



© 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



**Analisis Tingkat Vibrasi pada *Auxiliary Cooling Water Pump* (ACWP)
Berdasarkan ISO 10816-3 Menggunakan FFT Spectrum Analysis di PLTP**

Patuha

SKRIPSI

Disusun oleh:

M. Iqbal Kamarullah 2202421006

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Analisis Tingkat Vibrasi pada *Auxiliary Cooling Water Pump* (ACWP)
Berdasarkan ISO 10816-3 Menggunakan FFT Spectrum Analysis di PLTP
Patuha**

SKRIPSI

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

Disusun oleh:

M. Iqbal Kamarullah 2202421006

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI

REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI 2026

HALAMAN PERSEMBAHAN



“Skripsi ini kupersembahkan untuk ayah, ibu, bangsa dan almamater”

© 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





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 Tingkat Vibrasi pada *Auxiliary Cooling Water Pump* (ACWP)
Berdasarkan ISO 10816-3 Menggunakan FFT Spectrum Analysis di PLTP
Patuha

Oleh :

M.Ikbal Kamarullah
NIM. 2202421006

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Ir., Andi Ulfiana, M.Si.
NIP. 196208021990032002

Pembimbing 2

Dr. Eng., Pribadi Mumpuni Adhi, S.Si, M.Eng.
NIP. 198901312019031009

Kepala Program Studi
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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Analisis Tingkat Vibrasi pada *Auxiliary Cooling Water Pump* (ACWP)
Berdasarkan ISO 10816-3 Menggunakan FFT Spectrum Analysis di PLTP
Patuha

Oleh :

M.Ikbal Kamarullah

NIM. 2202421006

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan (atau skripsi) di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 2 Juni 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (Diploma IV) pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dr. Eng., Pribadi Mumpuni Adhi, S.Si, M.Eng. NIP. 198901312019031009	Ketua		13/04/2026
2	Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, S.T., M.T. NIP. 197111142006041001	Penguji 1		13/04/2026
3	Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T. NIP. 196605191990031002	Penguji 2		13/04/2026

Depok, 2 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 mengumunkan 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 : M.Ikbal Kamarullah
NIM : 2202421006
Program Studi : 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, 13 Juli 2026



M.Ikbal Kamarullah
NIM. 2202421006



Analisis Tingkat Vibrasi pada *Auxiliary Cooling Water Pump* (ACWP) Berdasarkan ISO 10816-3 Menggunakan FFT Spectrum Analysis di PLTP Patuha

M.Ikbal Kamarullah, Andi Ulfiana^{1*}, dan Pribadi Mumpuni Adhi²

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

2Pascasarjana, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425.

Email: m.ikbal.kamarullah22@mhs.wpnj.ac.id

Abstrak

Auxiliary Cooling Water Pump (ACWP) merupakan peralatan vital dalam sistem pendingin Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) yang berperan menjaga kestabilan temperatur dan keandalan operasi pembangkit. Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat vibrasi ACWP berdasarkan standar ISO 10816-3 serta mengidentifikasi sumber gangguan menggunakan metode Fast Fourier Transform (FFT). Pengukuran dilakukan menggunakan SKF Microlog Analyzer GX pada titik Drive End (DE) dan Non Drive End (NDE) dengan arah horizontal, vertikal, dan aksial. Hasil pengukuran menunjukkan nilai vibrasi tertinggi sebesar 5,028 mm/s pada Pump DE arah vertikal yang termasuk Zona C. Analisis FFT mengidentifikasi frekuensi dominan 149 Hz ($6 \times \text{RPM}$) yang menunjukkan adanya misalignment dan mechanical looseness. Setelah dilakukan shaft alignment, inspeksi coupling, dan pengencangan baut pondasi, nilai vibrasi menurun menjadi 3,405 mm/s atau 32,28%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi ISO 10816-3 dan FFT efektif mendukung diagnosis gangguan mekanis serta penerapan predictive maintenance untuk meningkatkan keandalan ACWP di PLTP.

Kata-kata kunci: *Auxiliary Cooling Water Pump (ACWP), ISO 10816-3, Fast Fourier Transform (FFT), analisis vibrasi, predictive maintenance.*

Abstract

The Auxiliary Cooling Water Pump (ACWP) is a critical component of the cooling system in a Geothermal Power Plant (GPP), responsible for maintaining stable operating temperatures and ensuring reliable plant operation. This study aims to evaluate the vibration level of the ACWP based on the ISO 10816-3 standard and identify the source of vibration using Fast Fourier Transform (FFT) analysis. Vibration measurements were performed using an SKF Microlog Analyzer GX at the Drive End (DE) and Non-Drive End (NDE) in the horizontal, vertical, and axial directions. The highest vibration velocity of 5.028 mm/s was recorded at the Pump DE in the vertical direction, corresponding to Zone C. FFT analysis identified a dominant frequency of 149 Hz ($6 \times \text{RPM}$), indicating shaft misalignment and mechanical looseness. After shaft alignment, coupling inspection, and foundation bolt tightening, the vibration level decreased to 3.405 mm/s (32.28%). The results demonstrate that the combined application of ISO 10816-3 and FFT effectively supports mechanical fault diagnosis and the implementation of predictive maintenance to improve ACWP reliability in geothermal power plants.

Plants Keywords: *Auxiliary Cooling Water Pump (ACWP), ISO 10816-3, Fast Fourier Transform (FFT), vibration analysis, predictive maintenance*

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



KATA PENGANTAR

Puji serta syukur kehadirat Allah SWT penulis panjatkan, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Tingkat Vibrasi pada *Auxiliary Cooling Water Pump* (ACWP) Berdasarkan ISO 10816-3 Menggunakan FFT Spectrum Analysis di PLTP Patuha**”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayah Safiudin Kamarullah dan Ibu Habiba Hasan yang terus mendukung, memotivasi dan selalu mendokan dalam proses penyelesaian skripsi.
2. Bapak Dr. Fuad Zainuri., S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi.
4. Ibu Ir., Andi Ulfiana, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan arahan hingga penelitian ini selesai.
5. Bapak Dr. Eng., Pribadi Mumpuni Adhi, S.Si, M.Eng. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan arahan hingga penelitian ini selesai.
6. Kakak tercinta, Nuraen Kamarullah dan Aslinda Kamarullah, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, semangat, motivasi, serta perhatian kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini hingga dapat diselesaikan dengan baik.
7. Seluruh teman angkatan 2022 yang selalu hadir dan banyak membantu di setiap aktivitas perkuliahan dari diskusi materi hingga tugas kelompok sehingga pengalaman menjadi lebih seru dan berkesan.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi civitas Akademika Politeknik Negeri Jakarta, khususnya di bidang pembangkit energi.

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



© 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

Depok, 13 Juli 2026

M.Iqbal Kamarullah
NIM. 2202421006





DAFTAR ISI

HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
Abstrak	vii
Abstract	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	14
1.1 Latar Belakang	14
1.2 Rumusan Masalah	15
1.3 Pertanyaan Penelitian	16
1.4 Tujuan Penelitian	16
1.5 Batasan Masalah	16
1.6 Manfaat Penelitian	17
1.7 Sistematika Penulisan	17
BAB II TIJAUAN PUSTAKA	18
2.1 Landasan Teori	18
2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)	18
2.1.2 Auxiliary Cooling Water Pump (ACWP)	19
2.1.3 Vibrasi	21
2.1.4 Karakteristik Vibrasi	21
2.1.5 Deskriptor Amplitudo	23
2.1.6 Transduser	24
2.1.7 Pemilihan Sensor Vibrasi	26
2.1.8 Pemasangan Sensor	27
2.1.9 Sinyal Getaran	27
2.1.10 Domain Waktu	28
2.1.11 Domain Frekuensi	29
2.1.12 Vibrasi pada Mesin Berputar	31
2.1 Standar ISO 10816-3	37

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



- 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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta	2.2 Kajian Literatur	38
	2.3 Kerangka Pemikiran.....	41
	BAB III METODE PENELITIAN.....	43
	3.1 Jenis Penelitian.....	43
	3.2 Diagram Alir Penelitian	44
	3.3 Objek Penelitian.....	45
	3.4 Metode Pengambilan Sampel	46
	3.5 Jenis Sumber Data.....	46
	3.6 Metode Pengumpulan Data.....	47
	3.7 Metode Analisa Data.....	48
	BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	49
	4.1 Data Hasil Pengukuran Vibrasi	49
	4.1.1 Nilai Vibrasi Hasil Pengukuran.....	49
	4.1.2 Analisis Spektrum Frekuensi (FFT)	50
	4.1.3 Hasil Analisis Kerusakan Pompa	54
	4.2 Visual dan perbaikan.....	54
	4.3 Perhitungan hasil perbaikan misalignment sebelum dan sesudah	56
	4.4 Pengukuran Vibrasi Setelah Perbaikan	57
	BAB V PENUTUP	59
	5.1 Kesimpulan	59
	5.2 Saran	59
	DAFTAR PUSTAKA	60
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	62



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 PT Geo Dipa Energi (Persero)	18
Gambar 2. 2 Auxiliary Cooling Water Pump (ACWP)	19
Gambar 2. 3 Sistem Getaran pada Pegas.....	21
Gambar 2. 4 Frekuensi Getaran	21
Gambar 2. 5 Amplitudo Description.....	23
Gambar 2. 6 Sensor Simpangan Tak Kontak Kelengkapan dan Cara Pemasangan	24
Gambar 2. 7 Transducer Kecepatan	25
Gambar 2. 8 Transducer percepatan getaran	25
Gambar 2. 9 Titik pengukuran vibrasi.....	27
Gambar 2. 10 Domain waktu.....	28
Gambar 2. 11 Kombinasi Antara 2 Buah Getaran Dalam Domain Waktu.....	29
Gambar 2. 12 Domain frekuensi.....	29
Gambar 2. 13 Hubungan Antara Data Domain Waktu dan Domain Frekuensi.....	30
Gambar 2. 14 Kombinasi Antara Gelombang Domain Waktu dan Domain Frekuensi.....	30
Gambar 2. 15 Pola Spektrum Vibrasi Static Imbalance	31
Gambar 2. 16 Pola Spektrum Vibrasi Couple imbalance.....	32
Gambar 2. 17 Pola Spektrum Vibrasi Dynamic Imbalance.....	32
Gambar 2. 18 Pola Spektrum Vibrasi Couple Imbalance.....	33
Gambar 2. 19 Pola Spektrum Vibrasi Angular Misalignment	33
Gambar 2. 20 Pola Spektrum Vibrasi Parallel Misalignment	34
Gambar 2. 21 Pola Spektrum vibrasi Misalignment.....	34
Gambar 2. 22 Pola Spektrum Vibrasi Rotating Looseness.....	35
Gambar 2. 23 Pola Spektrum Vibrasi Bearing LooseIn Housing.....	35
Gambar 2. 24 Pola Spektrum Vibrasi Bent Shaft.....	36
Gambar 2. 25 Standarisasi Nilai vibrasi ISO 10816-3.....	37
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	44
Gambar 3.2 Auxiliary Cooling Water Pump (ACWP)	45
Gambar 3.3 Alat SKF Microlog Analyzer GX.....	46
Gambar 4. 1 Spektrum vibrasi pompa NDE horisonta	51
Gambar 4. 2 Spektrum vibrasi pompa NDE vertika	51
Gambar 4. 3 Spektrum vibrasi pompa NDE aksial.....	52
Gambar 4. 4 Spektrum vibrasi pompa DE horizontal	52
Gambar 4. 5 Spektrum vibrasi pompa DE vertikal.....	53
Gambar 4. 6 Spektrum vibrasi pompa DE horizontal	53
Gambar 4. 7 pelepasan kopling.....	54
Gambar 4. 8 pengecekan keselarasan antara poros motor dan pompa	55
Gambar 4. 9 pembongkaran bagian casing atas pompa	55
Gambar 4. 10 pemasangan coupling antara motor dan pompa	56
Gambar 4. 11 Perhitungan hasil perbaikan misalignment sebelum dan sesudah	56

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



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 pompa.....	45
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran vibrasi sebelum perbaikan.....	49
Tabel 4. 2 Perbandingan nilai vibrasi sebelum dan sesudah perbaikan	57



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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) merupakan salah satu pembangkit energi terbarukan yang memanfaatkan energi panas dari dalam bumi untuk menghasilkan energi listrik. Dalam proses operasionalnya, PLTP memiliki berbagai sistem pendukung yang berfungsi menjaga kestabilan proses produksi, salah satunya adalah sistem pendingin. Sistem pendingin berperan penting dalam menjaga temperatur kerja peralatan agar tetap berada pada batas operasional yang aman sehingga efisiensi pembangkit dapat dipertahankan. Salah satu komponen utama pada sistem pendingin adalah *Auxiliary Cooling Water Pump* (ACWP) yang berfungsi mensirkulasikan air pendingin menuju kondensor dan peralatan penunjang lainnya. Kinerja ACWP yang optimal sangat mempengaruhi kontinuitas operasi pembangkit karena gangguan pada pompa dapat menyebabkan penurunan performa sistem pendingin bahkan shutdown unit pembangkit. (Rezeki et al., 2024), performa ACWP pada pembangkit panas bumi sangat berkaitan dengan kestabilan temperatur kondensor dan efisiensi proses perpindahan panas pada sistem pembangkit.

Pompa sentrifugal sebagai rotating equipment memiliki potensi mengalami gangguan mekanis berupa vibrasi yang muncul akibat ketidakseimbangan komponen atau gangguan operasional lainnya. Vibrasi mekanik merupakan gerakan bolak-balik yang terjadi pada mesin akibat adanya gaya dinamis selama proses operasi berlangsung. Tingkat vibrasi yang melebihi batas normal dapat menyebabkan kerusakan pada bearing, shaft, seal, dan coupling sehingga menurunkan efisiensi kerja pompa. Selain itu, vibrasi berlebih juga dapat memicu terjadinya kavitasi, peningkatan temperatur, hingga kegagalan komponen secara tiba-tiba yang berdampak pada downtime peralatan. (Adinarto, 2023) menunjukkan bahwa peningkatan nilai vibrasi pada pompa cooling water dapat diidentifikasi melalui analisis FFT spectrum sehingga indikasi kerusakan dini dapat diketahui sebelum terjadi failure yang lebih besar. Oleh karena itu, pengendalian vibrasi menjadi salah satu aspek penting dalam menjaga reliability dan availability peralatan industri.

Upaya pemantauan kondisi mesin secara berkala dapat dilakukan melalui metode *predictive maintenance* menggunakan vibration analysis. Metode ini digunakan

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

untuk mendeteksi indikasi kerusakan berdasarkan karakteristik sinyal getaran yang dihasilkan selama mesin beroperasi. Salah satu teknik analisis vibrasi yang banyak digunakan adalah *Fast Fourier Transform* (FFT) Spectrum Analysis yang berfungsi mengubah sinyal domain waktu menjadi domain frekuensi sehingga pola kerusakan mesin dapat diidentifikasi dengan lebih akurat. FFT spectrum analysis mampu mendeteksi gejala unbalance, misalignment, looseness, maupun bearing defect berdasarkan frekuensi dominan yang muncul pada spektrum getaran. Evaluasi tingkat vibrasi pada rotating equipment umumnya mengacu pada standar ISO 10816-3 yang mengklasifikasikan severity vibration berdasarkan parameter velocity RMS menjadi zona A, B, C, dan D. (Ahmadi et al., 2020) menjelaskan bahwa penggunaan standar ISO 10816-3 sangat efektif dalam menentukan kondisi operasional pompa dan membantu pengambilan keputusan *maintenance* secara tepat.

PLTP Patuha sebagai salah satu pembangkit listrik tenaga panas bumi di Indonesia menggunakan ACWP sebagai bagian penting dalam sistem pendingin unit pembangkit. Berdasarkan kondisi operasional di lapangan, terdapat indikasi peningkatan vibrasi pada ACWP yang berpotensi mempengaruhi performa dan keandalan sistem pendingin. Jika kondisi tersebut tidak dianalisis secara mendalam, maka dapat meningkatkan risiko kerusakan komponen dan mengganggu kontinuitas operasi pembangkit. Oleh sebab itu, diperlukan penelitian mengenai analisis tingkat vibrasi pada ACWP menggunakan FFT Spectrum Analysis berdasarkan standar ISO 10816-3 untuk mengetahui kondisi aktual mesin serta indikasi kerusakan yang terjadi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi teknis mengenai kondisi vibrasi pompa serta menjadi dasar dalam pelaksanaan *predictive maintenance* pada sistem pendingin PLTP Patuha. Selain itu, hasil penelitian juga diharapkan mampu mendukung peningkatan reliability equipment dan efektivitas program *maintenance* pada industri pembangkit tenaga panas bumi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat disusun sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat vibrasi pada *Auxiliary Cooling Water Pump* (ACWP) di PLTP Patuha berdasarkan 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Apa penyebab utama terjadinya vibrasi pada *Auxiliary Cooling Water Pump* (ACWP) berdasarkan analisis spektrum frekuensi menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT)?
3. Bagaimana pengaruh tindakan perbaikan terhadap penurunan tingkat vibrasi pada *Auxiliary Cooling Water Pump* (ACWP)?

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, pertanyaan penelitian yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi tingkat vibrasi *Auxiliary Cooling Water Pump* (ACWP) berdasarkan klasifikasi standar ISO 10816-3?
2. Frekuensi dominan apa yang muncul pada hasil FFT Spectrum Analysis dan bagaimana kaitannya dengan indikasi kerusakan pada pompa?
3. Seberapa besar perubahan tingkat vibrasi yang terjadi setelah dilakukan tindakan perbaikan pada *Auxiliary Cooling Water Pump* (ACWP)?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini disusun secara spesifik dan terarah agar selaras dengan rumusan masalah serta mampu menghasilkan temuan yang terukur. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis tingkat vibrasi *Auxiliary Cooling Water Pump* (ACWP) berdasarkan standar ISO 10816-3.
2. Mengidentifikasi penyebab vibrasi pada *Auxiliary Cooling Water Pump* (ACWP) menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT) Spectrum Analysis.
3. Mengevaluasi efektivitas tindakan perbaikan berdasarkan perubahan nilai vibrasi sebelum dan sesudah perbaikan pada *Auxiliary Cooling Water Pump* (ACWP).

1.5 Batasan Masalah

penelitian ini memiliki fokus yang jelas dan pembahasan yang terarah, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada *Auxiliary Cooling Water Pump* (ACWP) di PLTP Patuha.
2. Analisis yang dilakukan hanya pada parameter vibrasi mesin menggunakan metode FFT Spectrum 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Evaluasi tingkat vibrasi mengacu pada standar ISO 10816-3.
4. Pengambilan data vibrasi dilakukan pada titik pengukuran horizontal, vertikal, dan aksial.
5. Penelitian hanya membahas indikasi kerusakan mekanis yang berkaitan dengan vibrasi pada pompa.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini membantu mahasiswa mengembangkan pemahaman dan keterampilan analitis dalam mengkaji kondisi dan kinerja peralatan industri secara kuantitatif, serta melatih pola pikir sistematis dalam pengambilan keputusan berbasis data.

2. Bagi Politeknik Negeri Jakarta

Penelitian ini dapat memperkaya referensi akademik dan mendukung pengembangan penelitian terapan di lingkungan Politeknik Negeri Jakarta, khususnya dalam bidang analisis dan pemeliharaan peralatan industri.

1.7 Sistematika Penulisan

Skripsi penelitian ini disusun secara sistematis dalam lima bab utama.

BAB I Pendahuluan

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Berisi teori-teori yang mendukung penelitian, penelitian terdahulu, kerangka berpikir, dan hipotesis penelitian.

BAB III Metode Penelitian

Menjelaskan metode penelitian, lokasi dan waktu penelitian, teknik pengumpulan data, instrumen penelitian, serta metode analisis data.

BAB IV Analisis dan Pembahasan

Menyajikan hasil penelitian, analisis data, dan pembahasan hasil penelitian sesuai tujuan penelitian.

BAB V Penutup

Berisi kesimpulan penelitian dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya maupun penerapannya di lapangan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis vibrasi pada *Auxiliary Cooling Water Pump* (ACWP) di PLTP Patuha, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Ditemukan adanya tingkat vibrasi tertinggi pada Pump Drive End (DE) arah vertikal sebesar 5,028 mm/s yang termasuk Zona C berdasarkan standar ISO 10816-3, sehingga diperlukan tindakan perbaikan untuk mencegah kerusakan yang lebih serius.
2. Hasil analisis FFT menunjukkan frekuensi dominan pada 149 Hz ($6 \times$ RPM) yang mengindikasikan adanya gangguan mekanis berupa *misalignment* poros dan *mechanical looseness* pada sisi *Drive End* (DE) pompa.
3. Perbaikan yang dilakukan meliputi alignment poros motor dan pompa, pemeriksaan coupling, serta pengecekan kekencangan baut pondasi. Setelah dilakukan perbaikan, nilai vibrasi mengalami penurunan sehingga kondisi operasi pompa menjadi lebih baik dan andal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengukuran dan pemantauan vibrasi secara berkala untuk mendeteksi potensi kerusakan sejak dini.
2. Melakukan pengecekan alignment poros, kondisi coupling, secara rutin sebagai bagian dari program preventive *maintenance*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, G. Z., & Sujana, I. W. (2017). Deteksi kerusakan bearing pada condensate pump dengan analisis sinyal vibrasi. *Jurnal Flywheel*, 8(1), 60–67.
- Adinarto, T. W. (2023). *Analisis sinyal getaran pompa cooling water tipe sentrifugal menggunakan metode FFT dan ISO 10816-3*. Universitas Mercu Buana.
- Alhamdi, H., Subchan, M., & Rachmanita, R. E. (2020). Vibration analysis of secondary cooling pump using FFT analyzer. *Journal of Physics: Conference Series*, 1511(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1511/1/012080>
- Alfath. (2021). *Analisis sinyal vibrasi untuk mendeteksi kerusakan inner bearing pada motor governor oil pump*.
- Bloch, H. P., & Geitner, F. K. (2021). *Machinery failure analysis and troubleshooting* (4th ed.). Gulf Professional Publishing.
- Busono, P., & Pujiarta, S. (2021). Analisis penyebab terjadinya vibrasi pompa sistem pendingin sekunder PA-02 AP001. *Bulletin of Nuclear Reactor Management*, 18(1).
- Clarence W. de Silva. (2003). *Vibration Fundamentals and Practice*.
- Dewi, S. C. A. (2024). *Analisis penyebab kerusakan condensate transfer pump berdasarkan spectrum of vibration dan waveform peakvue di PT. PLN Nusantara Power UP Muara Karang PLTGU Blok 1*. Politeknik Negeri Jakarta.
- DiPippo, R. (2020). *Geothermal power plants: Principles, applications, case studies and environmental impact* (4 (ed.)). Butterworth-Heinemann.
- Ferrando, P., Roda, I., & Macián, V. (2025). Reliability assessment of auxiliary systems in geothermal power plants using vibration-based monitoring. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 210, 110934.
- Franco, A., & Vaccaro, M. (2021). Thermodynamic analysis of geothermal power plants: Performance and sustainability considerations. *Renewable Energy*, 170, 1255–1266.
- Institute, M. (2020). *Vibration Analysis Training Material*. Mobius Institute. <https://www.scribd.com/document/519193938/Vibration-Mobius-Institute>
- Kamiel, B. P. (2019). Deteksi kavitasasi pada pompa sentrifugal menggunakan spektrum getaran dan spektrum envelope. *Semesta Teknika*, 22(1), 1–10.

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



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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

- Jurniawan, A. (2021). Pengaruh looseness terhadap vibrasi peralatan yang mengalami unbalance dan misalignment. *Kilat*, 10(1), 500775.
- Martianis, E., Syam, B., & Isranuri, I. (2024). Vibration monitoring of centrifugal pump systems based on ISO 10816. *E3S Web of Conferences*, 49. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2024/49/e3sconf_talenta2024_03027/e3sconf_talenta2024_03027.html
- Tobley, R. K. (2020). *An introduction to predictive maintenance* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Nugraha, R. P. (2023). *Inspeksi Vibrasi Pada Bearing Turbin PLTU 100 MW*.
- Bruftechnik. (2013). *Machine diagnosis: Quick and easy through FFT analysis*.
- Putri Sri Rezeki, P., Nugraha, A., & Hidayat, R. (2024). Analisa kinerja operasional auxiliary cooling water pump terhadap vibrasi dan kavitasi di PLTP Patuha Unit 1. *Jurnal Ilmiah Teknik Sistem*, 6(1), 45–56. <https://jurnal.akipba.ac.id/index.php/JITS/article/view/46>
- Rarianto, E. (2016). *Vibration Analisis To Detection the Failure of Steam Turbine Ubb Victory Iii At Pt. Petrokimia Gresik*. 21–22.
- Rezeki, P. S., Ramdhani, Y., Pratama, R. A., & Haeqal, D. M. (2024). Analisa kinerja operasional auxiliary cooling water pump terhadap vibrasi dan kavitasi di PLTP Unit 1 Patuha. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Sains*, 2(2), 97–103.
- Sandia, M., & Komarudin. (2025). Performance analysis of auxiliary cooling water pump in Ulumbu geothermal power plant cooling system. *Jurnal Teknologi Dan Terapan Mesin*, 14(1), 22–31. <https://jurnal.sttmcileungsi.ac.id/index.php/jttm/article/view/1862>
- Singh, T., Singh, L. B., & Hassan, N. (2025). Vibration analysis on centrifugal pump in biodiesel plant. *Journal of Renewable Energy and Mechanical Engineering*, 7(1), 1–10. <https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rpmme/article/view/18717>
- Soewono, A. D., Gunawan, E. R., & Darmawan, M. (2023). Analisa Kerusakan Bantalan Pada Boiler Feedwater Pump. *Cylinder: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 9(1), 1–9.
- Wibowo, T. (2018). Studi eksperimental sinyal vibrasi untuk mendeteksi jenis kerusakan bearing UCP-204. *Jurnal E-Dinamis*, 6, 36–48.



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

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap	:	M.Ikbal Kamarullah
NIM	:	2102421006
Tempat, Tanggal Lahir	:	Amasing Kota, 10-01-2003
Jenis Kelamin	:	Laki – Laki
Alamat	:	Jl. Amasing Kali, Amasing Kota Barat., Kec. Bacan, Kabupaten Halmahera Selatan, Maluku Utara
Email	:	m.ikbal.kamarullah.tm22@mhsw.pnj.ac.id
Pendidikan	:	
SD (2010-2016)	:	SD Negeri 1 Halmahera Selatan
SMP (2016-2019)	:	SMP Negeri 1 Halmahera Selatan
SMA (2019-2022)	:	SMA Negeri 1 Halmahera Selatan
8. Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
9. Bidang Peminatan	:	-
10. Tempat/Topik OJT	:	PT Geo Dipa Energi (Persero)



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**