



© 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



**ANALISIS PENYEBAB VIBRASI PADA *OPEN*
CIRCULATING COOLING WATER PUMP 3B DI PLTU
XYZ DENGAN METODE RCFA**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Prasetyo Wibowo
NIM. 2202421002**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2026**



© 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



**ANALISIS PENYEBAB VIBRASI PADA *OPEN*
CIRCULATING COOLING WATER PUMP 3B DI PLTU
XYZ DENGAN METODE RCFA**

SKRIPSI

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan
Teknik Mesin

Oleh:

Prasetyo Wibowo

NIM. 2202421002

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2026**



© 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



“Skripsi ini kupersembahkan untuk perjuangan mu, ayah dan mamah.”



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
SKRIPSI**

**ANALISIS PENYEBAB VIBRASI PADA *OPEN CIRCULATING COOLING*
WATER PUMP 3B DI PLTU XYZ DENGAN METODE RCFA**

Oleh :

Prasetyo Wibowo

NIM. 2202421002

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Dr. Eng., Pribadi Mumpuni Adhi, S.Si, M.Eng.

NIP. 198901312019031009

Pembimbing 2

Adi Syuriadi, M.T.

NIP. 197611102008011011

Kepala Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T.

NIP. 196605191990031002



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
SKRIPSI

ANALISIS PENYEBAB VIBRASI PADA *OPEN CIRCULATING COOLING WATER*
***PUMP 3B* DI PLTU XYZ DENGAN METODE RCFA**

Oleh:

Prasetyo Wibowo

NIM. 2202421002

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 6 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Adi Syuriadi, M.T. NIP. 197611102008011011	Ketua		28/7 '26
2.	Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S.Pd., M.T NIP. 199403092019031013	Anggota 1		28/07
3.	Arifia Ekayuliana, S.T., M.T NIP. 199107212018032001	Anggota 2		21/07 '26

Depok, 6 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.

NIP. 197602252000121002



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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Prasetyo Wibowo

NIM : 2202421002

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 6 Juli 2026

Prasetyo Wibowo
NIM. 2202421002

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

ANALISIS PENYEBAB VIBRASI PADA *OPEN CIRCULATING COOLING WATER PUMP* 3B DI PLTU XYZ DENGAN METODE RCFA

Prasetyo Wibowo¹, Pribadi Mumpuni Adhi¹, Adi Syuriadi¹

¹)Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: prasetyo.wibowo.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRAK

Open Circulating Cooling Water Pump (OCCWP) merupakan peralatan utama pada sistem pendingin Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang berfungsi mensirkulasikan air laut menuju *heat exchanger*. Gangguan pada sistem motor dan pompa OCCWP dapat menyebabkan peningkatan vibrasi yang berdampak pada penurunan keandalan peralatan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab peningkatan vibrasi pada OCCWP Unit 3B di PLTU XYZ, menentukan akar penyebab menggunakan metode *Root Cause Failure Analysis* (RCFA), serta memberikan rekomendasi strategi pemeliharaan. Penelitian menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Data diperoleh melalui observasi lapangan, dokumentasi hasil inspeksi, pengukuran vibrasi, pemeriksaan *alignment*, dokumentasi overhaul, serta riwayat pemeliharaan. Analisis dilakukan menggunakan *Fishbone Diagram* dan *5 Why Analysis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan vibrasi dipengaruhi oleh faktor *Machine, Material, Measurement, Maintenance*, dan *Environment*. Akar penyebab utama adalah retakan pada shaft pompa yang mengakibatkan unbalance, sehingga meningkatkan vibrasi dan menyebabkan overheating pada bearing motor. Rekomendasi yang diberikan meliputi pemantauan kondisi melalui pengukuran vibrasi secara berkala, inspeksi komponen kritis, dan penerapan strategi pemeliharaan prediktif untuk meningkatkan keandalan OCCWP.

Kata kunci: OCCWP, vibrasi, *Root Cause Failure Analysis* (RCFA), *Fishbone Diagram*, *5 Why Analysis*.



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

ANALISIS PENYEBAB VIBRASI PADA *OPEN CIRCULATING COOLING WATER PUMP* 3B DI PLTU XYZ DENGAN METODE RCFA

Prasetyo Wibowo¹, Pribadi Mumpuni Adhi¹, Adi Syuriadi¹

¹)Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: prasetyo.wibowo.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRACT

The Open Circulating Cooling Water Pump (OCCWP) is a critical component of the cooling system in a coal-fired power plant, responsible for circulating seawater to the heat exchanger. Failures in the OCCWP motor and pump system can increase vibration levels, reducing equipment reliability and affecting plant operation. This study aims to identify the factors contributing to increased vibration in OCCWP Unit 3B at PLTU XYZ, determine the root cause using the Root Cause Failure Analysis (RCFA) method, and propose appropriate maintenance strategies. A descriptive qualitative approach with a case study method was employed. Data were collected through field observations, inspection reports, vibration measurements, alignment inspection results, overhaul documentation, and maintenance records. The analysis was conducted using the Fishbone Diagram and 5 Why Analysis. The results indicate that the increased vibration was influenced by the factors of Machine, Material, Measurement, Maintenance, and Environment. The primary root cause was identified as a cracked pump shaft, which caused rotational unbalance, resulting in excessive vibration and motor bearing overheating. The study recommends periodic vibration monitoring, routine inspection of critical components, and the implementation of predictive maintenance to improve the reliability of the OCCWP system.

Keywords: *OCCWP, vibration, Root Cause Failure Analysis (RCFA), Fishbone Diagram, 5 Why Analysis.*



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 kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Penyebab Vibrasi pada Open Circulating Cooling Water Pump (OCCWP) Unit 3B di PLTU XYZ Menggunakan Metode Root Cause Failure Analysis (RCFA)". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Dr. Eng. Pribadi Mumpuni Adhi, S.Si., M.Eng. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, serta masukan dengan penuh kesabaran selama penyusunan skripsi.
4. Bapak Adi Syuriadi, M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta saran yang sangat bermanfaat dalam penyusunan skripsi.
5. Bapak Sigit Dwi Permana, S.T. selaku Asisten Manajer Pemeliharaan Listrik PT PLN Indonesia Power UBP XYZ yang telah memberikan izin dan dukungan selama pelaksanaan penelitian.
6. Bapak Ardi Suryadinata dan Bapak Muhammad Nur Chamdani selaku *Team Leader* Pemeliharaan Listrik yang telah memberikan bimbingan serta membantu penulis selama proses pengambilan data penelitian.



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

7. Seluruh teknisi dan personel PT PLN Indonesia Power UBP XYZ yang telah membantu penulis dalam proses pengambilan data serta berbagi ilmu dan pengalaman selama penelitian berlangsung.
8. Seluruh dosen Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu dan wawasan selama masa perkuliahan.
9. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, motivasi, serta dukungan moril maupun materil kepada penulis.
10. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi serta semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan penelitian ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi referensi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang pemeliharaan dan keandalan peralatan pembangkit listrik.



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 SKRIPSI	iv
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	15
1.1. Latar Belakang Penelitian.....	15
1.2. Rumusan Masalah Penelitian.....	16
1.3. Pertanyaan Penelitian	17
1.4. Tujuan Penelitian.....	17
1.5. Manfaat Penelitian.....	18
1.6. Sistematika Penulisan Penelitian.....	19
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	21
2.1. Landasan Teori	21
2.1.1. Pembangkit Listrik Tenaga Uap	21
2.1.2. Sistem Pendingin Air Utama Terbuka	21
2.1.3. Siklus Sistem Pendingin Air Utama Terbuka	22
2.1.4. Motor Listrik Sebagai Penggerak Pompa	26
2.1.5. Sistem Pendinginan Motor Listrik	28
2.1.6. <i>Overheating</i> pada <i>bearing</i>	32
2.1.7. Sistem Pelumas <i>Grease</i> Pada <i>Bearing</i>	32
2.1.8. Misalignment	33
2.1.9. Aligment	35
2.1.10. Root Cause Failure Analysis.....	37
2.1.11. Fishbone Diagram.....	38
2.1.12. Five Why Analysis.....	40
2.2. Kajian Literatur	41
2.3. Kerangka Pemikiran	44



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 III METODE PENELITIAN	45
3.1. Jenis Penelitian	45
3.1.1. Diagram Alir Penelitian	47
3.2. Objek Penelitian	48
3.2.1. Motor OCCWP (<i>Open Circulating Cooling Water Pump</i>) 3B	48
3.2.2. Pompa OCCWP (<i>Open Circulating Cooling Water Pump</i>) 3B	50
3.3. Metode Pengambilan Sampel	52
3.4. Jenis Dan Sumber Data	53
3.4.1. Data Primer	53
3.4.2. Data Sekunder	54
3.5. Metode Pengumpulan Data	55
3.6. Metode Analisa Data	55
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	57
4.1. Hasil Penelitian	57
4.1.1. Histori Kerusakan OCCWP Unit 3B	57
4.1.2. Hasil Tren Vibrasi	58
4.1.3. Hasil Pengukuran Vibrasi Sebelum Perbaikan	60
4.1.4. Hasil Inspeksi Motor	61
4.1.5. Hasil <i>Alignment</i>	65
4.1.6. Hasil Inspeksi Pompa	67
4.1.7. Hasil Pengukuran Vibrasi Pasca Penggantian <i>Shaft</i>	69
4.2. Pembahasan Penelitian	70
4.2.1. Analisis <i>Fishbone Diagram</i>	70
4.2.2. Analisis Akar Penyebab Menggunakan 5 Why Analysis	73
4.2.3. Evaluasi Efektivitas Tindakan Perbaikan	75
4.2.4. Rekomendasi Strategi Pemeliharaan Berdasarkan Hasil RCFA	77
BAB V PENUTUP	80
5.1. Kesimpulan	80
5.2. Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	85



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 P&ID Sistem CWP dan OCCW(Sumber: https://id.scribd.com/presentation/442631773/Sistem-Pendingin-PLTU-pptx)...	22
Gambar 2.2 Electric Filter OCCWP 3B	24
Gambar 2.4 CCCW Heat exchanger unit 3B	26
Gambar 2.5 Standar Motor Shaft Setting Open Circulating Cooling Water Pump (OCCWP).....	36
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	47
Gambar 3.2 Motor OCCWP 3B CCCW	48
Gambar 3.3 Konstruksi Pompa Open Circulating Cooling Water Pump (OCCWP)	52
Gambar 4.1 Titik Pengukuran Vibrasi Pada Motor Dan Pompa	58
Gambar 4.2 Tren Vibrasi Pada Bearing 1 Motor OCCWP 3B Bulan Januari Sampai Oktober.....	59
Gambar 4.3 Tren Vibrasi Pada Bearing 2 Motor OCCWP 3B Bulan Januari Sampai Oktober.....	59
Gambar 4.4 Tren Vibrasi Pada Bearing 3 Pompa OCCWP 3B Bulan Januari Sampai Oktober.....	59
Gambar 4.4 Tren Vibrasi Pada Bearing 4 Pompa OCCWP 3B Bulan Januari Sampai Oktober.....	59
Gambar 4.5 Hasil Pengukuran Inside Housing Bearing Motor DE	62
Gambar 4.6 Retakan Pada Penutup Housing Bearing.....	62
Gambar 4.7 Adanya Penumpukan Material dan Bekas Gesekan Pada Permukaan Shaft	63
Gambar 4.8 Stopper Yang Terdapat Bekas Gesekan.....	64
Gambar 4.9 Kondisi Bearing NDE Motor OCCWP	65
Gambar 4.10 Hasil Pengukuran Alignment Motor dan Pompa.....	66



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 3.1 Spesifikasi Motor OCCW	49
Tabel 3.2 Spesifikasi Bearing Motor OCCW	50
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Vibrasi Sebelum Dilakukan Tindakan perbaikan.....	60
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Vibrasi Pasca Penggantian Shaft.....	69
Tabel 4.3 Perbandingan Vibrasi Sebelum dan Sesudah Penggantian Shaft	70
Tabel 4.3 Analisis 5 Why Penyebab Overheating Bearing DE Motor dan Tingginya Vibrasi OCCWP 3B	73



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 Penelitian

Pada industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), sistem pendingin merupakan salah satu sistem penunjang yang berperan penting dalam menjaga keandalan dan kontinuitas proses pembangkitan energi listrik. Salah satu peralatan utama pada sistem tersebut adalah Open Circulating Cooling Water Pump (OCCWP) yang berfungsi mensirkulasikan air laut menuju heat exchanger untuk menyerap panas dari sistem Closed Circulating Cooling Water (CCCW). Keandalan OCCWP sangat berpengaruh terhadap efektivitas sistem pendingin karena gangguan pada peralatan ini dapat menurunkan kinerja pendinginan dan mengganggu kontinuitas operasi pembangkit (Sianturi et al., 2021a).

Pada 5 November 2025, hasil running test OCCWP Unit 3B di PLTU Palabuhanratu menunjukkan adanya kondisi tidak normal pada bearing sisi Drive End (DE) motor, yaitu temperatur bearing meningkat hingga 72°C dalam waktu sekitar 50 menit operasi. Sebagai tindakan awal dilakukan penambahan grease untuk memperbaiki pelumasan bearing. Namun, temperatur bearing justru meningkat hingga 80°C. Selanjutnya, pada 6 November 2025 dilakukan inspeksi dan penggantian grease karena pelumas mengalami degradasi. Setelah tindakan tersebut dilakukan, temperatur bearing menurun hingga sekitar 60°C dan kembali mendekati kondisi normal.

Meskipun temperatur bearing telah kembali normal, inspeksi lanjutan pada 9 November 2025 saat motor beroperasi menemukan adanya kelonggaran (looseness) pada kopling antara motor dan pompa. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa permasalahan yang terjadi tidak hanya berkaitan dengan bearing, tetapi juga kemungkinan dipengaruhi oleh gangguan mekanis pada sistem motor dan pompa. Kondisi tersebut menunjukkan adanya indikasi peningkatan vibrasi sehingga diperlukan investigasi lebih lanjut untuk mengetahui penyebab utamanya.



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

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Root Cause Failure Analysis (RCFA). Menurut (R. Keith Mobley, 1999b), RCFA merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan berdasarkan bukti hasil investigasi. Dibandingkan dengan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) yang berfokus pada identifikasi potensi kegagalan serta Fault Tree Analysis (FTA) yang menganalisis hubungan logis antar penyebab, RCFA lebih sesuai digunakan untuk menginvestigasi kegagalan yang telah terjadi sehingga dapat menghasilkan rekomendasi perbaikan yang lebih efektif.

Dalam penerapannya, RCFA pada penelitian ini menggunakan *Fishbone* Diagram dan 5 *Why Analysis*. *Fishbone* Diagram berfungsi sebagai alat untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan kemungkinan faktor penyebab, sedangkan 5 *Why Analysis* digunakan untuk menelusuri hubungan sebab-akibat dari faktor tersebut hingga diperoleh *root cause*.

1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, ditemukan adanya peningkatan vibrasi yang disertai kenaikan temperatur *bearing* pada *Open Circulating Cooling Water Pump* (OCCWP) Unit 3B. Hasil investigasi menunjukkan adanya beberapa indikasi ketidaknormalan pada sistem motor dan pompa, seperti peningkatan tren vibrasi, *metal to metal contact*, ketidakseragaman *gap* kopling, serta retakan pada *shaft* pompa. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk mengidentifikasi hubungan sebab akibat yang mengarah pada terjadinya gangguan tersebut melalui pendekatan *Root Cause Failure Analysis* (RCFA).

Berdasarkan kondisi tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *overheating bearing* dan peningkatan vibrasi pada OCCWP Unit 3B berdasarkan pendekatan *Root Cause Failure Analysis* (RCFA).



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. Menganalisis akar penyebab (*root cause*) yang paling dominan terhadap terjadinya *overheating bearing* dan peningkatan vibrasi pada OCCWP Unit 3B menggunakan metode *Fishbone Diagram* dan *5 Why Analysis*.
3. Mengevaluasi efektivitas tindakan perbaikan (*corrective action*) berdasarkan hasil pengukuran vibrasi setelah penggantian *shaft* serta menyusun rekomendasi pemeliharaan untuk mencegah terulangnya permasalahan serupa.

1.3. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka pertanyaan penelitian disusun untuk memperjelas arah analisis dan pembahasan dalam penelitian ini. Adapun pertanyaan penelitian yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Apa saja faktor-faktor yang menyebabkan peningkatan vibrasi pada *Open Circulating Cooling Water Pump* (OCCWP) Unit 3B, dan bagaimana akar penyebab (*root cause*) permasalahan tersebut berdasarkan metode *Root Cause Failure Analysis* (RCFA)?
2. Bagaimana efektivitas tindakan perbaikan (*corrective action*) yang telah dilakukan berdasarkan hasil pengukuran vibrasi sebelum dan sesudah perbaikan pada *Open Circulating Cooling Water Pump* (OCCWP) Unit 3B?
3. Bagaimana rekomendasi strategi pemeliharaan yang dapat diterapkan untuk mencegah terulangnya permasalahan peningkatan vibrasi pada *Open Circulating Cooling Water Pump* (OCCWP) Unit 3B?

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan pertanyaan penelitian yang telah disusun, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab dan menentukan akar penyebab (*root cause*) peningkatan vibrasi pada *Open Circulating Cooling Water Pump* (OCCWP) Unit 3B menggunakan metode *Root Cause Failure Analysis* (RCFA).



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. Mengevaluasi efektivitas tindakan perbaikan (*corrective action*) berdasarkan hasil pengukuran vibrasi sebelum dan sesudah perbaikan pada *Open Circulating Cooling Water Pump* (OCCWP) Unit 3B.
3. Menyusun rekomendasi penerapan strategi pemeliharaan sebagai upaya pencegahan terulangnya permasalahan serupa pada OCCWP Unit 3B.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat bagi Mahasiswa

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa dalam mengaplikasikan teori yang diperoleh selama perkuliahan, khususnya pada bidang pemeliharaan mesin listrik, analisis vibrasi, keandalan peralatan berputar (*rotating equipment*), serta analisis akar penyebab kegagalan menggunakan metode *Root Cause Failure Analysis* (RCFA). Selain itu, penelitian ini dapat melatih kemampuan mahasiswa dalam melakukan analisis teknis secara sistematis, mengidentifikasi akar penyebab suatu kegagalan, serta menyusun rekomendasi pemeliharaan berdasarkan hasil analisis yang diperoleh.

2. Manfaat bagi Politeknik Negeri Jakarta

Bagi Politeknik Negeri Jakarta, penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu kontribusi akademik dalam pengembangan ilmu pengetahuan terapan, khususnya pada bidang pemeliharaan dan keandalan mesin listrik di industri pembangkitan tenaga listrik. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi mahasiswa maupun dosen dalam kegiatan pembelajaran, penelitian, serta pengembangan kerja sama antara institusi pendidikan vokasi dengan dunia industri.

3. Manfaat bagi Perusahaan

Bagi PLTU XYZ, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai faktor-faktor penyebab serta akar penyebab (*root cause*) terjadinya peningkatan vibrasi dan *overheating* pada *bearing motor*



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

OCCWP Unit 3B. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam penyusunan strategi pemeliharaan melalui penerapan *condition monitoring* dan *predictive maintenance* sebagai pelengkap *preventive maintenance* yang telah diterapkan, sehingga potensi kerusakan dapat dideteksi lebih dini, keandalan peralatan meningkat, risiko unplanned shutdown dapat diminimalkan, serta kontinuitas operasi pembangkit tetap terjaga.

1.6. Sistematika Penulisan Penelitian

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang penelitian, rumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan sebagai gambaran umum mengenai penelitian yang dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan teori dan kajian pustaka yang mendukung penelitian, meliputi pembahasan mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), sistem *Open Circulating Cooling Water Pump* (OCCWP), motor induksi, pompa sentrifugal, *bearing*, sistem pelumasan, analisis vibrasi, *alignment* poros, fenomena *overheating* pada *bearing*, serta konsep dan tahapan metode *Root Cause Failure Analysis* (RCFA). Selain itu, bab ini juga memuat penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi jenis dan pendekatan penelitian, lokasi dan objek penelitian, teknik pengumpulan data, instrumen penelitian, teknik pengolahan data, serta tahapan analisis menggunakan metode *Root Cause Failure Analysis* (RCFA) yang terdiri atas *Fishbone Diagram* dan *5 Why Analysis*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN



© 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

Bab ini menyajikan hasil penelitian dan pembahasan berdasarkan data yang diperoleh selama pelaksanaan penelitian. Pembahasan meliputi hasil inspeksi motor dan pompa, hasil pengukuran *alignment*, hasil pengukuran vibrasi sebelum dan sesudah perbaikan, identifikasi faktor-faktor penyebab menggunakan *Fishbone Diagram*, analisis akar penyebab menggunakan metode *5 Why Analysis*, evaluasi efektivitas tindakan perbaikan (*corrective action*), serta rekomendasi strategi pemeliharaan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian serta saran yang dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam upaya peningkatan keandalan peralatan maupun sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.



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 V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai analisis penyebab peningkatan vibrasi pada Open Circulating Cooling Water Pump (OCCWP) Unit 3B di PLTU XYZ menggunakan metode Root Cause Failure Analysis (RCFA), maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan analisis menggunakan *Fishbone* Diagram dan *5 Why Analysis*, faktor-faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan vibrasi pada OCCWP Unit 3B berasal dari aspek *Machine*, *Material*, *Maintenance*, *Measurement*, dan *Environment*. Faktor-faktor tersebut saling berkaitan dalam memengaruhi kondisi operasi sistem motor dan pompa. Hasil analisis menunjukkan bahwa retakan pada shaft pompa merupakan akar penyebab (*root cause*) utama yang menyebabkan ketidakstabilan putaran poros, sehingga meningkatkan vibrasi pada sistem OCCWP Unit 3B
2. Tindakan perbaikan (*corrective action*) yang dilakukan berupa penggantian shaft pompa, penggantian bearing Drive End (DE), dan penyetelan ulang *alignment* antara motor dan pompa terbukti efektif dalam mengatasi permasalahan yang terjadi. Hal ini ditunjukkan oleh penurunan nilai vibrasi pada seluruh titik pengukuran hingga berada dalam batas yang diizinkan, temperatur bearing kembali normal selama operasi, serta tidak ditemukannya kembali gejala abnormal seperti suara tidak normal maupun *metal to metal contact* setelah peralatan dioperasikan kembali.
3. Berdasarkan hasil analisis, strategi pemeliharaan yang direkomendasikan untuk meningkatkan keandalan OCCWP Unit 3B adalah melengkapi program preventive maintenance yang telah diterapkan dengan *predictive maintenance* berbasis *condition monitoring*, seperti pemantauan tren vibrasi dan temperatur bearing secara berkala. Penerapan strategi tersebut



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

diharapkan mampu mendeteksi potensi kerusakan sejak dini, mencegah terjadinya kegagalan berulang, serta meningkatkan keandalan dan kontinuitas operasi sistem pendingin di PLTU XYZ.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Bagi PLTU XYZ

Disarankan agar inspeksi terhadap komponen kritis pada *Open Circulating Cooling Water Pump* (OCCWP), khususnya *shaft*, *bearing*, *coupling*, dan *alignment* poros, dilakukan secara berkala untuk memastikan kondisi peralatan tetap berada dalam batas operasi yang aman. Selain itu, hasil inspeksi dan pengukuran vibrasi perlu didokumentasikan secara berkelanjutan sehingga perkembangan kondisi peralatan dapat dipantau dan digunakan sebagai dasar dalam perencanaan kegiatan pemeliharaan.

Sebagai upaya peningkatan keandalan peralatan, perusahaan juga dapat mempertimbangkan penerapan *predictive maintenance* melalui pemanfaatan data *condition monitoring*, seperti tren vibrasi dan temperatur, sehingga potensi kerusakan dapat dideteksi lebih dini sebelum berkembang menjadi kegagalan yang lebih serius.

2. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data yang lebih lengkap, seperti data tren vibrasi dalam periode yang lebih panjang, spektrum vibrasi (*Fast Fourier Transform/FFT*), hasil pengukuran *alignment* secara berkala, serta riwayat pemeliharaan peralatan. Dengan data yang lebih komprehensif, proses identifikasi akar penyebab menggunakan metode *Root Cause Failure Analysis* (RCFA) dapat dilakukan secara lebih mendalam sehingga hasil penelitian memiliki tingkat akurasi yang lebih 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

- Ade Reza Ardiansyah, Galih Anindita, & Mey Rohma Dhani. (2025a). Penerapan Metode Double Ishikawa dan 5 Whys Analysis Dalam Analisis Kecelakaan Loading Unloading Billet Baja. *Journal of Safety, Health, and Environmental Engineering*. <https://doi.org/10.35991/jshee.v3i1.51>
- Ade Reza Ardiansyah, Galih Anindita, & Mey Rohma Dhani. (2025b). Penerapan Metode Double Ishikawa dan 5 Whys Analysis Dalam Analisis Kecelakaan Loading Unloading Billet Baja. *Journal of Safety, Health, and Environmental Engineering*. <https://doi.org/10.35991/jshee.v3i1.51>
- Ahmadi, H., Subchan, M., Rachmanita, R. E., Audora, R. D., & Wibuana, A. (2020). Vibration analysis of Kartini reactor secondary cooling pump using FFT analyzer. *Journal of Physics: Conference Series*, 1511(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1511/1/012080>
- Albdery, M. H., & Szabo, I. (2021). Experimental Study of the Effect of Misalignment on Rolling Element Bearing. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 6(7), 87–90. <https://doi.org/10.24018/ejeng.2021.6.7.2661>
- Åström, H. (1996). *Understanding grease lubrication* (pp. 573–581). [https://doi.org/10.1016/S0167-8922\(08\)70819-8](https://doi.org/10.1016/S0167-8922(08)70819-8)
- Berndt, F., & Van Bennekom, A. (n.d.). *Pump shaft failures D a compendium of case studies*.
- Cho, S., Jeon, K., & Kim, C.-W. (2023). Vibration analysis of electric motors considering rotating rotor structure using flexible multibody dynamics-electromagnetic-structural vibration coupled analysis. *Journal of Computational Design and Engineering*, 10(2), 578–588. <https://doi.org/10.1093/jcde/qwad012>
- Darmawan, M. P., & Soedjarwanto, N. S. (2023). ANALISIS IDENTIFIKASI KECACATAN BEARING MOTOR INDUKSI BERDASARKAN ARUS STATOR DAN TORSI PADA RPM BERBASIS FAST FOURIER TRANSFORM. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3). <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3.3071>
- Doggett, A. M. (2005). *Root Cause Analysis: A Framework for Tool Selection* (Vol. 34, Number ©).



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

- Guo, H., Duan, H., Lei, J., Wang, D., Du, S., Zhang, Y., & Ding, Z. (2021). Failure analysis of automobile engine pump shaft bearing. *Advances in Mechanical Engineering*, 13(4). <https://doi.org/10.1177/16878140211009411>
- Hamoumi, M., Haddout, A., & Benhadou, M. (2021). *The 5 Dimensions of Problem Solving using DINNA Diagram: Double Ishikawa and Naze Naze Analysis*. 175–183. <https://doi.org/10.5121/csit.2021.111114>
- Juniawan Preston Siahaan, updates, Ilmal Yaqin, R., Tumpuŷ, M., Hermawan, A., Dwi Nugroho, S., Prakoso, B., Luthfiani, F., & Adria Saputra Zein, L. (2025). *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan Implementation of Failure Mode and Effects Analysis in the Maintenance Strategy for the Main Engine Cooling Pump of Fishing Vessels H) Check for* (Vol. 22, Number 1). <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/kapal>
- Liu, B., Xu, C., Li, G., Yang, Y., & Dai, L. (2022). Application of Frequency Domain Analysis Method in Vibration Analysis and Fault Diagnosis of Oil Transfer Pump Unit. *Journal of Physics: Conference Series*, 2437(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2437/1/012086>
- Lugt, P. M. . (2013). *Grease lubrication in rolling bearings*. John Wiley & Sons.
- Mobley, R. Keith. (2004). *Maintenance fundamentals*. Elsevier/Butterworth Heinemann.
- Muchlisinalahuddin, M. (2021). ANALISIS PENGARUH KELURUSAN POROS KOPLING POMPA HIDRAULIK TERHADAP VARIASI TEKANAN PADA PLTA MANINJAU. *Rang Teknik Journal*, 4(2), 359–364. <https://doi.org/10.31869/rtj.v4i2.2637>
- Purba, J. H., & Rocky Rahmad Saputra. (2025). Analisis High Vibration Demin Make Up Pump di PLTGU Tanjung Uncang. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 9(1), 13–19. <https://doi.org/10.30871/jaee.v9i1.9428>
- R. Keith Mobley. (1999a). *Root Cause Failure Analysis*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-7158-3.X5000-5>
- R. Keith Mobley. (1999b). *Root Cause Failure Analysis*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-7158-3.X5000-5>
- Robbi Nurcahyadi, F., Kurniasih, D., & Am Maisarah Disrinama. (2023). *Analisis Kecelakaan Kerja di Perusahaan Jasa Supporting Migas Menggunakan Metode 5 Whys Analysis*.



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

- Robbi, S. D., Barbyanavy, D. A., Yudianto, P. Y., Gunarti, M. R., & Nasri, N. (2025). Analisis Fishbone Diagram Pada Kerusakan Roller Ball Bearing Terhadap Kelancaran Kinerja Ballast Pump No. 2 Dikapal MT. Palu Sipat. *Jurnal Informasi, Sains Dan Teknologi*, 8(1), 156–168. <https://doi.org/10.55606/isaintek.v8i1.322>
- Salvador Allende. (1981a). *Kaoru Ishikawa's definition of quality: quality of product, service, management, the company itself and the human being*.
- Salvador Allende. (1981b). *Kaoru Ishikawa's definition of quality: quality of product, service, management, the company itself and the human being*.
- Saputra, I. H., Ulfiana, A., & Jannus, P. (2025). Analisis Pengaruh Pola Pengoperasian Motor Circulating Water Pump pada Kondensor PLTU PT. X. *Jurnal Mekanik Terapan*, 6(1), 1–6. <https://doi.org/10.32722/jmt.v6i1.7085>
- Sianturi, T., Hutaaruk, S., & Sihombing, F. (2021a). Analisa Kerusakan Pompa OCCWP Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap 2 x 115 MW. *SPROCKET JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING*, 3(1), 46–57. <https://doi.org/10.36655/sprocket.v3i1.572>
- Sianturi, T., Hutaaruk, S., & Sihombing, F. (2021b). Analisa Kerusakan Pompa OCCWP Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap 2 x 115 MW. *SPROCKET JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING*, 3(1), 46–57. <https://doi.org/10.36655/sprocket.v3i1.572>
- Sudhakar, G. N. D. S., & Sekhar, A. S. (2009). Coupling Misalignment in Rotating Machines: Modelling, Effects and Monitoring. *Noise & Vibration Worldwide*, 40(1), 17–39. <https://doi.org/10.1260/0957-4565.40.1.17>
- Tamin, M. N., & Hamzah, M. A. (2017). Fatigue Failure Analysis of a Centrifugal Pump Shaft. In *Failure Analysis and Prevention*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.70672>
- Xaydarov, X., Ishnazarov, O., & Nizamov, J. (2025). Analysis of the influence of vibration phenomena in pump systems on electrical energy consumption and operational efficiency. *Vibroengineering Procedia*, 60, 200–207. <https://doi.org/10.21595/vp.2025.25606>

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



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA