



**PERANCANGAN PROTOTIPE *VIBRATIONMETER* SENSOR
MPU9250 PADA ALAT UJI GETARAN *HORIZONTAL*
BENDING BAR DENGAN *VISCOUS DAMPING***

SKRIPSI

ALRIZKY RAMADHAN

2010311035

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
2024**



**PERANCANGAN PROTOTIPE *VIBRATIONMETER* SENSOR
MPU9250 PADA ALAT UJI GETARAN *HORIZONTAL*
BENDING BAR DENGAN *VISCOUS DAMPING***

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

ALRIZKY RAMADHAN

2010311035

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
2024**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh:


Nama : Alrizky Ramadhan
NIM : 2010311035
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : PERANCANGAN PROTOTIPE *VIBRATIONMETER*
SENSOR MPU9250 PADA ALAT UJI GETARAN
HORIZONTAL BENDING BAR DENGAN VISCOUS
DAMPING


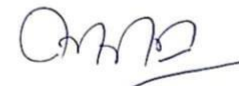
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



(M. Arifudin Lukmana S.T., M.T)

Penguji Utama



(Ir. Fahrudin, S.T., M.T.)
Penguji Lembaga

(Dr. Muchamad Oktaviandri S.T.,
M.T., IPM., ASEAN. Eng)
PLT. Dekan Fakultas Teknik
(Sigit Pradana S.T., M.T.)
Pembimbing I
(Ir. Fahrudin, S.T., M.T.)
Kepala Program Studi Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 25 Juni 2024

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

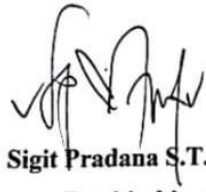
PERANCANGAN PROTOTIPE *VIBRATIONMETER* SENSOR MPU9250
PADA ALAT UJI GETARAN *HORIZONTAL BENDING BAR* DENGAN
VISCOUS DAMPING

Disusun Oleh :

Alrizky Ramadhan

2010311035

Menyetujui



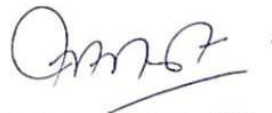
Sigit Pradana S.T., M.T.
Pembimbing I



**Dr. Muchamad Oktaviandri S.T., M.T., IPM.,
ASEAN. Eng**
Pembimbing II

Mengetahui,

Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin



Ir. Fahrudin S.T., M.T.

Kepala Program Studi Teknik Mesin

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Alrizky Ramadhan

NIM : 2010311035

Prodi : Teknik Mesin

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini maka saya bersedia dituntut dan diproses dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 22 Juli 2024

Yang Menvatakan


(Alrizky Ramadhan)

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta,
saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Alrizky Ramadhan

NIM : 2010311035

Program Studi : 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 :

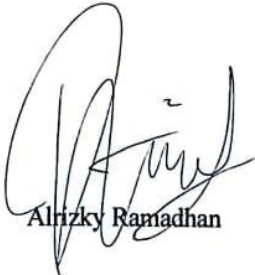
**“PERANCANGAN PROTOTYPE *VIBRATIONMETER* SENSOR MPU9250
PADA ALAT UJI GETARAN *HORIZONTAL BENDING BAR* DENGAN
VISCOUS DAMPING”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih
media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), 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, 22 Juli 2024

Yang menyatakan


Alrizky Ramadhan

**PERANCANGAN PROTOTIPE *VIBRATIONMETER* SENSOR MPU9250
PADA ALAT UJI GETARAN *HORIZONTAL BENDING BAR* DENGAN
*VISCOUS DAMPING***

Alrizky Ramadhan

Abstrak

Getaran dapat direkam dan dianalisis fenomenanya. Getaran yang berlebihan pada peralatan dapat mengakibatkan kerusakan atau bahkan kegagalan total. Misalnya, getaran yang tidak terkendali pada mesin-mesin industri dapat menyebabkan keausan prematur, keretakan, atau bahkan kecelakaan yang membahayakan keselamatan pekerja. Hal tersebut perlu diimbangi dengan perkembangan teknologi yang memadai sehingga dapat mengurangi resiko kecelakaan akibat kegagalan peredaman. Penelitian ini melakukan perekaman dan analisis terkait getaran yang terjadi pada *Horizontal Bending Bar* dimana alat ukur dirancang membedakan karakteristik getaran yang diredam menggunakan penyederhanaan dari *shockabsorber hidraulis*. Pengujian dilakukan pada alat uji getaran *horizontal bending bar* dengan diberikan *eksiter* berupa gaya tarik ke atas yang selanjutnya diredam oleh *simplify shock absorber hydraulis*. Batang *Horizontal Bending Bar* diberikan beberapa variasi dengan penentuan terhadap parameter getaran merujuk pada dasar-dasar teori getaran mekanik. Berdasarkan hasil pengujian, perancangan dengan spesifikasi alat ukur Arduino dan sensor MPU9250, daya input 3,5 -5 volt, frekuensi getaran maksimum (*active*) 4000 Hz, dan arus DC maksimum sebesar 3,5 mA menghasilkan pengukuran pada frekuensi natural sebesar 96% - 98% akurat dan *damping ratio* diatas dibawah 0,1%. Didukung dengan perbedaan karakteristik getaran pada pelumas lama dan baru dengan hasil tren pengujian natural frekuensi dan *damping ratio* pada pelumas lama masing-masing sebesar 46,52 Hz dan 0,031. Dan pada pelumas baru sebesar 61,33 Hz dan 0,034.

Kata kunci : Alat ukur, *damping ratio*, frekuensi natural, getaran, perancangan, *vibrationmeter*, *viscous damping*.

**DESIGN OF VIBRATIONMETER PROTOTYPE WITH MPU9250 SENSOR
ON HORIZONTAL BENDING BAR VIBRATION TEST EQUIPMENT WITH
VISCOUS DAMPING**

Alrizky Ramadhan

Abstract

Vibrations can be recorded and analyzed for their phenomena. Excessive vibrations in equipment can cause damage or even total failure. For example, uncontrolled vibrations in industrial machinery can lead to premature wear, cracks, or even accidents that endanger worker safety. This needs to be balanced with adequate technological advancements to reduce the risk of accidents due to damping failures. This study involves recording and analyzing vibrations occurring in a Horizontal Bending Bar where the measuring instrument is designed to differentiate the characteristics of damped vibrations using a simplified hydraulic shock absorber. Testing is conducted on the horizontal bending bar vibration test device by applying an exciter in the form of an upward pull force, which is then damped by the simplified hydraulic shock absorber. The Horizontal Bending Bar is subjected to several variations with the determination of vibration parameters referring to the basics of mechanical vibration theory. Based on the test results, the design with Arduino measuring instrument specifications and the MPU9250 sensor, input power of 3.5-5 volts, maximum vibration frequency (active) of 4000 Hz, and maximum DC current of 3.5 mA produced measurements at the natural frequency with an accuracy of 96% - 98% and a damping ratio above and below 0.1%. Supported by differences in vibration characteristics in old and new lubricants, the test results showed a natural frequency trend and damping ratio for the old lubricant at 46.52 Hz and 0.031, and for the new lubricant at 61.33 Hz and 0.034.

Keywords: Damping ratio, design, measuring instrument, natural frequency, vibration, vibrationmeter, viscous damping.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, penulis berhasil menyelesaikan proposal skripsi tepat waktu. Penulisan proposal ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan akademis guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin.

Dalam proses penyelesaiannya, penulis menyadari bahwa proposal ini tidak terlepas dari bantuan materi, informasi, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Terima kasih kepada orang tua atas dukungan selama dilakukan pengujian dan penelitian
3. Terima kasih kepada dosen pembimbing 1 Bpk. Sigit Pradana S.T., M.T. dan dosen pembimbing 2 Bpk. Dr. Muchamad Oktaviandri S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. telah membimbing dalam merancang tugas akhir skripsi ini
4. Terima kasih kepada rekan-rekan S1 Teknik Mesin terutama Rasyiid, Bunga, Sir Sam, Sir Bhanu, Sir Revka, Sir Daiva, Sir Anggit dan rekan-rekan lainnya yang tidak bisa disebutkan satu-satu atas dukungan mental, emosional, dan instrumental.

Penulis juga menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan proposal skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak di masa mendatang.

Jakarta, Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penulisan	4
1.5 Manfaat Penulisan	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tribologi	7
2.1.1 Sejarah Tribologi	7
2.1.2 Pelumasan	10
2.1.3 Karakteristik Pelumas	11
2.1.4 Jenis-jenis Pelumas	12
2.2 Software CAD	14
2.3 Getaran Mekanik	14
2.3.1 Satu Derajat Kebebasan (Single Degree of Freedom)	18
2.3.2 <i>Shock Absorber</i> (Peredam Kejut)	19
2.3.3 Frekuensi dan Amplitudo	21
2.3.4 Pemodelan Cantilever Beam	22
2.5 Mikrokontroler / PLC	24
2.6 Sensor	25

BAB 3 METODE PENELITIAN	27
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2 Diagram Alir	28
3.2.1 Diagram Alir Pengujian.....	29
3.3 Prosedur Penelitian.....	30
3.3.1 Identifikasi Masalah	30
3.3.2 Studi Literatur	31
3.3.3 Kalibrasi Sensor, 3D Desain Modelling, dan	31
3.3.4 Proses Manufaktur.....	35
3.3.5 Proses Testing	36
3.3.6 Pengambilan Data.....	38
3.3.7 Pengolahan dan Analisa Data	40
3.3.8 Kesimpulan.....	41
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Analisis Kekakuan Spesimen Batang Uji.....	42
4.2 Hasil Pengujian Spesimen Batang 100 cm	44
4.3 Hasil Pengujian Spesimen Batang 50 cm	47
4.4 Analisis dan Nilai Eror Spesimen Batang	48
4.4.1 Analisis Hasil Pengujian.....	50
4.4.2 Tingkat presisi <i>Vibrationmeter</i>	55
4.5 Hasil Uji Percobaan Pelumas	57
BAB 5 PENUTUP.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sejarah Tribologi pada zaman Yunani.....	7
Gambar 2. 2 Daerah pelumasan berdasarkan Stribeck dan peneliti lainnya.....	8
Gambar 2. 3 Ketebalan lapisan pelumas pada masing-masing boundary.....	9
Gambar 2. 4 Grafik hubungan antara viskositas dan suhu pada pelumas (Rani & Rizki, 2010).....	10
Gambar 2. 5 Free Body Diagram SDOF.....	14
Gambar 2. 6 Contoh Single Degree of Freedom pada pegas masa berayun pegas masa linear dan sistem torsi	18
Gambar 2. 7 Mekanisme Shockabsorber Hidraulis	19
Gambar 2. 8 Komponen pada Shockabsorber Hidraulis.....	20
Gambar 2. 9 Kondisi Cantilever diberikan gaya eksitasi.....	23
Gambar 2. 10 Sensor MPU-9250.....	25
Gambar 3. 1 Lokasi pengujian vibrationmeter.....	27
Gambar 3. 2 Diagram alir penelitian.....	28
Gambar 3. 3 Diagram alir pengujian.....	29
Gambar 3. 4 Pemrograman arduino untuk mengatur sensitivitas sensor.....	31
Gambar 3. 5 Pemrograman arduino untuk mengatur pembacaan pada sumbu z..	32
Gambar 3. 6 Desain modifikasi Shockabsorber.....	33
Gambar 3. 7 Skema pengujian	34
Gambar 3. 8 Dudukan peredam	36
Gambar 3. 9 Letak alat pengujian	37
Gambar 4. 1 Grafik fenomena antara amplitudo terhadap waktu pada batang 100 cm dan batang 50 cm.....	43
Gambar 4. 2 Kurva hasil pengujian pada variasi 1 - 3 salah satu percobaan spesimen batang 100 cm	44
Gambar 4. 3 Kurva hasil pengujian antara variasi 2 - 4 salah satu percobaan spesimen batang 100 cm	44
Gambar 4. 4 Kurva hasil pengujian variasi 6 - 7 dan 5 – 8 spesimen batang 50 cm	47
Gambar 4. 5 Kurva penyebab adanya penurunan signifikan pada percobaan variasi 6 - 7.....	51
Gambar 4. 6 Kurva tingkat amplitudo terhadap rata-rata frekuensi natural	51
Gambar 4. 7 Fluktuatif tinggi puncak gelombang awal 15 percobaan variasi 1 - 3	53
Gambar 4. 8 Grafik perbandingan rata-rata nilai damping ratio.....	54
Gambar 4. 9 Kurva karakteristik getaran pelumas lama dan baru	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tingkat Viskositas Indeks (VI) pada pelumas.....	12
Tabel 2. 2 Klasifikasi pelumas dan teknik pembuatannya.....	13
Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor MPU9250	26
Tabel 4. 1 Kekakuan spesimen batang 100 cm dan batang 50 cm	42
Tabel 4. 2 Variasi spesimen batang uji terhadap waktu	43
Tabel 4. 3 Hasil perhitungan 4 variasi batang 100 cm	46
Tabel 4. 4 Frekuensi natural 8 variasi 10 percobaan	50
Tabel 4. 5 Rata-rata tinggi puncak variasi 1 - 8.....	53

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Data hasil percobaan sebanyak 160 repetisi
- Lampiran 2.** Grafik getaran antara variasi 1-3
- Lampiran 3.** Grafik getaran antara variasi 2-4
- Lampiran 4.** Grafik getaran antara variasi 5-8
- Lampiran 5.** Grafik getaran antara variasi 6-7
- Lampiran 6.** Kode Program Arduino IDE 1.8.9.0 (**I2C**)
- Lampiran 7.** Kode Program Arduino IDE 1.8.9.0 (*Calibration*)
- Lampiran 8.** Kode Program Arduino IDE 1.8.9.0 (*All Data*)