



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

**PENGUKURAN RESPONS STRUKTUR JEMBATAN  
GANTUNG ASIMETRIS AKIBAT BEBAN DINAMIK  
PEJALAN KAKI**

**TESIS**

UNIVERSITAS  
OLEH  
**MELVIN GISELLE MANGGALA**

**55719120030**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
2023**



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

**PENGUKURAN RESPONS STRUKTUR JEMBATAN  
GANTUNG ASIMETRIS AKIBAT BEBAN DINAMIK  
PEJALAN KAKI**

**TESIS**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan  
Program Studi Magister Teknik Sipil**

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**  
OLEH

**MELVIN GISELLE MANGGALA**

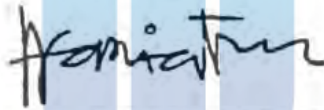
**55719120030**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
2023**

## PENGESAHAN TESIS

**Judul** : PENGUKURAN RESPONS STRUKTUR JEMBATAN  
GANTUNG ASIMETRIS AKIBAT BEBAN DINAMIK  
PEJALAN KAKI  
**Nama** : Melvin Giselle Manggala  
**NIM** : 55719120030  
**Program Studi** : Magister Teknik Sipil  
**Tanggal** : 17 Maret 2023

Mengesahkan,  
Pembimbing

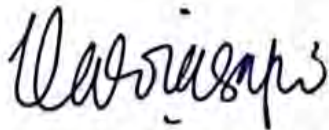


Ir. Pariatmono Sukamdo, M.Sc. DIC., Ph.D.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi  
Magister Teknik Sipil



Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.



Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T.

## PERSETUJUAN LAPORAN TESIS

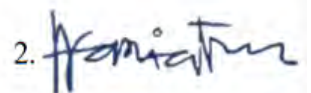
**Judul** : PENGUKURAN RESPONS STRUKTUR JEMBATAN  
GANTUNG ASIMETRIS AKIBAT BEBAN DINAMIK  
PEJALAN KAKI  
**Nama** : Melvin Giselle Manggala  
**NIM** : 55719120030  
**Program Studi** : Magister Teknik Sipil  
**Tanggal** : 17 Maret 2023

Menyetujui,

1. Ketua Sidang: Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T.

1. 

2. Pembimbing: Ir. Pariatmono Sukamdo, M.Sc. DIC., Ph.D.

2. 

3. Penelaah: Dr. Ir. Resmi Bestari Muin, M.S.

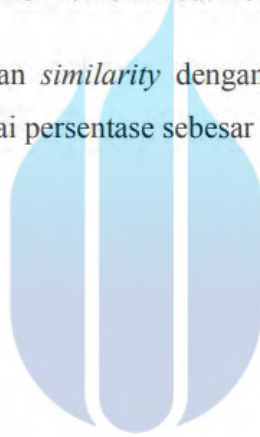
3. 

## PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh:

Nama : Melvin Giselle Manggala  
NIM : 55719120030  
Program Studi : Magister Teknik Sipil  
Dengan Judul : “Pengukuran Respons Struktur Jembatan Gantung  
Asimetris Akibat Beban Dinamik Pejalan Kaki”

Telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 1 Maret 2023, didapatkan nilai persentase sebesar 14%.



Jakarta, 17 Maret 2023  
Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Miyono', is written over the text 'MERCU BUANA'.

( Miyono, S.Kom )

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Pengukuran Respons Struktur Jembatan Gantung Asimetris  
Akibat Beban Dinamik Pejalan Kaki  
Nama : Melvin Giselle Manggala  
NIM : 55719120030  
Program Studi : Magister Teknik Sipil  
Tanggal : 17 Maret 2023

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 17 Maret 2023



Melvin Giselle Manggala



## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini dengan judul “Pengukuran Beban Dinamik Pejalan Kaki Dan Respons Struktur Jembatan Gantung Asimetris (Studi Kasus Jembatan Kamarang, Banten)”. Adapun maksud dari penyusunan tesis adalah untuk melengkapi salah satu persyaratan dalam kurikulum Program Magister Teknik Sipil Strata-2 (S2) Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana.

Dalam penyelesaian Tesis ini tentunya tidak terlepas dari adanya dorongan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang ikut membantu demi terselesaikannya Tesis ini, khususnya kepada :

1. Kedua orang tuaku tersayang, Bapak Irmal Manggala dan Irawati Manggala atas segala doa dan dukungan kepada ku yang tiada henti-hentinya selama 3 tahun terakhir sehingga akhirnya bisa menyelesaikan studi S2 ini.
2. Kakak dan adikku terkasih Merlin Gulian Manggala, Mendy Gail Manggala, dan Mario Manggala atas segala dukungan, saran, dan omelan kalian karena lama sekali menyelesaikan kuliahnya.
3. Isnu Amiseno, terima kasih atas segala dukungan dan waktu yang kamu berikan untuk membantuku sampai dengan saat ini.
4. Bapak Pariatmono, M.Sc. Ph.D. selaku dosen pembimbing Tesis yang dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis selama penyusunan tesis.

5. Ibu Resmi Bestari Muin, Dr. Ir. MS selaku dosen penelaah yang telah membantu dalam mengoreksi dan memberi saran dalam penyelesaian tesis.
6. Bapak Mawardi Amin, Dr. Ir. MT selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana.
7. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Angkatan 2019 yang telah mendukung, memotivasi dan membantu perkuliahan.
8. Para Staff dan Karyawan Program Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Akhir kata penulis menyadari bahwa sepenuhnya dalam penyusunan Tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik serta saran yang membangun akan sangat membantu. Semoga Tesis ini bermanfaat bagi para pembaca dan dapat ikut membantu serta mendukung perkembangan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang Teknik Sipil di Indonesia.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 17 Maret 2023

  
Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>PENGESAHAN TESIS.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERSETUJUAN LAPORAN TESIS .....</b>	<b>v</b>
<b>PERNYATAAN SIMILARITY CHECK .....</b>	<b>vi</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang Masalah .....	1
1.2    Identifikasi, Perumusan, dan Batasan Masalah .....	5
1.2.1    Identifikasi Masalah .....	5
1.2.2    Perumusan Masalah.....	6
1.2.3    Batasan Masalah.....	6
1.3    Tujuan Penelitian.....	7
1.4    Manfaat Penelitian.....	7
1.5    Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>10</b>
2.1    Kajian Teori.....	10
2.2    Jembatan .....	10
2.3    Jembatan Gantung (Suspension Bridge).....	12
2.4    Jembatan Gantung Untuk Pedesaan Asimetris (JUDESA) .....	14
2.5    Dinamika Struktur .....	16
2.6    Beban Dinamik Pejalan Kaki .....	18
2.7    Akselerometer.....	20

2.8	Transformasi Fourier Cepat (Fast Fourier Transform).....	20
2.9	Respons Dinamik Struktur.....	24
2.10	Analisis Ragam.....	25
2.11	Penelitian Terdahulu.....	27
2.12	Celah Penelitian.....	30
2.13	Kerangka Pemikiran .....	34
2.14	Hipotesis .....	37
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>38</b>
3.1	Jenis/Desain Penelitian .....	38
3.2	Variabel Penelitian .....	38
3.3	Populasi dan Sampel Penelitian.....	38
3.4	Teknik Pengumpulan Data .....	40
3.5	Teknik Analisis Data .....	49
3.6	Diagram Alir Penelitian.....	57
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>59</b>
4.1	Pengukuran Beban dan Frekuensi .....	59
4.1.1	Beban Pejalan Kaki .....	59
4.1.2	Frekuensi .....	60
4.2	Pemodelan Struktur Jembatan Kamarang.....	63
4.3	Analisis Ragam.....	65
4.4	Analisis Respons Struktur .....	74
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>77</b>
5.1	Kesimpulan.....	77
5.2	Saran .....	78
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>80</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>86</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu .....	27
Tabel 2.2	Celah Penelitian.....	30
Tabel 3.1	Geometri Jembatan Kamarang .....	48
Tabel 3.2	Hasil percepatan Jembatan Gantung Eco Park Tebet.....	50
Tabel 3.3	Data awal contoh transformasi Fourier .....	51
Tabel 3.4	Data hasil contoh FFT dalam bilangan kompleks .....	53
Tabel 3.5	Data hasil contoh FFT dalam bilangan mutlak .....	53
Tabel 3.6	Frekuensi dominan .....	56
Tabel 4.1	Rekap Hasil Kuesioner.....	59
Tabel 4.2	Percepatan Maksimum Pejalan Kaki.....	59
Tabel 4.3	Beban Pejalan Kaki .....	60
Tabel 4.4	Data percepatan saat 1 orang melintas .....	60
Tabel 4.5	Frekuensi saat 1 orang melintas .....	62
Tabel 4.6	Frekuensi dominan Jembatan Kamarang .....	63
Tabel 4.7	Elemen dan Material Jembatan Kamarang.....	64
Tabel 4.8	Tumpuan pada Struktur .....	65
Tabel 4.9	Hasil analisis ragam .....	66
Tabel 4.10	Hasil perpindahan dinamik pejalan kaki .....	76

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Tipe JUDESA berdasarkan Panjang bentang .....	2
Gambar 1.2	Jembatan Gantung Solear Ambruk.....	3
Gambar 2.1	Komponen Jembatan Gantung .....	12
Gambar 2.2	Tipe Asimetris I (Bentang 30 m s.d. 40 m); (b) Tipe Asimetris II (Bentang 40 m s.d. 60 m); (c) Tipe Double Asimetris I (Bentang 60 m s.d. 80 m); (d) Tipe Double Asimetris II (Bentang 80 m s.d. 120 m).....	14
Gambar 2.3	Komponen Jembatan Gantung Asimetris .....	15
Gambar 2.4	Lebar jembatan yang dianjurkan berdasarkan pengguna jembatan	16
Gambar 2.5	Grafik <i>Fast Fourier Transform</i> .....	23
Gambar 2.6	Diagram Argand .....	24
Gambar 2.7	Balok kantilever (a) beban statis dan (b) beban dinamis.....	25
Gambar 2.8	Kerangka Pemikiran .....	36
Gambar 3.1	Jembatan Kamarang .....	39
Gambar 3.2	Jembatan Gantung Eco Park Tebet.....	39
Gambar 3.3	Peta Lokasi Jembatan Kamarang.....	40
Gambar 3.4	Peta Lokasi Jembatan Gantung Eco Park Tebet.....	40
Gambar 3.5	(a) Handphone Samsung Galaxy A33 dan (b) iPhone 12.....	41
Gambar 3.6	(a) Stopwatch dan (b) Meteran .....	41
Gambar 3.7	(a) Aplikasi Vibration Meter Seismometer dan (b) Tampilan dalam Aplikasi.....	42
Gambar 3.8	(a) Gunting, (b) Pulpen Spidol, dan (c) Perekat dua sisi .....	42
Gambar 3.9	Kamera .....	43
Gambar 3.10	Kuesioner.....	43
Gambar 3.11	Persiapan Penggunaan Aplikasi <i>Vibration Meter</i> .....	44
Gambar 3.12	Pengukuran Saat Jembatan Dalam Kondisi Diam.....	44
Gambar 3.13	Pengujian 1 orang melintas .....	45
Gambar 3.14	Alat <i>vibration meter</i> di tengah bentang .....	46
Gambar 3.15	Jembatan dalam kondisi diam .....	46
Gambar 3.16	Merekam saat 1 orang lewat.....	47
Gambar 3.17	Simpan hasil rekaman.....	47
Gambar 3.18	Grafik percepatan arah X.....	50
Gambar 3.19	Grafik percepatan arah Y.....	51
Gambar 3.20	Grafik percepatan arah Z .....	51
Gambar 3.21	<i>Tools Fourier Analysis</i> .....	54
Gambar 3.22	Konversi bilangan kompleks ke bilangan mutlak .....	54
Gambar 3.23	Data Frekuensi.....	55
Gambar 3.24	Spektrum Arah X.....	55

Gambar 3.25	Spektrum Arah Y .....	56
Gambar 3.26	Spektrum Arah Z .....	56
Gambar 3.27	Diagram Alir Penelitian.....	58
Gambar 4.1	Grafik Percepatan Arah X .....	61
Gambar 4.2	Grafik Frekuensi saat 1 orang melintas .....	63
Gambar 4.3	Jembatan Kamarang by SAP2000 .....	64
Gambar 4.4	Input data modal <i>analysis</i> .....	66
Gambar 4.5	Analisis ragam di Mode 1 .....	67
Gambar 4.6	Analisis ragam di Mode 2.....	67
Gambar 4.7	Analisis ragam di Mode 3.....	68
Gambar 4.8	Analisis ragam di Mode 4.....	68
Gambar 4.9	Analisis ragam di Mode 5.....	68
Gambar 4.10	Analisis ragam di Mode 6.....	69
Gambar 4.11	Analisis ragam di Mode 7.....	69
Gambar 4.12	Analisis ragam di Mode 8.....	69
Gambar 4.13	Analisis ragam di Mode 9.....	70
Gambar 4.14	Analisis ragam di Mode 10.....	70
Gambar 4.15	Analisis ragam di Mode 11.....	70
Gambar 4.16	Analisis ragam di Mode 12.....	71
Gambar 4.17	Analisis ragam di Mode 13.....	71
Gambar 4.18	Analisis ragam di Mode 14.....	71
Gambar 4.19	Analisis ragam di Mode 15.....	72
Gambar 4.20	Analisis ragam di Mode 16.....	72
Gambar 4.21	Analisis ragam di Mode 17.....	72
Gambar 4.22	Analisis ragam di Mode 18.....	73
Gambar 4.23	Analisis ragam di Mode 19.....	73
Gambar 4.24	Analisis ragam di Mode 20.....	73
Gambar 4.25	Memasukkan data percepatan ke dalam SAP2000.....	74
Gambar 4.26	Hasil input data percepatan ke dalam SAP2000.....	74
Gambar 4.27	Arah pembebanan ke dalam SAP2000 .....	75
Gambar 4.28	Pola pembebanan dalam SAP2000.....	75
Gambar 4.29	Titik dengan perpindahan maksimum .....	76