

# **TUGAS AKHIR**

**NOMOR: 1731/WM/FT.S/SKR/2024**

## **PENGARUH ELEMEN TANGGA DAN RAMP TERHADAP RESPON STRUKTUR**

**(Studi Kasus: Gedung Pediatrik Dan ICCU Rumah Sakit Nasional Guido Valadares,  
Dili, Timor Leste)**



**DISUSUN OLEH:**

**RUBIYANTO MULIK**

**NOMOR INDUK MAHASISWA:**

**21119166**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA**

**KUPANG**

**2024**

**LEMBARAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**NOMOR: 1731/WM/FT.S/SKR/2024**

**PENGARUH ELEMEN TANGGA DAN RAMP  
TEHADAP RESPON STRUKTUR**

(Studi Kasus: Gedung Pediatrik Dan ICCU Rumah Sakit Nasional Guido Valadares,  
Dili, Timor Leste)

**DISUSUN OLEH:**

**RUBIYANTO MULIK**

**NOMOR INDUK MAHASISWA:**

**21119166**

**DIPERIKSA OLEH:**

**PEMBIMBING 1**

**PEMBIMBING 2**

**Ir. RANI HENDRIKUS, M.S**  
**NIDN: 0808055801**

**MERZY MOOY, ST., MT**  
**NIDN: 1521039401**

**DISETUJUI OLEH:**

**KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA KUPANG**

**STEPHANUS OLA DEMON, ST., MT**  
**NIDN: 0809097401**

**DISAHKAN OLEH:**

**DEKAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA KUPANG**

**Dr. DON GASPAN DA COSTA, ST., MT**  
**NIDN: 0820036801**

**LEMBARAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**NOMOR: 1731/WM/FT.S/SKR/2024**

**PENGARUH ELEMEN TANGGA DAN RAMP  
TEHADAP RESPON STRUKTUR**

(Studi Kasus: Gedung Pediatrik Dan ICCU Rumah Sakit Nasional Guido Valadares,  
Dili, Timor Leste)

**DISUSUN OLEH:  
RUBIYANTO MULIK**

**NOMOR INDUK MAHASISWA:  
21119166**

**DIPERIKSA OLEH:**

**Penguji 1**

**Penguji 2**

**Ir. LAURENSIUS LULU, MM**

**NIDN: 0820106401**

**MAURITIUS I. R. NAIKOFI, ST., MT**

**NIDN: 0822098803**

**Penguji 3**

**Ir. RANI HENDRIKUS, M.S**

**NIDN: 0808055801**

## PERNYATAAN KEASLIAN

*Yang bertanda tangan di bawah ini, Saya dengan data diri sebagai berikut:*

Nama : Rubiyanto Mulik  
Nomor Registrasi : 21119166  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira Kupang

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul **PENGARUH ELEMEN TANGGA DAN RAMP TERHADAP RESPON STRUKTUR (Studi kasus: Gedung Pediatrik Dan ICCU Rumah Sakit Nasional Guido Valadares, Dili Timor Leste)**.

Adalah benar-benar karya Saya sendiri di bawah bimbingan pembimbing, dan Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya Saya dan jika ada tuntutan formal dan non formal dari pihak lain yang berkaitan dengan keaslian karya Saya ini, Saya siap menanggung segala risiko, akibat dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada Saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang Saya peroleh dari Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

Kupang, November 2024

Yang Membuat Pernyataan

  
C7CALX396817267  
Rubiyanto Mulik



UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jln. Biara Karmel Sanjuan Penfui- Kupang Telp. (0380) 826987 Kupang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI/KOMPREHENSIF

Pada hari ini, Jumat tanggal 26 bulan Juli tahun 2021 Jam .....  
telah diadakan Ujian Sarjana Program Studi Sipil Skripsi/Komprehensif bagi mahasiswa :

Nama : RUBIYANTO MULIK  
No. Reg. : 2119166  
Fakultas : Teknik  
Jurusan : Teknik sipil  
Judul Skripsi : PENGARUH ELEMEN TANGGA DAN RAMP TERHADAP RESPON STRUKTUR  
(Studi kasus : Gedung Pedatrlik dan ICU rumah sakit nasional Gudek Uvaldeares,  
Dili, Timor Leste)

Di hadapan Panitia Ujian Skripsi/Komprehensif yang terdiri dari :

1. Ketua : .....
2. Sekretaris : .....
3. Pembimbing Utama : Ir. Rani Hendrius, M.S.
4. Pembimbing Pendamping : Merzy May ST, MT
5. Anggota Penguji :
  1. J. Laurentius Lulu, MPA
  2. Mauritius J. R. Haroti, ST, MT
  3. Ir. Rani Hendrius

Hasil Ujian diperoleh sebagai berikut :

Lulus dengan nilai : 87,5 ( Delapan Tujuh Lima )  
Belum lulus dan diberi kesempatan untuk ujian ulang pada hari ..... tgl. ....  
Hasil ujian ulang ( ..... )

Mengetahui :  
Ketua Pelaksana,

Kupang, 26/07/2021  
Sekretaris Pelaksana,

( Ir. Rani Hendrius M.S. )

( ..... )

## **MOTTO**

“Pencobaan-pencobaan yang kamu alami ialah pencobaan-pencobaan biasa, yang tidak melebihi kekuatan manusia. Sebab Allah setia dan karena itu Ia tidak akan membiarkan kamu dicobai melampaui kekuatanmu.”

**(1 Korintus 10:13)**

“Serahkanlah kepada Tuhan segala pekerjaanmu, maka rencanamu akan berhasil.”

**(Amsal 16:3)**

“Karena masa depan sungguh ada, dan harapanmu tidak akan hilang.”

**(Amsal 23:18)**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini dipersembahkan sebagai ungkapan rasa Syukur kepada Tuhan yang telah memberikan Rahmat-nya kepada Penulis dan kepada kedua Orang tua dan Saudara-saudara serta semua pihak yang selalu mendoakan, membantu dan mendukung Penulis selama proses pendidikan sarjana.

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur Penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, rahmat, dan penyertaan-Nya, sehingga penulisan Tugas Akhir dengan judul **“PENGARUH ELEMEN TANGGA DAN RAMP TERHADAP RESPON STRUKTUR” (Studi kasus: Gedung Pediatrik Dan ICCU Rumah Sakit Nasional Guido Valadares, Dili, Timor Leste)** dapat diselesaikan dengan baik.

Pada penyusunan Tugas Akhir ini berkat berkat bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu memberikan kemudahan dalam segala urusan dan senantiasa memberikan berkat-Nya.
2. Bapak Benyamin Mulik dan Ibu Elisabeth Mulik-Io, serta seluruh saudara dan keluarga yang selalu memberikan mendukung baik berupa do'a, materi dan moral.
3. Bapak Dr. Don Gaspar N. da Costa, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik UNWIRA Kupang.
4. Bapak Stephanus Ola Demon, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik UNWIRA Kupang.
5. Bapak Ir. Rani Hendrikus, MS selaku Dosen Pembimbing Utama yang membantu dalam proses penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Merzy Mooy, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Kedua yang membantu dalam proses penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Krisantos Ria Bela, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Akademik
8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil UNWIRA yang telah memberikan banyak ilmu pada Penulis.
9. Teman-teman Teknik Sipil 19 yang selalu memberikan dukungan kepada Penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dan kesalahan dalam penulisan Tugas Akhir ini, oleh karena itu Penulis menerima kritik dan saran dari pembaca dalam menyempurnakan laporan ini.

Kupang, Juni 2024

Penulis

# **PENGARUH ELEMEN TANGGA DAN RAMP TERHADAP RESPON STRUKTUR**

**(Studi kasus: Gedung Pediatrik Dan ICCU Rumah Sakit Nasional Guido Valadares,**

**Dili, Timor Leste)**

**Rubiyanto Mulik<sup>1</sup>, Rani Hendrikus<sup>2</sup>, Merzy Mooy<sup>3</sup>**

*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Widya Mandira, Jl. San Juan No.1 Penfui,*

*Kupang, NTT, Indonesia*

## **ABSTRAK**

Kontrol parameter-parameter respon utama seperti periode getar, partisipasi massa modal, rasio gaya geser dinamis terhadap gaya geser statis, *drift* bangunan, serta indeks stabilitas penting dalam desain bangunan tahan gempa. Penelitian ini menganalisis pengaruh elemen tangga dan ramp terhadap respon bangunan dengan membandingkan empat model struktur. Hasil analisis *software* ETABS menunjukkan nilai waktu getar bangunan ( $T$ ), gaya geser dasar, partisipasi massa memenuhi ketentuan SNI 1726-2019. Nilai simpangan antar tingkat pada arah-X lantai 1 dan lantai 5 bangunan Model 2 dan Model 4 yang memenuhi persyaratan. Sedangkan pada arah-Y semua lantai tidak memenuhi ketentuan dalam Tabel 20 SNI 1726-2019.

Kata Kunci: tangga, ramp, respon struktur, simpangan antar tingkat.

## **ABSTRACT**

*Controlling key response parameters such as vibration period, modal mass participation, dynamic shear force ratio to static shear force, building drift, and stability index is essential in seismic-resistant building design. This study analyzes the influence of stair and ramp elements on building response by comparing four structural models. The ETABS software analysis results indicate that the building's vibration period ( $T$ ), base shear force, and mass participation comply with the provisions of SNI 1726-2019. The inter-story drift values in the X-direction on floors 1 and 5 of Models 2 and 4 meet the requirements, whereas in the Y-direction, all floors do not meet the criteria specified in Table 20 of SNI 1726-2019.*

*Keywords: stairs, ramp, structural response, story drift.*



# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Manfaat .....	2
1.5 Batasan Masalah .....	3
1.6 Keterkaitan Dengan Penelitian Terdahulu .....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Ketidakteraturan Struktur Bangunan .....	7
2.1.1 Ketidakteraturan Horizontal .....	8
2.1.2 Ketidakteraturan Vertikal .....	11
2.2 Peraturan Kegempaan Struktur Bangunan dalam SNI 1726-2019 .....	14
2.2.1 Kategori Risiko.....	14
2.2.2 Faktor Keutamaan.....	17
2.2.3 Klasifikasi Situs .....	17
2.2.4 Parameter Percepatan Gempa .....	18
2.2.5 Parameter Koefisien Terpetakan ( $C_{rs}$ dan $C_{rI}$ ) .....	19
2.2.6 Parameter Faktor Amplifikasi.....	20
2.2.7 Parameter Percepatan Spektral Desain .....	21
2.2.8 Desain Respon Spektrum.....	22
2.2.9 Kategori Desain Seismik .....	23
2.2.10 Sistem Struktur .....	24
2.2.11 Kombinasi Pembebanan .....	24
2.3 Faktor Redundansi ( $\rho$ ).....	26
2.4 Metode Analisis .....	26
2.4.1 Analisis Statik.....	27
2.4.2 Analisis Dinamik .....	31

2.5	Pembebanan Struktur .....	34
2.5.2	Beban Hidup ( <i>Live Load</i> ) .....	35
2.5.1	Beban Mati ( <i>Dead Load</i> ).....	38
2.6	<i>Software</i> ETABS.....	40
BAB III METODE PENELITIAN .....		42
3.1	Metode Penelitian .....	42
3.2	Lokasi Penelitian.....	42
3.3	Data Bangunan.....	43
3.4	Tahapan Penelitian.....	60
3.4.1	Diagram Alir Penelitian ( <i>Flow Chart</i> ).....	60
3.4.2	Pengumpulan Data.....	62
3.4.3	Studi Literatur.....	62
3.4.4	Perhitungan Pembebanan .....	63
3.4.5	Evaluasi Kualitatif Bangunan.....	63
3.4.6	Penentuan Kategori Desain Seismik (KDS).....	63
3.4.7	Penentuan Faktor Redundansi .....	65
3.4.8	Pemodelan 3D Struktur .....	65
3.4.9	Analisis Dinamis Dengan <i>Software</i> ETABS .....	66
3.4.10	Analisis Statik Ekuivalen.....	68
3.4.11	Evaluasi Akurasi Analisis Dinamis.....	70
3.4.12	Evaluasi Respon Struktur .....	70
3.4.13	Evaluasi Kuantitatif Bangunan.....	71
3.4.14	Evaluasi Metode Analisis Akhir .....	71
3.4.15	<i>Output</i> ETABS .....	72
3.4.16	Pembahasan .....	73
3.4.17	Kesimpulan.....	73
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		74
4.1	Data Bangunan.....	74
4.2	Perhitungan Pembebanan.....	74
4.2.1	Beban Hidup ( <i>Live Load</i> ) .....	75
4.2.2	Beban Mati Tambahan ( <i>Superimposed Dead Load</i> ) .....	75
4.3	Evaluasi Kualitatif Bangunan .....	81
4.3.1	Model 1 (bangunan dengan tangga dan ramp) .....	81
4.3.2	Model 2 (bangunan dengan tangga, namun tanpa ramp).....	85

4.3.3	Model 3 (bangunan tanpa tangga, namun dengan ramp).....	89
4.3.4	Model 4 (bangunan tanpa ramp dan tanpa tangga).....	94
4.4	Penentuan Kategori Desain Seismik (KDS) .....	98
4.5	Penentuan Faktor Redundansi ( $\rho$ ).....	99
4.6	Pemodelan 3D Struktur Menggunakan <i>Software</i> ETABS .....	99
4.6.1	Model 1 (bangunan dengan tangga dan ramp) .....	99
4.6.2	Model 2 (bangunan dengan tangga, namun tanpa ramp).....	100
4.6.3	Model 3 (bangunan tanpa tangga, namun dengan ramp).....	102
4.6.4	Model 4 (bangunan tanpa ramp dan tanpa tangga).....	103
4.7	Analisis Statik Ekuivalen.....	104
4.7.1	Model 1 (bangunan dengan tangga dan ramp) .....	104
4.7.2	Model 2 (bangunan dengan tangga, namun tanpa ramp).....	107
4.7.3	Model 3 (bangunan tanpa tangga, namun dengan ramp).....	111
4.7.4	Model 4 (bangunan tanpa ramp dan tanpa tangga).....	115
4.8	Analisis Dinamis Dengan <i>Software</i> ETABS.....	118
4.9	Evaluasi Akurasi Analisis Dinamis .....	127
4.9.1	Modal Partisipasi Massa .....	127
4.9.2	Gaya Geser Dasar .....	132
4.10	Evaluasi Respon Struktur .....	136
4.10.1	Waktu Getar Bangunan ( $T$ ).....	136
4.10.2	Simpangan Antar Tingkat ( <i>Story Drift</i> ) .....	138
4.11	Evaluasi Kuantitatif Bangunan .....	149
4.11.1	Model 1 (bangunan dengan tangga dan ramp) .....	149
4.11.2	Model 2 (bangunan dengan tangga, namun tanpa ramp).....	157
4.11.3	Model 3 (bangunan tanpa tangga, namun dengan ramp).....	166
4.11.4	Model 4 (bangunan tanpa ramp dan tanpa tangga).....	175
4.12	Evaluasi Metode Analisis Akhir .....	183
4.13	<i>Output</i> ETABS .....	184
4.13.1	Model 1 (bangunan dengan tangga dan ramp) .....	184
4.13.2	Model 2 (bangunan dengan tangga, namun tanpa ramp).....	186
4.13.3	Model 3 (bangunan tanpa tangga, namun dengan ramp).....	187
4.13.4	Model 4 (bangunan tanpa ramp dan tanpa tangga).....	189
4.14	Pembahasan.....	190
4.14.1	Perbandingan Waktu Getar Bangunan.....	190

4.14.2	Perbandingan Gaya Geser Dasar .....	192
4.14.3	Perbandingan Partisipasi Massa .....	194
4.14.4	Perbandingan <i>Displacement</i> .....	196
4.14.5	Perbandingan <i>Story Drift</i> .....	198
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		201
5.1	Kesimpulan .....	201
5.2	Saran .....	202
DAFTAR PUSTAKA.....		203

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ketidakberaturan Torsi .....	8
Gambar 2.2 Ketidakberaturan Sudut Dalam.....	9
Gambar 2.3 Pembatasan Bukaannya Diafragma.....	10
Gambar 2.4 Ketidakberaturan Pergeseran Melintang.....	10
Gambar 2.5 Sistem Struktur Tidak Paralel .....	11
Gambar 2.6 Ketidakberaturan Tingkat Lunak .....	11
Gambar 2.7 Kriteria Ketidakberaturan Massa Bangunan.....	12
Gambar 2.8 Ketidakberaturan Geometri Vertikal.....	13
Gambar 2.9 Diskontinuitas Sistem Struktur Dalam Arah Vertikal .....	13
Gambar 2.10 Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat .....	14
Gambar 2.11 Parameter gerak tanah $S_S$ , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget ( $MCE_R$ ) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2-detik (redaman kritis 5 %) .....	19
Gambar 2.12 Parameter gerak tanah, $S_I$ , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget ( $MCE_R$ ) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2- detik (redaman kritis 5 %) .....	19
Gambar 2.13 $C_{rs}$ , Koefisien Risiko Terpetakan, Periode Spektrum Respons 0,2-Detik .....	20
Gambar 2.14 $C_{rI}$ , Koefisien Risiko Terpetakan, Periode Spektrum Respons 1 Detik.....	20
Gambar 2.15 Spektrum Respons Desain .....	22
Gambar 2.16 Penentuan Periode Getar yang Digunakan .....	30
Gambar 2.17 Penentuan Simpangan Antar Tingkat.....	34
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian .....	42
Gambar 3.2 Denah Lantai 1.....	45
Gambar 3.3 Denah Lantai 2.....	46
Gambar 3.4 Denah Lantai 3.....	47
Gambar 3.5 Denah Lantai 4.....	48
Gambar 3.6 Denah Lantai 5.....	49
Gambar 3.7 Denah Lantai Engine Elevator.....	50
Gambar 3.8 Data Bor Log Kedalaman 0,00 m – 7,00 m.....	51
Gambar 3.9 Data Bor Log Kedalaman 7,25 m - 14,00 m.....	52
Gambar 3.10 Data Bor Log Kedalaman 14,25 m - 21,00 m.....	53

Gambar 3.11 Data Bor Log Kedalaman 21,25 m - 28,00 m .....	54
Gambar 3.12 Data Bor Log Kedalaman 28,25 m - 35,00 m .....	55
Gambar 3.13 Data Bor Log Kedalaman 35,25 m - 42,00 m .....	56
Gambar 3.14 Model 1 (bangunan dengan tangga dan ramp) .....	58
Gambar 3.15 Model 2 (bangunan dengan tangga, namun tanpa ramp).....	58
Gambar 3.16 Model 3 (bangunan tanpa tangga, namun dengan ramp).....	59
Gambar 3.17 Model 4 (bangunan tanpa ramp dan tanpa tangga).....	60
Gambar 3.18 Diagram Alir Penelitian .....	62
Gambar 3.19 Diagram Alir Penentuan Kategori Desain Seismik .....	64
Gambar 3.20 Diagram Alir Metode Analisis Dinamis.....	67
Gambar 3.21 Diagram Alir Metode Analisis Statik Ekuivalen.....	69
Gambar 3.22 Diagram Alir Evaluasi Metode Analisis .....	72
Gambar 4.1 Eksentrisitas Bangunan Model 1 Lantai 1 .....	81
Gambar 4.2 Denah Bangunan Model 1 Lantai 1 .....	82
Gambar 4.3 Frame AS-13 Model 1 .....	83
Gambar 4.4 <i>Superimposed Dead Load</i> Frame AS-3 Model 1 .....	84
Gambar 4.5 Frame AS-N Model 1 .....	84
Gambar 4.6 Eksentrisitas Bangunan Model 2 Lantai 1 .....	85
Gambar 4.7 Denah Bangunan Model 2 Lantai 1 .....	86
Gambar 4.8 Frame AS-13 Model 2 .....	87
Gambar 4.9 <i>Superimposed Dead Load</i> Frame AS-3 Model 2.....	88
Gambar 4.10 Frame AS-N Model 2.....	89
Gambar 4.11 Eksentrisitas Bangunan Model 3 Lantai 1 .....	90
Gambar 4.12 Denah Bangunan Model 3 Lantai 1 .....	90
Gambar 4.13 Frame AS-13 Model 3 .....	91
Gambar 4.14 <i>Superimposed Dead Load</i> Frame AS-3 Model 3.....	92
Gambar 4.15 Frame AS-N Model 3.....	93
Gambar 4.16 Eksentrisitas Bangunan Model 4 Lantai 1 .....	94
Gambar 4.17 Denah Bangunan Model 4 Lantai 1 .....	95
Gambar 4.18 Frame AS-13 Model 4 .....	96
Gambar 4.19 <i>Superimposed Dead Load</i> Frame AS-3 Model 4.....	97
Gambar 4.20 Frame AS-N Model 4.....	97

Gambar 4.21 <i>Ground Floor Plan</i> Model 1 .....	100
Gambar 4.22 3 Dimensi Bangunan Model 1 .....	100
Gambar 4.23 <i>Ground Floor Plan</i> Model 2.....	101
Gambar 4.24 3 Dimensi Bangunan Model 2 .....	101
Gambar 4.25 <i>Ground Floor Plan</i> Model 3.....	102
Gambar 4.26 3 Dimensi Bangunan Model 3 .....	102
Gambar 4.27 <i>Ground Floor Plan</i> Model 4.....	103
Gambar 4.28 3 Dimensi Bangunan Model 4 .....	103
Gambar 4.29 Pola Distribusi Gaya Geser Statik Ekuivalen Model 1.....	107
Gambar 4.30 Pola Distribusi Gaya Geser Statik Ekuivalen Model 2.....	111
Gambar 4.31 Pola Distribusi Gaya Geser Statik Ekuivalen Model 3.....	114
Gambar 4.32 Pola Distribusi Gaya Geser Statik Ekuivalen Model 4.....	118
Gambar 4.33 Kurva Respon Spektrum Desain.....	120
Gambar 4.34 Letak Titik 27 Pada Bangunan Model 1 .....	139
Gambar 4.35 Grafik Simpangan Antar Tingkat Model 1 .....	141
Gambar 4.36 Letak Titik 22 Pada Bangunan Model 2 .....	142
Gambar 4.37 Grafik Simpangan Antar Tingkat Model 2 .....	143
Gambar 4.38 Letak Titik 15 Pada Bangunan Model 3 .....	144
Gambar 4.39 Grafik Simpangan Antar Tingkat Model 3 .....	146
Gambar 4.40 Letak Titik 15 Pada Bangunan Model 4.....	146
Gambar 4.41 Grafik Simpangan Antar Tingkat Model 4 .....	148
Gambar 4.42 <i>Displacement</i> Akibat Beban Gempa Arah-X Model 1 .....	184
Gambar 4.43 <i>Displacement</i> Akibat Beban Gempa Arah-Y Model 1.....	185
Gambar 4.44 <i>Story Drift</i> Akibat Beban Gempa Arah-X Model 1 .....	185
Gambar 4.45 <i>Story Drift</i> Akibat Beban Gempa Arah-Y Model 1 .....	185
Gambar 4.46 <i>Displacement</i> Akibat Beban Gempa Arah-X Model 2 .....	186
Gambar 4.47 <i>Displacement</i> Akibat Beban Gempa Arah-Y Model 2.....	186
Gambar 4.48 <i>Story Drift</i> Akibat Beban Gempa Arah-X Model 2 .....	187
Gambar 4.49 <i>Story Drift</i> Akibat Beban Gempa Arah-Y Model 2 .....	187
Gambar 4.50 <i>Displacement</i> Akibat Beban Gempa Arah-X Model 3 .....	187
Gambar 4.51 <i>Displacement</i> Akibat Beban Gempa Arah-Y Model 3.....	188
Gambar 4.52 <i>Story Drift</i> Akibat Beban Gempa Arah-X Model 3 .....	188

Gambar 4.53 <i>Story Drift</i> Akibat Beban Gempa Arah-Y Model 3 .....	188
Gambar 4.54 <i>Displacement</i> Akibat Beban Gempa Arah-X Model 4 .....	189
Gambar 4.55 <i>Displacement</i> Akibat Beban Gempa Arah-Y Model 4.....	189
Gambar 4.56 <i>Story Drift</i> Akibat Beban Gempa Arah-X Model 4 .....	189
Gambar 4.57 <i>Story Drift</i> Akibat Beban Gempa Arah-Y Model 4 .....	190
Gambar 4.58 Perbandingan Waktu Getar Bangunan (Arah X) .....	191
Gambar 4.59 Perbandingan Waktu Getar Bangunan (Arah Y) .....	192
Gambar 4.60 Perbandingan Gaya Geser Dasar (Arah X).....	193
Gambar 4.61 Perbandingan Gaya Geser Dasar (Arah Y).....	194
Gambar 4.62 Perbandingan Partisipasi Massa .....	195
Gambar 4.63 Grafik Perbandingan <i>Displacement</i> (Arah X) .....	196
Gambar 4.64 Grafik Perbandingan <i>Displacement</i> (Arah Y) .....	197
Gambar 4.65 Grafik Perbandingan <i>Story Drift</i> (Arah X) .....	198
Gambar 4.66 Grafik Perbandingan <i>Story Drift</i> (Arah Y) .....	199



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Keterkaitan dengan Penelitian Terdahulu .....	4
Tabel 2.1 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa.....	15
Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa .....	17
Tabel 2.3 Klasifikasi Situs .....	17
Tabel 2.4 Koefisien Situs, $F_a$ .....	21
Tabel 2.5 Koefisien Situs, $F_v$ .....	21
Tabel 2.6 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek ( $S_{Ds}$ ) .....	23
Tabel 2.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 detik ( $S_{D1}$ ) .....	23
Tabel 2.8 Faktor $R$ , $C_d$ dan $\Omega_0$ untuk sistem pemikul gaya seismik.....	24
Tabel 2.9 Prosedur Analisis Yang Diizinkan .....	27
Tabel 2.10 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung.....	29
Tabel 2.11 Nilai parameter periode pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	29
Tabel 2.12 Simpangan Antar Tingkat Izin .....	34
Tabel 2.13 Beban Mati ( <i>Dead Load</i> ) .....	38
Tabel 2.14 Beban Hidup ( <i>Live Load</i> ) .....	35
Tabel 3.1 Dimensi dan Tipe Kolom.....	43
Tabel 3.2 Dimensi dan Tipe Balok .....	44
Tabel 3.3 Dimensi dan Tipe Pelat.....	44
Tabel 4.1 Data Struktur Bangunan .....	74
Tabel 4.2 Elevasi Pada Tiap Tingkat .....	74
Tabel 4.3 Beban ACP.....	79
Tabel 4.4 Rekapitan Beban Zona Jendela (kN/m) .....	80
Tabel 4.5 Rekapitan Beban Zona Pintu (kN/m).....	80
Tabel 4.6 Gaya Lateral dan Gaya Geser Tingkat Model 1 (Arah X).....	106
Tabel 4.7 Gaya Lateral dan Gaya Geser Tingkat Model 1 (Arah Y) .....	107
Tabel 4.8 Gaya Lateral dan Gaya Geser Tingkat Model 2 (Arah X).....	110
Tabel 4.9 Gaya Lateral dan Gaya Geser Tingkat Model 2 (Arah Y) .....	110
Tabel 4.10 Gaya Lateral dan Gaya Geser Tingkat Model 3 (Arah X).....	113
Tabel 4.11 Gaya Lateral dan Gaya Geser Tingkat Model 3 (Arah Y) .....	114

Tabel 4.12 Gaya Lateral dan Gaya Geser Tingkat Model 4 (Arah X).....	117
Tabel 4.13 Gaya Lateral dan Gaya Geser Tingkat Model 4 (Arah Y).....	117
Tabel 4.14 Penentuan Nilai Respons Percepatan, $S_a$ .....	120
Tabel 4.15 Periode Getar ( $T$ ) Dari Program ETABS Bangunan Model 1 .....	121
Tabel 4.16 Periode Getar ( $T$ ) Dari Program ETABS Bangunan Model 2 .....	122
Tabel 4.17 Periode Getar ( $T$ ) Dari Program ETABS Bangunan Model 3 .....	124
Tabel 4.18 Periode Getar ( $T$ ) Dari Program ETABS Bangunan Model 4 .....	125
Tabel 4.19 Faktor skala untuk masing-masing kombinasi pembebanan .....	126
Tabel 4.20 Partisipasi Massa Model 1 (bangunan dengan tangga dan ramp) .....	128
Tabel 4.21 Partisipasi Massa Model 2 (bangunan dengan tangga, namun tanpa ramp)....	129
Tabel 4.22 Partisipasi Massa Model 3 (bangunan tanpa tangga, namun dengan ramp)....	130
Tabel 4.23 Partisipasi Massa Model 4 (bangunan tanpa ramp dan tanpa tangga).....	131
Tabel 4.24 Gaya Geser Dasar Dinamis dan Statik Ekuivalen Model 1 .....	132
Tabel 4.25 Nilai Gaya Geser Dasar Setelah Dikalikan Faktor Skala Baru Model 1 .....	133
Tabel 4.26 Gaya Geser Dasar Dinamis dan Statik Ekuivalen Model 2.....	133
Tabel 4.27 Nilai Gaya Geser Dasar Setelah Dikalikan Faktor Skala Baru Model 2 .....	134
Tabel 4.28 Gaya Geser Dasar Dinamis dan Statik Ekuivalen Model 3.....	134
Tabel 4.29 Nilai Gaya Geser Dasar Setelah Dikalikan Faktor Skala Baru Model 3 .....	135
Tabel 4.30 Gaya Geser Dasar Dinamis dan Statik Ekuivalen Model 4.....	135
Tabel 4.31 Nilai Gaya Geser Dasar Setelah Dikalikan Faktor Skala Baru Model 4 .....	136
Tabel 4.32 Evaluasi Waktu Getar Bangunan Model 1 .....	137
Tabel 4.33 Evaluasi Waktu Getar Bangunan Model 2 .....	137
Tabel 4.34 Evaluasi Waktu Getar Bangunan Model 3 .....	138
Tabel 4.35 Evaluasi Waktu Getar Bangunan Model 4 .....	138
Tabel 4.36 Evaluasi Simpangan Antar Tingkat Model 1 (Arah X).....	140
Tabel 4.37 Evaluasi Simpangan Antar Tingkat Model 1 (Arah Y).....	140
Tabel 4.38 Evaluasi Simpangan Antar Tingkat Model 2 (Arah X).....	143
Tabel 4.39 Evaluasi Simpangan Antar Tingkat Model 2 (Arah Y).....	143
Tabel 4.40 Evaluasi Simpangan Antar Tingkat Model 3 (Arah X).....	145
Tabel 4.41 Evaluasi Simpangan Antar Tingkat Model 3 (Arah Y).....	145
Tabel 4.42 Evaluasi Simpangan Antar Tingkat Model 4 (Arah X).....	147
Tabel 4.43 Evaluasi Simpangan Antar Tingkat Model 4 (Arah Y).....	148

Tabel 4.44 Evaluasi Ketidakberaturan Torsi 1a (Arah X) .....	149
Tabel 4.45 Evaluasi Ketidakberaturan Torsi 1a (Arah Y).....	149
Tabel 4.46 Evaluasi Ketidakberaturan Torsi 1b (Arah X) .....	150
Tabel 4.47 Evaluasi Ketidakberaturan Torsi 1b (Arah Y) .....	150
Tabel 4.48 Evaluasi Ketidakberaturan Sudut dalam (Arah X) .....	150
Tabel 4.49 Evaluasi Ketidakberaturan Sudut dalam (Arah Y) .....	150
Tabel 4.50 Luas Bukaan Diafragma .....	151
Tabel 4.51 Evaluasi Ketidakberaturan Bukaan Diafragma .....	151
Tabel 4.52 Evaluasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak (Arah X).....	153
Tabel 4.53 Evaluasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak (Arah Y).....	153
Tabel 4.54 Evaluasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan (Arah X) ...	153
Tabel 4.55 Evaluasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan (Arah Y) ...	153
Tabel 4.56 Evaluasi Ketidakberaturan Massa Bangunan .....	154
Tabel 4.57 Evaluasi Ketidakberaturan Geometri Vertikal Bangunan (Frame As-13).....	155
Tabel 4.58 Evaluasi Ketidakberaturan Geometri Vertikal Bangunan (Frame As-N).....	155
Tabel 4.59 <i>Story Forces</i> .....	156
Tabel 4.60 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat (Arah X) .....	156
Tabel 4.61 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat (Arah Y) .....	156
Tabel 4.62 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat Berlebihan (Arah X).....	157
Tabel 4.63 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat (arah Y) .....	157
Tabel 4.64 Evaluasi Ketidakberaturan Torsi 1a (Arah X) .....	158
Tabel 4.65 Evaluasi Ketidakberaturan Torsi 1a (Arah Y).....	158
Tabel 4.66 Evaluasi Ketidakberaturan Torsi 1b (Arah X) .....	158
Tabel 4.67 Evaluasi Ketidakberaturan Torsi 1b (Arah Y) .....	158
Tabel 4.68 Evaluasi Ketidakberaturan Sudut dalam (Arah X) .....	159
Tabel 4.69 Evaluasi Ketidakberaturan Sudut dalam (Arah Y) .....	159
Tabel 4.70 Luas Bukaan Diafragma .....	160
Tabel 4.71 Evaluasi Ketidakberaturan Bukaan Diafragma .....	160

Tabel 4.72 Evaluasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak (Arah X).....	161
Tabel 4.73 Evaluasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak (Arah Y).....	161
Tabel 4.74 Evaluasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan (Arah X) ...	162
Tabel 4.75 Evaluasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan (Arah Y) ...	162
Tabel 4.76 Evaluasi Ketidakberaturan Massa Bangunan .....	163
Tabel 4.77 Evaluasi Ketidakberaturan Geometri Vertikal Bangunan (Frame As-13).....	163
Tabel 4.78 Evaluasi Ketidakberaturan Geometri Vertikal Bangunan (Frame As-N).....	163
Tabel 4.79 <i>Story Forces</i> .....	164
Tabel 4.80 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat (Arah X) .....	165
Tabel 4.81 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat (Arah Y) .....	165
Tabel 4.82 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat Berlebihan (Arah X).....	165
Tabel 4.83 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat (arah Y) .....	166
Tabel 4.84 Evaluasi Ketidakberaturan Torsi 1a (Arah X) .....	166
Tabel 4.85 Evaluasi Ketidakberaturan Torsi 1a (Arah Y).....	166
Tabel 4.86 Evaluasi Ketidakberaturan Torsi 1b (Arah X) .....	167
Tabel 4.87 Evaluasi Ketidakberaturan Torsi 1b (Arah Y) .....	167
Tabel 4.88 Evaluasi Ketidakberaturan Sudut dalam (Arah X) .....	168
Tabel 4.89 Evaluasi Ketidakberaturan Sudut dalam (Arah Y) .....	168
Tabel 4.90 Luas Bukaan Diafragma .....	168
Tabel 4.91 Evaluasi Ketidakberaturan Bukaan Diafragma .....	169
Tabel 4.92 Evaluasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak (Arah X).....	170
Tabel 4.93 Evaluasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak (Arah Y).....	170
Tabel 4.94 Evaluasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan (Arah X) ...	171
Tabel 4.95 Evaluasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan (Arah Y) ...	171
Tabel 4.96 Evaluasi Ketidakberaturan Massa Bangunan .....	171
Tabel 4.97 Evaluasi Ketidakberaturan Geometri Vertikal Bangunan (Frame As-13).....	172
Tabel 4.98 Evaluasi Ketidakberaturan Geometri Vertikal Bangunan (Frame As-N).....	172
Tabel 4.99 <i>Story Forces</i> .....	173

Tabel 4.100 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat (Arah X) .....	173
Tabel 4.101 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat (Arah Y) .....	174
Tabel 4.102 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat Berlebihan (Arah X).....	174
Tabel 4.103 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat (arah Y) .....	174
Tabel 4.104 Evaluasi Ketidakberaturan Torsi 1a (Arah X) .....	175
Tabel 4.105 Evaluasi Ketidakberaturan Torsi 1a (Arah Y) .....	175
Tabel 4.106 Evaluasi Ketidakberaturan Torsi 1b (Arah X) .....	176
Tabel 4.107 Evaluasi Ketidakberaturan Torsi 1b (Arah Y) .....	176
Tabel 4.108 Evaluasi Ketidakberaturan Sudut dalam (Arah X) .....	176
Tabel 4.109 Evaluasi Ketidakberaturan Sudut dalam (Arah Y) .....	177
Tabel 4.110 Luas Bukaannya Diafragma .....	177
Tabel 4.111 Evaluasi Ketidakberaturan Bukaannya Diafragma.....	177
Tabel 4.112 Evaluasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak (arah X).....	179
Tabel 4.113 Evaluasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak (arah Y).....	179
Tabel 4.114 Evaluasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan (arah X) ..	179
Tabel 4.115 Evaluasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan (arah Y) ..	180
Tabel 4.116 Evaluasi Ketidakberaturan Massa Bangunan .....	180
Tabel 4.117 Evaluasi Ketidakberaturan Geometri Vertikal Bangunan (Frame As-13).....	181
Tabel 4.118 Evaluasi Ketidakberaturan Geometri Vertikal Bangunan (Frame As-N).....	181
Tabel 4.119 <i>Story Forces</i> .....	182
Tabel 4.120 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat (Arah X) .....	182
Tabel 4.121 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat (Arah Y) .....	182
Tabel 4.122 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat Berlebihan (Arah X).....	183
Tabel 4.123 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat (arah Y) .....	183

Tabel 4.124 Perbandingan Waktu Getar Bangunan (Arah X).....	190
Tabel 4.125 Perbandingan Waktu Getar Bangunan (Arah Y).....	191
Tabel 4.126 Perbandingan Gaya Geser Dasar.....	193
Tabel 4.127 Perbandingan Partisipasi Massa.....	195
Tabel 4.128 Perbandingan <i>Displacement</i> (Arah X).....	196
Tabel 4.129 Perbandingan <i>Displacement</i> (Arah Y).....	197
Tabel 4.130 Perbandingan <i>Story Drift</i> (Arah X).....	198
Tabel 4.131 Perbandingan <i>Story Drift</i> (Arah Y).....	199