

TESIS

**DESAIN GEDUNG TIDAK BERATURAN DENGAN
RE-ENTRANT CORNERS MENGGUNAKAN DINDING
GESER BERANGKAI**



GERALDO DE JESUS MARIA RIBEIRO

No. Mhs. : 215118866/PS/MTS

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

2023



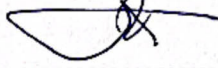
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PERSETUJUAN TESIS

Nama : GERALDO DE JESUS MARIA RIBEIRO
Nomor Mahasiswa : 215118866/PS/MTS
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : Desain Gedung Tidak Beraturan Dengan *Re-Entrant Corners* Menggunakan Dinding Geser Berangkai.

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng.

Tanggal
19/7/23

Tanda tangan

.....



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PEGESAHAN TESIS

Nama : GERALDO DE JESUS MARIA RIBEIRO
Nomor Mahasiswa : 215118866/PS/MTS
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : Desain Gedung Tidak Beraturan Dengan *Re-Entrant Corners* Menggunakan Dinding Geser Berangkai

Dosen Pembimbing	Tanggal	Tanda tangan
Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng.	19/7/23	
Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng; Ph.D	20/7/2023	
Prof. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng.	21/07/2023	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil



Dr. Ir. J. Dwijoko Arsusanto, M.T

FAKULTAS
TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul "DESAIN GEDUNG TIDAK BERATURAN DENGAN *RE-ENTRANT CORNERS* MENGGUNAKAN DINDING GESER BERANGKAI" benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam tugas akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa tugas akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 10 July 2023

Yang membuat pernyataan



Geraldo De Jesus M. R

KATA HANTAR

Puji syukur penulis sampaikan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah mencurahkan segala rahmat, bimbingan serta perlindungan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulisan Laporan Tugas Akhir dengan judul "DESAIN GEDUNG TIDAK BERATURAN DENGAN *RE-ENTRANT CORNERS* MENGGUNAKAN DINDING GESER BERANGKAI" disusun guna melengkapi syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-2 (S-2) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis berharap melalui Laporan Tugas Akhir ini semakin menambah dan memperdalam ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil baik oleh penulis maupun pihak lain.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis telah mendapat banyak bimbingan, bantuan, dan dorongan moral dari berbagai pihak. Oleh karena

itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar meluangkan waktu untuk memberi petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng. Ph.D, selaku Dosen penguji.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng, selaku Dosen penguji.

4. Bapak Dr. Ir. J. Dwijoko Ansusanto, M.T, selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil.

5. Seluruh Dosen di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas

Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan mengajar penulis.

6. Keluarga tercinta Papa, Mama, Kaka, Adik beserta semua keluarga besar Mendes Ribeiro dan Fernandes yang ada di Timor-Leste yang selalu memberi dukungan doa, memberikan inspirasi juga semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini..

7. Teman – teman seperjuanganku Pak JoA, Pak Erwan, Mbak Mery dan Mbak Detah, dan semua teman-teman Magister Teknik Sipil. Terima kasih atas persahabatan dan kebersamaan yang telah kita jalani hingga saat ini. Terima kasih juga kepada semua teman-teman Timor-Leste yang ada di Yogyakarta.

8. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Yogyakarta, 10 July 2023

Geraldo De Jesus M. R.

NPM : 215118866

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iv
KATA HANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
INTISARI	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Keaslian Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
F. Tujuan Penelitian	4
G. Sistematika Penulisan	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
A. Tinjauan Pustaka	6
1. Penelitian Sebelumnya	6
B. Landasan Teori	9
1. Tinjauan Umum	9
2. Konsep Dasar Perencanaan Struktur Tahan Gempa	10
3. Gempa Bumi	12
4. Bangunan Tidak Beraturan	14
5. Kekakuan	22
6. Gaya Geser Dasar	24
7. Perpindahan Tingkat	25
8. Simpangan Antar Tingkat	25
9. Percepatan Gempa	26
10. <i>Histerisis Energi</i>	28
11. Torsi	28
12. Dinding Geser	30
13. Balok Penghubung	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	41
A. Metodologi Penelitian	41
1. <i>Input Materials Properties</i>	41
2. <i>Input frame Section</i>	42
3. <i>Input Slab Section</i>	43

4. <i>Input Mass Source</i>	43
5. <i>Wall Section</i>	44
6. Jenis-jenis Bangunan	44
7. <i>Flow Chart</i>	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
A. Pemodelan Struktur	49
B. Analisis Gempa	50
1. Nilai Parameter S_s dan S_1	50
2. Nilai Koefisien Situs F_a dan F_v	52
3. Nilai Parameter Respons Spektral	52
4. Nilai Parameter Percepatan Spektral Desain	52
5. Kategori Risiko dan Faktor Keutamaan Gempa	53
6. Kategori Desain Seismik	53
7. Sistem Struktur dan Parameter Struktur	54
8. Periode Getar Fundamental	55
9. Periode Fundamental Pendekatan	57
10. Gaya Geser Dasar Seismik	59
11. Berat Efektif Bangunan	61
12. Gaya Geser Pendekatan	61
13. Faktor Skala Gaya	62
C. Hasil Analisis	64
1. Perpindahan Tingkat Maksimum	64
2. Simpangan Antar Tingkat	67

3. Geser Dasar	72
4. Periode Struktur	73
D. Bangunan Tidak Beraturan Dengan Sudut <i>Re-entrant</i>	73
1. Sudut <i>Re-entrant</i>	73
2. Pelat Lantai	74
E. Perencanaan Dinding Geser	78
1. Desain Ukuran Awal Dinding Geser	79
2. Perencanaan Dinding Geser P1	79
3. Tulangan Untuk Menahan Gaya Geser	81
4. Dinding Geser Terhadap Gaya Aksial dan Lentur	82
5. <i>Boundary Element</i>	82
F. Perencanaan Balok Perangkai	86
1. Penentuan Balok Perangkai	87
2. Jumlah Tulangan Diagonal	88
3. Tulangan Transversal	91
4. Panjang Penyaluran tulangan diagonal	91
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	94
A. Kesimpulan	94
B. Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No. Urut	No. Tabel	Nama Tabel	Halaman
1	3.1	Data Teknis Bangunan	47
2	4.1	Desain Respon Spektrum	57
3	4.2	Berat Efektif Bangunan	62
4	4.3	Hasil Perpindahan Tingkat Maksimum	67
5	4.4	Batas <i>Drift</i>	71
6	4.5	Batas <i>Drift</i>	73
7	4.6	Batas <i>Drift</i>	76

DAFTAR GAMBAR

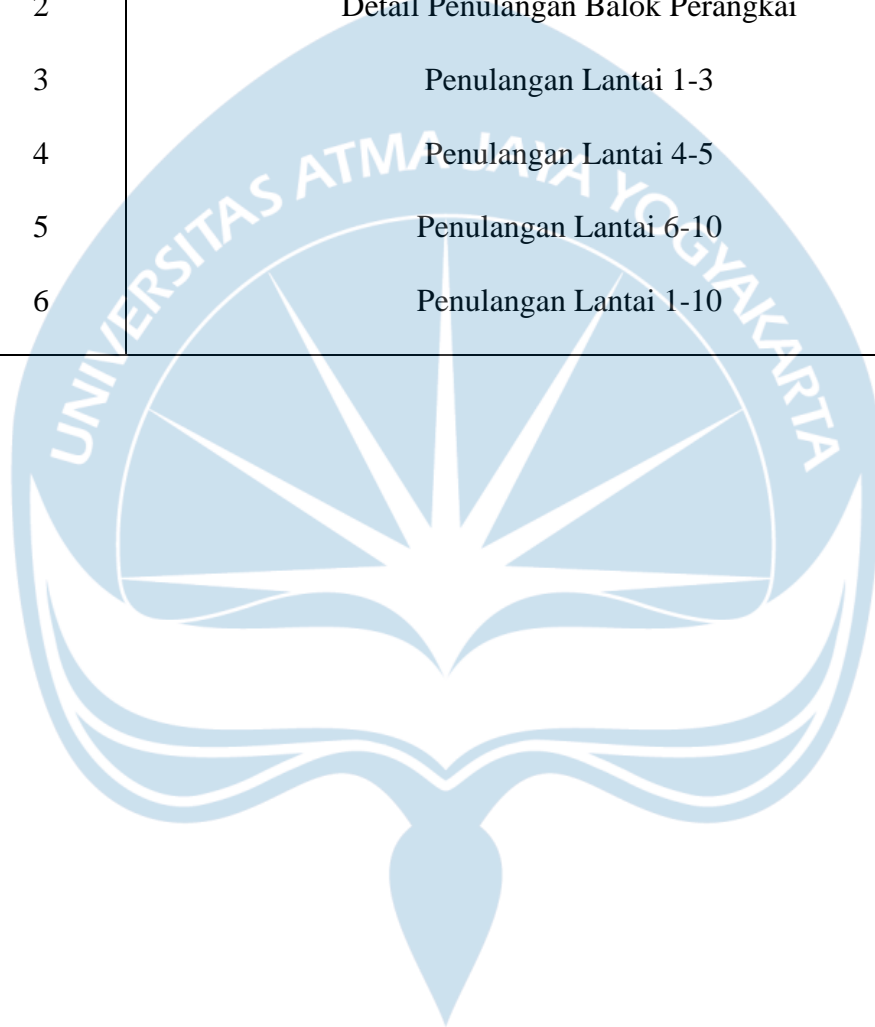
No. Urut	No. Tabel	Nama Gambar	Halaman
1	2.1	Datangnya Gelombang Seismik Di Situs Lokal	13
2	2.2	Tipe Bangunan Tidak Beraturan	14
3	2.3	Ilustrasi Ketidakberaturan Kekakuan	15
4	2.4	Ilustrasi Ketidakberaturan Massa	16
5	2.5	Ilustrasi Ketidakberaturan Geometri Vertikal	16
6	2.6	Ilustrasi diskontinuitas Dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral	17
7	2.7	Ilustrasi Lantai Lemah	18
8	2.8	Denah Bangunan Beraturan Dan Tidak Beraturan	19
9	2.9	Tindakan Struktural Sudut <i>Re-entrant</i>	20
10	2.10	Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma	20
11	2.11	Ketidakberaturan <i>offset</i> Diluar Bidang	21
12	2.12	Ketidakberaturan Sistem <i>Non-paralel</i>	22
13	2.13	Kurva Histerisis	28
14	2.14	Jenis-jenis Keruntuhan Bangunan	29
15	2.15	Tata Letak Dinding Geser	33
16	2.16	Bentuk Dinding Geser	33
17	2.17	Dinding Geser Kantilever	34
18	2.18	Dinding Geser Dengan Bukaannya	35

19	2.19	Dinding Geser Berangkai	36
20	2.20	<i>Coupled walls system dengan coupling beam</i>	37
21	2.21	Tulangan Konvensional dan Diagonal	39
22	2.22	Tulangann Diagonal dan Pot. A-A	40
23	3.1	<i>Input Material</i>	41
24	3.2	<i>Input Frame Section</i>	42
25	3.3	<i>Input Slab Section</i>	43
26	3.4	<i>Input Mass Source</i>	43
27	3.5	<i>Wall Section</i>	44
28	3.6	Denah Bangunan Sudut <i>Re-entrant</i> dengan <i>sw</i>	44
29	3.7	3D Bangunan Sudut <i>Re-entrant</i> dengan <i>sw</i>	45
30	3.8	Denah Bangunan Sudut <i>Re-entrant</i> tanpa <i>sw</i>	45
31	3.9	3D Bangunan Sudut <i>Re-entrant</i> tanpa <i>sw</i>	46
32	3.10	Sudut <i>Re-entrant</i> Dengan Dinding Geser	46
33	3.11	Sudut <i>Re-entrant</i> Tanpa Dinding Geser	47
34	4.1	Hasil Respon Spektrum Desain	50
35	4.2	Koefisien Situs	50
36	4.3	Kategori Risiko Bangunan	51
37	4.4	Kategori Desain Seismik	52
38	4.5	KDS Struktur	52
39	4.6	Faktor Keutamaan Gempa	55
40	4.7	Respon Spektrum	55
41	4.8	Nilai Parameter Periode Pendekatan	56

42	4.9	Koefisien Untuk Batas Atas	57
43	4.10	Perpindahan Tingkat Maksimum Arah-x	59
44	4.11	Perpindahan Tingkat Maksimum Arah-y	60
45	4.12	Simpangan Izin	60
46	4.13	Hasil Grafik <i>Drift Re-entrant</i> dengan <i>sw</i>	68
47	4.14	Hasil Grafik <i>Drift Re-entrant</i> tanpa <i>sw</i>	68
48	4.15	Geser Dasar	70
49	4.16	Riwayat Waktu	71
50	4.17	Denah Bangunan Tidak Beraturan	74
51	4.18	<i>Shell Forces M11</i>	76
52	4.19	<i>Shell Forces M22</i>	77
53	4.20	<i>Shell Forces M12</i>	78
54	4.21	A_{s-min} Untuk Pelat Dua Arah	79
55	4.22	Objek Perancangan	80
56	4.23	Diagram Iteraksi Dinding Geser (spColumn)	80
57	4.24	Detail Penulangan Pada Daerah Pengekangan	80
58	4.25	Balok Perangkai	81
59	4.26	Penulangan Pada Balok Perangkai	83
60	4.27	Pot. A-A Balok Perangkai	87

DAFTAR LAMPIRAN

No. Urut	Nama Lampiran
1	Detail Penulangan Dinding Geser
2	Detail Penulangan Balok Perangkai
3	Penulangan Lantai 1-3
4	Penulangan Lantai 4-5
5	Penulangan Lantai 6-10
6	Penulangan Lantai 1-10



DAFTAR NOTASI

No. Urut	Notasi	Arti
1	V	Gaya geser dasar nominal statik ekuivalen yang terjadi di tingkat dasar (kN)
2	cI	Nilai faktor respons gempa yang didapat dari spektrum respons gempa
3	R	Faktor reduksi gempa
4	I	Faktor keutamaan gedung
5	Wt	Berat total bangunan (kN)
6	TI	Waktu getar alami fundamental (detik)
7	h	tinggi bangunan (m)
8	Fi	Beban gempa nominal statik yang tertangkap pada pusat massa lantai di tiap tingkat (kN)
9	Vu	Kuat geser perlu dinding geser (kN)
10	ρ_v	Rasio tulangan longitudinal (vertikal)
11	ρ_n	Rasio tulangan transversal (horizontal)
12	A_{cv}	Luas penampang dinding geser (mm ²)
13	f_c'	Kuat tekan beton (MPa)
14	f_y	Tegangan leleh baja (MPa)
15	h_w	Tinggi total dinding (m)
16	l_w	Panjang dinding (m)
17	V_n	Kuat geser nominal (kN)
18	P_u	Gaya aksial yang bekerja pada dinding geser (kN)
19	A_g	Luas penampang total dinding geser (mm ²)

20	M_u	Momen ultimate yang bekerja pada dinding geser (kN-m)
21	y	Titik berat dinding geser arah sumbu y (mm)
22	δu	Perpindahan maksimum dinding geser (mm)
23	l_n	Panjang balok perangkai (m)
24	d	Tinggi efektif balok perangkai (mm)
25	A_{cp}	Luas penampang balok perangkai (mm ²)
26	A_{vd}	Luas tulangan dalam satu kelompok tulangan diagonal (mm ²)
27	α	Sudut yang dibentuk kelompok tulangan diagonal terhadap bidang
28	A_{sh}	Luas penampang total tulangan transversal (mm ²)
29	s	spasi tulangan transversal (mm)
30	h_c	Dimensi penampang inti balok perangkai (mm)
31	A_{ch}	Luas penampang inti balok perangkai (mm ²)
32	l_{dh}	Panjang penyaluran tulangan diagonal

INTISARI

Semakin tinggi suatu bangunan maka sistem pembebanan lateral yang dapat berupa beban angin atau beban gempa yang akan semakin besar dengan bertambah tingginya gedung. Ketidakteraturan konfigurasi memperkenalkan tantangan besar dalam desain seismik struktur bangunan. Salah satu bentuk ketidakteraturan tersebut adalah adanya sudut *re-entrant* yang menyebabkan beban lateral dan amplifikasi torsi pada bangunan; karenanya menyebabkan keruntuhan dini. Dengan demikian, penelitian konstruktif terhadap masalah ketidakteraturan sudut *re-entrant*. Tujuan dari studi ini adalah untuk memahami perilaku seismik bangunan dengan denah tidak beraturan denah lantai bentuk-C melalui evaluasi ketidakteraturan konfigurasi efek sudut *re-entrant* pada tuntutan respons seismik terukur. Respons yang diukur meliputi perpindahan, simpangan antar lantai, gaya geser dasar, dan periode waktu. Tiga model bangunan yaitu; bangunan berbentuk-C menggunakan dinding geser, bangunan berbentuk-C tanpa dinding geser dan bangunan beraturan. Model dianalisis dengan ETABS menggunakan metode Response Spectrum (RS). Hasilnya membuktikan bahwa penambahan dinding geser untuk bangunan *re-entrant corner* secara signifikan mengurangi perpindahan maksimum dan simpangan antar lantai, namun gaya geser dasar bangunan bertambah karena penambahan dinding geser maka kapasitas penahan beban meningkat. Periode waktu bangunan beraturan lebih tinggi maka bangunan beraturan kurang rentan terhadap gempa bumi dengan frekuensi yang lebih tinggi. Bangunan dengan *re-entrant corners* dengan periode waktu yang lebih rendah maka rentan terhadap gempa bumi.

KATA KUNCI: sudut *re-entrant*; bangunan tidak beraturan; dinding geser; beban lateral; balok kopel.