

**PENGARUH UNBALANCE PADA MESIN BERPUTAR TERHADAP
PENGUKURAN GETARAN: MENGGUNAKAN ALAT MODAL
ANALYSIS TESTING DAN VIBRATION METER**

Skripsi



Disusun oleh

Diaz Priski Akbar

3331210014

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON – BANTEN
2025**

**PENGARUH *UNBALANCE* PADA MESIN BERPUTAR TERHADAP
PENGUKURAN GETARAN: MENGGUNAKAN ALAT *MODAL*
ANALYSIS TESTING DAN *VIBRATION METER***

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S1
pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun oleh

Diaz Priski Akbar

3331210014

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON – BANTEN
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

No : 044/UN.43.3.1/PK.03.09/2025

TUGAS AKHIR

PENGARUH *UNBALANCE* PADA MESIN BERPUTAR TERHADAP PENGUKURAN GETARAN: MENGGUNAKAN ALAT MODAL ANALYSIS TESTING DAN VIBRATION METER

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

Diaz Priski Akbar

3331210014

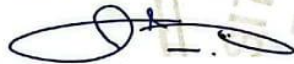
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

pada tanggal, 04 Juni 2025

Pembimbing Utama



Sidik Susilo, S.T., M.Sc.
Nip. 198806052019031006

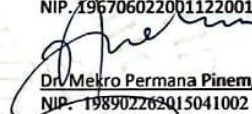


Ir. Dedy Triawan Supravogi, S.T., MEng, Ph.D, IPM, C.Eng
Nip. 198206212022031001

Anggota Dewan Penguji

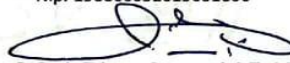


Dr. Ir. Ni Ketut Caturwati, M.T
NIP. 196706022001122001



Dr. Mekro Permana Pinem, S.T., M.T
NIP. 198902262015041002

Sidik Susilo, S.T., M.Sc.
Nip. 198806052019031006



Ir. Dedy Triawan Supravogi, S.T., MEng, Ph.D, IPM, C.Eng
Nip. 198206212022031001

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal, 10 Juli 2025

Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA



Ir. Dhimas Satya, S.T., M.Eng
NIP. 198305162012121006

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Diaz Priski Akbar

NPM : 3331210014

Judul : Pengaruh *Unbalance* Pada Mesin Berputar Terhadap Pengukuran
Getaran: Menggunakan *Modal Analysis Testing* dan *Vibration Meter*

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, Juli 2025



Diaz Priski Akbar

NPM. 331210014

ABSTRAK

PENGARUH *UNBALANCE* PADA MESIN BERPUTAR TERHADAP PENGUKURAN GETARAN: MENGGUNAKAN ALAT *MODAL ANALYSIS TESTING* DAN *VIBRATION METER*

Disusun oleh:

Diaz Priski Akbar

3331210014

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi pembebanan terhadap getaran mesin berputar menggunakan *Modal Analysis Testing* dan *Vibration Meter*. Objek uji berupa motor listrik dengan cakram rem diberi beban baut sebesar 0.205 N, 0.402 N, dan 0.598 N. Pengukuran dilakukan di tiga titik (V1, V2, V3) dan tiga kecepatan rotasi (1500, 1700, 1900 RPM). Prosedur dimulai dengan pemasangan sensor akselerometer dan probe pada masing-masing titik, kemudian dilakukan pengambilan data akselerasi, *Velocity*, dan frekuensi menggunakan alat masing-masing. *Modal Analysis* menggunakan sistem SCADAS dan *Simcenter Testlab*, sedangkan *Vibration Meter* dilakukan secara langsung. Hasil menunjukkan bahwa pembebanan meningkatkan nilai getaran. Nilai akselerasi tertinggi menggunakan *Vibration Meter* tercatat 16.01 m/s² (V1), dan *Velocity* tertinggi 3.890 m/s (V3). Pada *Modal Analysis*, akselerasi maksimum 15.79 m/s² dan *Velocity* 3.358 m/s. Error *Velocity* terhadap teori lebih kecil pada *Modal Analysis* (2.88%) dibanding *Vibration Meter* (6.78%), menunjukkan akurasi lebih tinggi. Kesimpulannya, beban memengaruhi respon dinamis sistem secara signifikan. *Modal Analysis* lebih akurat dalam analisis struktural, sedangkan *Vibration Meter* unggul dalam kemudahan pengukuran cepat.

Kata Kunci: *Frekuensi, Modal Analysis, Mesin Berputar, Vibration Meter*

ABSTRACT

THE EFFECT OF UNBALANCE ON VIBRATION MEASUREMENT IN ROTATING MACHINERY: USING MODAL ANALYSIS TESTING AND VIBRATION METER TOOLS

Disusun oleh:

Diaz Priski Akbar

3331210014

This study aims to analyze the effect of load variations on the vibration of a rotating machine using Modal Analysis Testing and a Vibration Meter. The test object was an electric motor with a brake disc subjected to bolt loads of 0.205 N, 0.402 N, and 0.598 N. Measurements were taken at three points (V1, V2, V3) and three rotational speeds (1500, 1700, and 1900 RPM). The procedure began with the installation of accelerometer sensors and probes at each point, followed by data acquisition of acceleration, velocity, and frequency using each respective device. Modal Analysis was performed using the SCADAS system and Simcenter Testlab, while Vibration Meter measurements were conducted directly. The results showed that increasing load significantly amplified vibration values. The highest acceleration measured using the Vibration Meter was 16.01 m/s^2 at V1, while the highest velocity was 3.890 m/s at V3. In Modal Analysis, the maximum acceleration was 15.79 m/s^2 , and the velocity was 3.358 m/s . The velocity error relative to theoretical values was lower in Modal Analysis (2.88%) compared to the Vibration Meter (6.78%), indicating higher accuracy. In conclusion, loading significantly affects the system's dynamic response. Modal Analysis provides greater accuracy in structural analysis, while the Vibration Meter excels in quick and practical measurements.

Keywords: *Frequency, Modal Analysis, Machinery Rotating, Vibration Meter*

HALAMAN PERUNTUKAN

Peruntukan:

"Ibu mempertaruhkan nyawanya demi kelahiran penulis ke dunia. Maka, tidak ada alasan bagi penulis untuk tidak menuntaskan gelar sarjana seperti yang Ibu harapkan."

Tugas Akhir ini didedikasikan untuk

Ayah Nazir Harun dan Mamah Bonita Tafiani.

Orang tua luar biasa yang selalu menjadi tempat berpulang dan sandaran terkuat bagi penulis dalam setiap langkah kehidupan. Terima kasih atas pengorbanan tanpa pamrih, doa yang tak pernah putus, kasih sayang yang tulus, dan cinta yang tak tergantikan. Ayah dan Mamah selalu menjadi sumber kekuatan dan semangat hingga penulis mampu menyelesaikan studi ini dan meraih gelar sarjana. Semoga Ayah dan Mamah selalu diberi kesehatan dan umur panjang. Terima kasih atas dukungan, motivasi, dan doa yang tak pernah henti diberikan kepada penulis. Kehadiran kalian adalah anugerah luar biasa dalam hidup penulis. Semoga keberhasilan ini menjadi bentuk kecil dari rasa terima kasih dan cinta yang tak terucapkan, serta menjadi kebanggaan bagi keluarga kita Serta para kakak-kakak dan adikku, khususnya terima kasih kakakku Reza Firlana, S.T skripsi ini sebagai bukti keberhasilan adiknya telah melaksanakan perkuliahan dengan baik.. Dan juga kakakku yang kedua Fanny Dwi Saputri serta adik kecil Muhammad Azka Fakhrezi.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirahim, Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT., atas rahmat dan karunia-Nya, penulis berhasil dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Pengaruh *Unbalance* pada Mesin Berputar Terhadap Pengukuran Getaran: Menggunakan Alat *Modal Analysis* dan *Vibration Meter*” dengan baik. Penulis juga akan sadarnya bahwa tanpa bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak, pencapaian ini tidak akan berhasil. Oleh karena itu juga, Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada:

1. Terima kasih saya ucapkan kepada Bapak Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng., yang menjabat sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, atas dorongan dan dukuan yang berharga bagi penulis.
2. Penghargaan disampaikan kepada Bapak Sidik Susilo S.T., M.Sc., sebagai dosen pembimbing I, atas motivasi, bimbingan, Ide serta dukungan dalam pengembangan tugas akhir ini.
3. Penghargaan disampaikan kepada Bapak Ir. Dedy Triawan Suprayogi S.T., M.Eng., Ph.D., sebagai dosen pembimbing II. Atas bimbingan dan ide yang telah diberikan dalam pengembangan tugas akhir ini.
4. Terima kasih kepada Bapak Dr. Kurnia Nugraha, S.T., M.T., dan Ibu Dr. Rina Lusiani, M.T., sebagai dosen pembimbing akademik yang telah membimbing perkuliahan penulis sampai dapat mengerjakan skripsi ini.
5. Selanjutnya, penghargaan juga dialamatkan kepada Bapak Yusvardi Yusuf, S.T., M.T., sebagai Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dan Koordinator Pembimbing Laboratorium Fenomena Dasar Mesin UNTIRTA sekaligus membimbing penulis selama menjadi asisten laboratorium.
6. Ucapan terima kasih tertuju kepada seluruh Dosen dan Staf Akademik di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, atas kontribusi ilmiah, bantuan, dan arahan yang diberikan sepanjang masa perkuliahan.
7. Penulis ingin menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak Nazir Harun dan Ibu Bonita Tafiani, sebagai orang tua penulis. Tugas

akhir ini ditujukan sebagai ungkapan terima kasih kepada keduanya, yang memiliki peranan penting dalam kehidupan penulis serta mendukung suka-duka penulis serta selalu menyayangi cinta dan kasih sayang.

8. Terima kasih juga para kakak-kakak dan adik penulis kepada Reza Firlana, S.T & Dara Natalia Wulandari, S.I.Kom, Fanny Dwi Saputri & Rifky Mangun, serta Muhammad Azka Fakhrezi yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Ucapan terima kasih juga kepada rekan mahasiswa angkatan 2021 (Angkatan Rocket) Jurusan Teknik Mesin, yang memberikan semangat dan motivasi selama perkuliahan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan baik.

Penulis berharap agar Allah SWT., yang akan memberikan balasan yang setimpal atas segala kebaikan yang telah diberikan oleh semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca serta kontribusi pada perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan.

Cilegon, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
HALAMAN PERUNTUKAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Metodologi Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Getaran.....	5
2.2 Parameter Getaran Mesin	7
2.3 Dinamika Mesin Berputar.....	8
2.4 Getaran Pada Mesin Berputar.....	11
2.5 Pengaruh Variasi Pembebanan terhadap Getaran Mesin Berputar....	16
2.6 Teknik Pengukuran Getaran	17
2.6.1 <i>Modal Analysis Testing</i>	18
2.6.2 <i>Vibration Meter</i>	18
2.7 Perbandingan <i>Modal Analysis Testing</i> dan <i>Vibration Meter</i> dalam Studi Getaran	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	20

3.2 Skema Penelitian	21
3.3 Alat dan Bahan yang Digunakan	21
3.3.1 Alat yang Digunakan.....	21
3.3.2 Bahan yang Digunakan	24
3.4 Prosedur Penelitian	25
3.4.1 Pengujian <i>Modal Analysis Testing</i>	25
3.4.2 Pengujian <i>Vibration Meter</i>	25
3.5 Metode Pengambilan Data.....	26

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Umum Pengujian.....	27
4.2 Data Hasil Pengujian	28
4.2.1 Data <i>Baseline</i> (Tanpa Pembebanan)	28
4.3 Hasil Pengukuran Menggunakan <i>Vibration Meter</i>	30
4.3.1 Pengukuran Data Akselerasi pada Tiap Titik Pengukuran – <i>Vibration Meter</i>	30
4.3.2 Pengukuran pada Kecepatan Getaran (<i>Velocity</i>) – <i>Vibration</i> <i>Meter</i>	34
4.4 Hasil Pengukuran Menggunakan <i>Modal Analysis</i>	38
4.4.1 Pengukuran Data Akselerasi pada Tiap Titik Pengukuran – <i>Modal Analysis Testing</i>	38
4.4.2 Pengukuran Dan Perhitungan pada Kecepatan Getaran (<i>Velocity</i>) – <i>Modal Analysis Testing</i>	42
4.5 Perbandingan Hasil <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i>	47
4.5.1 Perbandingan Frekuensi Antara <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration</i> <i>Meter</i>	47
4.5.2 Perbandingan Akselerasi antara <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration</i> <i>Meter</i>	53
4.5.3 Perbandingan Percepatan (<i>Velocity</i>) antara <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i>	58
4.6 Perbandingan <i>Velocity</i> Aktual dengan <i>Velocity</i> Teori.....	64
4.7 Analisis Komprehensif Perbedaan Pengukuran <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i>	70

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan..... 74

5.2 Saran 75

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Rotor	9
Gambar 2.2 <i>Bearing</i>	9
Gambar 2.3 <i>Casing</i>	10
Gambar 2.4 <i>Coupling</i>	11
Gambar 2.5 Macam – Macam Getaran Timbul Mesin Berputar	11
Gambar 2.6 <i>Angular Misalignment</i>	12
Gambar 2.7 <i>Parallel Misalignment</i>	12
Gambar 2.8 <i>Bearing Defect</i>	13
Gambar 2.9 <i>Broken Tooth</i>	14
Gambar 2.10 <i>Cavitation</i>	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3.2 Skema Penelitian	21
Gambar 3.3 SCADAS XS	22
Gambar 3.5 <i>Accelerometer</i> Dytran	22
Gambar 3.6 <i>Vibration Meter</i>	23
Gambar 3.7 <i>Tachometer</i>	23
Gambar 3.8 Baut 21 gram	23
Gambar 3.9 Dimmer	24
Gambar 3.10 Kunci Inggris	24
Gambar 3.11 Oli Singer	24
Gambar 4.1 Pemasangan Baut Pada Cakram a) 1 Baut, b) 2 Baut c) 3 Baut	27
Gambar 4.2 Mesin Motor Putar	27
Gambar 4.3 Perbandingan Akselerasi dan Kecepatan Pada Titik V1 (<i>Vibration Meter</i>)	32
Gambar 4.4 Perbandingan Akselerasi dan Kecepatan Pada Titik V2 (<i>Vibration Meter</i>)	33
Gambar 4.5 Perbandingan Akselerasi dan Kecepatan Pada Titik V3 (<i>Vibration Meter</i>)	34
Gambar 4.6 Perbandingan Akselerasi dan Kecepatan Pada Titik V1 (<i>Modal Analysis Testing</i>)	39

Gambar 4.7 Perbandingan Akselerasi dan Kecepatan Pada Titik V2 (<i>Modal Analysis Testing</i>)	40
Gambar 4.8 Perbandingan Akselerasi dan Kecepatan Pada Titik V3 (<i>Modal Analysis Testing</i>)	41
Gambar 4.9 Perbandingan Frekuensi Pada <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V1	49
Gambar 4.10 Perbandingan Frekuensi Pada <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V2	51
Gambar 4.11 Perbandingan Frekuensi Pada <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V3	52
Gambar 4.12 Perbandingan Akselerasi Pada <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V1	54
Gambar 4.13 Perbandingan Akselerasi Pada <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V2	55
Gambar 4.14 Perbandingan Akselerasi Pada <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V3	57
Gambar 4.15 Perbandingan <i>Velocity</i> Pada <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V1	59
Gambar 4.16 Perbandingan <i>Velocity</i> Pada <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V2	61
Gambar 4.17 Perbandingan <i>Velocity</i> Pada <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V3	62

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Tabel Perbandingan <i>Modal Analysis</i> Testing dan <i>Vibration Meter</i>	19
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Menggunakan <i>Vibration Meter (Baseline)</i>	28
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Menggunakan <i>Modal Analysis (Baseline)</i>	29
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Menggunakan <i>Vibration Meter</i>	30
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Akselerasi Menggunakan <i>Vibration Meter</i>	30
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Kecepatan Getaran Menggunakan <i>Vibration Meter</i>	35
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Menggunakan <i>Modal Analysis</i> Testing	38
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Akselerasi Menggunakan <i>Modal Analysis</i> Testing.	39
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran <i>Velocity</i> Menggunakan <i>Modal Analysis</i> Testing	42
Tabel 4.9 Perbandingan Frekuensi <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V1	48
Tabel 4.10 Perbandingan Frekuensi <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V2	50
Tabel 4.11 Perbandingan Frekuensi <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V3	52
Tabel 4.12 Perbandingan Akselerasi <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V1	54
Tabel 4.13 Perbandingan Akselerasi <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V2	55
Tabel 4.14 Perbandingan Akselerasi <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V3	57
Tabel 4.15 Perbandingan <i>Velocity</i> <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V1	59
Tabel 4.16 Perbandingan <i>Velocity</i> <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V2	60
Tabel 4.17 Perbandingan <i>Velocity</i> <i>Modal Analysis</i> dan <i>Vibration Meter</i> Titik V3	62
Tabel 4.18 Perbandingan <i>Velocity</i> Aktual dan <i>Velocity</i> Teoritis – <i>Modal Analysis</i> Testing.....	65

Tabel 4.19 Perbandingan <i>Velocity</i> Aktual dan <i>Velocity</i> Teoritis – <i>Vibration Meter</i>	66
Tabel 4.20 <i>Persentase Error</i> pada <i>Modal Analysis</i>	67
Tabel 4.21 <i>Persentase Error</i> pada <i>Vibration Meter</i>	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada perkembangan teknologi dalam bidang teknik mesin secara terus mengalami peningkatan, terutama dalam bidang analisis getaran untuk mendiagnosis kondisi kerja mesin. Analisis getaran menjadi salah satu metode yang sering digunakan untuk melihat dan mengecek kondisi mesin rotasi seperti motor listrik, dikarenakan sifat dari getaran sangat sensitive terhadap perubahan beban, keausan, maupun kerusakan pada komponen. Menurut Rao (2017) analisis getaran adalah suatu teknik yang efektif dalam mendeteksi gejala kerusakan awal pada komponen mesin sebelum menyebabkan kegagalan total. Maka dari itu, ini menunjukkan bahwa pentingnya pengukuran getaran dalam perawatan prediktif [1].

Pendekatan yang paling umum salah satunya dalam bidang analisis getaran adalah menggunakan alat *Modal Analysis Testing* dan *Vibration Meter*. *Modal Analysis Testing* ini digunakan untuk menentukan frekuensi alami, mode shapes, dan repon dinamis suatu struktur, sedangkan pada *Vibration Meter* lebih fokus pada pengukuran intensitas getaran secara langsung. Mekanisme kedua ini menjadi memiliki kelebihan pada masing-masing, tergantung pada tujuan pengukuran dan kebutuhan analisis [2].

Namun, tantangan utama yang dihadapi dalam penggunaan kedua alat tersebut adalah bagaimana memastikan bahwa tingkat akurasi pengukuran pada saat beban dinamis ditambahkan. Menurut Gupta (2020) perubahan kecil pada beban dapat secara signifikan memengaruhi pola getaran mesin, sehingga diperlukan metode pengukuran yang andal dalam mendapatkan hasil yang konsisten [3]. Oleh karena itu, penelitian mengenai perbandingan hasil pengukuran antara *Modal Analysis Testing* dan *Vibration Meter* menjadi penting untuk mengevaluasi keefektifan kedua alat tersebut.

Motor listrik yang berputar pada poros dengan bantalan bearing digunakan sebagai objek penelitian ini karena sifat dinamisnya yang kompleks.

Penambahan beban berupa baut pada ujung cakram rem dapat memengaruhi distribusi massa, momen inersia, karakteristik getaran. Dengan memahami pengaruh beban ini, dapat diperoleh wawasan baru mengenai bagaimana pola getaran dapat berubah dan bagaimana alat pengukuran merespon perubahan tersebut [4].

Penelitian ini dimanfaatkan untuk menganalisis pengaruh beban baut pada ujung cakram rem terhadap hasil pengukuran getaran menggunakan *Modal Analysis Testing* dan *Vibration Meter*, serta membandingkan akurasi dari kedua alat tersebut dalam menganalisis karakteristik getaran.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi *unbalancing* terhadap karakteristik getaran mesin berputar?
2. Sejauh mana hasil pengukuran menggunakan *Modal Analysis* dan *Vibration Meter* menunjukkan konsistensi?
3. Bagaimana efektivitas masing-masing metode dalam pengukuran getaran mesin?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang dibuat digunakan dalam mencapai penelitian percobaan ini sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi *unbalancing* terhadap karakteristik getaran pada mesin berputar.
2. Membandingkan hasil pengukuran getaran antara metode *analysis* dan *Vibration Meter*.
3. Menyajikan evaluasi efektivitas penggunaan masing-masing metode dalam pengukuran getaran mesin.

1.4 Manfaat Penelitian

Kemudian terdapatnya manfaat penelitian ini berguna dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Dapat memberikan referensi dalam pemilihan metode pengukuran getaran yang sesuai.
2. Menyediakan data empiris terkait pengaruh beban tambahan terhadap respon dinamis mesin berputar.
3. Dapat menjadi modul praktikum sebagai *output* dari penelitian ini.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini berfokus pada analisis getaran pada *rotating equipment* dengan cakram rem menggunakan *Modal Analysis Testing* dan *Vibration Meter*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui karakteristik getaran, termasuk amplitudo, bentuk pola getaran, frekuensi getaran, dan pengaruh pembebanan getaran dengan variasi pembebanan pada mesin berputar. Penelitian ini dibatasi pada sistem yang terdiri dari motor penggerak, shaft, bearing, dan cakram rem, tanpa mempertimbangkan faktor eksternal seperti suhu dan kelembaban lingkungan. Data yang diperoleh akan dibandingkan untuk mengevaluasi keakuratan kedua metode dalam menganalisis fenomena getaran pada sistem mekanis.

1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran karakteristik getaran menggunakan *Modal Analysis Testing* dan *Vibration Meter*, dengan mengacu pada standar ISO 10816-3 yang digunakan untuk evaluasi tingkat getaran mesin berputar serta ISO 7626-5 yang mengatur metode eksitasi struktur dalam analisis modal. Selain itu, standar ASTM E756 juga dijadikan referensi dalam karakterisasi sifat dinamis material menggunakan *accelerometer*. Metode penelitian ini terdiri dari dua pendekatan utama. Pendekatan pertama menggunakan *Modal Analysis Testing*, di mana eksitasi dari mesin itu sendiri, sedangkan respon getarannya ditangkap menggunakan *accelerometer* dan dianalisis melalui *Fast Fourier Transform*

(FFT) dengan perangkat lunak *Simcenter Testlab* untuk memperoleh parameter frekuensi alami.[5]

Pendekatan kedua dilakukan dengan *Vibration Meter*, yang mengukur percepatan, kecepatan, dan Frekuensi secara langsung pada titik pengukuran yang telah ditentukan. Data yang diperoleh dari kedua metode dianalisis dan dibandingkan berdasarkan parameter frekuensi, Kecepatan Getaran (*Velocity*), serta Akselerasi akibat variasi beban pada cakram rem. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai efektivitas dan tingkat akurasi kedua metode dalam mengidentifikasi karakteristik dinamis sistem mekanis yang diuji.

Kemudian terdapat variabel penelitian dalam penelitian ini, variabel bebasnya merupakan beban baut pada ujung mesin berputar dengan menambahkan pembebanan, variabel terikatnya merupakan frekuensi, Kecepatan Getaran (*Velocity*), serta Akselerasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Choudhury, “*Vibration Monitoring of Rotating Electrical Machines*,” 2019, pp. 163–188. doi: 10.4018/978-1-5225-6989-3.ch008.
- [2] I. M. Hermanto, Nurhayati, I. Tahir, and M. Yunus, “Penerapan Model *Guided Context-and Problem-Based Learning* Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Pada Materi Gelombang Bunyi,” *JPF (Jurnal Pendidik. Fis. Univ. Islam Negeri Alauddin Makassar*, vol. 11, no. 1, pp. 151–162, Mar. 2023, doi: 10.24252/jpf.v11i1.36233.
- [3] K. Xie and L. Cheng, “A novel two-dimensional Hilbert transform method for structural vibration measurement and Modal Analysis,” *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 225, p. 112324, Feb. 2025, doi: 10.1016/j.ymssp.2025.112324.
- [4] A. Nandi and H. Ahmed, “*Principles of Rotating Machine Vibration Signals*,” in *Condition Monitoring with Vibration Signals*, Wiley, 2019, pp. 17–30. doi: 10.1002/9781119544678.ch2.
- [5] S. P. Mogal and D. I. Lalwani, “A Brief Review on Fault Diagnosis of Rotating Machineries,” *Appl. Mech. Mater.*, vol. 541–542, pp. 635–640, Mar. 2014, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.541-542.635.
- [6] F. Al-Badour, M. Sunar, and L. Cheded, “Vibration analysis of rotating machinery using time–frequency analysis and wavelet techniques,” *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 25, no. 6, pp. 2083–2101, Aug. 2011, doi: 10.1016/j.ymssp.2011.01.017.
- [7] A. K. Chopra, “Dynamics of structures: theory and applications to earthquake engineering,” *Choice Rev. Online*, vol. 33, no. 02, pp. 33-0948-33–0948, Oct. 1995, doi: 10.5860/CHOICE.33-0948.
- [8] K. Zhang and X. Jiang, “improved OAKR approach to condition monitoring of rotating machinery,” *PHM Soc. Asia-Pacific Conf.*, vol. 4, no. 1, Sep. 2023, doi: 10.36001/phmap.2023.v4i1.3600.
- [9] D. Suryadi and M. D. Pratama, “Desain dan Pembuatan Alat Monitoring Kerusakan Mesin Berdasarkan Level Getaran,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 21–29, May 2020, doi: 10.21776/ub.jrm.2020.011.01.3.

- [10] A. Kafeel *et al.*, “An Expert System for Rotating Machine Fault Detection Using Vibration Signal Analysis,” *Sensors*, vol. 21, no. 22, p. 7587, Nov. 2021, doi: 10.3390/s21227587.
- [11] A. Mauricio, D. Helm, M. Timusk, J. Antoni, and K. Gryllias, “Novel Cyclo-Nonstationary Indicators for Monitoring of Rotating Machinery Operating Under Speed and Load Varying Conditions,” *J. Eng. Gas Turbines Power*, vol. 144, no. 4, Apr. 2022, doi: 10.1115/1.4049778.
- [12] G. W. P. Rodrigues, P. C. Büchner, J. L. de A. Soares, A. M. Reis, C. L. da Silva, and N. R. Horikawa, “Control of vibrations in rotating mechanical elements,” *Sci. Electron. Arch.*, vol. 16, no. 12, Nov. 2023, doi: 10.36560/161220231827.
- [13] A. Ermolaev, B. Gordeev, S. Okhulkov, G. Panovko, and A. Plekhov, “Measuring of rotating shafts angular deformation by means of ultrasonic Vibration Meter,” *J. Meas. Eng.*, vol. 11, no. 1, pp. 51–61, Mar. 2023, doi: 10.21595/jme.2022.22919.
- [14] G. Storti and T. Machado, “The use of operational *Modal Analysis* in the process of modal parameters identification in a rotating machine supported by roller bearings,” *J. Mech. Sci. Technol.*, vol. 35, no. 2, pp. 471–480, 2021, doi: 10.1007/s12206-021-0105-3.
- [15] G. Sternharz and T. Kalganova, “Current Methods for Operational *Modal Analysis* of Rotating Machinery and Prospects of Machine Learning,” 2020, pp. 155–163. doi: 10.1007/978-3-030-47721-9_19.
- [16] Y. Guo, L. Chen, Y. Long, and X. Zhang, “Digital Simulation of Coupled Dynamic Characteristics of Open Rotor and Dynamic Balancing Test Research,” *Machines*, vol. 12, no. 6, p. 391, Jun. 2024, doi: 10.3390/machines12060391.
- [17] X. Zhou, X. Wang, H. Wang, Z. Xing, Z. Yang, and L. Cao, “Method for Denoising the Vibration Signal of Rotating Machinery through VMD and MODWPT,” *Sensors*, vol. 23, no. 15, p. 6904, Aug. 2023, doi: 10.3390/s23156904.
- [18] S. Felahi and W. Mohamedi, “Order Analysis of a Vibration Signal of a Rotating Machine,” *J. Biosens. Bioelectron. Res.*, pp. 1–7, Apr. 2024, doi:

10.47363/JBBER/2024(2)114.

- [19] L. Wang, Z. Wu, H. Wu, X. Yang, and Y. Xie, “An adaptive fault diagnosis method for rotating machinery based on GCN deep feature extraction and OptGB,” Nov. 19, 2024. doi: 10.21203/rs.3.rs-5004157/v1.
- [20] K. Aminu, B. D. Halilu, D. Y. Dabs, M. Sule, and S. U. Ibrahim, “Fault Identification on a Bearing Component of a Rotating Machine Using Vibration Spectrum Analysis,” *Int. J. Adv. Sci. Res. Eng.*, vol. 07, no. 09, pp. 37–42, 2021, doi: 10.31695/IJASRE.2021.34059.
- [21] R. Shankar, *Fundamentals of Physics*. 2017. doi: 10.12987/9780300206791.
- [22] I. Bagri, K. Tahiry, A. Hraiba, A. Touil, and A. Mousrij, “Vibration Signal Analysis for Intelligent Rotating Machinery Diagnosis and Prognosis: A Comprehensive Systematic Literature Review,” *Vibration*, vol. 7, no. 4, pp. 1013–1062, Oct. 2024, doi: 10.3390/vibration7040054.
- [23] L. Lyu and W. Zhu, “Operational Modal Analysis of a Rotating Structure Using a Novel Image-Based Long-Range Continuously Scanning Laser Doppler Vibrometer,” *Vol. 11 36th Conf. Mech. Vib. Sound*, Aug. 2024, doi: 10.1115/DETC2024-144048.
- [24] N. R. Dreher, G. C. Storti, and T. H. Machado, “Vibration Signal Evaluation Based on K-Means Clustering as a Pre-Stage of Operational Modal Analysis for Structural Health Monitoring of Rotating Machines,” *Energies*, vol. 16, no. 23, 2023, doi: 10.3390/en16237848.
- [25] D. Goto, T. Inoue, S. Kimura, A. Heya, S. Nakamura, and Y. Watanabe, “An Extended Operational Modal Analysis Method Enabling the Separation of Whirling Direction Information in Rotating Machinery (Full Operational Modal Analysis Method),” *J. Vib. Acoust.*, vol. 147, no. 1, Feb. 2025, doi: 10.1115/1.4067289.