



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**STABILITAS TORSI DAN KINERJA STRUKTUR
BANGUNAN BERTINGKAT KETIDAKBERATURAN SUDUT
DALAM DENGAN PERKUATAN DINDING GESER
OPTIMAL**

TESIS

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**GHIVARI ALKINDY
55720010002**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2022**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**STABILITAS TORSI DAN KINERJA STRUKTUR
BANGUNAN BERTINGKAT KETIDAKBERATURAN SUDUT
DALAM DENGAN PERKUATAN DINDING GESER
OPTIMAL**

TESIS

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

GHIVARI ALKINDY

55720010002

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Stabilitas Torsi dan Kinerja Struktur Bangunan Bertingkat Ketidakberaturan Sudut Dalam dengan Perkuatan Dinding Geser Optimal
Nama : Ghivari Alkindy
N I M : 55720010002
Program Studi : Magister Teknik Sipil
Tanggal : 5 Agustus 2022

Mengesahkan
Pembimbing

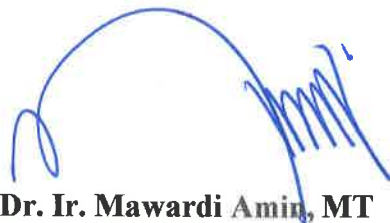


Dr. Ir. Resmi Bestari Muin, MS.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi
Magister Teknik Sipil



Dr. Ir. Mawardi Amin, MT



Dr. Ir. Budi Susetyo, MT

LEMBAR PERNYATAAN

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

Judul Stabilitas Torsi dan Kinerja Struktur Bangunan Bertingkat
Ketidakberaturan Sudut Dalam dengan Perkuatan Dinding
Geser Optimal

Nama Ghivari Alkindy

N I M 55720010002

Program Studi Magister Teknik Sipil

Tanggal 5 Agustus 2022

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan dan karya 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 di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahan data yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

MERCU BUANA Universitas
Jakarta, 5 Agustus 2022



Ghivari Alkindy

PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh

Nama	GHIVARI ALKINDY
N I M	55720010002
Program Studi	MAGISTER TEKNIK SIPIL

dengan judul

“Stabilitas Torsi dan Kinerja Struktur Bangunan Bertingkat Ketidakberaturan Sudut Dalam dengan Perkuatan Dinding Geser Optimal”, telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 18/Juli/2022, didapatkan nilai persentase sebesar 26%.

Jakarta, 22 Agustus 2022
Administrator Turnitin



Miyono, S.Kom

MERCU BUANA

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan karunia-Nya, sehingga dapat diselesaikan Tesis dengan judul: Stabilitas Torsi dan Kinerja Struktur Bangunan Bertingkat Ketidakberaturan Sudut Dalam dengan Perkuatan Dinding Geser Optimal.

Tesis ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk meraih gelar Magister Teknik di fakultas Pascasarjana Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana. Dengan dibuatnya Tesis ini diharapkan dapat memperdalam ilmu dan wawasan penulis dan menjadi manfaat bagi pembaca di kemudian hari.

Pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang dengan tulus dan ikhlas membantu baik dari segi moril, materil, langsung maupun tidak langsung sehingga Tesis ini dapat diselesaikan. Terima kasih yang sebesar – besarnya saya ucapkan kepada:

1. Kedua orang tua, Abdul Haris dan Rukiyah. Kedua Saudara/Saudari, Risky Amelia Ibtisam dan Iqbal Agung Anugrah. Serta seluruh keluarga saya yang senantiasa memberikan doa dan dukungan yang tiada henti.
2. Ibu Dr. Ir. Resmi Bestari Muin, MS., selaku Dosen Pembimbing Tesis yang memberikan saran, masukan dan arahan dalam penyusunan Tesis.
3. Bapak Dr. Ir. Budi Sustyo, M.T., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta, serta seluruh Dosen dan Staff pengajar Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Bapak Pariatmono, M.Sc. Ph.D., selaku penguji pada Tesis yang selama tahapan seminar sampai siding memberikan masukan yang membangun.

5. Rekan-rekan Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang banyak membantu selama proses pembelajaran, perkuliahan, dan penyusunan Tesis.
6. Amalia Zahrin yang senantiasa memberikan dukungan dan bantuan dalam kegiatan perkuliahan sampai penyusunan Tesis.
7. Dicky Marsa Adhytia dari Domsimulation sebagai tutor yang membantu dalam proses penyusunan metode, pengolahan data sampai mendapatkan hasil dari penyelesaian masalah yang diteliti.
8. Seluruh pihak yang turut andil membantu dan memberikan dorongan sehingga Tesis ini dapat diselesaikan, namun tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata penulis menyadari manusia tidak luput dari kesalahan dalam penyusunan Tesis ini. Oleh sebab itu, penulis memohon maaf apabila ada kekurangan atau hal yang tidak berkenan dalam penyusunan Tesis ini. Saran serta masukan yang membangun sangat dibutuhkan untuk pembelajaran. Besar harapan di kemudian hari Tesis ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pribadi dan pembaca sekalian.

Jakarta, 20 Juli 2022



Penulis

DAFTAR ISI

INTISARI	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi, Perumusan, dan Batasan Masalah	3
1.2.3 Identifikasi Masalah	3
1.2.4 Perumusan Masalah.....	4
1.2.5 Batasan Masalah.....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat dan Kegunaan Penelitian.....	5
1.5 Sistematika Penulisan.....	5

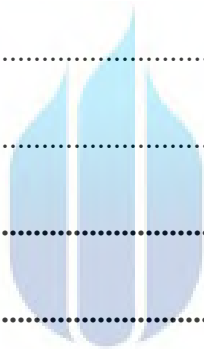
BAB II TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERFIKIR, DAN HIPOTESIS 7

2.1	Teori	7
2.1.1	Gempa	7
2.1.2	Konfigurasi Struktur.....	7
2.1.3	Konfigurasi Ketidakberaturan Sudut Dalam	7
2.1.4	Dinding Geser.....	8
2.1.5	Torsi.....	9
2.1.6	Pusat Massa	9
2.1.7	Pusat Kekakuan	10
2.1.8	Teori untuk Pengurangan Torsi untuk Struktur.....	11
2.1.9	Metode Algoritma Nelder-Mead	11
2.1.10	Kinerja Struktur	12
2.1.11	Pushover	13
2.2	Penelitian Terdahulu.....	14
2.3	Celah dan Posisi Penelitian	17
BAB III	METODA PENELITIAN	20
3.1	Jenis/Desain Penelitian.....	20
3.2	Variabel Penelitian	20
3.2.1	Konfigurasi Bangunan.....	20

3.2.2	Reduksi Torsi	23
3.2.3	Dinding Geser.....	23
3.2.4	MATLAB	23
3.2.5	ETABS	24
3.3	Jenis dan Sumber Data	24
3.4	Teknik Pengumpulan Data	24
3.4.1	Data Mutu Material	24
3.4.2	Data Beban Struktur Bangunan.....	25
3.4.3	Data Beban Gempa.....	25
3.4.4	Kombinasi Beban	26
3.5	Metode Analisis Data	27
3.5.1	Analisa Rasio Modal Massa Partisipasi	27
3.5.2	Analisis Static Nonlinear Pushover.....	27
3.5.3	Reduksi Torsi dengan <i>Nelder-Mead Algorithm</i>	31
3.5.4	Pemodelan Dinding Geser.....	32
3.5.5	Evaluasi Kinerja Struktur	35
3.6	Bagan Alir Kerja	36
3.7	Uraian Prosedur Penelitian.....	38
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1	Preliminary Desain	39

4.1.3	Pra Rencana Balok	39
4.1.4	Pra Rencana Pelat	40
4.1.5	Pra Rencana Kolom	41
4.1.6	Elemen Struktur Preliminary Desain	42
4.2	Pembebanan	43
4.2.3	Beban Mati	43
4.2.3	Beban Hidup	43
4.2.4	Beban Gempa	43
4.2.5	Sistem Struktur dan Parameter Struktur	46
4.2.6	Perencanaan Penulangan Balok SPRMK	46
4.3	Pemodelan Struktur	48
4.3.3	Pemodelan Denah	48
4.3.4	Analisa Kekuatan dan Kekakuan	56
4.3.5	Optimasi Dimensi Dinding Geser	67
4.4	Rasio Ragam Massa Partisipasi	78
4.4.3	Analisa Modal Massa Partisipasi Model A	78
4.4.4	Analisa Modal Massa Partisipasi Model B	80
4.4.5	Analisa Modal Massa Partisipasi Model B SW-A	82
4.5	Analisa Non-Linier Pushover	85
4.5.3	Analisa Pushover Model A	85

4.5.4	Analisa Pushover Model B.....	88
4.5.5	Analisa Pushover Model B SW-A.....	91
4.6	Pembahasan Hasil Analisa	93
4.6.1	Optimasi Dimensi Dinding Geser	93
4.6.2	Stabilitas Torsi dengan Ragam Modal	94
4.6.3	Analisa kinerja dengan Pushover	95
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	96
5.1	Kesimpulan.....	96
5.2	Saran.....	97
DAFTAR RUJUKAN		98
LAMPIRAN		101
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		209



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	14
Tabel 2. 2 Posisi Penelitian	18
Tabel 3. 1 Data Mutu Material Beton	24
Tabel 3. 2 Data Mutu Material Baja	25
Tabel 3. 3 Simpangan antar lantai ijin	35
Tabel 4. 1 Tinggi minimum balok non prategang.....	39
Tabel 4. 2 Momen inersia alternatif untuk analisis elastis pada level beban terfaktor.....	40
Tabel 4. 3 nilai β terhadap inersia.....	40
Tabel 4. 4 Perhitungan α pelat.....	40
Tabel 4. 5 Perhitungan tebal pelat.....	40
Tabel 4. 6 Tinggi minimum balok non prategang.....	41
Tabel 4. 7 Perhitungan Dimensi kolom	41
Tabel 4. 8 Dimensi Balok	42
Tabel 4. 9 Dimensi Kolom.....	42
Tabel 4. 10 Kategori Resiko Struktur	44
Tabel 4. 11 Faktor keutamaan gempa	44
Tabel 4. 12 Parameter Desain Spektrum Tanah Sedang Jakarta.....	45
Tabel 4. 13 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya sesismik	46

Tabel 4. 14 Model A percobaan 1	51
Tabel 4. 15 Model B	55
Tabel 4. 16 Tabel dimensi struktur	59
Tabel 4. 17 Kategori risiko	60
Tabel 4. 18 Simpangan antar tingkat izin	60
Tabel 4. 19 Displacement arah X model A	61
Tabel 4. 20 Simpangan antar lantai arah X model A	61
Tabel 4. 21 Displacement arah Y model A	62
Tabel 4. 22 Simpangan antar lantai arah Y model A	62
Tabel 4. 23 Tabel dimensi struktur	64
Tabel 4. 24 Displacement arah X model A	64
Tabel 4. 25 Simpangan antar lantai arah X model B	65
Tabel 4. 26 Displacement arah Y model B	65
Tabel 4. 27 Simpangan antar lantai arah Y model B	66
Tabel 4. 28 model B-SW-1	69
Tabel 4. 29 model B-SW-2	71
Tabel 4. 30 model B-SW-A	73
Tabel 4. 31 Pemodelan Struktur.....	77
Tabel 4. 32 Partisipasi Massa Rasio Model A	78
Tabel 4. 33 Partisipasi Massa Rasio model B.....	80

Tabel 4. 34 Partisipasi Massa Rasio model B SW-A.....	82
Tabel 4. 35 Rekap Hasil Modal Partisipasi Massa Rasio	84
Tabel 4. 36 Level Kinerja	85
Tabel 4. 37 Base Shear vs Monitored Displacement model B Sumbu X	85
Tabel 4. 38 Base Shear vs Monitored Displacement model A Sumbu Y	86
Tabel 4. 39 Base Shear vs Monitored Displacement model B Sumbu X	88
Tabel 4. 40 Base Shear vs Monitored Displacement model B Sumbu Y	89
Tabel 4. 41 Base Shear vs Monitored Displacement model B SW-A Sumbu X	91
Tabel 4. 42 Base Shear vs Monitored Displacement model B SW-A Sumbu Y	92
Tabel 4. 43 Massa ragam partisipasi model B dan B SW-A.....	94



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik perkiraan kerugian akibat gempa.....	1
Gambar 1. 2 Distribusi kerusakan antara bangunan beraturan dan bangunan ketidakberaturan.....	2
Gambar 2. 1 Ketidakberaturan sudut dalam.....	8
Gambar 2. 2 Tingkat Kinerja Struktur	12
Gambar 2. 3 Kurva Kapasitas Pushover Analysis	13
Gambar 2. 4 Kerangka Berpikir.....	19
Gambar 3. 1 Denah Model Struktur Beraturan (Tampak 2D)	21
Gambar 3. 2 Denah Model Struktur Beraturan (Tampak 3D)	21
Gambar 3. 3 Denah Model B Struktur Ketidakberaturan (Tampak 2D).....	22
Gambar 3. 4 Denah Model B Struktur Ketidakberaturan (Tampak 3D).....	22
Gambar 3. 5 Input Sendi Plastis.....	28
Gambar 3. 6 Input tulangan balok.....	29
Gambar 3. 7 Define Static Nonlinear Case	29
Gambar 3. 8 Case PUSH X.....	30
Gambar 3. 9 Case PUSH Y	30
Gambar 3. 10 Metode Fminseach	32
Gambar 3. 11 Denah Pemodelan Dinding Geser Model B SW-1 (Tampak 2D)33	
Gambar 3. 12 Denah Pemodelan Dinding Geser Model B SW-1 (Tampak 3D)34	

Gambar 3. 13 Denah Pemodelan Dinding Geser Model B SW-2 (Tampak 2D)	34
Gambar 3. 14 Denah Pemodelan Dinding Geser Model B SW-2 (Tampak 3D)	35
Gambar 3. 15 Bagan Alir Penelitian	37
Gambar 4. 1 Denah	39
Gambar 4. 2 Desain Respon Spektrum	45
Gambar 4. 3 Flowchart loop pemodelan struktur (Model A dan B)	48
Gambar 4. 4 Denah Model A-1	49
Gambar 4. 5 Denah Model A-2	52
Gambar 4. 6 Denah Model B	54
Gambar 4. 7 Pemodelan Struktur Beraturan Model A	55
Gambar 4. 8 Pemodelan Struktur Model B	56
Gambar 4. 9 Set Load Cases to Run	57
Gambar 4. 10 Column P-M-M Interaction Ratios	57
Gambar 4. 11 Hasil pengecekan kekakuan dan kekuatan rasio P-M-M	58
Gambar 4. 12 Pemodelan ulang struktur model A	60
Gambar 4. 13 Simpangan Model A	63
Gambar 4. 14 Analisa Kekuatan Model B	63
Gambar 4. 15 Analisa Kekuatan Model B	64
Gambar 4. 16 Simpangan	66
Gambar 4. 17 Flow Chart optimasi dinding geser	67

Gambar 4. 18 Pemodelan B SW-1 dan B SW-2	67
Gambar 4. 19 Metode Nelder Mead Model B-SW1	70
Gambar 4. 20 Hasil running MatLab model B-SW-1	70
Gambar 4. 21 Metode Nelder Mead Model B-SW2	72
Gambar 4. 22 Hasil running MatLab model B-SW-2.....	72
Gambar 4. 23 Metode Nelder Mead Model B-SWA	74
Gambar 4. 24 Hasil running MatLab model B-SWA	75
Gambar 4. 25 Model A Ragam 1 Periode 1.628.....	78
Gambar 4. 26 Model A Ragam 2 Periode 1.627	79
Gambar 4. 27 Model A Ragam 3 Periode 1.465	79
Gambar 4. 28 Model B Ragam 1 Periode 1.624	80
Gambar 4. 29 Model B Ragam 2 Periode 1.579.....	81
Gambar 4. 30 Model B Ragam 3 Periode 1.45	81
Gambar 4. 31 Model B-SW1 Ragam 1 Periode 1.542.....	82
Gambar 4. 32 Model B-SW1 Ragam 2 Periode 1.446.....	83
Gambar 4. 33 Model B-SW1 Ragam 3 Periode 1.119.....	83
Gambar 4. 34 Base Shear vs Monitored Displacement model A Sumbu X ..	86
Gambar 4. 35 Base Shear vs Monitored Displacement model A Sumbu Y ..	87
Gambar 4. 36 Base Shear vs Monitored Displacement model B Sumbu X ..	88
Gambar 4. 37 Base Shear vs Monitored Displacement model B Sumbu Y ..	90

Gambar 4. 38 Base Shear vs Monitored Displacement model B SW-A Sumbu X	91
Gambar 4. 39 Base Shear vs Monitored Displacement model B SW-A Sumbu Y	92
Gambar 4. 40 Pemodelan Model B SW-A.....	94

