

SKRIPSI

**STUDI PENGARUH REDISTRIBUSI MOMEN PADA
RESPONS INELASTIS DAN KINERJA STRUKTUR
RANGKA BAJA PEMIKUL MOMEN KHUSUS**



NICHOLAS GABRIELLE ASALI

NPM: 2016410012

PEMBIMBING: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG

DESEMBER 2019

SKRIPSI

**STUDI PENGARUH REDISTRIBUSI MOMEN PADA
RESPONS INELASTIS DAN KINERJA STRUKTUR
RANGKA BAJA PEMIKUL MOMEN KHUSUS**



**NICHOLAS GABRIELLE ASALI
NPM: 2016410012**

BANDUNG, DESEMBER 2019

PEMBIMBING:

Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DESEMBER 2019**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Nicholas Gabrielle Asali

NPM : 2016410012

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul *Studi Pengaruh Redistribusi Momen Pada Respons Inelastis dan Kinerja Struktur Rangka Baja Pemikul Momen Khusus* adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Desember 2019



Nicholas Gabrielle Asali

NPM: 2016410012

STUDI PENGARUH REDISTRIBUSI MOMEN PADA RESPONS INELASTIS DAN KINERJA STRUKTUR RANGKA BAJA PEMIKUL MOMEN KHUSUS

NICHOLAS GABRIELLE ASALI
NPM : 2016410012

PEMBIMBING : Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG

DESEMBER 2019

ABSTRAK

Bangunan tingkat tinggi di Indonesia dirancang untuk menerima beban gravitasi dan beban lateral gempa yang umumnya didesain menggunakan desain kapasitas. Sehingga, seringkali menjadikan model struktur memiliki kekuatan lebih yang terlampaui besar. Berdasarkan fenomena tersebut, dilakukan suatu metode redistribusi momen yang mengizinkan momen untuk direduksi sebesar maksimum 30%. Studi ini meneliti mengenai pengaruh besarnya nilai redistribusi momen yang diaplikasikan pada dua buah model struktur bangunan struktur rangka baja pemikul momen khusus, yaitu struktur bentang pendek (6 meter) dan struktur bentang panjang (8 meter), 6 lantai yang berfungsi sebagai gedung perkantoran. Pada kedua model gedung diaplikasikan redistribusi momen sebesar 10%, 20%, dan 30% dengan tujuan mengetahui nilai redistribusi momen maksimum yang masih diizinkan untuk diterapkan. Analisis yang dilakukan adalah analisis inelastis riwayat waktu dengan bantuan program ETABS 16.2.1. Rekaman percepatan gempa yang digunakan adalah El Centro N-S 1940, Flores 1992, dan Denpasar 1979. Respons inelastis struktur kedua model gedung mengalami amplifikasi peralihan antar lantai yang cukup signifikan dengan diterapkannya redistribusi momen. Hasil analisis kedua gedung menunjukkan bahwa gedung bentang panjang sangat riskan apabila diterapkan redistribusi momen karena persyaratan simpangan antar lantai yang tidak terpenuhi, sedangkan untuk gedung bentang pendek boleh diterapkan redistribusi momen dengan syarat seluruh peraturan terpenuhi. Pengaruh redistribusi momen terhadap efisiensi biaya cukup besar dilihat dari massa struktur yang berkurang cukup signifikan. Redistribusi momen yang dapat dilakukan pada gedung bentang pendek adalah 20% dengan pengurangan berat balok 15,39%, dan pada gedung bentang panjang redistribusi momen yang dapat dilakukan sebesar 20% dengan pengurangan berat balok 38,9%.

Kata Kunci: Redistribusi momen, analisis riwayat waktu, respons elastis, respons inelastis, bentang panjang, bentang pendek

STUDY THE EFFECT OF MOMENT REDISTRIBUTION ON THE INELASTIC RESPONSE AND STRUCTURAL PERFORMANCE OF THE SPECIAL MOMENT RESISTING STEEL FRAMES

NICHOLAS GABRIELLE ASALI
NPM : 2016410012

ADVISOR : Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG

DECEMBER 2019

ABSTRACT

High-rise buildings in Indonesia are designed to receive gravitational and seismic loads, which is usually designed using the capacity design. So, it often made the structure models have a large overstrength. Based on this phenomenon, moment redistribution method is used to reduce the design moment by maximum reduction of 30%. This study examines the effect of moment redistribution value applied to two special moment resisting steel frame models, namely a short-span structure (6 meters beam span) and a long-span structure (8 meters beam span), with 6 floor levels functioning as an office building. Both of the structure models will be treated by the moment redistribution of 10%, 20%, and 30%. With the aim of knowing the maximum moment redistribution value that is still permitted to be applied. The analysis conducted is the inelastic time history analysis with ETABS 16.2.1 program. There will be 3 earthquake acceleration records used, namely El Centro N-S 1940, Flores 1992, and Denpasar 1979. The inelastic response of the structures of the two building models experienced a significant drift amplification with the moment redistribution applied. The results of the analysis of the structures of the two building models show that long-span structures are very risky to be applied moment redistribution method because the requirements for the story drifts that are not met, while for the short-span structures, moment redistribution is permitted to be applied as long as all regulations are fulfilled. The effect of the moment redistribution on cost efficiency is quite significant as seen from the significantly reduced structure weight. Moment redistribution permitted to be applied on the short-span structure is 20% with the reduction of beam weight of 15,39%. For the long-span structure, momen redistribution permitted to be applied is also 20% with the reduction of beam weight of 38,9%.

Keywords: Moment redistribution, time history dynamic analysis, elastic response, inelastic response, long-span, short-span

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan rahmat yang berlimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Studi Pengaruh Redistribusi Momen pada Respons Inelastis dan Kinerja Struktur Rangka Baja Pemikul Momen Khusus*. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik untuk mahasiswa S-1 Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses panjang penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak saran, kritikan, nasihat, dorongan semangat dari begitu banyak pihak, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini, izinkan penulis untuk menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Johannes Adhijoso Tjondro selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan bimbingan serta masukkan juga wawasan yang begitu berarti kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.
2. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil Unpar yang telah membagikan ilmunya kepada penulis selama menjalani proses belajar-mengajar dalam perkuliahan.
3. Papa, mama, adik-adik tercinta yang setiap hari memberikan doa, kasih sayang, semangat, dan keceriaan bagi penulis meskipun jauh di rumah.
4. Bapak dan Ibu dosen yang telah datang selama proses seminar, dimulai dari seminar judul, seminar isi, serta sidang yang telah membantu penulis dalam mengkritisi kebenaran dari skripsi yang disusun oleh penulis.
5. Glennardi Pranata, Laurentius Andhika, Wilson Kristanto, Rendy Asali, Iola, Josephine, dan Karmelia Cynthia selaku teman seperjuangan dalam penyusunan skripsi ini yang selalu ada untuk penulis disaat penulis merasa gagal, serta atas seluruh dukungan secara moril dan materiil kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.

6. Keluarga *Civil Event Organizer*: Kennardy Winardo, Vincentius Theo, Nathanael Ryan, Benhardi Augusto S, Hafiz Baladraf, Laurentius Andhika, Jonathan Aditya, Kenneth Dwiputra, yang selalu menyemangati dan menjadi zona nyaman bagi penulis selama proses penyusunan skripsi.
7. Keluarga besar Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, terutama Angkatan 2016 tercinta, yang tidak bisa disebutkan satu per satu namanya atas seluruh momen-momen kebersamaan dengan segala suka duka, canda tawa, dan perjuangan yang telah dilalui bersama penulis serta dukungan dan doanya kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan mengingat terbatasnya waktu, kemampuan, dan ilmu yang dimiliki oleh penulis. Penulis akan dengan senang hati menerima kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap laporan skripsi ini dapat berguna bagi pihak-pihak yang membutuhkan serta pengembangan ilmu pengetahuan negara tercinta Negara Kesatuan Republik Indonesia.

Bandung, Desember 2019



Nicholas Gabrielle Asali
NPM 2016410012

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xxv
BAB I PENDAHULUAN.....	1-1
1.1. Latar Belakang.....	1-1
1.2. Inti Permasalahan.....	1-3
1.3. Tujuan Penulisan.....	1-3
1.4. Pembatasan Masalah.....	1-4
1.5. Metode Penelitian.....	1-7
1.6. Sistematika Penulisan.....	1-9
BAB II STUDI PUSTAKA.....	1-1
2.1. SNI 1726:2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan Non Gedung.....	2-1
2.1.1. Gempa Rencana.....	2-1
2.1.2. Kategori Risiko Bangunan dan Faktor Keutamaan Gempa.....	2-1
2.1.3. Klasifikasi Situs.....	2-3
2.1.4. Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa MCE_R Terpetakan ...	2-4
2.1.5. Parameter Respons Spektrum Percepatan.....	2-4
2.1.6. Spektrum Respons Desain.....	2-6
2.1.7. Kategori Desain Seismik.....	2-7
2.1.8. Sistem Struktur.....	2-8
2.1.9. Kombinasi Pembebanan.....	2-10
2.1.10. Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen.....	2-11
2.1.11. Skala Gaya.....	2-14
2.1.12. Simpangan Antar Lantai.....	2-14

2.2.	SNI 1727:2013 Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain	2-15
2.2.1.	Beban Mati.....	2-15
2.2.2.	Beban Hidup	2-16
2.2.3.	Beban Gempa.....	2-16
2.3.	SNI 1729:2015 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural	2-17
2.3.1.	Ketentuan Umum	2-17
2.3.2.	Dasar Desain	2-17
2.3.3.	Persyaratan Stabilitas Umum.....	2-18
2.3.4.	Persyaratan Analisis Umum.....	2-18
2.3.5.	Properti Komponen Struktur.....	2-19
2.3.6.	Pertimbangan Ketidaktercapaian Awal.....	2-25
2.4.	Analisis Riwayat Waktu.....	2-25
2.5.	<i>Matched to Response Spectrum</i>	2-26
2.6.	Tingkat Kinerja Struktur	2-28
2.7.	Redistribusi Momen	2-29
BAB III DESAIN DAN PEMODELAN BANGUNAN		3-1
3.1.	Data Bangunan	3-1
3.1.1.	Data Material	3-1
3.1.2.	Data Struktur	3-2
3.2.	Data Pembebanan.....	3-3
3.2.1.	Beban Mati.....	3-3
3.2.2.	Beban Hidup	3-3
3.2.3.	Beban Gempa Statik	3-3
3.2.4.	Kombinasi Pembebanan.....	3-4
3.3.	Denah Balok, Kolom, dan Pelat	3-5
3.3.1.	Gedung Bentang 6m	3-5
3.3.2.	Gedung Bentang 8m	3-9
3.4.	Pemodelan Analisis Riwayat Waktu	3-13
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		4-1

4.1.	Respons Elastis Struktur.....	4-1
4.1.1.	Gedung Bentang 6m	4-1
4.1.2.	Gedung Bentang 8m	4-4
4.2.	Respons Inelastis Struktur	4-7
4.2.1.	Gedung Bentang 6m Tanpa Redistribusi Momen.....	4-7
4.2.2.	Gedung Bentang 6m Dengan Redistribusi Momen	4-16
4.2.2.1.	Gedung Bentang 6m dengan Redistribusi Momen 10%	4-16
4.2.2.2.	Gedung Bentang 6m dengan Redistribusi Momen 20%	4-25
4.2.2.3.	Gedung Bentang 6m dengan Redistribusi Momen 30%	4-34
4.2.3.	Gedung Bentang 8m Tanpa Redistribusi Momen.....	4-43
4.2.4.	Gedung Bentang 8m Dengan Redistribusi Momen	4-52
4.2.4.1.	Gedung Bentang 8m dengan Redistribusi Momen 10%	4-52
4.2.4.2.	Gedung Bentang 8m dengan Redistribusi Momen 20%	4-61
4.2.4.3.	Gedung Bentang 8m dengan Redistribusi Momen 30%	4-70
4.3.	Perbandingan Respons Inelastis Struktur Tanpa Redistribusi Momen dan Dengan Redistribusi Momen.....	4-78
4.3.1.	Gedung Bentang 6m	4-78
4.3.1.1.	Perbandingan Respons Inelastis Antar Rekaman Gempa	4-78
4.3.1.2.	Perbandingan Respons Inelastis Gedung Tanpa Redistribusi dan Gedung Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30%	4-96
4.3.2.	Gedung Bentang 8m	4-124
4.3.2.1.	Perbandingan Respons Inelastis Antar Rekaman Gempa	4-124
4.3.2.2.	Perbandingan Respons Inelastis Gedung 8 meter Tanpa Redistribusi Momen dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30%	4-142
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		5-1
5.1.	Kesimpulan.....	5-1
5.2.	Saran.....	5-3
DAFTAR PUSTAKA		D-1

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	: Luas pada profil I
b	: Lebar web profil I
C	: Redaman
C _d	: Koefisien amplifikasi defleksi
CP	: <i>Collapse Prevention</i>
C _s	: Koefisien respons seismik
C _t	: Parameter untuk periode fundamental pendekatan
C _u	: Koefisien untuk batas atas periode yang dihitung
d	: Tinggi profil I
DL	: Beban mati
DR	: Dengan Redistribusi
d _{stud}	: Diameter stud
E	: Beban gempa
E	: Modulus Elastisitas
E _h	: Pengaruh beban gempa horizontal
E _v	: Pengaruh beban gempa vertikal
E _x	: Beban gempa arah x
E _y	: Beban gempa arah y
F _a	: Koefisien situs untuk periode 0.2 detik
F _c '	: Mutu beton
FO	: Fully Operational
F _u	: Tegangan putus minimum
F _v	: Koefisien situs untuk periode 1 detik
F _y	: Tegangan leleh minimum
g	: <i>Gravitational acceleration</i>
I _e	: Faktor keutamaan gempa
IO	: Immediate Occupancy

K : Kekakuan struktur pada suatu tingkat
 H : Tinggi pada profil I
 hn : Tinggi struktur
 hr : *Tebal dek*
 hs : Tinggi stud pada *deck*
 hsx : *Tinggi tingkat di bawah tingkat x*
 LL : Beban hidup
 LS : Life safety
 M : Massa
 Mp : Momen plastis
 Mr : Kekuatan lentur
 Q_E : Pengaruh gaya gempa horizontal dari V atau Fp
 P : Gaya aksial
 R : Koefisien modifikasi respons
 Ra : Kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DKI
 Rn : Kekuatan nominal
 Ru : Kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DFBK
 Ry : Rasio dari tegangan leleh ekspektasi terhadap tegangan leleh minimum yang disyaratkan
 rx : Radius girasi penampang terhadap sumbu x
 ry : Radius girasi penampang terhadap sumbu y
 RZ : Rotasi arah sumbu z
 S : Lebar diafragma
 Sa : Spektrum respons percepatan desain
 SDL : Beban mati tambahan
 S_{M1} : Parameter spektral respons percepatan pada periode 0.2 detik
 S_{MS} : Parameter spektral respons percepatan pada periode 1 detik
 S₁ : Parameter percepatan gempa pada periode 1 detik
 S_{D1} : Parameter percepatan spektral desain untuk periode 1 detik
 S_{DS} : Parameter percepatan spektral desain untuk periode 0.2 detik

s_r : Jarak antar rusuk pada *deck*
 SS : Parameter percepatan gempa pada periode 0.2 detik
 SRPMB: Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus
 SRMPM: Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah
 SRPMK: Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus
 T : Periode fundamental struktur
 T_a : Periode fundamental pendekatan
 TB : Tidak Dibatasi
 TI : Tidak Diizinkan
 t_c : Tebal slab pada *deck*
 t_f : Lebar flens profil I
 t_w : Lebar web profil I
 T_a : Periode fundamental pendekatan
 TR : Tanpa Redistribusi
 UX : Translasi pada arah sumbu x
 UY : Translasi pada arah sumbu y
 V : Gaya dasar seismik
 V_p : Gaya geser plastis
 V_s : Gaya lateral statik
 W : Berat seismic efektif
 w_{rb} : Tebal rusuk bawah pada *deck*
 w_{rt} : Tebal rusuk atas pada *deck*
 x : Parameter untuk periode fundamental pendekatan
 $\ddot{x}(t)$: Percepatan Struktur pada waktu t
 $\dot{x}(t)$: Kecepatan Struktur pada waktu t
 $\ddot{x}(t)$: Peralihan Struktur pada waktu t
 $\ddot{x}_g(t)$: Percepatan Tanah pada waktu t
 Z : Modulus penampang plastis
 ρ : Faktor redudansi
 Ω_0 : Faktor kuat lebih

- Δ : Simpangan antar lantai TINGKAT desain
- Δ_a : Simpangan izin antar lantai
- δ_{xe} : Defleksi yang disyaratkan pada lokasi yang ditinjau
- θ : Faktor dalam Metode Wilson
- ϕ : Faktor ketahanan
- ϕR_n : Kekuatan desain
- Ω : Faktor keamanan
- R_n / Ω : Kekuatan izin
- : Konstanta skalar yang proporsional terhadap massa
- : Konstanta skalar yang proporsional terhadap kekakuan
- : Rasio redaman xiv
- $\sum M_{nc}$: Jumlah kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint
- $\sum M_{nb}$: Jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Respons Spektrum untuk Kota Bandung	3-4
Gambar 3. 2 Denah Balok Lantai 1 dan 2 Gedung Bentang 6 meter.....	3-5
Gambar 3. 3 Denah Balok Lantai 3 dan 4 Gedung Bentang 6 meter.....	3-6
Gambar 3. 4 Denah Balok Lantai 5 dan 6 Gedung Bentang 6 meter.....	3-6
Gambar 3. 5 Denah Elevasi Model Gedung 6 meter Portal 1, 4, A, dan D	3-7
Gambar 3. 6 Denah Elevasi Model Gedung 6 meter Portal 2 & 3.....	3-7
Gambar 3. 7 Denah Elevasi Model Gedung 6 meter Portal B & C	3-8
Gambar 3. 8 Denah Balok Lantai 1 dan 2 Gedung Bentang 8 meter.....	3-9
Gambar 3. 9 Denah Balok Lantai 3, 4, dan 5 Gedung Bentang 8 meter.....	3-10
Gambar 3. 10 Denah Balok Lantai 6 Gedung Bentang 8 meter	3-10
Gambar 3. 11 Denah Elevasi Model Gedung 8 meter Portal 1 dan 4	3-11
Gambar 3. 12 Denah Elevasi Model Gedung 8 meter Portal 2 dan 3	3-11
Gambar 3. 13 Denah Elevasi Model Gedung 8 meter Portal A, B, C, dan D.....	3-12
Gambar 4. 1 Peralihan Elastik pada Gedung Perkantoran Bentang 6 meter.....	4-2
Gambar 4. 2 Simpangan Antar Lantai Arah X dan Y pada Gedung Perkantoran Bentang 6 meter.....	4-4
Gambar 4. 3 Peralihan Elastik Gedung Perkantoran Bentang 8 meter	4-5
Gambar 4. 4 Simpangan Antar Lantai Arah X dan Y pada Gedung Perkantoran Bentang 8 meter.....	4-6
Gambar 4. 5 Peralihan Inelastik Maksimum Arah X.....	4-8
Gambar 4. 6 Peralihan Inelastik Maksimum Arah Y	4-8
Gambar 4. 7 Rasio Simpangan Antar Lantai Maksimum Respons Inelastis Struktur Bentang 6 Meter Tanpa Redistribusi Momen	4-10
Gambar 4. 8 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter tanpa redistribusi momen akibat gempa El Centro arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-12

Gambar 4. 9 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter tanpa redistribusi momen akibat gempa El Centro arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-13
Gambar 4. 10 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter tanpa redistribusi momen akibat gempa Denpaasar arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-13
Gambar 4. 11 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter tanpa redistribusi momen akibat gempa Denpaasar arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-14
Gambar 4. 12 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter tanpa redistribusi momen akibat gempa Flores arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-14
Gambar 4. 13 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter tanpa redistribusi momen akibat gempa Flores arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-15
Gambar 4. 14 Peralihan Inelastik Maksimum Arah X.....	4-17
Gambar 4. 15 Peralihan Inelastik Maksimum Arah Y.....	4-17
Gambar 4. 16 Rasio Simpangan Antar Lantai Maksimum Respons Inelastis Struktur Bentang 6 Meter dengan Redistribusi Momen 10%.....	4-19
Gambar 4. 17 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 10% akibat gempa El Centro arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-21
Gambar 4. 18 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 10% akibat gempa El Centro arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-22
Gambar 4. 19 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 10% akibat gempa Denpasar arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-22

Gambar 4. 20 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 10% akibat gempa Denpasar arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-23
Gambar 4. 21 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 10% akibat gempa Flores arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-23
Gambar 4. 22 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 10% akibat gempa Flores arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-24
Gambar 4. 23 Peralihan Inelastik Maksimum Arah X.....	4-26
Gambar 4. 24 Peralihan Inelastik Maksimum Arah Y	4-26
Gambar 4. 25 Rasio Simpangan Antar Lantai Maksimum Respons Inelastis Struktur Bentang 6 Meter dengan Redistribusi Momen 20%	4-28
Gambar 4. 26 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 20% akibat gempa El Centro arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-30
Gambar 4. 27 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 20% akibat gempa El Centro arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-31
Gambar 4. 28 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 20% akibat gempa Denpasar arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-31
Gambar 4. 29 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 20% akibat gempa Denpasar arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-32
Gambar 4. 30 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 20% akibat gempa Flores arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-32

Gambar 4. 31 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 20% akibat gempa Flores arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-33
Gambar 4. 32 Peralihan Inelastik Maksimum Arah X.....	4-35
Gambar 4. 33 Peralihan Inelastik Maksimum Arah Y	4-35
Gambar 4. 34 Rasio Simpangan Antar Lantai Maksimum Respons Inelastis Struktur Bentang 6 Meter dengan Redistribusi Momen 30%	4-37
Gambar 4. 35 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 30% akibat gempa El Centro arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-39
Gambar 4. 36 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 30% akibat gempa El Centro arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-40
Gambar 4. 37 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 30% akibat gempa Denpasar arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-40
Gambar 4. 38 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 30% akibat gempa Denpasar arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-41
Gambar 4. 39 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 30% akibat gempa Flores arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-41
Gambar 4. 40 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 6 meter dengan redistribusi momen 30% akibat gempa Flores arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-42
Gambar 4. 41 Peralihan Inelastik Maksimum Arah X.....	4-44
Gambar 4. 42 Peralihan Inelastik Maksimum Arah Y	44
Gambar 4. 43 Rasio Simpangan Antar Lantai Maksimum Respons Inelastis Struktur Bentang 6 Meter dengan Redistribusi Momen 10%	4-46

Gambar 4. 44 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter tanpa redistribusi momen akibat gempa El Centro arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-48
Gambar 4. 45 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter tanpa redistribusi momen akibat gempa El Centro arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-49
Gambar 4. 46 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter tanpa redistribusi momen akibat gempa Denpasar arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-49
Gambar 4. 47 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter tanpa redistribusi momen akibat gempa Denpasar arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-50
Gambar 4. 48 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter tanpa redistribusi momen akibat gempa Flores arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-50
Gambar 4. 49 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter tanpa redistribusi momen akibat gempa Flores arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-51
Gambar 4. 50 Peralihan Inelastik Maksimum Arah X.....	4-53
Gambar 4. 51 Peralihan Inelastik Maksimum Arah Y.....	4-53
Gambar 4. 52 Rasio Simpangan Antar Lantai Maksimum Respons Inelastis Struktur Bentang 8 Meter dengan Redistribusi Momen 10%.....	4-55
Gambar 4. 53 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 10% akibat gempa El Centro arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-57
Gambar 4. 54 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 10% akibat gempa El Centro arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-58

Gambar 4. 55 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 10% akibat gempa Denpasar arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-58
Gambar 4. 56 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 10% akibat gempa Denpasar arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-59
Gambar 4. 57 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 10% akibat gempa Flores arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-59
Gambar 4. 58 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 10% akibat gempa Flores arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-60
Gambar 4. 59 Peralihan Inelastik Maksimum Arah X.....	4-62
Gambar 4. 60 Peralihan Inelastik Maksimum Arah Y	4-62
Gambar 4. 61 Rasio Simpangan Antar Lantai Maksimum Respons Inelastis Struktur Bentang 8 Meter dengan Redistribusi Momen 20%	4-64
Gambar 4. 62 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 20% akibat gempa El Centro arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-66
Gambar 4. 63 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 20% akibat gempa El Centro arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-67
Gambar 4. 64 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 20% akibat gempa Denpasar arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-67
Gambar 4. 65 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 20% akibat gempa Denpasar arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-68

Gambar 4. 66 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 20% akibat gempa Flores arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-68
Gambar 4. 67 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 20% akibat gempa Flores arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-69
Gambar 4. 68 Peralihan Inelastik Maksimum Arah X.....	4-71
Gambar 4. 69 Peralihan Inelastik Maksimum Arah X.....	4-71
Gambar 4. 70 Rasio Simpangan Antar Lantai Maksimum Respons Inelastis Struktur Bentang 8 Meter dengan Redistribusi Momen 30%	4-73
Gambar 4. 71 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 30% akibat gempa El Centro arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-75
Gambar 4. 72 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 30% akibat gempa El Centro arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-76
Gambar 4. 73 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 30% akibat gempa Denpasar arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-76
Gambar 4. 74 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 30% akibat gempa Denpasar arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa.....	4-77
Gambar 4. 75 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 30% akibat gempa Flores arah X pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-77
Gambar 4. 76 Lokasi Sendi Plastis pada Gedung Bentang 8 meter dengan redistribusi momen 30% akibat gempa Flores arah Y pada awal terjadinya sendi plastis dan akhir gempa	4-78
Gambar 4. 77 Perbandingan Respons Inelastik Peralihan Lantai Ter-Redistribusi 10% Arah X	4-81

Gambar 4. 78 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Ter-Redistribusi 10% Arah Y	4-81
Gambar 4. 79 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Ter-Redistribusi 20% Arah X	4-83
Gambar 4. 80 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Ter-Redistribusi 20% Arah Y	4-84
Gambar 4. 81 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Ter-Redistribusi 30% Arah X	4-86
Gambar 4. 82 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Ter-Redistribusi 30% Arah Y	4-87
Gambar 4. 83 Perbandingan Respons Inelastis Rasio Simpangan Antar Lantai Gedung Bentang 6 meter Ter-redistribusi 10% Arah X	4-89
Gambar 4. 84 Perbandingan Respons Inelastis Rasio Simpangan Antar Lantai Gedung Bentang 6 meter Ter-redistribusi 10% Arah Y	4-90
Gambar 4. 85 Perbandingan Respons Inelastis Rasio Simpangan Antar Lantai Gedung Bentang 6 meter Ter-redistribusi 20% Arah X	4-92
Gambar 4. 86 Perbandingan Respons Inelastis Rasio Simpangan Antar Lantai Gedung Bentang 6 meter Ter-redistribusi 20% Arah Y	4-93
Gambar 4. 87 Perbandingan Respons Inelastis Rasio Simpangan Antar Lantai Gedung Bentang 6 meter Ter-redistribusi 30% Arah X	4-95
Gambar 4. 88 Perbandingan Respons Inelastis Rasio Simpangan Antar Lantai Gedung Bentang 6 meter Ter-redistribusi 30% Arah Y	4-96
Gambar 4. 89 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Maksimum Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa El Centro Arah X	4-97
Gambar 4. 90 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Maksimum Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa Denpasar Arah X	4-97

Gambar 4. 91 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Maksimum Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa Flores Arah X.....	4-98
Gambar 4. 92 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Maksimum Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa El Centro arah Y	4-98
Gambar 4. 93 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Maksimum Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa Denpasar arah Y.....	4-99
Gambar 4. 94 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Maksimum Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa Flores arah Y	4-99
Gambar 4. 95 Perbandingan Respons Inelastis Simpangan Antar Lantai Maksimum Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa El Centro arah X.....	4-100
Gambar 4. 96 Perbandingan Respons Inelastis Simpangan Antar Lantai Maksimum Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa Denpasar arah X	4-101
Gambar 4. 97 Perbandingan Respons Inelastis Simpangan Antar Lantai Maksimum Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa Flores arah X.....	4-101
Gambar 4. 98 Perbandingan Respons Inelastis Simpangan Antar Lantai Maksimum Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa El Centro arah Y	4-102
Gambar 4. 99 Perbandingan Respons Inelastis Simpangan Antar Lantai Maksimum Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa Denpasar arah Y	4-103
Gambar 4. 100 Perbandingan Respons Inelastis Simpangan Antar Lantai Maksimum Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa Flores arah Y	4-103

Gambar 4. 101 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat El Centro Arah X Portal 3 (IO) dan Arah Y Portal B (IO)	4-111
Gambar 4. 102 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat Denpasar Arah X Portal 3 (IO) dan Arah Y Portal B (IO)	4-111
Gambar 4. 103 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat Flores Arah X Portal 3 (IO) dan Arah Y Portal B (IO)	4-112
Gambar 4. 104 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat El Centro Arah X Portal 3 (IO) dan Arah Y Portal B (IO)	4-112
Gambar 4. 105 Rasio D/C Struktur Akibat Denpasar Arah X Portal 3 (IO) dan Arah Y Portal B (IO)	4-113
Gambar 4. 106 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat Flores Arah X Portal 3 (IO) dan Arah Y Portal B (IO)	4-113
Gambar 4. 107 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat El Centro Arah X Portal 3 (IO) dan Arah Y Portal B (IO)	4-114
Gambar 4. 108 Rasio D/C Struktur Akibat Denpasar Arah X Portal 3 (IO) dan Arah Y Portal B (IO)	4-114
Gambar 4. 109 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat Flores Arah X Portal 3 (IO) dan Arah Y Portal B (IO)	4-115
Gambar 4. 110 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat El Centro Arah X Portal 3 (IO) dan Arah Y Portal B (IO)	4-115
Gambar 4. 111 Rasio D/C Struktur Akibat Denpasar Arah X Portal 3 (IO) dan Arah Y Portal B (IO)	4-116
Gambar 4. 112 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat Flores Arah X Portal 3 (IO) dan Arah Y Portal B (IO)	4-116
Gambar 4. 113 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Ter-Redistribusi 10% Arah X.....	4-126
Gambar 4. 114 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Ter-Redistribusi 10% Arah Y.....	4-127
Gambar 4. 115 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Ter-Redistribusi 20% Arah X.....	4-129

Gambar 4. 116 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Ter-Redistribusi 20% Arah Y	4-130
Gambar 4. 117 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Ter-Redistribusi 30% Arah X	4-132
Gambar 4. 118 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Ter-Redistribusi 30% Arah Y	4-133
Gambar 4. 119 Perbandingan Respons Inelastis Rasio Simpangan Antar Lantai Gedung Bentang 8 meter Ter-redistribusi 10% Arah X	4-136
Gambar 4. 120 Perbandingan Respons Inelastis Rasio Simpangan Antar Lantai Gedung Bentang 8 meter Ter-redistribusi 10% Arah Y	4-136
Gambar 4. 121 Perbandingan Respons Inelastis Rasio Simpangan Antar Lantai Gedung Bentang 8 meter Ter-redistribusi 20% Arah X	4-139
Gambar 4. 122 Perbandingan Respons Inelastis Rasio Simpangan Antar Lantai Gedung Bentang 8 meter Ter-redistribusi 20% Arah X	4-139
Gambar 4. 123 Perbandingan Respons Inelastis Rasio Simpangan Antar Lantai Gedung Bentang 8 meter Ter-redistribusi 30% Arah X	4-141
Gambar 4. 124 Perbandingan Respons Inelastis Rasio Simpangan Antar Lantai Gedung Bentang 8 meter Ter-redistribusi 30% Arah Y	4-142
Gambar 4. 125 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Maksimum Gedung Bentang 8 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa El Centro Arah X	4-143
Gambar 4. 126 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Maksimum Gedung Bentang 8 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa Denpasar Arah X	4-143
Gambar 4. 127 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Maksimum Gedung Bentang 8 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa Flores Arah X	4-144
Gambar 4. 128 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Maksimum Gedung Bentang 8 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa El Centro arah Y	4-144

Gambar 4. 129 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Maksimum Gedung Bentang 8 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa Denpasar arah Y.....	4-145
Gambar 4. 130 Perbandingan Respons Inelastis Peralihan Lantai Maksimum Gedung Bentang 8 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa Flores arah Y	4-145
Gambar 4. 131 Perbandingan Respons Inelastis Simpangan Antar Lantai Maksimum Gedung Bentang 8 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa El Centro arah X.....	4-146
Gambar 4. 132 Perbandingan Respons Inelastis Simpangan Antar Lantai Maksimum Gedung Bentang 8 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa Denpasar arah X	4-147
Gambar 4. 133 Perbandingan Respons Inelastis Simpangan Antar Lantai Maksimum Gedung Bentang 8 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa Flores arah X	4-148
Gambar 4. 134 Perbandingan Respons Inelastis Simpangan Antar Lantai Maksimum Gedung Bentang 8 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa El Centro arah Y	4-149
Gambar 4. 135 Perbandingan Respons Inelastis Simpangan Antar Lantai Maksimum Gedung Bentang 8 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa Denpasar arah Y	4-149
Gambar 4. 136 Perbandingan Respons Inelastis Simpangan Antar Lantai Maksimum Gedung Bentang 8 meter Tanpa Redistribusi dan Ter-redistribusi 10%, 20%, dan 30% akibat gempa Flores arah Y	4-150
Gambar 4. 137 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat El Centro Arah X Portal 4 (IO) dan Arah Y Portal B (IO)	4-157
Gambar 4. 138 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat Denpasar Arah X Portal 4 (LS) dan Arah Y Portal C (IO)	4-158
Gambar 4. 139 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat Flores Arah X Portal 4 (IO) dan Arah Y Portal B (LS).....	4-158

Gambar 4. 140 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat El Centro Arah X Portal 4 (IO) dan Arah Y Portal B (LS).....	4-159
Gambar 4. 141 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat Denpasar Arah X Portal 4 (LS) dan Arah Y Portal B (IO).....	4-159
Gambar 4. 142 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat Flores Arah X Portal 1 (LS) dan Arah Y Portal C (LS).....	4-160
Gambar 4. 143 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat El Centro Arah X Portal 1 (IO) dan Arah Y Portal C (LS).....	4-160
Gambar 4. 144 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat Denpasar Arah X Portal 1 (LS) dan Arah Y Portal B (LS).....	4-161
Gambar 4. 145 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat Flores Arah X Portal 1 (LS) dan Arah Y Portal B (LS).....	4-161
Gambar 4. 146 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat El Centro Arah X Portal 3 (LS) dan Arah Y Portal B (LS).....	4-162
Gambar 4. 147 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat Denpasar Arah X Portal 4 (LS) dan Arah Y Portal B (LS).....	4-162
Gambar 4. 148 Nilai Rasio D/C Struktur Akibat Flores Arah X Portal 4 (LS) dan Arah Y Portal B (LS).....	4-163

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kategori Risiko Bangunan Gedung untuk Beban Gempa, SNI 1726:2012. 2	
Tabel 2. 2 Faktor Keutamaan Gempa, SNI 1726:2012.....	2-2
Tabel 2. 3 Klasifikasi Situs, SNI 1726:2012.....	2-3
Tabel 2. 4 Koefisien Situs (F_a), SNI 1726:2012	2-5
Tabel 2. 5 Koefisien Situs (F_v), SNI 1726:2012.....	2-5
Tabel 2. 6 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek, SNI 1726:2012	2-7
Tabel 2. 7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik, SNI 1726:2012.....	2-8
Tabel 2. 8 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa pada sistem rangka pemikul momen, SNI 1726:2012	2-9
Tabel 2. 9 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung, SNI 1726:2012	13
Tabel 2. 10 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x , SNI 1726:2012.....	2-13
Tabel 2. 11 Simpangan antar lantai ijin, Δ_a , SNI 1726:2012	2-15
Tabel 2. 12 Beban Hidup pada Gedung Perkantoran dan Atap	2-16
Tabel 2. 13 Rasio Lebar Terhadap Tebal: Elemen Tekan Komponen Struktur yang Menahan Tekan Aksial, AISC 360-10.....	2-20
Tabel 2. 14 Rasio Lebar Terhadap Tebal: Elemen Tekan Komponen Struktur Menahan Lentur, AISC 360-10.....	2-22
Tabel 2. 15 Rasio Lebar Terhadap Tebal: Elemen Tekan Komponen Struktur Cukup Daktail dan Sangat Daktail, AISC 341-10.....	2-23
Tabel 2. 16 Persyaratan <i>Roof Drift Ratio</i> Menurut FEMA 356.....	2-29
Tabel 3. 1 Dimensi Model Gedung Baja Bentang 6 meter	3-5
Tabel 3. 2 Dimensi Model Gedung Baja Bentang 8 meter	3-9
Tabel 4. 1 Peralihan Elastik Gedung Perkantoran Bentang 6 meter.....	4-2
Tabel 4. 2 Simpangan Antar Lantai pada Gedung Perkantoran Bentang 6 meter	4-3

Tabel 4. 3 Peralihan Elastik Gedung Perkantoran Bentang 8 meter	4-5
Tabel 4. 4 Simpangan Antar Lantai Gedung Perkantoran Bentang 8 meter	4-6
Tabel 4. 5 Peralihan Inelastis Maksimum Arah X dan Y Tiap Gempa	4-7
Tabel 4. 6 Rasio Simpangan Antar Lantai Maksimum Respons Inelastis Struktur Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi Momen	4-9
Tabel 4. 7 Gaya Geser Dasar dan Faktor Kuat Lebih Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi Momen.....	4-10
Tabel 4. 8 Faktor Pembesaran Defleksi (Cd) pada Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi Momen.....	4-11
Tabel 4. 9 Detik pertama terjadinya sendi plastis	4-12
Tabel 4. 10 Peralihan Inelastis Maksimum Arah X dan Y Tiap Gempa	4-16
Tabel 4. 11 Rasio Simpangan Antar Lantai Maksimum Respons Inelastis Struktur Bentang 6 meter dengan Redistribusi Momen 10%	4-18
Tabel 4. 12 Gaya Geser Dasar dan Faktor Kuat Lebih Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi Momen.....	4-19
Tabel 4. 13 Faktor Pembesaran Defleksi (Cd) pada Gedung Bentang 6 meter dengan Redistribusi Momen 10%	4-20
Tabel 4. 14 Detik Pertama Terjadinya Sendi Plastis.....	4-21
Tabel 4. 15 Peralihan Inelastis Maksimum Arah X dan Y Tiap Gempa	4-25
Tabel 4. 16 Rasio Simpangan Antar Lantai Maksimum Respons Inelastis Struktur Bentang 6 meter dengan Redistribusi Momen 20%	4-27
Tabel 4. 17 Gaya Geser Dasar dan Faktor Kuat Lebih Gedung Bentang 6 meter dengan Redistribusi Momen 20%	4-28
Tabel 4. 18 Faktor Pembesaran Defleksi (Cd) pada Gedung Bentang 6 meter dengan Redistribusi Momen 20%	4-29
Tabel 4. 19 Detik Pertama Terjadinya Sendi Plastis.....	4-30
Tabel 4. 20 Peralihan Inelastis Maksimum Arah X dan Y Tiap Gempa	4-34
Tabel 4. 21 Rasio Simpangan Antar Lantai Maksimum Respons Inelastis Struktur Bentang 6 meter dengan Redistribusi Momen 30%	4-36

Tabel 4. 22 Gaya Geser Dasar dan Faktor Kuat Lebih Gedung Bentang 6 meter dengan Redistribusi Momen 30%	4-37
Tabel 4. 23 Faktor Pembesaran Defleksi (Cd) pada Gedung Bentang 6 meter dengan Redistribusi Momen 30%	4-38
Tabel 4. 24 Detik Pertama Terjadinya Sendi Plastis.....	4-39
Tabel 4. 25 Peralihan Inelastis Maksimum Arah X dan Y Tiap Gempa	4-43
Tabel 4. 26 Rasio Simpangan Antar Lantai Maksimum Respons Inelastis Struktur Bentang 8 meter Tanpa Redistribusi Momen	4-45
Tabel 4. 27 Gaya Geser Dasar dan Faktor Kuat Lebih Gedung Bentang 8 meter Tanpa Redistribusi Momen.....	4-46
Tabel 4. 28 Faktor Pembesaran Defleksi (Cd) pada Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi Momen.....	4-47
Tabel 4. 29 Detik pertama terjadinya sendi plastis	4-48
Tabel 4. 30 Peralihan Inelastis Maksimum Arah X dan Y Tiap Gempa	4-52
Tabel 4. 31 Rasio Simpangan Antar Lantai Maksimum Respons Inelastis Struktur Bentang 6 meter dengan Redistribusi Momen 20%	4-54
Tabel 4. 32 Gaya Geser Dasar dan Faktor Kuat Lebih Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi Momen.....	4-55
Tabel 4. 33 Faktor Pembesaran Defleksi (Cd) pada Gedung Bentang 8 meter dengan Redistribusi Momen 10%	4-56
Tabel 4. 34 Detik Pertama Terjadinya Sendi Plastis.....	4-57
Tabel 4. 35 Peralihan Inelastis Maksimum Arah X dan Y Tiap Gempa	4-61
Tabel 4. 36 Rasio Simpangan Antar Lantai Maksimum Respons Inelastis Struktur Bentang 8 meter dengan Redistribusi Momen 20%	4-63
Tabel 4. 37 Gaya Geser Dasar dan Faktor Kuat Lebih Gedung Bentang 6 meter dengan Redistribusi Momen 20%	4-64
Tabel 4. 38 Faktor Pembesaran Defleksi (Cd) pada Gedung Bentang 8 meter dengan Redistribusi Momen 20%	4-65
Tabel 4. 39 Detik Pertama Terjadinya Sendi Plastis.....	4-66
Tabel 4. 40 Peralihan Inelastis Maksimum Arah X dan Y Tiap Gempa	4-70

Tabel 4. 41 Rasio Simpangan Antar Lantai Maksimum Respons Inelastis Struktur Bentang 6 meter dengan Redistribusi Momen 30%	4-72
Tabel 4. 42 Gaya Geser Dasar dan Faktor Kuat Lebih Gedung Bentang 6 meter dengan Redistribusi Momen 30%	4-73
Tabel 4. 43 Faktor Pembesaran Defleksi (Cd) pada Gedung Bentang 8 meter dengan Redistribusi Momen 30%	4-74
Tabel 4. 44 Detik Pertama Terjadinya Sendi Plastis.....	75
Tabel 4. 45 Perbandingan peralihan lantai maksimum respons inelastis struktur tanpa redistribusi momen dan dengan redistribusi momen 10% untuk gedung bentang 6 meter	4-79
Tabel 4. 46 Perbandingan peralihan lantai maksimum respons inelastis struktur tanpa redistribusi momen dan dengan redistribusi momen 20% untuk gedung bentang 6 meter	4-82
Tabel 4. 47 Perbandingan peralihan lantai maksimum respons inelastis struktur tanpa redistribusi momen dan dengan redistribusi momen 30% untuk gedung bentang 6 meter	4-85
Tabel 4. 48 Perbandingan simpangan antar lantai maksimum respons inelastis struktur tanpa redistribusi momen dan dengan redistribusi momen 10% untuk gedung bentang 6 meter	4-88
Tabel 4. 49 Perbandingan simpangan antar lantai maksimum respons inelastis struktur tanpa redistribusi momen dan dengan redistribusi momen 20% untuk gedung bentang 6 meter	4-91
Tabel 4. 50 Perbandingan simpangan antar lantai maksimum respons inelastis struktur tanpa redistribusi momen dan dengan redistribusi momen 30% untuk gedung bentang 6 meter	4-94
Tabel 4. 51 Perbandingan Faktor Kuat Lebih Gedung Bentang 6 meter Tanpa Redistribusi Momen dan Gedung Bentang 6 meter Ter-Redistribusi 10%, 20%, dan 30%	4-105

Tabel 4. 52 Perbandingan Gaya Geser Dasar Respons Inelastis Struktur Tanpa Redistribusi Momen dan Struktur Ter-redistribusi Momen 10%, 20%, 30%	4-107
Tabel 4. 53 Perbandingan Faktor Pembesaran Defleksi (Cd) Struktur Tanpa Redistribusi Momen dan Struktur Ter-Redistribusi Momen 10%, 20%, dan 30%	4-108
Tabel 4. 54 Tingkat Kinerja Struktur Gedung Bentang 6 meter	4-110
Tabel 4. 55 Perbandingan Massa Balok Struktur Tanpa Redistribusi dan Struktur Ter-Redistribusi	4-117
Tabel 4. 56 Perbandingan peralihan lantai maksimum respons inelastis struktur tanpa redistribusi momen dan dengan redistribusi momen 10% untuk gedung bentang 8 meter	4-125
Tabel 4. 57 Perbandingan peralihan lantai maksimum respons inelastis struktur tanpa redistribusi momen dan dengan redistribusi momen 20% untuk gedung bentang 8 meter	4-128
Tabel 4. 58 Perbandingan peralihan lantai maksimum respons inelastis struktur tanpa redistribusi momen dan dengan redistribusi momen 30% untuk gedung bentang 8 meter	4-131
Tabel 4. 59 Perbandingan simpangan antar lantai maksimum respons inelastis struktur tanpa redistribusi momen dan dengan redistribusi momen 10% untuk gedung bentang 8 meter	4-134
Tabel 4. 60 Perbandingan simpangan antar lantai maksimum respons inelastis struktur tanpa redistribusi momen dan dengan redistribusi momen 20% untuk gedung bentang 8 meter	4-137
Tabel 4. 61 Perbandingan simpangan antar lantai maksimum respons inelastis struktur tanpa redistribusi momen dan dengan redistribusi momen 30% untuk gedung bentang 8 meter	4-140
Tabel 4. 62 Perbandingan Faktor Kuat Lebih Gedung Bentang 8 meter Tanpa Redistribusi Momen dan Gedung Bentang 8 meter Ter-Redistribusi 10%, 20%, dan 30%	4-151

Tabel 4. 63 Perbandingan Gaya Geser Dasar Respons Inelastis Struktur Tanpa Redistribusi Momen dan Struktur Ter-redistribusi Momen 10%, 20%, 30%	4-154
Tabel 4. 64 Perbandingan Faktor Pembesaran Defleksi (Cd) Struktur Tanpa Redistribusi Momen dan Struktur Ter-Redistribusi Momen 10%, 20%, dan 30%	4-155
Tabel 4. 65 Taraf Kinerja Struktur.....	4-157
Tabel 4. 66 Perbandingan Massa Balok Struktur Tanpa Redistribusi dan Struktur Ter-Redistribusi	4-163

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Negara Indonesia adalah negara yang sedang berkembang. Salah satu ciri dari negara berkembang adalah adanya peningkatan yang signifikan dalam segi ekonomi, industri, serta jumlah penduduk. Maka dari itu, gedung bertingkat menjadi solusi dalam mengatasi permasalahan ekonomis dan geografis (Sumber: Laporan Knight Frank Skycrapers 2015).

Bangunan tingkat tinggi memiliki risiko yang lebih besar dibandingkan dengan bangunan-bangunan seperti perumahan yang cenderung tidak terlalu tinggi, terutama jika dilihat dari segi beban-beban yang bekerja. Bangunan akan memikul beban gravitasi dan beban lateral. Beban gravitasi adalah beban bangunan itu sendiri ditambah beban-beban hidup lainnya. Beban lateral adalah gaya horizontal yang bekerja secara dinamis, seperti angin dan gempa bumi. Semakin tinggi suatu bangunan, semakin besar beban lateral yang akan diterimanya, membuat stabilitas dan kemampuan suatu gedung dalam memikul beban lateral menjadi penting dan perlu diperhatikan.

Gempa bumi adalah getaran yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari dalam bumi secara tiba-tiba, sehingga menimbulkan gelombang seismik ke segala arah sehingga efeknya dapat dirasakan sampai ke permukaan bumi. Salah satu penyebab gempa bumi adalah pergerakan kerak bumi/lempeng bumi. Gempa akan memberikan gaya lateral kepada bangunan yang jauh lebih besar dibandingkan angin. Indonesia berada dalam daerah yang sangat rawan akan gempa karena negara kita berada pada tempat yang disebut “*Ring of Fire*”, yaitu pertemuan 3 buah lempeng tektonik: lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia, dan lempeng Pasifik. (Badan meteorologi, klimatologi, dan geofisika/BMKG, 2019)

Belum ada yang bisa memastikan kapan dan dimana akan terjadi gempa membuat struktur bangunan tahan gempa menjadi sangat penting. Untuk memperkuat struktur bangunan dalam memikul beban lateral, digunakan sistem rangka pemikul momen. Di Indonesia terdapat 3 (tiga) jenis sistem rangka pemikul momen yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Umumnya, untuk daerah dengan derajat kegempaan yang tinggi digunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Dalam perancangan struktur bangunan baja tahan gempa, beban-beban yang direncanakan untuk dipikul oleh struktur bangunan tersebut cenderung lebih besar dibandingkan struktur bangunan pada umumnya, terutama beban lateralnya. Dengan meningkatnya beban yang dipikul, akan didapatkan luas penampang baja yang lebih besar, yang akan meningkatkan biaya, dimana sebenarnya luas penampang sebesar itu tidak diperlukan di semua bagian dalam struktur bangunan baja yang bersangkutan.

Menurut Paulay dan Priestly, pada dasarnya dalam perancangan suatu bangunan tahan gempa, dapat ditentukan terlebih dahulu lokasi yang akan terjadi sendi plastis sehingga dapat ditentukan pola keruntuhan yang tidak membahayakan. Konsep tersebut dikenal dengan istilah *Capacity design of structures* atau Konsep desain kapasitas. Artinya, momen yang diterima oleh satu titik penampang dalam struktur bangunan dapat didistribusikan ke titik-titik penampang lainnya yang akan membuat beban yang dipikul akan tersebar merata di seluruh struktur bangunan. Pada struktur beton bertulang, redistribusi momen akan membuat penulangan lebih efisien dan ekonomis sehingga mempermudah pelaksanaan di lapangan. Pada struktur rangka baja, dengan adanya redistribusi momen yang menyebarkan beban ke seluruh struktur bangunan membuat penampang yang didapatkan lebih kecil dan lebih ekonomis. (Paulay & Priestly, 1992)

1.2. Inti Permasalahan

Semakin bertambahnya tinggi suatu bangunan, beban lateral yang bekerja pada bangunan tersebut akan menjadi semakin berpengaruh. Reaksi dari suatu gedung yang dibebani berupa gaya-gaya dalam yang meliputi gaya normal, gaya lintang, dan momen. Momen-momen yang merupakan reaksi dari bangunan tersebut akan digunakan untuk mendesain penampang minimum yang dibutuhkan untuk menahan beban yang bekerja.

Dalam perancangan struktur gedung tahan gempa, momen rencana yang dibebankan pada struktur bangunan cenderung besar. Dengan menggunakan momen yang didapatkan langsung dari hasil perhitungan gaya gravitasi dan gaya lateral yang dibebankan akan menghasilkan desain penampang baja yang tidak proporsional dimana ukuran penampang akan mengikuti momen tumpuan (momen negatif) yang jauh lebih besar dibandingkan momen lapangan (momen positif). Untuk itu akan dilakukan redistribusi momen pada struktur rangka baja sehingga didapatkan penampang yang lebih ekonomis dan efisien. Kemudian akan dilakukan analisa riwayat waktu untuk melihat respon dari struktur rangka baja dengan luas penampang baja yang direduksi sebagai hasil dari redistribusi momen untuk menentukan reduksi yang paling efektif untuk digunakan.

1.3. Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk mengetahui respon dari struktur rangka baja akibat adanya beban lateral gempa. Kemudian akan dilakukan analisa pengaruh redistribusi momen terhadap respon struktur rangka baja akibat beban lateral gempa melalui analisa riwayat waktu. Hasil yang didapatkan akan dibandingkan dengan respon struktur rangka baja akibat beban lateral gempa dengan penampang yang tidak direduksi (tanpa redistribusi momen). *Output* dari studi ini adalah mengetahui penampang baja yang paling efektif dan efisien pada struktur rangka baja pemikul momen khusus dengan variasi bentang pendek (6m) dan bentang panjang (8m) untuk menahan beban gempa sesuai analisa riwayat waktu.

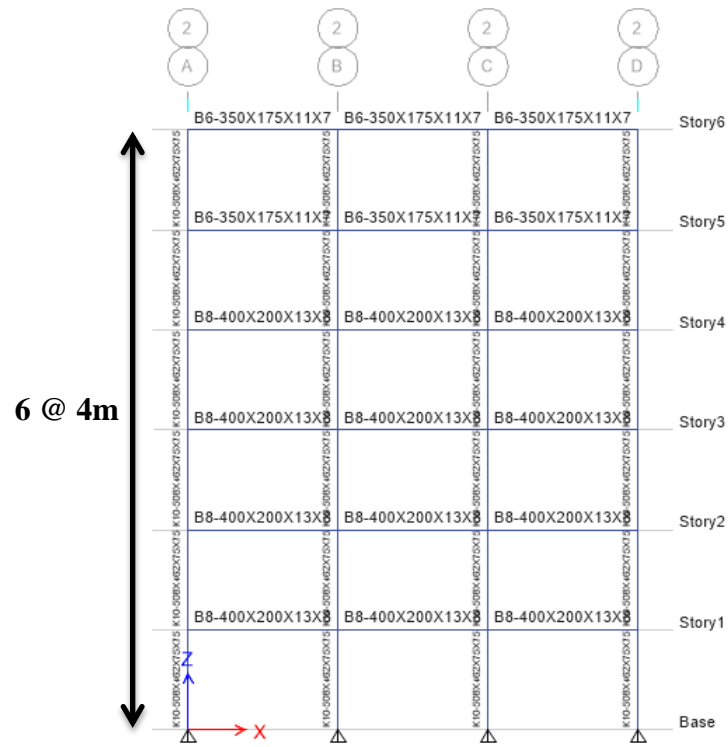
1-4

1.4. Pembatasan Masalah

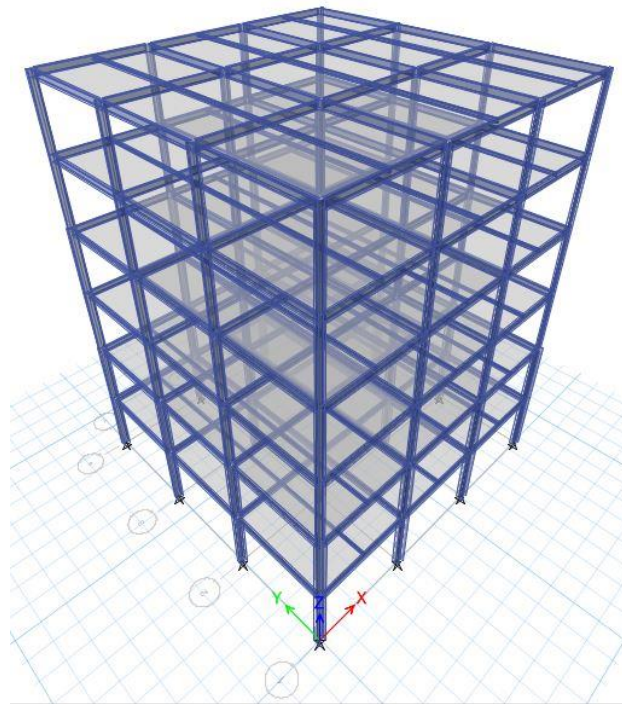
1. Geometri gedung adalah simetris
2. Pemodelan gedung struktur rangka baja 3 dimensi dengan jumlah tingkat 6 lantai, tinggi masing-masing lantai 4m. Dibuat 2 buah model yang terdiri atas 3 bentang, dengan masing-masing bentang sepanjang 6m dan 8m.



Gambar I. 1 Denah Model Struktur Gedung Baja



Gambar I. 2 Penampang Melintang Model Struktur Gedung Baja



Gambar I. 3 Tampak 3 Dimensi Model Struktur Gedung Baja

3. Pemodelan bangunan dan analisis desain struktur menggunakan bantuan program ETABS 2016
4. Fungsi bangunan sebagai gedung perkantoran
5. Bangunan bertempat di Kota Palu di atas tanah sedang
6. Analisis dinamik riwayat waktu dengan menggunakan 3 buah rekaman gempa, yaitu sebagai berikut:
 - a. Gempa El-Centro N-S tahun 1940
 - b. Gempa Denpasar B-T tahun 1979, dan
 - c. Gempa Flores tahun 1992
7. Struktur menggunakan material baja BJ-37 dengan f_y : 240 MPa dan f_u : 370 MPa, menggunakan profil IWF untuk balok dan kolom
8. Desain profil baja berdasarkan Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)
9. Peraturan-peraturan yang digunakan antara lain:
 - a. SNI 1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung
 - b. SNI 1727-2013 Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain
 - c. SNI 1729-2015 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural
 - d. SNI 7860-2015 Ketentuan Seismik untuk Struktur Bangunan Gedung Baja
 - e. SNI 7972-2013 Sambungan Terprakualifikasi Rangka Momen Khusus dan Menengah Baja
 - f. Peta Gempa Indonesia 2017
10. Dalam studi ini tidak dibahas mengenai sambungan antara struktur baja

1.5. Metode Penelitian

Dalam penulisan skripsi ini, telah dilakukan studi yang diperoleh dari berbagai sumber, yaitu :

1. Studi Literatur

Bahan-bahan yang digunakan sebagai referensi berasal dari buku-buku, skripsi, *paper*, maupun peraturan yang berlaku mengenai bangunan tahan gempa

2. Studi Analisis

Analisis dilakukan dengan menggunakan bantuan program ETABS 2016. Untuk proses perhitungan dilakukan dengan menggunakan bantuan program Mathcad 15 dan Microsoft Excel



1.6. Sistematika Penulisan

Berikut adalah sistematika penulisan skripsi ini:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB 2 STUDI PUSTAKA

Bab ini berisi tentang studi literatur mengenai dasar teori dan peraturan yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini.

BAB 3 DESAIN DAN PEMODELAN STRUKTUR

Bab ini berisi tentang perencanaan dan model struktur rangka baja dengan bentang 6m, menggunakan bantuan perangkat lunak ETABS 2016 dan pemeriksaan syarat struktur bangunan tahan gempa.

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan mengenai respons dinamik dan gaya dalam elemen balok dan kolom struktur menggunakan bantuan perangkat lunak ETABS 2016.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil pembahasan yang telah dilakukan dan juga saran-saran dari hasil pembahasan.