

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI DIMENSI BALOK TERHADAP PERSEBARAN POLA SENDI PLASTIS DAN KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERATURAN TAHAN GEMPA

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana (Strata-1)

Universitas Mercu Buana Jakarta



NURLELA CAHYA NINGRUM

NIM 41116010027

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA 2020**

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nurlela Cahya Ningrum
Nomor Induk Mahasiswa : 41116010027
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.



Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 04 Agustus 2020

Yang memberikan pernyataan



Nurlela Cahya Ningrum

	LEMBAR PENGESAHAN SIDANG PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA	
---	--	---

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Variasi Dimensi Balok Terhadap Persebaran Pola Sendi Plastis Dan Kinerja Struktur Gedung Beraturan Tahan Gempa

Disusun oleh :

Nama : Nurlela Cahya Ningrum


NIM : 41116010027

Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan **LULUS** pada sidang sarjana :


Tanggal : 04 Agustus 2020

Mengetahui
Pembimbing Tugas Akhir



(Suci Putri Elza S.T.,M.T.)

Ketua Penguji



(Dr.Mudiono Kasmuri,S.T.,M.Eng)

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Acep Hidayat, S.T., M.T.

ABSTRAK

Judul: Pengaruh Variasi Dimensi Terhadap Persebaran Pola Sendi Plastis Dan Kinerja Struktur Gedung Beraturan Tahan Gempa, Nama: Nurlela Cahya Ningrum, Nim: 41116010027, Dosen Pembimbing: Suci Putri Elza ST., MT. (2020)

Penelitian ini melanjutkan penelitian dari Andhika Hidayat (2018) pada penelitian tersebut dilakukan uji skema sebaran sendi plastis terhadap beban gempa dengan menggunakan 5 model denah gedung beraturan 4 tingkat dengan adanya variasi dimensi dan jarak antar kolom penelitian tersebut menyimpulkan bahwa semakin besar jarak antar kolom maka semakin besar pula nilai perpindahan (displacement) dan gaya geser (base force) dan dengan digunakannya variasi dimensi kolom antar lantai dapat memberikan keuntungan dari segi ekonomis namun dalam penelitian tersebut belum menghasilkan skema persebaran sendi plastis yang berurutan (hinge sequence) menurut FEMA 451b (2007)

Pada penelitian ini denah yang digunakan adalah model 5 dari penelitian andhika hidayat (2018) penelitian ini mencoba memvariasikan dimensi balok antar lantai dengan geometri balok normal dan balok tidur (wide beam) menggunakan metode pushover dengan bantuan software ETABS v.16 sehingga diharapkan mampu menghasilkan persebaran pola sendi plastis secara berurutan, mendapatkan kinerja struktur gedung yang lebih optimal dari penelitian sebelumnya dan menjadi pembandingan hasil terhadap penggunaan balok dengan geometri normal dan geometri balok tidur (wide beam).

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dengan adanya variasi dimensi balok antar lantai terjadi peningkatan nilai base force dan penurunan nilai displacement dibandingkan dengan penelitian milik andhika hidayat (2018) dan hasil dari variasi dimensi balok antar lantai dengan geometri balok tidur menghasilkan penurunan nilai base force dan kenaikan nilai displacement dibandingkan dengan penelitian sebelumnya baik variasi dimensi antar lantai dengan geometri balok normal maupun geometri balok tidur (wide beam) menghasilkan persebaran sendi plastis yang masih terjadi secara serentak (simultaneous hinging)

Kata kunci : Balok, Dimensi, Pushover, Sendi Plastis

ABSTRACT

Title: The Effect of Dimension Variation on the Distribution of Plastic Joint Patterns and the Performance of Earthquake Resistant Building Structures, Name: Nurlela Cahya Ningrum, Nim: 41116010027, Supervisor: Suci Putri Elza ST., MT. (2020)

This study continues the research of Andhika Hidayat (2018). In this study, a plastic joint distribution scheme test for earthquake loads using 5 models of 4-level building plans with variations in dimensions and distances between the study columns concluded that the greater the distance between columns, the more the value of displacement and base force is also great and with the use of variations in column dimensions between floors can provide economic benefits, but in this study has not resulted in a scheme of hinge sequence sequential distribution (hinge sequence) according to FEMA 451b (2007)

In this study the plan used is model 5 of the research of Andhika Hidayat (2018). This research tries to vary the dimensions of the beam between floors with normal beam geometry and wide beam using pushover method with the help of ETABS v.16 software so that it is expected to produce the distribution plastic joint patterns in sequence, get a more optimal building structure performance than previous studies and be a comparison of the results of the use of beams with normal geometry and wide beam.

From the results of this study it can be concluded that with variations in beam dimensions between floors there is an increase in the value of base force and a decrease in displacement compared to research by Andhika Hidayat (2018) and the results of variations in beam dimensions between floors with the wide beams result in a decrease in the value of the base force and the increase in displacement value compared to previous studies both variations in dimensions between floors with normal beam geometry and wide beam results in the spread of plastic joints that still occur simultaneously (simultaneous hinging)

Keywords: *Beam, Dimension, Pushover, Plastic Joint*

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Pengaruh Variasi Dimensi Balok Terhadap Persebaran Pola Sendi Plastis Dan Kinerja Struktur Gedung Beraturan Tahan Gempa”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata-1 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Tugas akhir ini di susun berdasarkan data-data dan riset-riset terlebih dahulu sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut terkait penelitian tersebut. Tugas akhir ini membahas bagaimana pengaruh variasi dimensi kolom terhadap persebaran sendi plastis dan kinerja struktur gedung beraturan tahan gempa.

Pada kesempatan ini, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang dengan tulus ikhlas membantu dan mendukung saya secara moril maupun materil, langsung maupun tidak langsung sehingga tugas akhir ini dapat saya selesaikan dengan sebaik-baiknya. Terima kasih yang sebesar-besarnya saya ucapkan kepada :

1. Allah SWT atas segala hidayah, kemudahan dan kelancaran yang diberikan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan lancar.
2. Kedua orang tua dan Wulan Sarini selaku kakak dan Nur Aini Ruhiyat selaku adik yang tidak berhenti mendukung saya berupa dukungan kasih sayang, perhatian, nasihat serta doa yang tulus yang sangat memotivasi saya, juga dukungan moril maupun materil yang diberikan kepada saya.
3. Ibu Suci Putri Elza ST.MT selaku dosen pembimbing tugas akhir yang membimbing dan memberikan nasihat-nasihat kepada saya serta saran yang dapat

menambah wawasan saya

4. Bapak Dr.Mudiono Kasmuri,S.T.,M.Eng. dan bapak Fajar Triwardono,S.T.,M.T.
Selaku penguji sidang akhir saya.
5. Bapak Acep Hidayat, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
6. Bapak Dr.Ir.Mawardi Amin ST. Selaku Pembimbing Akademik
7. Rian Fathurrohim yang tidak berhenti membantu dan memotivasi penulis dalam menyusun penelitian tugas akhir.
8. Destia Ayu Dwi Asuci dan Vernanda Olivia selaku teman baik penulis yang selalu memberikan dukungan selama pengerjaan tugas akhir ini
9. Rekan – rekan mahasiswa teknik sipil angkatan 2016 Universitas Mercu Buana Jakarta yang selalu mendorong dan memberikan motivasi bagi penulis.
10. Seluruh pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Saya menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Untuk itu saya berharap adanya saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata saya berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya bagi kalangan Teknik Sipil.

Jakarta, 04 Agustus 2020

Nurlela Cahya Ningrum

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Maksud dan Tujuan	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	1
2.1 Uraian Umum	1

2.2	Perencanaan Umum.....	1
2.2.1.	Prarencana Pelat.....	2
2.2.2.	Prarencana Balok.....	6
2.2.3.	Prarencana Kolom.....	7
2.3	Perencanaan Struktur Tahan Gempa.....	8
2.3.1.	Bangunan Tahan Gempa.....	8
2.3.2.	Wilayah Gempa.....	10
2.3.3.	Faktor Keutamaan dan Kategori Resiko Struktur Bangunan.....	11
2.3.4.	Klasifikasi Situs.....	13
2.3.5.	Koefisien Situs.....	14
2.3.6.	Parameter Percepatan Spektral Desain.....	15
2.3.7.	Respon Spektra Desain.....	16
2.3.8	Gaya Geser Dasar Seismik.....	18
2.3.9	Perioda Fundamental Struktur.....	20
2.3.10	Kategori Desain Seismik (KDS).....	21
2.3.11	Distribusi Vertikal Gaya Gempa.....	22
2.3.12	Distribusi Horizontal Gaya Gempa.....	23
2.3.13	Pengaruh Beban Gempa Horizontal.....	23
2.3.14	Pengaruh Beban Gempa Vertikal.....	23
2.4	Perencanaan Pembebanan Struktur.....	24
2.4.1	Beban Mati (<i>Dead Load</i>).....	24
2.4.2	Beban Hidup (<i>Life Load</i>).....	24

2.4.3	Beban Gempa (<i>Earthquake Load</i>).....	25
2.4.4	Kombinasi Pembebanan.....	25
2.5	Analisis Struktur Berbasis Kinerja	25
2.5.1	Konsep Kolom Kuat Balok Lemah	25
2.5.2	Simpangan Antar Lantai	26
2.6	Metode Analisis Statik Nonlinear <i>Pushover</i>	27
2.6.1	Tahapan <i>Pushover</i> Analisis.....	28
2.6.2	Kurva Kapasitas (Kurva <i>Pushover</i>)	29
2.7	Sendi Plastis.....	30
2.8	Hasil Penelitian Terdahulu	33
2.9	Kerangka Berfikir	34
2.10	Hipotesa Penelitian	35
BAB III	METODE PENELITIAN	1
3.1.	Metode Penelitian.....	1
3.2.	Waktu Penelitian.....	2
3.3.	Data Struktur.....	3
3.3.1.	Layout Denah Struktur.....	4
3.3.2	Prarencana Pelat.....	5
3.3.3	Prarencana Kolom.....	6
3.3.4	Prarencana Balok	7
3.4.	Variabel Penelitian	9
3.5.	Tahapan Penelitian	9

3.5.1	Desain dan karakteristik gedung	9
3.5.2	Studi Literatur	9
3.5.3	Desain Spesifikasi Material.....	10
3.5.4	Pembebanan Struktur	10
3.6.	Diagram Alir Preliminary Design.....	13
3.7	Diagram Alir Pushover.....	13
BAB IV HASIL DAN ANALISIS DATA.....		1
4.1.	Pemodelan Struktur	1
4.2.	Beban-beban Pada Struktur	2
4.3.	Kombinasi Pembebanan	3
4.4.	Input Beban.....	3
4.5	Analisis Gempa Struktur Model 1	4
4.5.1	Analisis Perioda Struktur	4
4.5.2	Berat Struktur.....	7
4.5.3	Koefisien Respon Seismik	9
4.5.4	Gaya Geser	10
4.5.5	Distribusi Beban Gempa	10
4.5.6	Eksentrisitas Rencana.....	12
4.5.7	Beban Gempa Statik.....	12
4.5.8	Respon Spektrum Gempa Rencana	13
4.5.9	Respon Spektrum Case.....	14
4.5.10	Gaya Geser Dasar.....	16

4.5.11	Simpangan Struktur.....	18
4.5.12	Pengecekan Struktur Memenuhi Syarat <i>Strong Column Weak Beam</i>	21
4.6	Analisis Gempa Struktur Model 1-A.....	22
4.6.1	Analisis Perioda Struktur	22
4.6.2	Berat Struktur	25
4.6.3	Koefisien Respon Seismik	27
4.6.4	Gaya Geser	28
4.6.5	Distribusi Beban Gempa	28
4.6.6	Eksentrisitas Rencana.....	30
4.6.7	Beban Gempa Statik.....	30
4.6.8	Respon Spektrum Gempa Rencana	31
4.6.9	Respon Spektrum Case.....	32
4.6.10	Gaya Geser Dasar.....	34
4.6.11	Simpangan Struktur.....	36
4.7	Analisis Gempa Struktur Model 2.....	39
4.7.1	Analisis Perioda Struktur	39
4.7.2	Berat Struktur	42
4.7.3	Koefisien Respon Seismik	44
4.7.4	Gaya Geser	45
4.7.5	Distribusi Beban Gempa	45
4.7.6	Eksentrisitas Rencana (ed)	46
4.7.7	Beban Gempa Statik.....	47

4.7.8	Respon Spektrum Gempa Rencana	48
4.7.9	Respon Spektrum Case.....	49
4.7.10	Gaya Geser Dasar.....	50
4.7.11	Simpangan Struktur.....	53
4.7.12	Pengecekan Stuktur Memenuhi Syarat <i>Strong Column Weak Beam</i>	55
4.8	Analisis Gempa Struktur Model 2-A.....	56
4.8.1	Analisis Perioda Struktur	56
4.8.2	Berat Struktur	59
4.8.3	Koefisien Respon Seismik	62
4.8.4	Gaya Geser	62
4.8.5	Distribusi Beban Gempa	63
4.8.6	Eksentrisitas Rencana (ed)	64
4.8.7	Beban Gempa Statik.....	65
4.8.8	Respon Spektrum Gempa Rencana	66
4.8.9	Respon Spektrum Case.....	67
4.8.10	Gaya Geser Dasar.....	69
4.8.11	Simpangan Struktur.....	71
4.9	Analisa <i>Pushover</i>	73
4.9.1	Pengecekan Struktur Memenuhi Syarat <i>Strong Column Weak Beam</i>	84
4.9.2	Pembebanan Akibat Beban Gravitasi.....	116
4.9.3	Pembebanan Akibat Beban Lateral	117
4.9.4	Perilaku Struktur Model 1-A.....	120

4.9.5	Perilaku Struktur Model 2-A.....	123
4.10	Kinerja Struktur Model 1-A	127
4.11	Kinerja Struktur Model 2-A	130
4.12	Perbandingan Kinerja Struktur Terhadap Variasi Dimensi Balok	133
4.13	Perbandingan Penelitian Terdahulu.....	135
4.13.1	Perbandingan Kinerja Struktur Model 1-A	136
4.13.2	Perbandingan Kinerja Struktur Model 2-A	138
BAB V	PENUTUP	1
5.1	Kesimpulan.....	1
5.2	Saran	2
LAMPIRAN 1	PERSEBARAN SENDI PLASTIS MODEL 1-A.....	LAMPIRAN-1
LAMPIRAN 2	PERSEBARAN SENDI PLASTIS MODEL 2-A.....	LAMPIRAN-2
DAFTAR PUSTAKA	„PUSTAKA-1	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Koefisien Jepit Pelat Balok T.....	5
Gambar 2.2 Koefisien Jepit Pelat Balok L.....	5
Gambar 2.3 Kurva Kriteria Kinerja Struktur	9
Gambar 2.4 Peta Respons Spektra Percepatan 0,2 Detik Berdasarkan SNI 03-1726-2012	10
Gambar 2.5 Peta Respons Spektra Percepatan 1 Detik Berdasarkan SNI 03-1726-2012	11
Gambar 2.6 Spektrum Respon Desain	17
Gambar 2. 7 Grafik Kurva Kapasitas.....	30
Gambar 2. 8 Sendi Plastis Pada Struktur Secara Berurutan.....	31
Gambar 2. 9 Sendi Plastis Pada Struktur Secara Serentak.....	31
Gambar 2. 10 Grafik Perbandingan Sendi Plastis Secara Berurutan Dan Serentak	32
Gambar 2. 11 Tingkat Kerusakan Struktur	32
Gambar 2. 12 Tingkat Kerusakan Struktur	33
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	1
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	2
Gambar 3. 3 Layout model 5 Penelitian Andhika Hidayat 2018.....	4
Gambar 3.4 Tampak X Struktur Denah Model 5 Penelitian Andhika Hidayat (2018).....	4
Gambar 3. 5 Tampak Y Struktur Denah Model 5 Penelitian Andhika Hidayat (2018).....	5
Gambar 3.6 Tinjauan Pelat Lantai	5
Gambar 3.7 Prarencana Kolom.....	6
Gambar 3.8 Prarencana Balok	8
Gambar 3.9 Respon Spektra Tanah Sedang.....	13
Gambar 3.10 Diagram Alir Preliminary Design	13
Gambar 3. 11 Diagram Alir Analisis Pushover dengan program ETABS	14
Gambar 4.1 Data Grid.....	1

Gambar 4.2 Pemodelan Struktur Pada ETABS	2
Gambar 4.3 Static Load Case Pada ETABS	2
Gambar 4.4 Waktu Getar Alami Struktur Arah X Model 1.....	5
Gambar 4.5 Waktu Getar Alami Struktur Arah Y Model 1.....	5
Gambar 4.6 Beban Gempa Arah X Model 1.....	13
Gambar 4.7 Beban Gempa Arah Y Model 1.....	13
Gambar 4.8 Grafik Respon Spektrum.....	14
Gambar 4.9 Respons Spectrum Case Arah X Pada ETABS.....	15
Gambar 4.10 Respons Spectrum Case Arah Y Pada ETABS.....	16
Gambar 4.11 Load Cases Modifikasi Arah X Struktur Model 1 Pada ETABS.....	18
Gambar 4.12 Load Cases Modifikasi Arah Y Struktur Model 1 Pada ETABS.....	18
Gambar 4.13 Hasil Pengecekan Strong Coloumn Weak Beam.....	21
Gambar 4.14 Waktu Getar Alami Struktur Arah X Model 1-A	23
Gambar 4.15 Waktu Getar Alami Struktur Arah Y Model 1-A	23
Gambar 4.16 Beban Gempa Arah X Model 1-A	31
Gambar 4.17 Beban Gempa Arah Y Model 1-A	31
Gambar 4.18 Grafik Respon Spektrum.....	32
Gambar 4.19 Respons Spectrum Case Arah X Pada ETABS.....	34
Gambar 4.20 Respons Spectrum Case Arah Y Pada ETABS.....	34
Gambar 4.21 Load Cases Modifikasi Arah X Struktur Model 1-A Pada ETABS	36
Gambar 4.22 Load Cases Modifikasi Arah Y Struktur Model 1-A Pada ETABS	36
Gambar 4.23 Waktu Getar Alami Struktur arah X Model 2.....	40
Gambar 4.24 Waktu Getar Alami Struktur Arah Y Model 2.....	40
Gambar 4.25 Beban Gempa Arah X Model 2.....	47
Gambar 4.26 Beban Gempa Arah Y Model 2.....	48

Gambar 4.27 Grafik Respon Spektrum.....	48
Gambar 4.28 Respons Spectrum Case Arah X Pada ETABS.....	50
Gambar 4.29 Response Spectrum Case Arah Y pada ETABS	50
Gambar 4.30 Load Cases Modifikasi Arah X Struktur Model 2 Pada Etabs	52
Gambar 4.31 Load Cases Modifikasi Arah Y Struktur Model 2 Pada Etabs	53
Gambar 4.32 Pengecekan Syarat Strong Column Weak Beam Pada Model 2.....	56
Gambar 4.33 Waktu Getar Alami Struktur arah X Model 2-A.....	57
Gambar 4.34 Waktu Getar Alami Struktur Arah Y Model 2-A	58
Gambar 4.35 Beban Gempa Arah X Model 2-A	65
Gambar 4.36 Beban Gempa Arah Y Model 2-A	66
Gambar 4.37 Grafik Respon Spektrum.....	66
Gambar 4.38 Respons Spectrum Case Arah X Pada ETABS.....	68
Gambar 4.39 Response Spectrum Case Arah Y pada ETABS	68
Gambar 4.40 Load Cases Modifikasi Arah X Struktur Model 2-A Pada Etabs	70
Gambar 4.41 Load Cases Modifikasi Arah Y Struktur Model 2-A Pada Etabs	71
Gambar 4.42 Input Kebutuhan Tulangan Pada Kolom.....	83
Gambar 4.43 Input Kebutuhan Tulangan Pada Kolom.....	83
Gambar 4.44 Input Kebutuhan Tulangan Pada Balok	84
Gambar 4.45 Input Kebutuhan Tulangan Pada Balok	84
Gambar 4.46 Momen Balok Kiri Arah X Model 1-A.....	85
Gambar 4.47 Momen Balok Kanan Arah X Model 1-A.....	85
Gambar 4.48 Momen Balok Kiri Arah Y Model 1-A.....	86
Gambar 4.49 Momen Balok Kanan Arah Y Model 1-A.....	86
Gambar 4.50 Momen Kolom Bawah Arah X Combo 3 Model 1-A.....	87
Gambar 4.51 Momen Kolom Bawah Arah Y Combo 3 Model 1-A.....	87

Gambar 4.52 Beban Aksial Kolom Bawah Combo 3 Model 1-A	87
Gambar 4.53 Momen Kolom Bawah Arah X Combo 4 Model 1-A.....	88
Gambar 4.54 Momen Kolom Bawah Arah Y Combo 4 Model 1-A.....	88
Gambar 4.55 Beban Aksial Kolom Bawah Combo 4 Model 1-A	88
Gambar 4.56 Momen Kolom Bawah Arah X Combo 11 Model 1-A.....	89
Gambar 4.57 Momen Kolom Bawah Arah Y Combo 11 Model 1-A.....	89
Gambar 4.58 Beban Aksial Kolom Bawah Combo 11 Model 1-A	90
Gambar 4.59 Momen Kolom Bawah Arah X Combo 12 Model 1-A.....	90
Gambar 4.60 Momen Kolom Bawah Arah Y Combo 12 Model 1-A.....	90
Gambar 4.61 Beban Aksial Kolom Bawah Combo 12 Model 1-A	91
Gambar 4.62 Diagram Interaksi Kolom Bawah Arah X Model 1-A.....	91
Gambar 4.63 Nilai Mn Kolom Bawah Arah X Model 1-A	92
Gambar 4.64 Diagram Interaksi Kolom Bawah Arah Y Model 1-A.....	92
Gambar 4.65 Nilai Mn Kolom Bawah Arah Y Model 1-A	92
Gambar 4.66 Momen Kolom Atas Arah X Combo 3 Model 1-A	93
Gambar 4.67 Momen Kolom Atas Arah Y Combo 3 Model 1-A	93
Gambar 4.68 Beban Aksial Kolom Atas Combo 3 Model 1-A.....	93
Gambar 4.69 Momen Kolom Atas Arah X Combo 4 Model 1-A	94
Gambar 470 Momen Kolom Atas Arah Y Combo 4 Model 1-A	94
Gambar 4.71 Beban Aksial Kolom Atas Combo 4 Model 1-A	94
Gambar 4.72 Momen Kolom Atas Arah X Combo 11 Model 1-A	95
Gambar 4.73 Momen Kolom Atas Arah Y Combo 11 Model 1-A	95
Gambar 4.74 Beban Aksial Kolom Atas Combo 11 Model 1-A	96
Gambar 4.75 Momen Kolom Atas Arah X Combo 12 Model 1-A	96
Gambar 4.76 Momen Kolom Atas Arah Y Combo 12 Model 1-A	96

Gambar 4.77 Beban Aksial Kolom Atas Combo 12 Model 1-A	97
Gambar 4.78 Diagram Interaksi Kolom Atas Arah X	97
Gambar 4.79 Hasil Momen Nominal Kolom Atas Arah X	98
Gambar 4.80 Diagram Interaksi Kolom Atas Arah Y	98
Gambar 4.81 Hasil Momen Nominal Kolom Atas Arah Y	98
Gambar 4.82 Momen Balok Kiri Arah X Model 2-A.....	99
Gambar 4.83 Momen Balok Kanan Arah X Model 2-A.....	100
Gambar 4.84 Momen Balok Kiri Arah Y Model 2-A.....	100
Gambar 4.85 Momen Balok Kanan Arah Y Model 2-A.....	101
Gambar 4.86 Momen Kolom Bawah Arah X Combo 3 Model 2-A.....	101
Gambar 4.87 Momen Kolom Bawah Arah Y Combo 3 Model 2-A.....	102
Gambar 4.88 Beban Aksial Kolom Bawah Combo 3 Model 2-A	102
Gambar 4.89 Momen Kolom Bawah Arah X Combo 4 Model 2-A.....	102
Gambar 4.90 Momen Kolom Bawah Arah Y Combo 4 Model 2-A.....	103
Gambar 4.91 Beban Aksial Kolom Bawah Combo 4 Model 2-A	103
Gambar 4.92 Momen Kolom Bawah Arah X Combo 11 Model 2-A.....	104
Gambar 4.93 Momen Kolom Bawah Arah Y Combo 11 Model 2-A.....	104
Gambar 4.94 Beban Aksial Kolom Bawah Combo 11 Model 2-A	104
Gambar 4.95 Momen Kolom Bawah Arah X Combo 12 Model 2-A.....	105
Gambar 4.96 Momen Kolom Bawah Arah Y Combo 12 Model 2-A.....	105
Gambar 4.97 Beban Aksial Kolom Bawah Combo 12 Model 2-A	105
Gambar 4.98 Diagram Interaksi Kolom Bawah Arah X Model 2-A.....	106
Gambar 4.99 Momen Nominal Kolom Bawah Arah X Model 2-A	106
Gambar 4.100 Diagram Interaksi Kolom Bawah Arah X Model 2-A.....	107
Gambar 4.101 Momen Nominal Kolom Bawah Arah X Model 2-A	107

Gambar 4.102 Momen Kolom Atas Arah X Combo 3 Model 2-A	108
Gambar 4.103 Momen Kolom Atas Arah Y Combo 3 Model 2-A	108
Gambar 4.104 Beban Aksial Kolom Atas Combo 3 Model 2-A	108
Gambar 4.105 Momen Kolom Atas Arah X Combo 4 Model 2-A	109
Gambar 4.106 Momen Kolom Atas Arah Y Combo 4 Model 2-A	109
Gambar 4.107 Beban Aksial Kolom Atas Combo 4 Model 2-A	109
Gambar 4.108 Momen Kolom Atas Arah X Combo 11 Model 2-A	110
Gambar 4.109 Momen Kolom Atas Arah Y Combo 11 Model 2-A	110
Gambar 4.110 Beban Aksial Kolom Atas Combo 11 Model 2-A	111
Gambar 4.111 Momen Kolom Atas Arah X Combo 12 Model 2-A	111
Gambar 4.112 Momen Kolom Atas Arah Y Combo 12 Model 2-A	111
Gambar 4.113 Beban Aksial Kolom Atas Combo 12 Model 2-A	112
Gambar 4.114 Diagram Interaksi Kolom Atas Arah X Model 2-A.....	112
Gambar 4.115 Momen Nominal Kolom Atas Arah X Model 2-A	113
Gambar 4.116 Diagram Interaksi Kolom Atas Arah Y Model 2-A.....	113
Gambar 4.117 Momen Nominal Kolom Atas Arah Y Model 2-A	113
Gambar 4.118 Pengecekan Syarat Strong Column Weak Beam Pada Model 2-A.....	114
Gambar 4.119 Pengecekan Syarat Strong Column Weak Beam Pada Model 2-A.....	115
Gambar 4.120 Pemodelan Sendi Plastis Pada Kolom	116
Gambar 4.121 Sendi Plastis Balok Pada Etabs.....	116
Gambar 4.122 Nonlinier Case Untuk Gravitasi	117
Gambar 4.123 Nonlinier Case Untuk Pushover Arah X.....	118
Gambar 4.124 Displacement Control Pushover Arah X.....	118
Gambar 4.125 Result Saved For Nonliner Static Case	118
Gambar 4.126 Nonlinier Case Untuk Pushover Arah Y	119

Gambar 4.127 Displacement Control Pushover Arah Y	119
Gambar 4.128 Result Saved For Nonlinear Static Case	119
Gambar 4.129 Set Load Cases To Run	120
Gambar 4.130 Persebaran Sendi Plastis Arah X Step 1 Model 1-A	120
Gambar 4.131 Persebaran Sendi Plastis Arah X Step 8 Model 1-A	121
Gambar 4.132 Persebaran Sendi Plastis Arah X Step 19 Model 1-A	121
Gambar 4.133 Persebaran Sendi Plastis Arah X Step 23 Model 1-A	121
Gambar 4.134 Persebaran Sendi Plastis Arah Y Step 1 Model 1-A	122
Gambar 4.135 Persebaran Sendi Plastis Arah Y Step 2 Model 1-A	122
Gambar 4.136 Persebaran Sendi Plastis Arah Y Step 12 Model 1-A	123
Gambar 4.137 Persebaran Sendi Plastis Arah Y Step 16 Model 1-A	123
Gambar 4.138 Set Load Cases To Run	124
Gambar 4.139 Persebaran Sendi Plastis Arah X Step 1 Model 2-A	124
Gambar 4.140 Persebaran Sendi Plastis Arah X Step 5 Model 2-A	125
Gambar 4.141 Persebaran Sendi Plastis Arah X Step 12 Model 2-A	125
Gambar 4.142 Persebaran Sendi Plastis Arah X Step 14 Model 2-A	125
Gambar 4.143 Persebaran Sendi Plastis Arah Y Step 1 Model 2-A	126
Gambar 4.144 Persebaran Sendi Plastis Arah Y Step 2 Model 2-A	126
Gambar 4.145 Persebaran Sendi Plastis Arah Y Step 8 Model 2-A	126
Gambar 4.146 Persebaran Sendi Plastis Arah Y Step 15 Model 2-A	127
Gambar 4.147 Kurva Pushover Arah X Model 1-A	127
Gambar 4.148 Kurva Pushover Arah Y Model 1-A	129
Gambar 4.149 Kurva Pushover Arah X Model 2-A	130
Gambar 4.150 Kurva Pushover Arah Y Model 2-A	132
Gambar 4.151 Perbandingan Kurva Pushover Arah X	133

Gambar 4.152 Perbandingan Kurva Pushover Arah Y	133
Gambar 4.153 Perbandingan Persebaran Sendi Plastis.....	134
Gambar 4.154 Perbandingan Kinerja Struktur Arah X Model 1-A.....	137
Gambar 4.155 Perbandingan Kinerja Struktur Arah Y Model 1-A.....	137
Gambar 4.156 Perbandingan Persebaran Sendi Plastis Model 1-A Dengan Penelitian Sebelumnya.....	138
Gambar 4.157 Perbandingan Kinerja Struktur Arah X Model 2-A.....	139
Gambar 4.158 Perbandingan Kinerja Struktur Arah X Model 2-A.....	139
Gambar 4.159 Perbandingan Persebaran Sendi Plastis Model 2-A Dengan Penelitian Sebelumnya.....	140



DAFTAR TABEL

Table 2.1 Tebal Minimum Pelat Satu Arah	3
Table 2.2. Tebal Minimum Pelat Dua Arah.....	3
Table 2. 3 Tebal Minimum Balok.....	6
Table 2.4 Nilai n Optimum untuk Struktur Rangka Momen Khusus dengan Tinggi Tingkat 4m.....	8
Table 2.5 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk beban Gempa..	11
Table 2.6 Faktor Keutamaan Beban Gempa.....	13
Table 2.7 Kelas Situs Yang Diberlakukan Adalah Kelas Situs Yang Paling Buruk Dari Hasil Analisis.....	14
Table 2.8 Koefisien Situs, F_a	15
Table 2.9 Koefisien Situs, F_v	15
Tabel 2.10 Faktor Modifikasi Respons (R)	19
Tabel 2.11 Faktor Keutamaan Gempa (I_e)	19
Tabel 2. 12 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung.....	20
Tabel 2. 13 Nilai Parameter Pendekatan C_t dan x	21
Tabel 2. 14 Kategori Desain Seismik berdasarkan Paramater Respons Percepatan Periode Pendek SDS	22
Tabel 2. 15 Kategori Desain Seismik berdasarkan Paramater Respons Percepatan Periode Pendek SD1	22
Table 2.16 Daftar Berat Sendiri Material	24
Tabel 2.17 Simpangan Antar Lantai Tingkat Ijin	27
Tabel 2.18 Hasil Penelitian Terdahulu	33
Tabel 3. 1 Data Struktur.....	3
Tabel 3.2 Tebal Pelat Lantai	6

Table 3.3 Prarencana Dimensi Kolom.....	7
Tabel 3.4 Variasi Dimensi Balok.....	8
Tabel 3.5 Material Struktur.....	10
Tabel 3.6 Beban Mati Tambahan (SIDL) Untuk Lantai 1-3.....	10
Tabel 3.7 Beban Mati Tambahan Untuk Lantai Atap.....	10
Tabel 3.8 Beban Hidup	11
Tabel 3.9 Data Analisis Gempa	11
Tabel 3.10 Data Nilai Spektral Percepatan.....	12
Tabel 4.1 Kombinasi Pembebanan	3
Tabel 4.2 Selisih Perioda Struktur Model 1.....	7
Tabel 4.3 Berat Sendiri Struktur Model 1.....	7
Tabel 4.4 Beban Mati Pelat Lantai Model 1	8
Tabel 4.5 Beban Mati Balok Model 1.....	8
Tabel 4.6 Beban Mati Pada Atap Model 1.....	8
Tabel 4.7 Berat Total Struktur Model 1.....	9
Tabel 4.8 Distribusi Beban Gempa Struktur Model 1	11
Tabel 4.9 Perhitungan Gaya Gempa Arah X dan Y Pada Struktur Model 1	12
Tabel 4.10 Perhitungan Eksentrisitas Struktur Model 1	12
Tabel 4.11 Gaya Geser Dasar Nominal Struktur Model 1.....	17
Tabel 4.12 Defleksi Analisis Elastis Stuktur Model 1	19
Tabel 4.13 Simpangan Antar Lantai Arah X Struktur Model 1.....	20
Tabel 4.14 Simpangan Antar Lantai Arah Y Struktur Model 1.....	20
Tabel 4.15 Dimensi Kolom Model 1-A.....	22
Tabel 4.16 Selisih Perioda Struktur Model 1-A	25
Tabel 4.17 Berat Sendiri Struktur Model 1-A	25

Tabel 4.18 Beban Mati Pelat Lantai Model 1-A.....	26
Tabel 4.19 Beban Mati Balok Model 1.....	26
Tabel 4.20 Beban Mati Pada Atap Model 1-A	26
Tabel 4.21 Berat Total Struktur Model 1-A	27
Tabel 4.22 Distribusi Beban Gempa Struktur Model 1-A	29
Tabel 4.23 Perhitungan Gaya Gempa Arah X dan Y Pada Struktur Model 1-A.....	30
Tabel 4.24 Perhitungan Eksentrisitas Struktur Model 1-A.....	30
Tabel 4.25 Gaya Geser Dasar Nominal Struktur Model 1-A	35
Tabel 4.26 Defleksi Analisis Elastis Stuktur Model 1-A.....	37
Tabel 4.27 Simpangan Antar Lantai Arah X Struktur Model 1-A	38
Tabel 4.28 Simpangan Antar Lantai Arah Y Struktur Model 1-A	38
Tabel 4.29 Selisih Perioda Struktur Model 2.....	41
Tabel 4.30 Berat Sendiri Struktur Model 2.....	42
Tabel 4.31 Beban Mati Pelat Lantai Model 2.....	42
Tabel 4.32 Beban Mati Balok Lantai Model 2	43
Tabel 4.33 Beban Mati Pada Atap Model 2.....	43
Tabel 4.34 Berat Total Struktur Model 2.....	44
Tabel 4.35 Distribusi Beban Gempa Struktur Model 2	46
Tabel 4.36 Perhitungan Gaya Gempa Arah X dan Y pada Struktur Model 2	46
Tabel 4.37 Perhitungan Eksentrisitas Struktur Model 2.....	47
Gambar 4.38 Gaya Geser Dasar Nominal Struktur Model 2.....	51
Tabel 4.39 Defleksi Analisis Elastis Struktur Model 2	54
Tabel 4.40 Simpangan Antar Lantai Arah X Struktur Model 2.....	55
Tabel 4.41 Simpangan Antar Lantai Arah Y Struktur Model 2.....	55
Tabel 4.42 Dimensi Kolom Model 2-A.....	56

Tabel 4.43 Selisih Perioda Struktur Model 2-A	59
Tabel 4.44 Berat Sendiri Struktur Model 2-A	60
Tabel 4.45 Beban Mati Pelat Lantai Model 2-A.....	60
Tabel 4.46 Beban Mati Balok Lantai Model 2-A	60
Tabel 4.47 Beban Mati Pada Atap Model 2-A	61
Tabel 4.48 Berat Total Struktur Model 2-A	62
Tabel 4.49 Distribusi Beban Gempa Struktur Model 2-A	64
Tabel 4.50 Perhitungan Gaya Gempa Arah X dan Y pada Struktur Model 2-A	64
Tabel 4.51 Perhitungan Eksentrisitas Struktur Model 2-A.....	65
Gambar 4.52 Gaya Geser Dasar Nominal Struktur Model 2-A.....	69
Tabel 4.53 Defleksi Analisis Elastis Struktur Model 2-A	72
Tabel 4.54 Simpangan Antar Lantai Arah X Struktur Model 2-A	73
Tabel 4.55 Simpangan Antar Lantai Arah Y Struktur Model 2-A	73
Tabel 4.56 Perhitungan Kebutuhan Tulangan Longitudinal Kolom Model 1-A.....	75
Tabel 4.57 Perhitungan Kebutuhan Tulangan Sengkang Kolom Model 1-A.....	75
Tabel 4.58 Perhitungan Kebutuhan Tulangan Balok Model 1-A	77
Tabel 4.59 Perhitungan Kebutuhan Tulangan Longitudinal Kolom Model 2-A.....	80
Tabel 4.60 Perhitungan Kebutuhan Tulangan Sengkang Kolom Model 2-A.....	80
Tabel 4.61 Perhitungan Kebutuhan Tulangan Balok Model 2-A	81
Tabel 4.62 Perhitungan Kebutuhan Tulangan Balok Model 2-A	82
Tabel 4.63 Koordinat Kurva Pushover Arah X Model 1-A.....	127
Tabel 4.64 Performance Level Model 1-A Arah X.....	128
Tabel 4.65 Koordinat Kurva Pushover Arah Y Model 1-A.....	129
Tabel 4.66 Performance Level Model 1-A Arah Y.....	130
Tabel 4.67 Koordinat Kurva Pushover Arah X Model 2-A.....	131

Tabel 4.68 Performance Level Model 2-A Arah X.....	131
Tabel 4.69 Koordinat Kurva Pushover Arah Y Model 2-A.....	132
Tabel 4.70 Performance Level Model 2-A Arah Y.....	133
Tabel 4.71 Dimensi Kolom Penelitian Andhika Hidayat	135
Table 4.72 Dimensi Kolom Penelitian Nurlela C.N	136
Tabel 4.73 Hasil Kinerja Struktur Gedung Andhika Hidayat Arah X.....	136
Tabel 4.74 Hasil Kinerja Struktur Gedung Andhika Hidayat Arah Y.....	136
Tabel 4.75 Hasil Kinerja Struktur Gedung Andhika Hidayat Arah X.....	138
Tabel 4.76 Hasil Kinerja Struktur Gedung Andhika Hidayat Arah Y.....	139



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PERSEBARAN SENDI PLASTIS MODEL 1-A.....	1
LAMPIRAN 2 PERSEBARAN SENDI PLASTIS MODEL 2-A.....	9



UNIVERSITAS
MERCU BUANA