

**TUGAS AKHIR**  
***PENGUKURAN SIFAT DINAMIK KOEFISIEN REDAMAN MATERIAL***  
***VISKOELASTIS JENIS NON-LOGAM DENGAN METODE BALOK***  
***OBERST***

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1 Pada  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun oleh:**

**Aditya**

**20190130100**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**  
**2024**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aditya  
NIM : 20190130100  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Judul : PENGUKURAN SIFAT DINAMIK KOEFISIEN  
REDAMAN MATERIAL VISKOELASTIS JENIS NON-  
LOGAM DENGAN METODE BALOK OBERST

Saya menyatakan bahwa tugas akhir ini adalah asli hasil karya saya dan di dalamnya tidak terdapat karya (tulisan) yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain sebelumnya. Selain itu, karya tulis ilmiah ini juga tidak mengandung pendapat atau hasil penelitian yang telah dipublikasikan oleh orang lain, kecuali referensi yang saya tulis dengan menyebutkan sumbernya di dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 27 Maret 2024



Penyusun,  
Aditya

## **MOTTO**

“selalu ada harga dalam sebuah proses, nikmati saja lelah-lelah itu, lebarkan lagi rasa sabar itu, semua yang kau investasikan untuk menjadikan dirimu serupa yang kau impikan mungkin tidak akan selalu berjalan lancar. Tapi gelombang-gelombang itu yang nanti bisa kau ceritakan”

(Boy Chandra)

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr Wb.

Puji syukur penyusun ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “PENGUKURAN SIFAT DINAMIK KOEFISIEN REDAMAN MATERIAL VISKOELASTIS JENIS NON-LOGAM DENGAN METODE BALOK OBERST” sebagai salah satu syarat wajib untuk mendapatkan gelar Sarjana S-1 Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulisan tugas akhir ini juga tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari semua pihak, oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu hingga selesainya penulisan skripsi ini. Penulis juga menyadari banyak kekurangan dalam menyusun skripsi ini, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan dimasa yang akan datang. Penulis berharap bahwa skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis sendiri, khususnya untuk pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 27 Maret 2024



Penyusun,  
Aditya

## **HALAMA PERSEMBAHAN**

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya dan kakak saya

Ayah Imam Asmudi, Almarhumah Ibu Sulastin Eny Jumilatin, Kakak Yuli  
Ernawati dan Kakak Andi Kurniawan

Khususnya dosen yang penuh kesabaran dan keikhlasan dalam membimbing tugas  
akhir saya

Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng Sc., Ph.D

Terimakasih atas semua dukungan doa yang telah diberikan sehingga saya bisa  
menjadi seperti sekarang.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyadari bahwa tersusunnya tugas akhir ini tak luut dari bantuan, bimbingan, dukungan serta saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng Sc., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing dalam penyusunan tugas akhir.
3. Bapak Ir. Aris Widy Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji dalam sidang pendadaran.
4. Seluruh dosen jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ilmu dan membimbing saya selama perkuliahan.
5. Orang tua dan keluarga tercinta yang telah mendukung penyusun baik dalam segi spiritual maupun material demi kelancaran tersusunnya skripsi ini.
6. Teman-teman satu bimbingan: Dicky Darmawan, Muhammad Ariq dan Fuad Setya Aji yang selalu ada ketika penulis mengalami kesulitan dan memberi semangat.
7. Sahabat penulis: Ryan Naufal W dan Muhammad ilham yang telah memberikan semangat dan motivasi.
8. Iftitah Lailatul Hikmah selaku teman dekat penulis yang memberikan semangat dan dukungan dalam mengerjakan tugas akhir, selalu ada dalam suka dan duka selama proses menyusun tugas akhir. Terima kasih atas waktu, doa yang senantiasa dilangitkan, dan seluruh hal baik yang diberikan selama ini.

Dalam menyelesaikan tugas akhir, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Maka dari itu, penulis sangat berhadap dapat diberikan kritik dan saran dari pembaca.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
TUGAS AKHIR .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iii
MOTTO .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMA PERSEMBAHAN .....	vi
UCAPAN TERIMAKASIH .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xiii
INTISARI .....	xiv
<i>ABSTRACT</i> .....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II.....	4
Tinjauan Pustaka Dan Dasar Teori .....	4
2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.2 Dasar Teori .....	7
2.2.1 Pengantar Getaran.....	7
2.2.2 Rasio Redaman.....	10
2.2.3 Penurunan Logaritmik ( <i>Logarithmic Decrement</i> ) .....	22
2.2.4 Frekuensi Natural .....	23
2.2.5 FRF (Fungsi Respon Frekuensi) .....	26
2.2.6 Data Akuisisi.....	36

2.2.7 FEM ( <i>Finite Element Method</i> ).....	39
<b>BAB III.....</b>	<b>54</b>
<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>54</b>
<b>3.1 Skema Alat Uji.....</b>	<b>54</b>
<b>3.2 Alat Dan Bahan.....</b>	<b>55</b>
<b>3.3 Diagram Alir Pengambilan Data.....</b>	<b>63</b>
<b>3.4 Diagram Alir Pengolahan data.....</b>	<b>66</b>
<b>BAB IV.....</b>	<b>68</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>68</b>
<b>4.1 Experimental.....</b>	<b>68</b>
<b>4.2 Data Domain Waktu.....</b>	<b>68</b>
<b>4.3 Data Domain Frekuensi.....</b>	<b>69</b>
<b>4.4 Simulasi ANSYS.....</b>	<b>81</b>
<b>BAB V.....</b>	<b>85</b>
<b>PENUTUP.....</b>	<b>85</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>85</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>85</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>86</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>89</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Frekuensi, Periode, Amplitudo dan Damping .....	8
Gambar 2.2 Lokus Titik Gerak Harmonic .....	11
Gambar 2.3 Getaran Bebas Tanpa Redaman .....	15
Gambar 2.4 Getaran Tidak Teredam Dan Gelombang Sinusoidal Murni.....	16
Gambar 2.5 Getaran Bebas Dengan Redaman.....	18
Gambar 2.6 Redaman Kecil (Underdamped).....	19
Gambar 2.7 Grafik ketergantungan penurunan logaritmik .....	20
Gambar 2.8 Getaran bebas tidak teredam dan teredam secara kritis .....	21
Gambar 2.9 Perbandingan Redaman Undamped, Critical Damping dan Overdamped ....	22
Gambar 2.10 Logarithmic Degrement .....	22
Gambar 2.11 Sistem SDOF dengan eksitasi harmonik.....	27
Gambar 2.12 Tiga variasi FRF daro sistem SDOF .....	30
Gambar 2.13 Plot FRF massa dinamis.....	30
Gambar 2.14 Impedansi mekanis FRF.....	31
Gambar 2.15 FRF kekakuan dinamis.....	31
Gambar 2.16 Plot tiga dimensi dari FRF .....	32
Gambar 2.17 Bagian real dari FRF SDOF dengan redaman structural.....	34
Gambar 2.18 Bagian imajiner dari FRF SDOF dengan redaman structural .....	34
Gambar 2.19 Grafik respon getaran.....	36
Gambar 2.20 Sistem Data Akuisisi.....	37
Gambar 2.21 Accelerometer .....	37
Gambar 2.22 Impact Hammer.....	38
Gambar 2.23 Modul DAQ sistem .....	38
Gambar 2.24 Elemen garis pada lingkaran.....	39
Gambar 2.25 Skema FEM pada elemen garis.....	40
Gambar 2.26 Elemen 2D.....	41
Gambar 2.27 Elemen truss 1 dimensi .....	43
Gambar 2.28 Elemen truss 2 dimensi .....	44
Gambar 2.29 Elemen truss 3 dimensi .....	46
Gambar 2.30 Elemen balok 2 DOF.....	47
Gambar 2.31 Beban element balok.....	50

Gambar 2.32 Istilah matrik massaelemen balok yang konsisten .....	53
Gambar 3. 1 Skema alat uji.....	54
Gambar 3. 2 Skema Ukuran Spesimen .....	56
Gambar 3. 3 Ragum atau Penjepit .....	57
Gambar 3. 4 Accelerometer .....	58
Gambar 3. 5 Impact Hammer.....	59
Gambar 3. 6 Rangka .....	60
Gambar 3. 7 modul DAQ.....	60
Gambar 3. 8 Laptop .....	61
Gambar 3. 9 Kabel Penghubung accelerometer .....	61
Gambar 3. 10 Diagram Alir Pengambilan Data.....	63
Gambar 3. 11 Diagram Alir Pengolahan data .....	66
Gambar 4. 1 Domain waktu (a) akselerometer (b) hammer.....	69
Gambar 4. 2 Grafik Spektrum (a) nylon, (b) pvc, (c) komposit karbon-resin, (d) akrilik.....	71
Gambar 4. 3 Grafik FRF (a) nylon, (b) pvc, (c) komposit karbon-resin, (d) akrilik.....	74
Gambar 4. 4 $\omega_1$ dan $\omega_2$ nylon.....	75
Gambar 4. 5 $\omega_1$ dan $\omega_2$ PVC .....	76
Gambar 4. 6 $\omega_1$ dan $\omega_2$ komposit karbon-resin.....	77
Gambar 4. 7 $\omega_1$ dan $\omega_2$ akrilik .....	78
Gambar 4. 8 frekuensi natural X1 dan X2 (a) nylon, (b) PVC, (c) komposit karbon-resin, (d) akrilik .....	79
Gambar 4. 9 Grafik perbandingan spesimen.....	80
Gambar 4. 10 Simulasi FEM spesimen nylon.....	81
Gambar 4. 11 Simulasi FEM material PVC.....	82
Gambar 4. 12 Simulasi FEM material komposit karbon-resin .....	82
Gambar 4. 13 Simulasi FEM material akrilik .....	83

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-Sifat Gelombang: Simbol dan Satuan .....	12
Tabel 2.2 Frekuensi Natural Balok Tunggal .....	24
Tabel 2.3 Tipe-tipe elemen 3D .....	42
Tabel 3.1 propertis material .....	56
Tabel 4.1 Nilai rata-rata frekuensi natural FFT .....	71
Tabel 4.2 perbandingan hasil rasio redaman.....	80
Tabel 4.3 Nilai Frekuensi Natural Dengan Simulasi (tabel jadi satu).....	83
Tabel 4.7 perbandingan nilai frekuensi natural.....	84

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$F$	= Frekuensi (Hz)
$T$	= Periode (detik)
$A$	= Amplitudo (mm)
FFT	= Fast Fourier Transform
FRF	= Frequency Response Function
$k$	= konstanta kekakuan (kg/s)
$\omega_n$	= frekuensi natural
$\zeta$	= rasio redaman
$c$	= koefisien redaman (kg/s <sup>2</sup> )
$cc$	= koefisien redaman kritis
$m$	= massa (kg)
$t$	= waktu (detik)
$\lambda$	= Panjang gelombang (m)
$\dot{x}$	= Kecepatan (m/s)
$\ddot{x}$	= Percepatan (m/s <sup>2</sup> )
$x$	= Perpindahan (x)