkan poros-poros roda gigi pada sumbu yang benar sehingga gigi dapat berputar dengan baik dengan sedikit mungkin gesekan yang terjadi (Ikhsan & Jannifar, 2018). Di dalam komponen gearbox, terdapat sejumlah komponen utama yang menjadi kunci penggerak dan saling bekerja, seperti roda gigi (*gear*), poros (*shaft*), bantalan (*bearing*), dan rumah gearbox (*housing*) (Wang, S. Y., & Meesap, C., 2018). Dari semua komponen tersebut, terdapat roda gigi yang menjadi bahan penelitian penulis yaitu *helical gear*. Jenis gear ini memiliki perpindahan tenaga yang lebih halus dan tingkat kebisingan yang rendah dibandingkan jenis gear lainnya.

Menurut (Lupea et al., 2024) *helical gear* juga tetap berpotensi mengalami resiko kerusakan akibat beban berlebih, pelumasan yang buruk, kelelahan material,



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

atau mengalami cacat. Kerusakan ini seperti *pitting* dan *adhesive wear*. Jika dibiarkan, *defect* ini akan berkembang menjadi kerusakan serius yang menyebabkan penghentian operasi, kerugian produksi, dan biaya perbaikan tinggi.

Kerusakan tersebut apabila tidak terdeteksi sejak awal dapat berkembang menjadi kerusakan besar yang menyebabkan penghentian operasi serta kerugian biaya perbaikan dan produksi (Pandey, D. K., & Lim, H. C. 2020). Salah satu penyebab *pitting* dan keausan dini adalah adanya korosi yang tidak terdeteksi, terutama dalam lingkungan industri dengan kelembaban tinggi atau bahan kimia agresif (Shekari, E., & John's Newfoundland, S., 2017). Pada penelitian ini memfokuskan pada identifikasi penyebab utama kerusakan (*defect*) pada *helical gear* yang terdapat pada *gearbox unit / cell A* di *cooling tower unit 4*, melalui pendekatan *root cause analysis* menggunakan diagram *fishbone* serta pertanyaan dengan operator. *Fishbone* diagram membantu memetakan sumber masalah dari sudut, seperti faktor *man, machine, method, material, measurement, environment*. Untuk menguraikan penyebab *defect* dengan sistematis berdasarkan pertanyaan (Sitompul, M. A., 2024.)

Selain itu, analisis getaran juga menjadi salah satu teknik pemantauan kondisi yang umum diterapkan di industri sebagai upaya deteksi dini terhadap kerusakan pada komponen berputar. Getaran yang tidak normal bisa menjadi indikasi awal adanya ketidakseimbangan, misalignment, keausan bearing atau kerusakan *gear* (Riyanto, A., 2015.). Dalam sistem monitoring modern, penggunaan sensor accelerometer telah diimplementasikan sebagai bagian dari sistem safety emergency, karena dapat memberikan data real-time terhadap getaran dan kondisi operasi pompa dan gear (Naufaldi, M. R., 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Dengan latar belakang diatas, ada juga rumusan masalah yang akan menjadi pembahasan pada penelitian ini, berikut rumusan masalahnya :

1. Apa penyebab utama kerusakan *helical gear* pada *gearbox* unit A?
2. Apa penyebab vibrasi berlebihan yang menyebabkan kerusakan pada *helical gear*?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Bagaimana tingkat getaran pada *gearbox cell A* di *cooling tower* Unit 4 yang terjadi sebelum dan sesudah proses pergantian *helical gear*?
4. Rekomendasi perbaikan apa yang dapat dilakukan untuk menghindari kerusakan di masa mendatang?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini, untuk menghindari meluasnya pembahasan masalah, berikut adalah batasan masalah pada bagian tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Penelitian hanya fokus pada *defect* yang terjadi pada *helical gear* di *gearbox unit A*, tidak melibatkan komponen lain seperti *bearing*, poros, *coupling*.
2. Metode analisis yang digunakan adalah *root cause analyst* berbasis *fishbone diagram*.
3. Penelitian ini tidak membahas perhitungan umur sisa komponen, numerik, modifikasi desain, dan tidak melibatkan metode kuantitatif.
4. Data yang digunakan bersumber dari vibration analysis dan hasil observasi bersama *engineer* di PT XYZ.
5. Penelitian ini tidak menggunakan data berupa hasil uji laboratorium terhadap oli pelumas, analisis struktur material *gear*, dokumentasi lengkap dari proses pemasangan awal gearbox, maupun riwayat pemeliharaan preventif secara detail sebelum kejadian trip terjadi.
6. Penelitian ini tidak membahas aspek biaya kerusakan, perhitungan kerugian akibat *downtime*, serta analisis finansial tidak termasuk dalam ruang lingkup pembahasan.

1.4 Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini penulis mempunyai tujuan yang akan dibahas, berikut adalah tujuan penelitiannya :

1. Mengidentifikasi jenis kerusakan (*defect*) yang terjadi pada *helical gear* di *gearbox unit A*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Menganalisis penyebab utama terjadinya kerusakan menggunakan metode *root cause analysis*.
3. Memberikan rekomendasi perbaikan untuk mencegah kerusakan (*defect*)

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut adalah manfaat penelitian terkait kerusakan (*defect*) pada *helical gear gearbox unit A* :

1. Memberikan gambar nyata mengenai penyebab kerusakan (*defect*) pada *helical gear gearbox unit A* di *cooling tower unit 4*.
2. Menjadi acuan dalam proses pencegahan kerusakan melalui *root cause analysis*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir “Studi Kasus *Defect Helical Gear* Pada *Gearbox Unit A Cooling Tower Unit 4* Menggunakan Metode *Root Cause Analysis* Di PT XYZ” adalah sebagai berikut :

1. BAB 1 Pendahuluan

Pada bab pertama laporan tugas akhir ini menguraikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir.

2. BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bab kedua menyajikan teori-teori dari referensi yang mendukung penelitian penulis, seperti penjelasan mengenai *cooling tower*, *gearbox*, jenis dan karakteristik *helical gear*, jenis kerusakan *gear*, serta metode *root cause analysis*.

3. BAB III Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan langkah-langkah atau metode yang digunakan untuk analisis kerusakan *helical gear*, yaitu diagram alir penulisan serta metode penelitian untuk memecahkan akar masalah.

4. BAB IV Hasil dan Pembahasan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bab ini berisi hasil terkait kerusakan pada *helical gear*, hasil analisis akar penyebab, *fishbone* diagram, serta pembahasan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kerusakan.

5. BAB V Kesimpulan dan Saran

Pada bab terakhir berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, serta saran yang diberikan untuk mengatasi masalah yang berkaitan dan kelemahan yang ada.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil observasi, wawancara teknis, analisis vibrasi, serta penggunaan metode *root cause analysis* melalui pendekatan *fishbone diagram*, maka dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Kerusakan utama (*defect*) yang terjadi pada komponen *gearbox* cell A *cooling tower* unit 4 adalah retaknya *helical gear* yang menyebabkan sistem transmisi daya terganggu secara total. Komponen tersebut dinyatakan tidak layak digunakan kembali, sehingga dilakukan penggantian seluruh *gearbox* set.
2. Penyebab utama kerusakan berasal dari nilai getaran yang meningkat secara tiba-tiba, dengan catatan sebelumnya getaran sudah masuk zona merah namun tidak ditindaklanjuti secara cepat.
3. Berdasarkan analisis *fishbone*, terdapat 3 faktor dominan yang berkontribusi terhadap kerusakan, yaitu:
 - Faktor *Man* : tidak ada tindak lanjut dari operator saat alarm aktif, komunikasi antar tim tidak berjalan optimal, serta tidak adanya pelatihan teknis yang memadai.
 - Faktor *Method* : tidak diterapkannya SOP dalam pembongkaran / pemasangan *gearbox*, kurangnya inspeksi visual berkala, dan lemahnya *condition monitoring*.
 - Faktor *Machine* : *helical gear* mengalami kerusakan serius akibat beban dan getaran yang *abnormal* atau tinggi, yang mengharuskan mengganti seluruh komponen pada *gearbox*.
4. Dari perbandingan nilai getaran sebelum dan sesudah pergantian *helical gear* menggunakan *vibxpert II*, terbukti bahwa tindakan penggantian memberikan hasil signifikan. Nilai getaran turun drastis dan kembali masuk dalam kategori aman sesuai standar ISO 10816-3.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diuraikan, maka beberapa saran berikut dapat dijadikan acuan untuk meningkatkan keandalan sistem gearbox dan mencegah kerusakan serupa di masa mendatang:

1. Tingkatkan kepekaan dan kecepatan respon operator terhadap alarm getaran dengan cara membangun sistem pelaporan yang cepat, terutama saat shift malam.
2. Lakukan inspeksi visual dan monitoring berkala pada gearbox dengan bantuan alat seperti vibxpert II agar kondisi aktual mesin dapat terpantau dengan baik.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Wang, S. Y., & Meesap, C. (2018). Investigation on Mesh and Sideband Vibrations of Helical Planetary Ring Gear Using Structure, Excitation and Deformation Symmetries. *Chinese Journal of Mechanical Engineering (English Edition)*, 31(1). <https://doi.org/10.1186/s10033-018-0300-z>.
- [2]. Vieira, F. G., Scari, A. S., Magalhães Júnior, P. A. A., Martins, J. S. R., & Magalhães, C. A. (2019). Analysis of stresses in a tapered roller bearing using three-dimensional photoelasticity and stereolithography. *Materials*, 12(20). <https://doi.org/10.3390/ma12203427>
- [3]. TJOND Gear. (2023). *Three Kinds of Gear Failure Forms and Prevention Measures*. <https://id.tjondgear.com/news/three-kinds-of-gear-failure-forms-and-preventi-64483424.html>
- [4]. SPX Cooling Technologies. (2025). *Cooling Towers*.
- [5]. Sitompul, M. A. (2024). Implementasi Metode Root Cause Analysis (RCA) untuk Mengendalikan Reject Produk NP Project di PT. XYZ. *Journal of Manufacturing in Industrial Engineering & Technology*, 3(2), 83–92. <https://doi.org/10.30651/mine-tech.v3i2.24157>
- [6]. Shekari, E., & John's Newfoundland, S. (2017). *Risk-Based Evaluation of Pitting Corrosion in Process Facilities*.
- [7]. Sende Athalia, & S Rahmat. (2020). *PERANCANGAN COOLING TOWER SEDERHANA BERBASIS INVERTER DENGAN BAHAN ISIAN KAYU URU*.
- [8]. Riyanto A. (2015). *Analisa Pengaruh Jumlah Sudu Impeler Terhadap Getaran pada Pompa Sentrifugal*. <https://eprints.ums.ac.id/23991/>
- [9]. Rishi, S., Kenlinliju, R., & Lakshmi Sankar, M. S. (2020). DESIGN AND DEVELOPMENT OF INTEGRATED MUDGUARD FLAP FOR TWO WHEELERS. *India. 2 R.Kenlinliju, Mechanical Engineering. Sathyabama Institute of Science and Technology, 600119. www.irjet.net*
- [10]. Randhawa Bobby. (2023). PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MEDAN AREA MEDAN 2024.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analisa Kerusakan Gearbox Pada Mesin Rotary Dryer Di PT. Perkebunan Nusantara IV Kebun Pabatu.

- [11]. Putra, L. A. (2017). *ANALISA KERUSAKAN POMPA SENTRIFUGAL P-011C DI PT. SULFINDO ADIUSAHA DENGAN MENGGUNAKAN TRANSDUCER GETARAN ACCELEROMETER.*
- [12]. Pandey, D. K., & Lim, H. C. (2020). Pinion failure analysis of a helical reduction gearbox in a kraft process. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/APP10082935>
- [13]. Naufaldi, M. R. (2023). *IMPLEMENTASI SENSOR ACCELEROMETER UNTUK SAFETY EMERGENCY SYSTEM POMPA SENTRIFUGAL PADA SISTEM MONITORING BERBASIS IoT.*
<https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/12571/>
- [14]. Mursyid M, Mangkurat Brandon, & Andriawan Aris. (2020). *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Air Laut (Pelampung Kapasitas 100 Watt.* 2(1), 2527–6336.
- [15]. Muhammad A. (2020). *MENGIDENTIFIKASI MASALAH MEKANIS DAN KERUSAKAN GEARBOX MESIN INDUK PADA KAPAL TUNDA SEI DELI II PT PELINDO 1(PERSERO) CABANG DUMAI.*
<http://repository.unimar-amni.ac.id/id/eprint/2411>
- [16]. Lupea, I., Lupea, M., & Coroian, A. (2024). Helical Gearbox Defect Detection with Machine Learning Using Regular Mesh Components and Sidebands. *Sensors*, 24(11). <https://doi.org/10.3390/s24113337>
- [17]. Lucas, M., Martínez, P. J., & Viedma, A. (2012). Experimental determination of drift loss from a cooling tower with different drift eliminators using the chemical balance method. *International Journal of Refrigeration*, 35(6), 1779–1788. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2012.04.005>
- [18]. Kusuma Gerry, Mangindaan Glanny, & Pakiding Marthinus. (2018). Analisa Efisiensi Thermal Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Lahendong Unit 5 Dan 6 Di Tompasso, Jurnal Teknik Elektro dan Komputer vol 7 no 2, 2018,. *Jurnal Teknik*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ElektroDanKomputer, <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/view/19614>

- [19]. Korka, Z., Gillich, N., & Korka, Z.-I. (2017). *Modal Analysis of Helical Gear Pairs with Various Ratios and Helix Angles*.
<https://www.researchgate.net/publication/322926900>
- [20]. Ikhsan, K., & Jannifar, A. (2018). *RANCANG BANGUN ALAT SIMULATOR GEARBOX UNTUK PENGUJIAN KINERJA MINYAK PELUMAS*.
- [21]. Doggett, A. M. (2005). Root Cause Analysis: A Framework for Tool Selection. *QualityManagementJournal*, 12(4), 34–45.
<https://doi.org/10.1080/10686967.2005.11919269>
- [22]. Dhamayanthie, I., & Mulyani, Y. (2023). THE EFFECT OF TEMPERATURE AND WATER CONDUCTIVITY IN HOT BASIN TOWARD EFFECTIVENESS OF COOLING TOWER ON UTILITY UNIT PT. X. *Journal of Green Science and Technology*, 7(1).
- [23]. Chen, S., Liu, Z., He, X., Zou, D., & Zhou, D. (2024). Multi-mode fault diagnosis datasets of gearbox under variable working conditions. *Data in Brief*, 54. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.110453>
- [24]. Chavarrea, J. M. M., Granizo, J. A., Dávila, E. S. H., & Guevara, M. E. A. (2023). CALCULATION OF ABRASIVE WEAR SPEED IN STRAIGHT AND HELICAL GEARS WITH EVOLVING PROFILE, USING A MATLAB GUI. *Ingenius*, 2023(29), 32–45.
<https://doi.org/10.17163/ings.n29.2023.03>
- [25]. Brentwood Industries. (2025). *How Nozzles Work Within a Cooling Tower System*. <https://www.brentwoodindustries.com/resources/learning-center/cooling-tower/how-nozzles-work-within-a-cooling-tower-system/>
- [26]. Boston Gear. (2005). *Gear handbook: The design, manufacture, and application of gears*. Boston Gear.
- [27]. Bayu Oktavianto, A., Tamjidillah, M., & Studi Teknik Mesin, P. (2020). *ANALISIS KEGAGALAN OPERASI COOLING TOWER FAN UNIT 2B PLTU ASAM ASAM*. 2. <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/rot>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [28]. Aristriyana, J. R. A. I. D. U. R. I. A. G. A. U. E., & Jig |, M. T. (2022). *ANALISIS PENYEBAB KECACATAN PRODUK DENGAN METODE FISHBONE DIAGRAM DAN FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS (FMEA) PADA PERUSAHAAN ELANG MAS SINDANG KASIH CIAMIS* (Vol. 4, Issue 2).
- [29]. Andika Deta, & Pramono Agus. (2016). Analisis kegagalan pada gearbox motor grader dengan metode Root Cause Analysis. *Jurnal Teknik ITS*, 5.
- [30]. Amalia, A. N. (2018). *ANALISIS PENGARUH PERLAKUAN PANAS HARDENING DENGAN VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN, WAKTU TAHAN, DAN MEDIA PENDINGIN PADA PENINGKATAN KEKERASAN BAJA AISI 1045 PADA KOMPONEN AXLE SHAFT*.
- [31]. Aiyub, S., Ghufuran Habibi, M., Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Jurusan Teknik Elektro, P., & Negeri Lhokseumawe, P. (2022). STUDI EFISIENSI SISTEM REDUCTION GEAR PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS. In *Jurnal Teknologi* (Vol. 22, Issue 2).
- [32]. Rahman, A. M. (2022). Analisis Kinerja Cooling Tower Menggunakan Metode Range Dan Approach Di Pltu Asam-Asam. *Jtam Rotary*, 129 - 140.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan karya ilmiah, penerbitan laporan, penerbitan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal Maintenance dan Inspeksi berdasarkan OEM

Inspection and Maintenance Schedule

General Recommendations

More frequent inspection and maintenance may be desirable.

	Fan	Motor	Drive Shaft and Guards	Gearreducer	Drift Eliminators	Fill	Cold Water Basin	Hot Water System	Water Make-up System	Suction Screen	Control Valves or Gates	Structural Members	Casing and Louvers	Fan Cylinder	Stairs, Ladders, Walkway, Doors, Handrails	Davits, Derricks, Hoists
1. Inspect for clogging	D	D	D	D		M	M	W	W							
2. Check for unusual noise or vibration	S	S	S	S												
3. Inspect keys, keyways, and set screws				S												
4. Make sure vents are open				S												
5. Lubricate (grease)		R								S						
6. Check oil seals				M												
7. Check operating oil level				D												
8. Check static oil level				M												
9. Check oil for water and sludge				M												
10. Change oil				S												
11. Check fan blade tip clearance	S															
12. Check water level								D	D							
13. Check for leakage				W				S	S	S						
14. Inspect general condition	S	S	S	S	Y	S	Y	S	Y	S	S	Y	S	S	S	S
15. Tighten loose bolts	S	S	S	S							Y	R	S			
16. Clean	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R						
17. Repaint	R	R	R	R												
18. Rebalance	R		R													
19. Completely open and close										S						
20. Inspect/repair for safe use	Y	Y												Y		
21. Inspect and repair before each use																R

D—Daily; W—Weekly; M—Monthly; Q—Quarterly; S—Semi-annually; Y—Yearly; R—As Required

Maintenance Service	Monthly	Semi-annually	Seasonal Startup or Annually
Geareducer Drive:			
Inspect and tighten all fasteners including oil plug		x	x
Check for and repair oil leaks	x	x	x
Check oil level	x	R	x
Change oil		R	R
Make sure vent is open		x	x
Check driveshaft or coupling alignment			x
Inspect and tighten driveshaft or coupling fasteners			x
Check driveshaft or coupling bushing / flex elements for unusual wear			x
Lube Lines (if equipped)			
Check for oil leaks in hoses and fittings	x	R	x



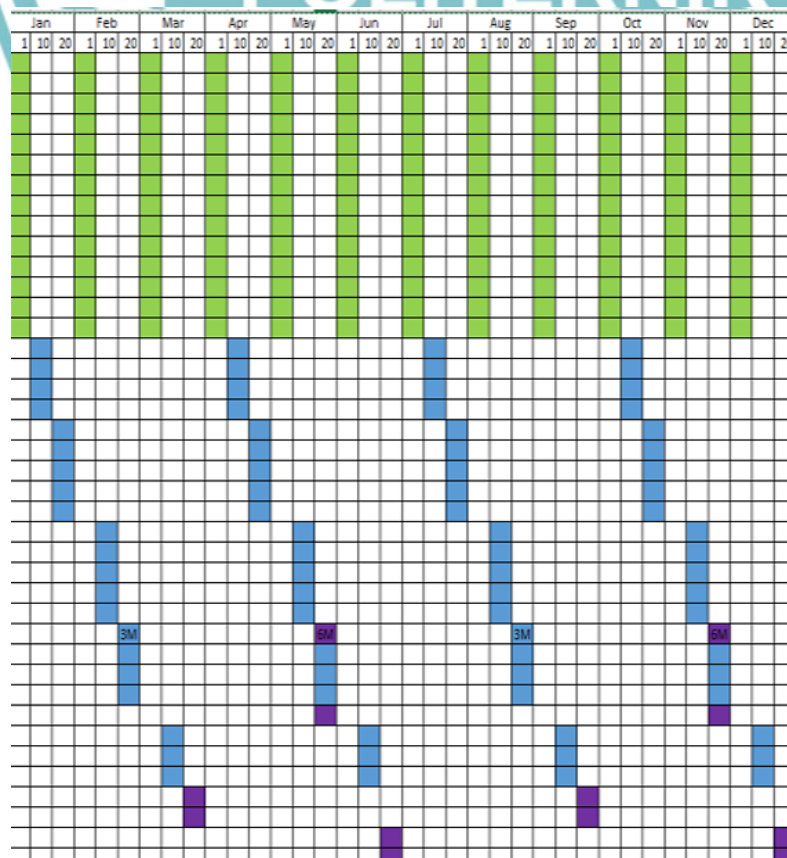
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Jadwal *maintenance* bulanan di PT XYZ dalam waktu periode satu tahun.

MainPlant	Sort field	MaintenancePlan	Strategy	MainItem	MainItem text	Functional Loc	Equipment	Sched StartDate
EO02	KM2	1000044183	PTBM	56943	ROUTINE CTF B UNIT 5	KMU-HILIR-UNITS-PAD	KMU5PAD02AN002/00	01/01/2021
EO02	KM2	1000044184	PTBM	56944	ROUTINE CTF C UNIT 5	KMU-HILIR-UNITS-PAD	KMU5PAD03AN003/00	01/01/2021
EO02	KM2	1000044284	PTBM	57064	ROUTINE HOTWELL PUMP A UNIT 4	KMU-HILIR-UNT4-PA	KMU4PAC01AP001/00	01/01/2021
EO02	KM2	1000044285	PTBM	57065	ROUTINE HOTWELL PUMP B UNIT 4	KMU-HILIR-UNT4-PA	KMU4PAC02AP002/00	01/01/2021
EO02	KM2	1000044288	PTBM	57068	ROUTINE HOTWELL PUMP A UNIT 5	KMU-HILIR-UNITS-PAC	KMU5PAC01AP001/00	01/01/2021
EO02	KM2	1000044289	PTBM	57069	ROUTINE HOTWELL PUMP B UNIT 5	KMU-HILIR-UNITS-PAC	KMU5PAC02AP002/00	01/01/2021
EO02	KM2	1000044306	PTBM	57087	ROUTINE STEAM TURBINE UNIT 4	KMU-HILIR-UNT4-MA	KMU4MAC01/00	01/01/2021
EO02	KM2	1000044308	PTBM	57089	ROUTINE CTF A UNIT 4	KMU-HILIR-UNT4-PA	KMU4PAC12AC001/00	01/01/2021
EO02	KM2	1000044309	PTBM	57090	ROUTINE CTF B UNIT 4	KMU-HILIR-UNT4-PA	KMU4PAC12AC002/00	01/01/2021
EO02	KM2	1000044310	PTBM	57091	ROUTINE CTF C UNIT 4	KMU-HILIR-UNT4-PA	KMU4PAC12AC003/00	01/01/2021
EO02	KM2	1000044311	PTBM	57092	ROUTINE CTF D UNIT 4	KMU-HILIR-UNT4-PA	KMU4PAC12AC004/00	01/01/2021
EO02	KM2	1000044313	PTBM	57094	ROUTINE STEAM TURBINE UNIT 5	KMU-HILIR-UNITS-MAC	KMU5MAC01/00	01/01/2021
EO02	KM2	1000044315	PTBM	57096	ROUTINE CTF A UNIT 5	KMU-HILIR-UNITS-PAD	KMU5PAD01AN001/00	01/01/2021
EO02	KM2	1000044319	PTBM	57100	ROUTINE CTF C UNIT 4	KMU-HILIR-UNT4-PA	KMU4PAC12AC003/00	01/01/2021
EO02	KM2	1000044286	PTBM	57066	ROUTINE COWP UNIT 4	KMU-HILIR-UNT4-PH		01/10/2021
EO02	KM2	1000044287	PTBM	57067	ROUTINE AIR COMPRESSOR UNIT 4	KMU-HILIR-UNT4-QEA		01/10/2021
EO02	KM2	1000044307	PTBM	57088	ROUTINE LRVP UNIT 4	KMU-HILIR-UNT4-MAJ		01/10/2021
EO02	KM2	1000044312	PTBM	57093	ROUTINE ACWP UNIT 4	KMU-HILIR-UNT4-PC		01/10/2021
EO02	KM2	1000045381	PTBM	58304	STEAM TURBINE UNIT 4 OIL SAMPLING	KMU-HILIR-UNT4-MA	KMU4MAC01/00	01/20/2021
EO02	KM2	1000045381	PTBM	58305	LRVP A/B UNIT 4 OIL SAMPLING	KMU-HILIR-UNT4-MAJ		01/20/2021
EO02	KM2	1000045381	PTBM	58306	CTF A UNIT 4 OIL SAMPLING	KMU-HILIR-UNT4-PA	KMU4PAC12AC001/00	01/20/2021
EO02	KM2	1000045381	PTBM	58307	CTF B UNIT 4 OIL SAMPLING	KMU-HILIR-UNT4-PA	KMU4PAC12AC002/00	01/20/2021
EO02	KM2	1000045381	PTBM	58308	CTF D UNIT 4 OIL SAMPLING	KMU-HILIR-UNT4-PA	KMU4PAC12AC004/00	01/20/2021
EO02	KM2	1000044290	PTBM	57070	ROUTINE AIR COMPRESSOR UNIT 5	KMU-HILIR-UNITS-QEA	KMU5QEA01AN001/00	02/10/2021
EO02	KM2	1000044314	PTBM	57095	ROUTINE LRVP UNIT 5	KMU-HILIR-UNITS-MAJ	KMU5MAJ61AP001/00	02/10/2021
EO02	KM2	1000044316	PTBM	57097	ROUTINE ACWP UNIT 5	KMU-HILIR-UNITS-PCB	KMU5PCCB1AP001/00	02/10/2021
EO02	KM2	1000044317	PTBM	57098	ROUTINE MOP UNIT 5	KMU-HILIR-UNITS-MAV	KMU5MAV21AP002/00	02/10/2021
EO02	KM2	1000044318	PTBM	57099	ROUTINE COP UNIT 5	KMU-HILIR-UNITS-MAX		02/10/2021
EO02	KM2	1000045382	PTBM	58309	STEAM TURBINE UNIT 5 OIL SAMPLING	KMU-HILIR-UNITS-MAC	KMU5MAC01/00	02/20/2021
EO02	KM2	1000045382	PTBM	58310	CTF A UNIT 5 OIL SAMPLING	KMU-HILIR-UNITS-PAD	KMU5PAD01AN001/00	02/20/2021
EO02	KM2	1000045382	PTBM	58311	CTF B UNIT 5 OIL SAMPLING		KMU5PAD01AN002/00	02/20/2021
EO02	KM2	1000045382	PTBM	58312	CTF C UNIT 5 OIL SAMPLING		KMU5PAD01AN003/00	02/20/2021
EO02	KM2	1000045382	PTBM	58313	COP A/B UNIT 5 OIL SAMPLING	KMU-HILIR-UNITS-MAX	KMU5MAX21AP001/00	05/20/2021
EO02	KM2	1000044293	PTBM	57073	ROUTINE VERSA PUMP	KMU-UMUM-FSUM-LCB		03/10/2021
EO02	KM2	1000044294	PTBM	57074	ROUTINE EBARA PUMP	KMU-HILIR-UNITS-LCB		03/10/2021
EO02	KM2	1000044295	PTBM	57075	ROUTINE RUMPHUMPEN PUMP	KMU-UMUM-FSUM-LCB		03/10/2021
EO02	KM2	1000046593	PTBM	60903	ROUTINE CDU UNIT 5	KMU-HILIR-UNITS-SAA		03/20/2021
EO02	KM2	1000046594	PTBM	60904	ROUTINE AHU UNIT 5	KMU-HILIR-UNITS-SAA		03/20/2021
EO02	KM2	1000046591	PTBM	60901	ROUTINE HVAC COMPRESSOR UNIT 4	KMU-HILIR-UNT4-USA		06/20/2021
EO02	KM2	1000046592	PTBM	60902	ROUTINE EVAPORATING UNIT 4	KMU-HILIR-UNT4-USA		06/20/2021





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3. Penggantian *Gearbox* Cell A



Lampiran 4. Pemeriksaan Komponen *Gearbox* Cell A





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5. Proses cek *fan blade*, *fanstack*

1. Pengecekan <i>alignment</i> atau kemiringan pada <i>drive shaft</i>	
2. <i>Re-Install Fan Blade</i>	



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Memeriksa sudut kipas *cooling tower* cell A

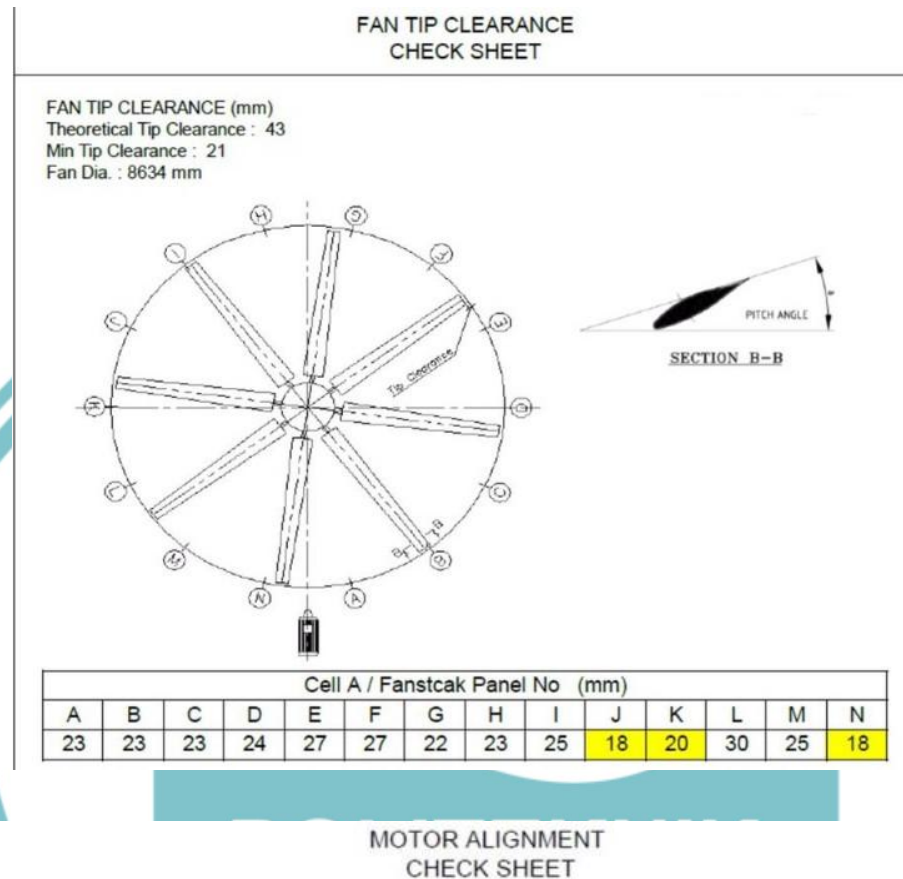




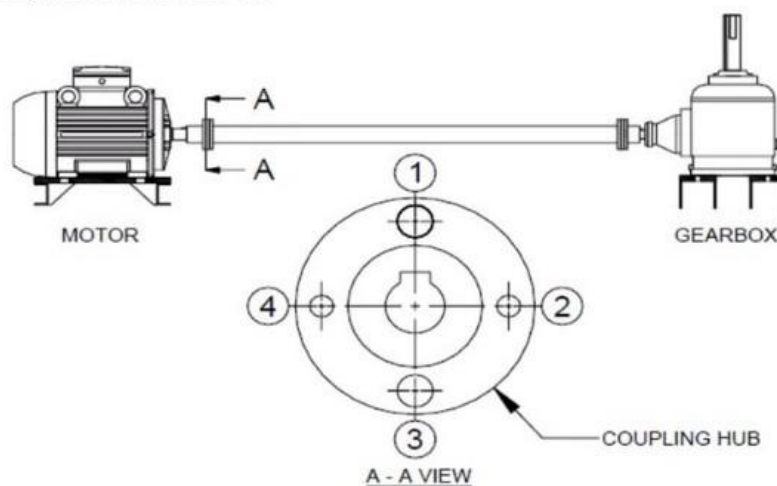
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6. *Tip Clearance, Motor Alignment, Gearbox Alignment, Fan Pitch Angle Cell A Unit 4*



DRIVESHAFT ANGULAR ALIGNMENT
 Axial alligment tolerance : 18.5 - 19,5
 Angular alligment tolerance : 0.51 mm



Note:

Cell	Check Point					REMARK
		1	2	3	4	
A	ANGULAR	0	-0,08	-0,11	-0,02	
	AXIAL	18,66	18,94	19,06	18,85	



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

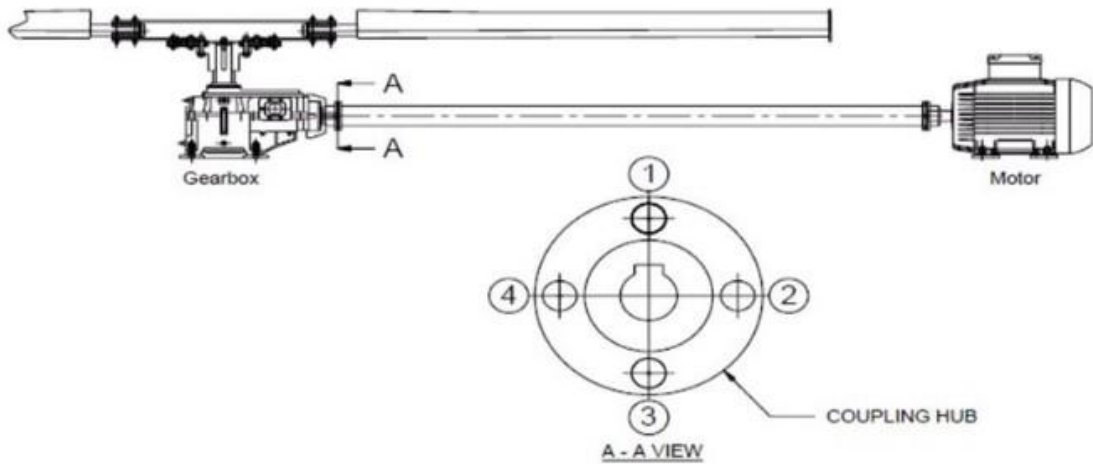
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

GEARBOX ALIGNMENT CHECK SHEET

DRIVESHAFT ANGULAR ALIGNMENT

Axial alligment tolerance : 18.5 - 19,5

Angular alligment tolerance : 0.51 mm



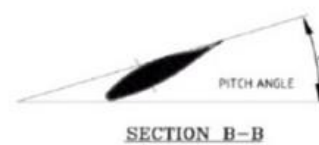
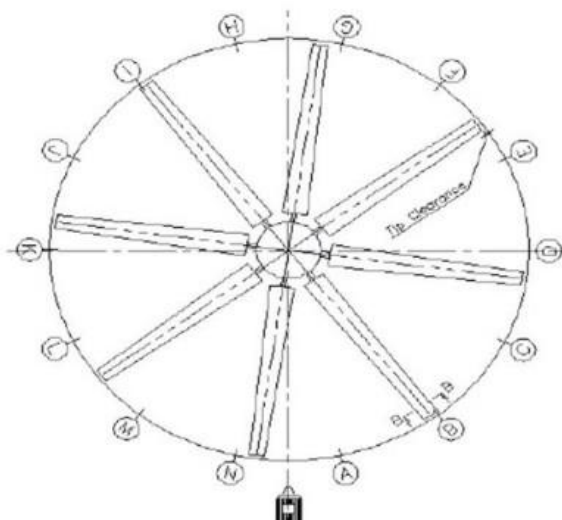
Note:

Cell	Check Point					REMARK
		1	2	3	4	
A	ANGULAR	0	-0,09	-0,12	-0,01	
	AXIAL	19.27	19.27	19.03	19.1	

FAN PITCH ANGLE CHECK SHEET

FAN PITCH ANGLE (deg) $\alpha = 21$

Acceptable Tolerance : ± 0.50





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 7. Gearbox Set

1 Complete Geareducer Assembly	400 Pinion Shaft Bearing Set
100 Spiral Bevel Gear Set	401 Tail, tapered roller bearing
101 Set of matched spiral bevel gears including integral pinion shaft with key	402 Head, tapered roller bearing
Gear ratios as follows:	410 Interstage Bearing Set
2.304 to 1 2.435 to 1 2.762 to 1	411 Lower, double row, tapered roller bearing. Matched assembly with cone spacer
3.158 to 1 3.167 to 1 3.944 to 1	412 Upper, double row, tapered roller bearing. Matched assembly with cup spacer
102 Oil slinger	420 Fan Shaft Bearing Set
103 Locknuts	421 Lower tapered roller bearing
104 Lockwasher	422 Upper tapered roller bearing
105 Pinion shaft key	500 Shim set
106 Interstage shaft key	501-502-503 Pinion shaft shims
108 Ring gear spacer (2.304 and 2.435 gear sets only)	504-505-506 Interstage shaft shims
200 Helical Gear Set	507-508-509 Fan shaft shims
201 Set of matched helical gears including interstage shaft and special key	600 Gasket Set
Gear ratios as follows:	602 Inspection cover gasket
4.18 to 1 4.70 to 1 5.00 to 1	603 Oil trough gasket
202 Top interstage bearing retainer disc	700 O-Rings Set.
203 Bottom interstage bearing retainer disc	702 Pinion cage O-ring, 9 1/4" ID x 10" OD x 1/4"
204 Place bolts and washers	703 Water slinger O-ring, 6 1/2" ID x 6 1/4" OD x 1/8"
205 Place bolts and washers	704 Interstage cap bolt O-rings, 1/2" ID x 5/8" OD x 1/4"
206 Place bolts and washers	701* Pinion shaft oil seal
300 Fan Shaft Assembly	705* Water slinger seal wear sleeve
301 Fan shaft	706* Fan shaft seal
302 Key	
303 Fan hub retainer	
304 Cap screw	
305 Locking plates	
306 Retainer ring	
307 Key	

Lampiran 8. Data Koresponden

Data Koresponden

Melakukan sesi wawancara untuk kepentingan data tugas akhir penulis, bersama engineer terkait di PT XYZ :

Nama : Muhammad Rayhan Hidayat Tadjri

Jabatan : *Jr. Engineer I Rotating Equipment*

Institusi : PT XYZ

Masa Kerja : Februari 2023 – Saat ini

1. Melakukan sesi wawancara dengan *engineer* di PT XYZ



No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apa yang menyebabkan vibrasi tinggi hingga terjadi <i>defect</i> pada <i>helical gear gearbox</i> ?	Kenaikan vibrasi ini disebabkan dari nilai tertinggi amplitudo pada <i>blade pass frequency</i> . Yang diakibatkan oleh <i>clearance</i> (jarak) yang terlalu kecil diantara <i>fan blade</i> dan <i>fanstack</i> .
2.	Apakah kenaikan vibrasi terjadi secara tiba-tiba atau bertahap sebelumnya?	Nilai vibrasi sebesar 10.31 mm/s naik secara tiba-tiba, karena nilai vibrasi sebelumnya juga sudah tinggi.
3.	Rekomendasi perawatan apa yang digunakan untuk menangani masalah tersebut?	Rekomendasi yang digunakan adalah <i>corrective maintenance</i>
4.	Apa yang operator lakukan jika mengetahui masalah tersebut?	Dilakukan perencanaan pengantian <i>gearbox</i> pairnya.

Jr. Engineer Rotating Equipment



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Pertanyaan untuk data *fishbone diagram*

• Faktor *Man*

Faktor <i>Man</i>			
No	Elemen Kompetensi <i>Man</i>	Ya	Tidak
1.	Apakah Operator mencatat angka kenaikan vibrasi sebelum kerusakan terjadi?	✓	
2.	Apakah ada Upaya pengendalian langsung saat alarm HH (10.31 mm/s) aktif?		✓
3.	Apakah tim sudah mendapatkan pelatihan khusus untuk mengenali gejala awal kerusakan gear?	✓	
4.	Apakah komunikasi antara tim operator dan teknisi berjalan efektif?		✓
5.	Apakah para teknisi mengikuti SOP dalam pembongkaran gearbox?		✓

Jr. Engineer Rotating Equipment

Muhammad Rayhan Hidayat Tadjri
NIP. 19020489

• Faktor *Method*

Faktor <i>Method</i>			
No	Elemen Kompetensi <i>Method</i>	Ya	Tidak
1.	Apakah pemasangan <i>helical gear</i> mengikuti SOP gearbox?	✓	
2.	Apakah mekanik di PT XYZ mengetahui SOP saat melakukan pembongkaran komponen dan pemasangan komponen gearbox?		✓
3.	Apakah ada pengawasan teknis saat pemasangan atau saat pergantian?	✓	
4.	Apakah inspeksi visual gear diterapkan secara berkala sebelum kejadian trip pada cell A?		✓
Preventive Maintenance			
No	Elemen Kompetensi Preventive Maintenance	Ya	Tidak
1.	Apakah telah tersedia jadwal pemeliharaan dari gearbox?	✓	
2.	Apakah teknisi memiliki kemampuan yang cukup dalam melakukan kegiatan <i>preventive maintenance</i> ?	✓	
Predictive Maintenance			
No	Elemen Kompetensi Predictive Maintenance	Ya	Tidak
1.	Apakah jadwal pengecekan vibrasi rutin dilakukan?	✓	
2.	Apakah setelah dilakukannya perbaikan pada <i>helical gear</i> dilakukan <i>monitoring</i> ?	✓	
Corrective Maintenance			
No	Elemen Kompetensi Corrective Maintenance	Ya	Tidak
1.	Apakah setiap terjadi kerusakan langsung dilakukan perbaikan?	✓	

Jr. Engineer Rotating Equipment



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

• Faktor *Material*

Faktor <i>Material</i>			
No	Elemen Kompetensi <i>Material</i>	Ya	Tidak
1.	Apakah oli pelumas yang digunakan sesuai spesifikasi dari pabrik?	✓	

Jr. Engineer Rotating Equipment

Muhammad Rayhan Hidayat Tadjri
NIP. 19020489

Lampiran 9. Spesifikasi Oli Pelumas Masri RG 220

TYPICAL CHARACTERISTICS									
Characteristics	Test Method	MASRI RG 68	MASRI RG 100	MASRI RG 150	MASRI RG 220	MASRI RG 320	MASRI RG 460	MASRI RG 680	MASRI RG 1000
ISO Viscosity Grade	-	68	100	150	220	320	460	680	1000
Density 15 °C, Kg/L	ASTM D - 4052	0.8829	0.8852	0.8892	0.8931	0.8967	0.9004	0.9009	0.9108
Kinematic Viscosity at 40 °C, cSt	ASTM D - 7279	69.70	100.2	150.4	220.3	320.4	453.6	678.4	1020
at 100 °C, cSt	ASTM D - 7279	8.909	11.22	14.69	18.95	24.32	30.52	41.92	59.87
Viscosity Index	ASTM D - 2270	101	97	97	96	97	97	103	115
ASTM colour	ASTM D - 1500	L 1.5	L 2.5	2.5	L 3.0	3.0	L 3.5	L 3.5	L 4.0
Flash Point, °C	ASTM D - 92	230	250	252	254	256	264	242	244
Pour Point, °C	ASTM D - 97	-9	-12	-12	-12	-12	-12	-9	-9

Sumber : <https://id.scribd.com/document/648588241/Masri-RG-220-320>