

**ANALISIS VIBRASI TURBIN UAP DAN GENERATOR MENGGUNAKAN  
APLIKASI SYSTEM ONE BENTLY NEVADA**



Naufal Mahdi

Nim : 41323110037

**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA 2024**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS VIBRASI TURBIN UAP DAN GENERATOR MENGGUNAKAN  
APLIKASI SYSTEM ONE BENTLY NEVADA**



UNIVERSITAS Disusun Oleh :

MERCU BUANA

Nama : Naufal Mahdi

NIM : 41323110037

Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
AGUSTUS 2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Naufal Mahdi

NIM : 41323110037

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Laporan Skripsi : Analisis Vibrasi Turbin Uap dan Generator Menggunakan Aplikasi System One Bentley Nevada

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D.

NIDN : 118690617

Penguji 1 : Nurato, S.T.,M.T.,Ph.D

NIDN : 0313047302

Penguji 2 : Fajar Anggara, S.T.,M.Eng

NIDN : 217910157



Jakarta, 15 Februari 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN. 0307037202

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T, M.T.

NIDN. 0005087502

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Naufal Mahdi

NIM : 41323110037

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Laporan Skripsi : Analisis Vibrasi Turbin Uap dan Generator  
Menggunakan Aplikasi System One Bentley Nevada

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS Jakarta, 19 Februari 2025

MERCU BUANA



Naufal Mahdi

## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala atas Rahmat dan Karunia-Nya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, tidak akan mudah untuk penyelesaian tugas akhir ini. Dengan rasa hormat, ucapan terimakasih disampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D. selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
5. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa kepada penulis, juga Dwindy Harmadani telah mendukung penulis.
6. Bapak dan Ibu yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu sebagai anggota Dosen Universitas Mercu Buana yang ikut serta mendukung penulis.
7. Rekan dan Team Teknis yang telah mendukung penuh mulai dari perencanaan hingga implementasi sebagai objek tugas akhir.

Akhir kata, diharap semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dan bantuan yang diberikan. Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini jauh dari sempurna, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran. Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi para pembaca.

Jakarta, 14 Februari 2025 Penulis,



Naufal Mahdi

NIM. 41323110037

## ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) memanfaatkan energi panas dari bumi untuk menghasilkan listrik dengan emisi karbon rendah, menggunakan turbin uap dan generator sebagai komponen utama dalam proses konversi energi. Vibrasi pada turbin uap dan generator menjadi tantangan utama karena dapat mengindikasikan masalah seperti ketidakseimbangan rotor, ketidakselarasan, atau keausan bantalan, yang berpotensi menyebabkan kerusakan serius dan gangguan operasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengidentifikasi masalah pada turbin uap dan generator menggunakan aplikasi *System One Bently Nevada*, serta menjelaskan faktor penyebab vibrasi dan memberikan rekomendasi pemeliharaan yang sesuai. Penelitian ini menggunakan pendekatan perawatan berbasis *Condition Based Maintenance (CBM)* dengan alat *System One Bently Nevada* untuk memantau vibrasi secara *real-time*. Berdasarkan hasil pengolahan data vibrasi, spektrum, dan gelombang bentuk yang diperoleh dari aplikasi *System One Bently Nevada*, ditemukan bahwa terdapat peningkatan drastis nilai vibrasi pada bantalan turbin, khususnya pada bantalan 2 turbin uap dengan nilai tertinggi sebesar 232.96  $\mu\text{m-P-P}$  pada tanggal 2 Desember 2023. Analisis vibrasi menunjukkan indikasi adanya *unbalance*, *bearing wear*, *parallel misalignment*, dan *angular misalignment* pada beberapa bantalan turbin dan generator. Dengan menganalisis pola spektrum dan gelombang bentuk yang dihasilkan, penelitian ini dapat mengidentifikasi penyebab utama vibrasi serta memberikan rekomendasi pemeliharaan.

**Kata Kunci:** PLTP, Turbin Uap dan Generator, Vibrasi, *Condition Based Maintenance (CBM)*, *System One Bently Nevada*.

## ABSTRACT

*Geothermal Power Plants utilize the Earth's heat energy to generate electricity with low carbon emissions, relying on steam turbines and generators as key components in the energy conversion process. Vibrations in steam turbines and generators pose a major challenge, as they may indicate issues such as rotor imbalance, misalignment, or bearing wear, potentially leading to serious damage and operational disruptions. This study aims to analyze and identify problems in steam turbines and generators using the System One Bently Nevada application, explain the factors causing vibrations, and provide appropriate maintenance recommendations. A Condition-Based Maintenance (CBM) approach was used, with the System One Bently Nevada tool to monitor vibrations in real-time. Based on the analysis of vibration data, spectrum, and waveform obtained from the System One Bently Nevada application, a drastic increase in vibration values was observed in the turbine bearings, particularly in the second steam turbine bearing, with the highest recorded value of 232.96  $\mu\text{m-P-P}$  on December 2, 2023. Vibration analysis indicated signs of unbalance, bearing wear, parallel misalignment, and angular misalignment in several turbine & generator bearings. By analyzing the generated spectrum patterns and waveforms, this study successfully identifies the root causes of vibrations and provides maintenance recommendations.*

**Keywords:** *Geothermal Power Plants, Steam Turbine and Generator, Vibration, Condition Based Maintenance (CBM), System One Bently Nevada*

MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 BATASAN MASALAH	4
1.5 MANFAAT PENELITIAN	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>6</b>
2.1 TURBIN SECARA UMUM	6
2.2 PRINSIP DASAR TURBIN UAP	6
2.3 PRINSIP DASAR GENERATOR	7
2.4 <i>CONDITION BASE MAINTENANCE (CBM)</i>	8
2.4.1 Prinsip dasar <i>Condition Based Maintenance (CBM)</i>	8
2.5 PENGERTIAN VIBRASI	9
2.5.1 Analisis Vibrasi	12
2.5.2 Karakteristik Vibrasi	13
2.5.3 Klasifikasi Vibrasi	15
2.5.4 Penyebab Terjadinya Vibrasi	16
2.5.5 Batas Vibrasi yang Diperbolehkan	19
2.6 APLIKASI <i>SYSTEM ONE BENTLY NEVADA</i>	21



<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>23</b>
3.1 WAKTU DAN TEMPAT	23
3.2 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	23
3.2.1 Studi Literatur	24
3.2.2 Studi Lapangan	24
3.2.3 Data Penelitian	26
3.3 METODE PENGUMPULAN DATA	26
3.4 METODE PENGOLAHAN DATA	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>33</b>
4.1 PENARIKAN DATA MELALUI <i>SYSTEM ONE BENTLY NEVADA</i>	33
4.1.1 Hasil Penarikan Data Bulan September 2023	34
4.1.2 Hasil Penarikan Data Bulan Oktober 2023	35
4.1.3 Hasil Penarikan Data Bulan November 2023	36
4.1.4 Hasil Penarikan Data Bulan Desember 2023	37
4.1.5 Data Vibrasi Selama Bulan September 2023 - Desember 2023	37
4.2 PENGOLAHAN DATA	38
4.3 GRAFIK DATA PENELITIAN	40
4.3.1 Kondisi 14 November 2023	40
4.3.2 Kondisi 2 Desember 2023	41
4.4 PEMBAHASAN	41
4.4.1 Kondisi 14 November 2023	41
4.4.2 Kondisi 2 Desember 2023	49
4.5 FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI NAIK NYA VIBRASI	51
4.6 SOLUSI DAN REKOMENDASI PADA TURBIN UAP DAN GENERATOR	52
4.7 KLASIFIKASI KEGAGALAN	52
4.7.1 Metode Penentuan Kegagalan	52
4.7.2 Klasifikasi Kegagalan	53
4.7.3 Indikasi Kegagalan Umum Terjadi	54
<b>BAB V PENUTUP</b>	<b>57</b>
5.1 KESIMPULAN	57
5.2 SARAN	58

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Turbin uap zaman Perang Dunia (PD) I untuk Pendorong Kapal	6
Gambar 2. 2 Contoh Installasi Turbin Uap.	7
Gambar 2. 3 Batas Bawah Pergerakan Masa terhadap Pegas.	10
Gambar 2. 4 Pergerakan Massa terhadap Pegas.	10
Gambar 2. 5 Gelombang Sinusoidal yang Terbentuk dari Pergerakan Pegas.	11
Gambar 2. 6 Gelombang Sinusoidal, Batas Atas, Posisi Netral dan Batas Bawah.	11
Gambar 2. 7 Karakteristik Vibrasi.	14
Gambar Tabel 2. 8 Batas Vibrasi Menurut ISO 10816	19
Gambar 2. 9 Aplikasi System One Bently Nevada (EDE et al., 2010)	21
Gambar 2. 10 Connection System One Bently Nevada. (EDE et al., 2010)	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3. 2 Turbin Uap	25
Gambar 3. 3 Probe dan Proximitor	25
Gambar 3. 4 Komputer / PC	26
Gambar Tabel 3. 5 Record Data Vibrasi Turbin Uap PT.XXX	27
Gambar 3. 6 Titik Pengambilan Data Vibrasi pada Turbin Uap dan Generator	29
Gambar Tabel 3. 7 Standar Vibrasi Manufacturer Turbin Uap 1x85 MW	32
Gambar 4. 1 Grafik Trending Data Vibrasi Turbin Uap PT XXX	33
Gambar 4. 2 Contoh Pengambilan Nilai Vibrasi pada 1 September 2023	34
Gambar Tabel 4. 3 Pengambilan Data Vibrasi di Turbin Uap dan Generator	38
Gambar Tabel 4. 4 Status Nilai Vibrasi yang Terjadi pada Turbin Uap dan Generator	39
Gambar 4. 5 Grafik Trending Data Vibrasi Turbin Uap Menjadi Objek Penganalisaan	40
Gambar 4. 6 <i>Spectrum</i> dan <i>Waveform</i> T1X pada 14 November 2023	41
Gambar 4. 7 Pola <i>Spectrum Unbalance</i>	42
Gambar 4. 8 Pola <i>Spectrum Angular Misalignment</i>	43
Gambar 4. 9 <i>Spectrum</i> dan <i>Waveform</i> T1Y pada 14 November 2023	43
Gambar 4. 10 Pola <i>Waveform Bearing Defect</i>	44
Gambar 4. 11 <i>Spectrum</i> dan <i>Waveform</i> T2X pada 14 November 2023	45
Gambar 4. 12 <i>Spectrum</i> dan <i>Waveform</i> T2Y pada 14 November 2023	45
Gambar 4. 13 <i>Spectrum</i> dan <i>Waveform</i> G1X pada 14 November 2023	46
Gambar 4. 14 Pola <i>Spectrum Parallel Misalignment</i>	47
Gambar 4. 15 <i>Spectrum</i> dan <i>Waveform</i> G1Y pada 14 November 2023	47
Gambar 4. 16 <i>Spectrum</i> dan <i>Waveform</i> G2X pada 14 November 2023	48
Gambar 4. 17 <i>Spectrum</i> dan <i>Waveform</i> G2Y pada 14 November 2023	48
Gambar 4. 18 <i>Spectrum</i> dan <i>Waveform</i> T1X pada 2 Desember 2023	49
Gambar 4. 19 <i>Spectrum</i> dan <i>Waveform</i> T2X pada 2 Desember 2023	50
Gambar 4. 20 <i>Spectrum</i> dan <i>Waveform</i> G2X pada 2 Desember 2023	50
Gambar 4. 21 Diagnosa Kerusakan Pada Turbin Uap dan Generator	51
Gambar Tabel 4. 22 Klasifikasi Kegagalan	54
Gambar 4. 23 Indikasi Pola Kegagalan	54

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batas Vibrasi Menurut ISO 20816-2 2017 (E)	20
Tabel 3. 1 Spesifikasi Turbin Uap	28
Tabel 3. 2 Spesifikasi Generator	28
Tabel 3. 3 Record Range Data Vibrasi	30
Tabel 3. 4 ISO 20816-2:2017 Pengukur dan Evaluasi Vibrasi	31
Tabel 4. 1 Data Vibrasi Turbin Uap PT. XXX Bulan September 2023	35
Tabel 4. 2 Data Vibrasi Turbin Uap PT. XXX Bulan Oktober 2023	35
Tabel 4. 3 Data Vibrasi Turbin Uap PT. XXX Bulan November 2023	36
Tabel 4. 4 Data Vibrasi Turbin Uap PT. XXX Bulan Desember 2023	37



## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
F	Gaya (Newton, N)
Hz	Hertz, satuan frekuensi (1/s)
$\mu\text{m}$	Mikrometer, satuan panjang ( $10^{-6}$ meter)
g	Percepatan gravitasi ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )
x	Posisi benda yang bergetar terhadap titik keseimbangan (m)
$\omega$	Kecepatan sudut (rad/s)
A	Amplitudo atau simpangan maksimum (m)
$\cos(\omega t)$	Fungsi kosinus yang menunjukkan variasi posisi terhadap waktu
$\sin(\omega t)$	Fungsi sinus yang menggambarkan variasi posisi terhadap waktu
$2\pi$	Faktor konversi antara periode dan frekuensi dalam radian
$\tau$	Periode getaran (s)
kW	Kilowatt, satuan daya
MW	Megawatt, satuan daya

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
PLTP	Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi
CBM	<i>Condition Based Maintenance</i>
CPS	<i>Cycle Per Second</i>
CPM	<i>Cycle Per Minute</i>
Rpm	<i>Rotation Per Minute</i>
pk-pk	<i>Peak to Peak</i>



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Hasil *Similarity* Universitas Mercubuana

60

