

**TUGAS AKHIR**

**KARAKTERISTIK DINAMIK BALOK PENAMPANG  
PERSEGI DARI BAHAN LIMBAH PLASTIK CAMPURAN**



**Disusun oleh :  
Fayza Aughitri  
20190110115**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2023**

**TUGAS AKHIR**

**KARAKTERISTIK DINAMIK BALOK PENAMPANG  
PERSEGI DARI BAHAN LIMBAH PLASTIK CAMPURAN**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik

di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Fayza Aughitri**

**20190110115**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2023**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fayza Aughitri  
NIM : 20190110115  
Judul : Karakteristik Dinamik Balok Penampang Persegi Dari Bahan Limbah Plastik Campuran

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 1 Juni 2023

Yang membuat pernyataan



Fayza Aughitri

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fayza Aughitri  
NIM : 20190110115  
Judul : Karakteristik Dinamik Balok Penampang Persegi Dari Bahan Limbah Plastik Campuran

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul “Pendukung Transformasi Material Sampah dan Pengelolaan Limbah” dan didanai melalui skema hibah Penelitian Program Peningkatan Tri Dharma Perguruan Tinggi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta pada tahun 2022/2023 oleh Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2021/2022 dengan nomor hibah 56/RLRI/XII/2022.

Yogyakarta, 2023

Penulis,



Fayza Aughitri

NIM: 20190110115

Dosen Peneliti,



Dr. Ir. Seplika Yadi, S.T., M.T.

NIK/NIP: 19770926201910123096

Dosen Anggota Peneliti 1,



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

NIK/NIP: 19740302200104123049

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Alhamdulillah rabbil'alamin, rasa syukur selalu senantiasa saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan kemudahan bagi penulis selama menempuh jenjang S1 dan menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis mempersembahkan karya tulis ini kepada:

1. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Sirat Purnama dan Ibu Mitri Sisti yang telah mendukung dan memberikan semangat serta doa kepada penulis.
2. Kepada adik-adik yaitu Khalisa Rahmadanti dan Muhammad Rizki Tri Angga yang telah mendengarkan keluh kesah dan memberikan semangat. Serta untuk seleuruh keluarga besar penulis.
3. Kepada dosen pembimbing yaitu bapak Dr. Ir. Seplika Yadi, S.T., M.T. dan bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. Terima kasih atas ilmu dan bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Teman-teman tim Tugas Akhir GSTC GANK yaitu novia dan atina. Terima kasih atas kerjasamanya selama ini.
5. Teman-teman yang selalu membantu dan mendukung selama jenjang S1 ini, prisil, faisal, mas andra dkk, wahyu arif, mak naw, zahwa, apip, adel dan hafiz.
6. Teruntuk pemilik NIM 20190510199 terima kasih telah membantu, menasehat, selalu memberikan semangat dan dukungannya kepada penulis.
7. Teruntuk diri sendiri, terima kasih sudah melangkah sejauh ini.

## PRAKATA

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik dinamik balok penampang persegi dari bahan limbah plastik campuran.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Bapak Puji Harsanto, ST, MT, Ph. D, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Seplika Yadi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 Tugas Akhir
3. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing 2 Tugas Akhir.
4. Ibu Dr. Ir. Restu Faizah, S.T., M.T Selaku dosen penguji Tugas Akhir.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan. *Wallahua'lam bi Showab. Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 1 Juni 2023

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
PRAKATA .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN .....	xvi
DAFTAR ISTILAH .....	xvii
ABSTRAK.....	xvii
<i>ABSTRACT</i> .....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.2. Lingkup Penelitian .....	3
1.2. Tujuan Penelitian .....	3
1.2. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori .....	14
2.2.1 Pengertian Balok .....	14
2.2.2 Fungsi Balok .....	14
2.2.3 Jenis Balok Berdasarkan Bahan .....	14
2.2.4 Bahan Balok Plastik .....	16
2.2.5 Pengujian Dinamik Pada balok .....	16
BAB III METODE PENELITIAN .....	29
3.1. <i>Flowchart</i> .....	29

3.2. <i>Studi Literatur</i> .....	30
3.3 <b>Alat dan Bahan Pembuatan Benda Uji</b> .....	31
3.3.1 <b>Bahan</b> .....	31
3.3.2 <b>Alat</b> .....	33
3.4 <b>Alat dan Bahan Penelitian Benda Uji</b> .....	36
3.4.1 <b>Bahan</b> .....	37
3.4.2 <b>Skema Pengujian</b> .....	37
3.4.3 <b>Alat</b> .....	38
3.5 <b>Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	40
3.6 <b>Prosedur Pengujian</b> .....	41
3.7 <b>Analisis Data</b> .....	41
3.7.1 <b>Mencari Rasio Redaman</b> .....	41
3.7.2 <b>Mencari Frekuensi Alami</b> .....	42
3.7.2 <b>Mencari <i>Mode Shape</i></b> .....	42
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	44
4.1 <b>Nomenklatur</b> .....	44
4.2 <b>Pengujian Rasio Redaman</b> .....	44
4.2.1 <b>Pengujian Rasio Redaman Menggunakan Metode</b> <b><i>Logarithmic</i></b> .....	45
4.2.2 <b>Pengujian Rasio Redaman Menggunakan Metode Fungsi Respon</b> <b>Frekuensi FRF</b> .....	46
4.3 <b>Pengujian Frekuensi</b> .....	49
4.4 <b>Pengujian <i>Mode Shape</i></b> .....	51
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	53
5.1 <b>Kesimpulan</b> .....	53
5.2 <b>Saran</b> .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	xx
<b>LAMPIRAN</b> .....	55



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kuat tekan dan kuat tarik belah benda uji (Khatib dkk, 2020) .....	6
Tabel 2.2 Nilai Slump beton segar (Nugroho dkk, 2022) .....	13
Tabel 2.3 Persamaan <i>Mode Shape</i> .....	24
Tabel 3.1 Modul Akuisisi Data .....	38
Tabel 4.1 Nomenklatur .....	43
Tabel 4.2 Rasio redaman menggunakan metode <i>Logarithmic</i> .....	44
Tabel 4.3 Rata-rata rasio redaman metode <i>Logarithmic</i> .....	45
Tabel 4.4 Rasio redaman menggunakan metode FRF .....	46
Tabel 4.5 Rata-rata rasio redaman metode FRF .....	46
Tabel 4.6 Nilai frekuensi FRF dan FFT .....	48
Tabel 4.7 Hasil pengujian <i>mode shape</i> balok A1T20 .....	50

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Dampak beban lentur terhadap defleksi (Mustafa dkk, 2019) .....	5
Gambar 2.2 Grafik defleksi eksperimental vs numerik PS-0(Khatib dkk, 2020). 6	6
Gambar 2.3 Grafik defleksi eksperimental vs numerik PS-0.5(Khatib dkk, 2020).6	6
Gambar 2.4 Grafik defleksi eksperimental vs numerik PS-1.5(Khatib dkk, 2020).6	6
Gambar 2.5 Grafik defleksi eksperimental vs numerik PS-3(Khatib dkk, 2020). 7	7
Gambar 2.6 Frekuensi alami balok T pada benda uji lentur (Muda dkk, 2020) ...7	7
Gambar 2.7 Frekuensi alami balok T pada benda uji geser (Muda dkk, 2020) ....7	7
Gambar 2.8 Rasio redaman masing-masing frekuensi balok menurut frekuensi alami (Lee dkk, 2018) .....	8
Gambar 2.9 Grafik kuat tekan beton (Sajah dkk, 2018) .....	9
Gambar 2.10 Grafik kuat tarik beton (Sajah dkk, 2018).....	9
Gambar 2.11 Grafik kuat lentur beton (Sajah dkk, 2018).....	9
Gambar 2.12 Grafik kuat geser beton (Sajah dkk, 2018).....	9
Gambar 2.13 Grafik mutu beton umur 7 hari (Basri dan Zaki, 2019) .....	10
Gambar 2.14 Grafik mutu beton umur 28 hari (Basri dan Zaki, 2019) .....	10
Gambar 2.15 Grafik kuat tekan dan modulus elastisitas (Mohammed dkk, 2020).....	11
Gambar 2.16 Grafik kuat tekan beton (Armidion dan Rahayu, 2018) .....	11
Gambar 2.17 Grafik kuat tekan (Kusuma dkk, 2021).....	11
Gambar 2.18 Grafik Rasio redaman (Kusuma dkk, 2021).....	12
Gambar 2.19 Grafik nilai slump (Kusuma dkk, 2021) .....	12
Gambar 2.20 Kuat tekan (Nugroho dkk, 2022).....	13
Gambar 2.21 Grafik rasio redaman (Nugroho dkk, 2022).....	13
Gambar 2.22 Grafik hubungan persamaan SDOF .....	16
Gambar 2.23 Gaya dalam dan gaya luar .....	17
Gambar 2.24 Perbandingan gerakan dengan berbagai jenis redaman .....	18
Gambar 2.25 Ilustrasi metode <i>logarithmic</i> .....	18
Gambar 2.26 Mencari nilai frekuensi metode FRF .....	20

Gambar 2.27 Mencari nilai frekuensi metode FFT .....	21
Gambar 2.28 Mencari nilai frekuensi metode FFT .....	21
Gambar 2.29 (a) dan (b) Balok dalam tekukan .....	21
Gambar 2.30 <i>Mode Shape</i> 1 menggunakan metode <i>free-free</i> .....	26
Gambar 2.31 <i>Mode Shape</i> 2 menggunakan metode <i>free-free</i> .....	26
Gambar 2.32 <i>Mode Shape</i> 3 menggunakan metode <i>free-free</i> .....	26
Gambar 2.33 <i>Mode Shape</i> 4 menggunakan metode <i>free-free</i> .....	27
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> .....	28
Gambar 3.2 Limbah plastik PET .....	30
Gambar 3.3 Limbah plastik HDPE .....	30
Gambar 3.4 Limbah plastik LDPE jenis <i>foil</i> .....	31
Gambar 3.5 Limbah plastik PP .....	31
Gambar 3.6 Limbah plastik OPP .....	32
Gambar 3.7 Limbah plastik PVC .....	32
Gambar 3.8 Mesin <i>Extruder</i> .....	33
Gambar 3.9 Cetakan balok .....	33
Gambar 3.10 Palu besi .....	33
Gambar 3.11 Balok penyangga .....	34
Gambar 3.12 Timbangan .....	34
Gambar 3.13 Mesin pencacah plastik .....	35
Gambar 3.14 Bak perendam .....	35
Gambar 3.15 Balok limbah plastik .....	36
Gambar 3.16 Skema pengujian .....	36
Gambar 3.17 Skema ukuran balok 4 cm x 6 cm .....	36
Gambar 3.18 Skema ukuran balok 5 cm x 5 cm .....	37
Gambar 3.19 Alat <i>Accelerometer</i> .....	37
Gambar 3.20 <i>Impact Hammer</i> .....	37
Gambar 3.21 Modul Akuisisi Data .....	39
Gambar 3.22 Alat bantu penyangga balok .....	39

Gambar 4.1 Grafik rasio redaman metode <i>logarithmic</i> .....	45
Gambar 4.2 Grafik rasio redaman metode FRF .....	47
Gambar 4.3 Perbandingan rasio redaman metode <i>logarithmic</i> dan FRF.....	47
Gambar 4.4 Grafik normalisasi <i>mode shape</i> balok A1T20.....	50

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Analisis pengujian Rasio Redaman.....	55
Lampiran 2 Analisis pengujian <i>Mode Shape</i> .....	61
Lampiran 3 Hasil pengujian <i>mode shape</i> .....	70
Lampiran 3 Langkah-langkah pembuatan benda uji.....	76
Lampiran 4 Langkah-langkah pengujian .....	78

### DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
$\omega$	[rad/s]	Frekuensi sudut
$\xi$		Rasio redaman
$\delta$		<i>Logarithmic decrement</i>
$y_1$	m	Amplitudo puncak pertama
$y_m$	m	Amplitudo puncak pengambilan
$ H(i\omega) $	m	Amplitudo puncak
f	Hz	Frekuensi
T	s	Periode

## DAFTAR SINGKATAN

TPS : Tempat Pembuangan Sampah

TPA :Tempat Pembuangan Akhir

PET : *Polyethylene Terephthalate*

HDPE : *High Density Polyethylene*

PVC : *Polyvinyl Chloride*

OPP : *Oriented Poly Propylene*

LDPE : *Low Density Polyethylene*

O : *Other*

## DAFTAR ISTILAH

- Daur ulang : Pengolahan kembali suatu bahan yang tidak terpakai
- Roving Impact Hammer* : Metode pengujian dengan pemindahan *Impact Hammer*
- Resonansi : Getaran dari salah satu benda yang menyebabkan benda lain bergetar
- Osilasi : Gerakan bolak-balik suatu benda yang terjadi secara periodik atau berkala
- Free Vibration Test* : Uji getaran bebas
- Distorsi : Perubahan pola getaran yang terjadi pada suatu sistem