



**RANCANG BANGUN ALAT UJI GETARAN BEBAS *SINGLE*
*DEGREE OF FREEDOM HORIZONTAL BENDING BAR***

SKRIPSI

**MUHAMMAD ARYASATYA
1910311033**

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2024



**RANCANG BANGUN ALAT UJI GETARAN BEBAS *SINGLE*
*DEGREE OF FREEDOM HORIZONTAL BENDING BAR***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik

**MUHAMMAD ARYASATYA
1910311033**

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2024

PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh

Nama : Muhammad Aryasatya

NIM : 1910311033

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Uji Getaran Bebas *Single Degree of Freedom Horizontal Bending Bar*

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Ir. Mohammad Galbi, M.T.
Penguji Utama



Fitri Wahyuni, S.T., M.Eng.
Penguji Lembaga

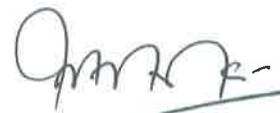


Dr. Muchamad Oktaviandri, ST., MT., IPM.,
ASEAN.Eng

Plt. Dekan Fakultas Teknik



Muhammad Arifudin Lukmana, S.T., M.T.
Penguji III (Pembimbing)



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.
Ketua Program Studi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : Rabu, 10 Januari 2023

PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh

Nama : Muhammad Aryasatya

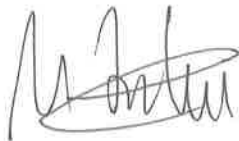
NIM : 1910311033

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Uji Getaran Bebas *Single Degree of Freedom Horizontal Bending Bar*

Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai arahan dari dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Menyetujui



Muhammad Arifudin Lukmana, S.T., M.T.
Pembimbing I



Sigit Pradana, S.T., M.T.
Pembimbing II

Mengetahui



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.
Kepala Program Studi Teknik Mesin

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Aryasatya

NIM : 1910311033

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, masa saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 10 Januari 2023

Yang menyatakan,

A handwritten signature in black ink is written over a rectangular postage stamp. The stamp is yellow and red, featuring the Garuda Pancasila emblem and the text '20 METERAI TEMPEL' and the serial number '90EAKX712900614'. The signature is written across the stamp and extends slightly to the left.

Muhammad Aryasatya

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Aryasatya

NIM : 1910311033

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas skripsi saya yang berjudul :

“RANCANG BANGUN ALAT UJI GETARAN BEBAS *SINGLE DEGREE OF FREEDOM HORIZONTAL BENDING BAR*”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas *Royalty* ini Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 10 Januari 2023

Yang menyatakan,



Muhammad Aryasatya

RANCANG BANGUN ALAT UJI GETARAN BEBAS *SINGLE DEGREE OF FREEDOM HORIZONTAL BENDING BAR*

MUHAMMAD ARYASATYA

ABSTRAK

Getaran adalah subdisiplin dari ilmu dinamika yaitu ilmu yang mempelajari tentang gerakan berulang benda relatif terhadap stasioner kerangka acuan atau posisi nominal. Proses dalam mempelajari ilmu getaran pada perguruan tinggi bisa berlangsung melalui kegiatan praktikum. Alat Uji Getaran Bebas *Single Degree of Freedom Horizontal Bending Bar* adalah suatu alat yang dapat diserap oleh mata dan telinga dengan tujuan membantu pendidik agar proses pembelajaran lebih efektif dan efisien. Dalam mencari Frekuensi Natural dapat menggunakan Metode Rayleigh, *Software Ansys 2022 R2 Student* dan Eksperimen. Dengan membandingkan metode Rayleigh dengan *software Ansys 2022 R2 Student*, nilai frekuensi natural dengan batang material Tembaga, Kuningan dan *Stainless Steel* mengalami penurunan sebesar 3,489%, 9,571% dan 1,797%. Sedangkan membandingkan metode Rayleigh dengan Eksperimen memiliki hasil yang variatif untuk panjang 100 cm, 90 cm dan 80 cm.

Kata Kunci : Getaran Bebas, *Single Degree of Freedom*, Frekuensi Natural

RANCANG BANGUN ALAT UJI GETARAN BEBAS *SINGLE* *DEGREE OF FREEDOM HORIZONTAL BENDING BAR*

MUHAMMAD ARYASATYA

ABSTRACT

Vibration is a subdiscipline of dynamics, which is the study of the repetitive motion of objects relative to stationary frames of reference or nominal positions. The process of learning vibration science in universities can take place through practicum activities. Single Degree of Freedom Horizontal Bending Bar Free Vibration Test Equipment is a tool that can be absorbed by the eyes and ears with the aim of helping educators make the learning process more effective and efficient. In finding Natural Frequencies, you can use the Rayleigh Method, Ansys Software 2022 R2 Student and Experiments. By comparing the Rayleigh method with Ansys 2022 R2 Student software, the natural frequency value with Copper, Brass and Stainless Steel material bars decreased by 3.489%, 9.571% and 1.797%. While comparing Rayleigh's method with experiments has varied results for lengths of 100 cm, 90 cm and 80 cm.

Keywords : Free Vibration, Single Degree of Freedom, Natural Frequency

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, penulis telah menyelesaikan skripsi dengan baik dan tepat waktu. Adapun penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan akademis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Program Studi S-1 Teknik Mesin.

Dalam penyelesaiannya, penulis menyadari bahwa skripsi ini pun tak lepas dari bantuan berupa materi, informasi, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dikesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya kepada penulis sehingga berhasil menyelesaikan skripsi dengan baik.
2. Ibu Diah dan Anindita, selaku keluarga penulis yang selalu mendoakan serta memberikan semangat kepada penulis setiap waktu.
3. Alm Yangti dan Alm Yankung yang selalu membantu dengan kekompakan dan rasa persaudaraan yang kuat.
4. Seluruh keluarga penulis yang memberikan bantuan dalam berbagai hal demi kelancaran dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Muhammad Arifudin Lukmana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I dalam penulisan skripsi.
6. Sigit Pradana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II dalam penulisan skripsi.
7. Bapak Ir. Fahrudin, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan skripsi.
8. Seluruh jajaran dosen dan staf di Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah membantu semua proses dari awal hingga skripsi ini selesai.

9. Omen, Reino, Sawi, Ridwan, Naura, Abdul, Akim, Kiki, Tata dan Rika serta Warga Teknik Mesin yang telah membantu yang telah membantu selama perkuliahan dan memberikan dukungan, saran, dan semangat persahabatan.
10. Paiw, Dems, Ququng dan Ebeg serta Warga Pangandaran 71 lainnya yang telah memberikan dukungan dan semangat selama penulisan skripsi.

Dengan rendah hati penulis pun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak di kemudian hari.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN PENGUJI	ii
PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penulisan.....	3
1.4.1. Bagi Perguruan Tinggi	3
1.4.2. Bagi Mahasiswa	3
1.5. Manfaat	4
1.5.1. Bagi Perguruan Tinggi	4
1.5.2. Bagi Mahasiswa	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Metode Elemen Hingga.....	6
2.2. CAD SOFTWARE	7
2.3. Ansys 2022 R2 Student	7
2.4. Getaran	8
2.4.1. Persamaan Hukum Newton II	10
2.4.2. Metode Rayleigh	10
2.4.3. <i>Single Degree of Freedom</i> dan <i>Multi Degree of Freedom</i>	11
2.4.4. Klasifikasi Getaran.....	13

2.4.5. <i>Horizontal Bending Bar</i>	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1. Waktu Penelitian	17
3.2. Tempat Penelitian.....	17
3.3. Diagram Alir	18
3.4. Variabel Penelitian	19
3.4.1. Variabel Bebas	19
3.4.2. Variabel Terikat	19
3.5. Proses Desain	19
3.6. Analisis Desain	20
3.6.1. Analisis dengan Ansys 2022 R2 Student	20
3.6.2. Analisis dengan Metode Rayleigh	21
3.7. Pembuatan Alat	21
3.8. Pengolahan Data dari Pengujian dan Eksperimen Alat.....	22
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Desain Alat.....	23
4.2. Analisis Desain	24
4.2.1. Analisis dengan Metode Rayleigh	24
4.2.2. Analisis dengan Ansys 2022 R2 Student	28
4.3. Perbandingan Analisis Metode Rayleigh dengan <i>Software</i> Ansys 2022 R2 Student	30
4.4. Pembuatan Alat Uji Getaran <i>Single Degree of Freedom Horizontal Bending Bar</i>	32
4.5. Pengolahan Data dari Pengujian Alat	33
4.5.1. Menyiapkan Kertas Pengambilan Data dan <i>Set-up</i> Sensor MPU 9250 Uno.....	33
4.5.2. <i>Set-up</i> Titik Awal Batang Eksperimen dan Pengamatan Gerak Batang 34	
4.6. Hasil Pengolahan Eksperimen.....	34
4.7. Hasil Perbandingan Analisis Metode Rayleigh, <i>Software</i> Ansys 2022 R2 Student dan Eksperimen.....	38
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1. Kesimpulan	42
5.2. Saran.....	44

DAFTAR PUSTAKA

RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Elemen yang biasa digunakan dalam FEM (Fikri, 2021).....	6
Gambar 2.2 Desain menggunakan Autodesk Inventor Professional 2023.....	7
Gambar 2.3 Simulasi menggunakan ANSYS 2022 R2 Student	8
Gambar 2.4 <i>Beam Cantilever</i>	9
Gambar 2.5 Contoh SDOF	12
Gambar 2.6 Rumus <i>Beam Cantilever</i>	14
Gambar 3.1 Fakultas Teknik UPN Veteran Jakarta	17
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3.3 Proses Desain	19
Gambar 3.4 Modal Analysis dengan Ansys 2022 R2 Student.....	20
Gambar 3.5 Tools pada Modal Analysis Ansys 2022 R2 Student.....	20
Gambar 4.1 Desain Rangka Alat.....	23
Gambar 4.2 Desain Batang	23
Gambar 4.3 Desain <i>Clamp C</i>	23
Gambar 4.4 Desain Massa pada Ujung Batang.....	23
Gambar 4.5 Grafik Pengukuran Massa pada Ujung Batang	26
Gambar 4.6 Grafik Massa Batang Tembaga, Kuningan dan <i>Stainless Steel</i>	27
Gambar 4.7 Grafik Frekuensi Natural menggunakan metode Rayleigh	28
Gambar 4.8 Posisi <i>Horizontal Bending Bar</i> Saat Titik 0.....	28
Gambar 4.9 Posisi <i>Horizontal Bending Bar</i> Saat Titik 1	28

Gambar 4.10 Posisi <i>Horizontal Bending Bar</i> Saat Titik 2.....	28
Gambar 4.11 Grafik Frekuensi Natural <i>Stainless Steel</i> menggunakan <i>Software</i> Ansys panjang 100cm, 90cm dan 80cm.....	29
Gambar 4.12 <i>Gap Ratio</i> Batang Tembaga antara Metode Rayleigh dengan <i>Software</i> Ansys 2022 R2 Student.....	30
Gambar 4.13 <i>Gap Ratio</i> Batang Kuningan antara Metode Rayleigh dengan <i>Software</i> Ansys 2022 R2 Student.....	31
Gambar 4.14 <i>Gap Ratio</i> Batang <i>Stainless Steel</i> antara Metode Rayleigh dengan <i>Software</i> Ansys 2022 R2 Student.....	31
Gambar 4.15 Rangka Alat Uji Getaran	32
Gambar 4.16 Batang Kuningan.....	32
Gambar 4.17 <i>Clamp C</i>	32
Gambar 4.18 Massa pada Ujung Batang.....	32
Gambar 4.19 Kertas Pengambilan Data	33
Gambar 4.20 <i>Set-up</i> Sensor MPU 9250 Uno ke Arduino	33
Gambar 4.21 <i>Set-up</i> Titik Awal Batang Eksperimen.....	34
Gambar 4.22 Pengamatan Gerak Batang	34
Gambar 4.23 Grafik Getaran Bebas Batang <i>Stainless</i> panjang 100 cm.....	34
Gambar 4.24 Grafik Getaran Bebas Batang <i>Stainless</i> panjang 90 cm.....	35
Gambar 4.25 Grafik Getaran Bebas Batang <i>Stainless</i> panjang 80 cm.....	35
Gambar 4.26 Grafik Frekuensi Natural material Tembaga.....	39
Gambar 4.27 Grafik Frekuensi Natural material Kuningan.....	40
Gambar 4.28 Grafik Frekuensi Natural material <i>Stainless Steel</i>	41

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Koefisien Kekakuan.....	25
Tabel 4.2 Frekuensi Natural Menggunakan <i>Software</i> Ansys 2022 R2 Student....	30
Tabel 4.3 <i>Logaritmik Decrement</i> (δ) pada Eksperimen.....	36
Tabel 4.4 <i>Damping Ratio</i> (ζ) pada Eksperimen.....	36
Tabel 4.5 Periode (T) pada Eksperimen.....	37
Tabel 4.6 Frekuensi Sudut (ωd) pada Eksperimen.....	37
Tabel 4.7 Frekuensi Natural (ωn) pada Eksperimen.....	38
Tabel 4.8 Nilai Frekuensi Natural (ωn) dari material Tembaga.....	39
Tabel 4.9 Nilai Frekuensi Natural (ωn) dari material Kuningan.....	40
Tabel 4.10 Nilai Frekuensi Natural (ωn) dari material <i>Stainless Steel</i>	41