

**PENGARUH BENTUK *BRACING* EKSENTRIS TERHADAP
PERIODE GETARAN, SIMPANGAN ANTAR LANTAI, GAYA
GEMPA PADA STRUKTUR GEDUNG BAJA TAHAN GEMPA
MENGUNAKAN ANALISIS RESPON SPEKTRUM
BERDASARKAN SNI 1726-2019**

TUGAS AKHIR



KRISTIANUS C.CARI

19041000103

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERDEKA MALANG
TAHUN 2023**

**PENGARUH BENTUK *BRACING* EKSENTRIS TERHADAP
PERIODE GETARAN, SIMPANGAN ANTAR LANTAI, GAYA
GEMPA PADA STRUKTUR GEDUNG BAJA TAHAN GEMPA
MENGUNAKAN ANALISIS RESPON SPEKTRUM
BERDASARKAN SNI 1726-2019**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana**



KRISTIANUS C.CARI

19041000103

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERDEKA MALANG
TAHUN 2023**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Kristianus Cenciandro Cari

NIM : 19041000032

Tanda Tangan :



Tanggal : 15 Juni 2023

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH BENTUK *BRACING* EKSENTRIS TERHADAP PERIODE
GETARAN, SIMPANGAN ANTAR LANTAI, GAYA GEMPA PADA
STRUKTUR GEDUNG BAJA TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN
ANALISIS RESPON SPEKTRUM BERDASARKAN SNI 1726-2019**


Dipersiapkan dan disusun oleh :

**KRISTIANUS C.CARI
19041000103**

**Telah dipertahankan di Dewan Penguji
Pada, 25 Februari 2023**

Susunan Dewan Penguji


Dosen Penguji 1


**(Ir. Bambang Tri Leksono M.T.)
NIDN. 0726116101**

Dosen Penguji 2


**(Ir. Rizki Prasatiya, S.T., MT., IPM)
NIDN.0701108802**

Dosen Saksi


**(Muhammad Mahesa Ramadan, S.ST., M.T.)
NIP.205/DHR**


Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik.

Malang, 25 Februari 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik




**(Prof. Ir. Agus Suprpto, MSc., Ph.D., IPM)
NIDN. 0707095801**

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademi Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kristianus c.cari

NIM :19041000103

Jenis Tugas Akhir : Struktur

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PENGARUH BENTUK *BRACING* EKSENTRIS TERHADAP PERIODE GETARAN, SIMPANGAN ANTAR LANTAI, GAYA GEMPA PADA STRUKTUR GEDUNG BAJA TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN ANALISIS RESPON SPEKTRUM BERDASARKAN SNI 1726-2019

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Malang

Pada tanggal : 15 Juni 2023

Yang menyatakan



(Kristianus c.cari)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Bentuk *Bracing Eksentris* Terhadap Periode Getaran, Simpangan Antar Lantai, Gaya Gempa Pada Bangunan Baja Tahan Gempa Menggunakan Analisis Respon Spektrum Berdasarkan Sni 1726-2019”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan pada program Strata Satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih pada:

1. Bapak Ir. Rizky Prasetya ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Merdeka Malang.
2. Bapak Zaid Dzulkarnain Zubizaretta ST., MT., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Merdeka Malang.
3. Bapak Ir. Dionisius T.A.B., MT. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan materi analisis, memberikan ilmu dan wawasan serta memberikan waktu dan tenaganya untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Eko Indah Susanti, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
5. Kedua Orang Tua dan seluruh anggota keluarga yang telah memberikan dukungan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir.

Penulis menyadari Tugas Akhir ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan di lapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Malang, Juni 2023

Penulis

**PENGARUH BENTUK *BRACING* EKSENTRIS TERHADAP PERIODE
GETARAN, SIMPANGAN ANTAR LANTAI, GAYA GEMPA PADA
STRUKTUR GEDUNG BAJA TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN
ANALISIS RESPON SPEKTRUM BERDASARKAN SNI 1726-2019**

Kristianus c.cari

ABSTRAK

Analisis pengaruh bentuk bracing eksentris pada bangunan baja tahan gempa bertujuan untuk memperoleh kekakuan struktur pada suatu bangunan baja serta berperan menahan gaya gempa, sehingga dapat mencegah simpangan berlebih pada struktur bangunan.

Struktur yang ditinjau adalah gedung baja 8 lantai. Terdapat 4 variasi permodelan struktur yaitu Model Denah Kontrol (MDK), Model bentuk sistem bracing eksentris K (MBSBEK), Model bentuk sistem bracing eksentris IV (MBSBEIV), Model bentuk sistem bracing eksentris D (MBSBED) dan Model bentuk sistem bracing eksentris IVV (MBSBEIVV). Pemodelan struktur dilakukan secara 3D, analisa gaya gempa menggunakan analisis dinamis respon spektrum berdasarkan SNI 1726-2019.

Dari hasil analisis, model rangka gedung yang direkomendasikan saat terjadi beban gempa adalah MBSBEK, hasil analisis ini menunjukkan MBSBEK terhadap MDK terjadi penurunan pada periode getaran dengan presentase sebesar 26,1 %, simpangan antar lantai dengan presentase sebesar 26,2% dan gaya gempa dasar terjadi kenaikan dengan presentase sebesar 27,1%

Kata kunci : Bracing Eksentris, Periode Getaran, Simpangan antar Lantai, Gaya Gempa, Respon Spektrum, Struktur Baja, SNI 1726-2019

ABSTRACT

Analysis of the effect of eccentric bracing on earthquake resistant steel buildings aims to obtain structural rigidity in a steel building and plays a role in resisting earthquake forces, so as to prevent excessive deviations in the building structure.

The structure under review is an 8-storey steel building. There are 4 structural modeling variations, namely the Control Plan Model (MDK), the K eccentric bracing system shape model (MBSBEK), the IV eccentric bracing system shape model (MBSBEIV), the D eccentric bracing system shape model (MBSBED)) and IVV eccentric bracing system shape model (MBSBEIVV). Structural modeling is done in 3D, earthquake force analysis uses dynamic response spectrum analysis based on SNI 1726-2019.

From the results of the analysis, the recommended building frame model when an earthquake load occurs is MBSBEK, the results of this analysis show that the MBSBEK to MDK decreases in the vibration period with a percentage of 26.1%, the drift between floors with a percentage of 26.2% and the base earthquake force there was an increase with a percentage of 27.1%

Keywords : Eccentric Bracing, Period of Vibration, Drift Story, Spectrum Response, Steel Structure, SNI 1726-2019.

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Yang Relevan	6
2.1.1 Analisis Pengaruh Penggunaan Global Bracing Terhadap Respon Struktur Bangunan Baja Oleh Farid Bayu Pamungkas (2021)	6
2.1.2 Analisis Kinerja Dan Pengaruh Tata Letak Bresing Eksentris Oleh Tondi Amirsyah P Dan Fahrizal Zulkarnain (2019)	6
2.2 Konsep Dasar Perencanaan Kontruksi Tahan Gempa	7
2.2.1 Filosofi Bangunan Tahan Gempa	7
2.2.2 Hubungan Gempa dengan Respon Dinamis	8
2.2.3 Faktor Yang Berpengaruh Pada Bangunan Tahan Gempa	9
2.3 Kinerja Bangunan Tahan Gempa	11
2.3.1 Respon Struktur	11

2.3.2	Periode Fundamental (T)	11
2.3.3	Simpangan (Displacement)	13
2.3.4	Simpangan Antar Tingkat (Drift Story)	13
2.3.5	Gaya Geser Dasar (V)	15
2.3.6	Skala Nilai Desain Untuk Respon Terkombinasi	15
2.3.7	Partisipasi Massa	16
2.4	Analisis Beban Gempa Dengan Respon Spektrum Dinasi	16
2.5	Pembebanan Gravitasi	23
2.5.1	Beban Mati (DL)	24
2.5.2	Beban Hidup (LL)	27
2.5.3	Beban Mati Tambahan (SDL)	30
2.5.4	Kombinasi Pembebanan	32
2.6	Sistem Rangka Baja Pemikul Beban Gempa	33
2.6.1	Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)	33
2.6.2	Sistem Rangka Bracing Konsentris	34
2.6.3	Sistem Rangka Bracing Eksentris	35
2.7	Perencanaan Bangunan Baja Tahan Gempa	36
2.7.1	Batang Tarik	36
2.7.2	Batang Tekan	37
2.7.3	Batang Lentur Aksial	38
2.7.4	Balok Link	41
BAB 3	METODOLOGI ANALISIS	43
3.1	Kriteria Desain	43
3.1.1	Data Umum	43
3.1.2	Mutu Baja Profil	43
3.2	Prosedur Analisis	44
3.3	Penentuan Variasi Struktur	46
3.4	Perencanaan Dimensi Struktur	55
3.4.1	Estimasi Dimensi Balok dan Balok Link	55
3.4.2	Estimasi Dimensi Kolom	59
3.4.3	Estimasi Dimensi Bracing	62
3.4.4	Estimasi Dimensi Balok Link.....	65

3.5 Pembebanan Pada Struktur	69
3.5.1 Beban Gravitasi	69
3.5.2 Beban Gempa	83
3.5.3 Kombinasi Pembebanan	92
3.6 Analisis Struktur Dinamik Pada SAP 2000 v.20	94
3.6.1 Penentuan Massa Struktur dan Diafragma	94
3.6.2 Analisis Modal	97
3.6.3 Analisis Struktur Dinamik pada SAP2000	99
3.6.4 Periode Getaran	99
3.6.5 Rasio Partisipasi Massa	102
3.6.6 Gaya Gempa Dasar	104
3.6.7 Simpangan Antar Lantai (<i>Drift Story</i>)	105
3.7 Hasil Analisis	108
3.7.1 Periode Getaran (T)	108
3.7.2 Gaya gempa Dasar	108
3.7.3 Simpangan Antar Lantai (<i>Drift Story</i>)	111
3.8 Pembahasan Hasil Analisis	118
3.8.1 Perbandingan Nilai Periode Getar MBSBEK, MBSBEIV, MBSBED Dan MBSBEIVV terhadap Bangunan Kontrol MDK.....	118
3.8.2 Perbandingan Gaya Gempa Dasar (Fx dan Fy) MBSBEK , MBSBEIV ,MBSBED,MBSBEIVV terhadap Bangunan KontrolMDK.....	120
3.8.3 Perbandingan Nilai drift Story MBSBEK, MBSBEIV, MBSBED, MBSBEIV V terhadap Bangunan Kontrol MDK.....	123
BAB 4 ANALISIS PEMBAHASAN.....	127
4.1 Permodelan Struktur.....	127
4.1.1 Data Permodelan.....	127
4.1.2 Variasi Permodelan.....	128
4.2 Perhitungan Estimasi Dimensi Balok, Kolom, dan Pelat.....	135
4.2.1 Estimasi Dimensi Balok dan Balok Link.....	135

4.2.2	Estimasi Dimensi Kolom.....	135
4.2.3	Estimasi Dimensi Balok Bracing.....	137
4.2.4	Estimasi Dimensi Pelat.....	139
4.3	Pembebanan pada Struktur.....	140
4.3.1	Beban Gravitasi.....	140
4.3.2	Beban Gempa (E).....	142
4.4	Permodelan Struktur Menggunakan Progam SAP 2000.....	142
4.4.1	Penggambaran Model Struktur.....	142
4.4.2	Definisi Material Properti.....	144
4.4.3	Definisi Dimensi Penampang Balok, Kolom dan Pelat.....	145
4.4.4	Definisi Tumpuan.....	158
4.4.5	Input Pembebanan Struktur.....	159
4.4.6	Kombinasi Pembebanan.....	172
4.4.7	Penentuan Massa Struktur dan Diafragma.....	174
4.4.8	Analisa Modal.....	177
4.4.9	Analisis Struktur Tahap 1.....	178
4.4.10	Pemeriksaan Hasil Analisis.....	180
4.4.11	Output Analisis Sap 2000.....	180
4.5	Kontrol Analisis Terhadap Permodelan Struktur (SNI 1726-2019)	189
4.5.1	Periode Getar Struktur.....	189
4.5.2	Kontrol Terhadap Gaya Geser Dasar.....	196
4.5.3	Kontrol Terhadap Rasio Partisipasi Masa.....	205
4.5.4	Analisa Struktur tahap 2.....	207
4.5.5	Evaluasi Kinerja Struktur Baja dengan Bracing eksentris.....	209
4.5.6	Periode Getaran (T) berdasarkan SNI 1726-2019.....	209
4.6	Simpangan Antar lantai.....	211
4.7	Pembahasan Hasil Analisis.....	219
4.7.1	Perbandingan Nilai Periode Getar MBSBEK,MBSBEIV , MBSBED dan MBSBEIVV terhadap Bangunan Kontrol MDK.....	219
4.7.2	Perbandingan Gaya Gempa Dasar (Fx dan Fy) MBSBEK , MBSBEIV ,MBSBED,MBSBEIVV terhadap Bangunan	

Kontrol MDK.....	223
4.7.3 Perbandingan Nilai drift Story MBSBEK, MBSBEIV ,MBSBED, MBSBEIVV, terhadap Bangunan Kontrol MDK.....	227
4.7.4 Hubungan Antara Periode Getaran, Gaya Geser Dasar dan Simpangan Antar Lantai Pada Setiap Model Struktur Gedung.....	231
4.8 Perhitungan Komponen Struktur.....	232
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	248
5.1 Kesimpulan.....	248
5.2 Saran.....	250
DAFTAR PUSTAKA.....	251
Daftar Lampiran.....	253

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Level-Level Kerusakan Bangunan Widodo (2012.....	8
Gambar 2. 2 Penentuan Simpangan Antar Tingkat.....	14
Gambar 2. 3 Parameter Gerak Tanah Periode Pendek (Ss)	17
Gambar 2. 4 Parameter Gerak Tanah Periode 1 Detik (S1).....	17
Gambar 2. 5 Peta Transisi Periode Panjang	17
Gambar 2. 6 Spektrum Respon Desain	21
Gambar 2. 7 Define Respon Spectrum Function	22
Gambar 2. 8 Menu Response Spectrum IBC 2012	22
Gambar 2. 9 Menu Response Spectrum Function Definition	23
Gambar 2. 10 Menu Define Response Spectrum Functio.....	23
Gambar 2. 11 Input Tipe Pembebanan Pelat Lantai (Beban Mati)	24
Gambar 2. 12 Input Tipe Pembebanan Pelat Atap (Beban Mati).....	25
Gambar 2. 13 Input Tipe Pembebanan (Beban Mati)	25
Gambar 2. 14 Kotak Input Beban Mati untuk Pelat Lantai.....	26
<i>Gambar 2. 15 Gambar Area Uniform to Frame 3 Dimensi.....</i>	<i>26</i>
Gambar 2. 16 Input Tipe Pembebanan (Beban Hidup).....	28
Gambar 2. 17 Kotak Dialog Select by Area Sections	28
Gambar 2. 18 Kotak Input Beban Hidup untuk Pelat Lantai	29
Gambar 2. 19 Kotak Dialog Select by Area Sections	29
Gambar 2. 20 Kotak Input Beban Hidup untuk Pelat Atap.....	30
Gambar 2. 21 Gambar Area Uniform to Frame 3 Dimensi.....	30
Gambar 2. 22 Input Tipe Pembebanan Super Dead Load.....	31
Gambar 2. 23 Kotak Input Beban Super Dead Frame Load	31
Gambar 2. 24 Gambar Area Uniform to Frame 3 Dimensi.....	32
Gambar 2. 25 Sistem Rangka Pemikul Momen	34
Gambar 2. 26 Tipe Bracing Eksentris	34
Gambar 2. 27 Tipe Bracing X-2 Lantai 1	35
Gambar 2. 28 Tipikal Bentuk Rangka Bresing Eksentris	36
Gambar 2. 29 Fenomena buckling pada kolom baja.....	39
Gambar 2. 30 Konsep panjang efektif dan daya dukung kolom	39
Gambar 2. 31 Panduan nilai K (faktor panjang efektif).....	40

Gambar 2. 32 Rangka tidak bergoyang	40
Gambar 2. 33 Rangka bergoyang.....	41
Gambar 2. 34 brace tipe D dengan link berada dekat kolom dan brace Inverted V dengan Link berada ditengah kolom.	41
Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian	45
Gambar 3. 2 Denah Permodelan MDK Bangunan Lantai 1.....	46
Gambar 3. 3 Denah Permodelan MDK Bangunan Lantai 2 sd 8.....	47
Gambar 3. 4 Denah Permodelan MDK Lantai Atap.....	47
Gambar 3. 5 Denah Permodelan MDK Portal Arah X.....	48
Gambar 3. 6 Denah Permodelan MDK Portal Arah Y.....	48
Gambar 3. 7 Model 3D Bangunan MDK (Kontrol).....	49
Gambar 3. 8 Denah Posisi Penempatan Bracing Eksentris K.....	49
Gambar 3. 9 Denah Tampak Depan Bracing Eksentris K	50
Gambar 3. 10 Mode 3D Bracing Eksentris K	50
Gambar 3. 11 Denah Posisi Penempatan Bracing Eksentris V Terbalik	51
Gambar 3. 12 Denah Tampak Depan Bracing Eksentris V Terbalik.....	51
Gambar 3. 13 Mode 3D Bracing Eksentris V Terbalik.....	52
Gambar 3. 14 Denah Penempatan Bracing Eksentris D	52
Gambar 3. 15 Denah Tampak Depan Bracing Eksentris D	53
Gambar 3. 16 Mode 3D Bracing Eksentris D	53
Gambar 3. 17 Denah Penempatan Bracing Eksentris Kombinasi Inverted V dan V	54
Gambar 3. 18 Denah Tampak Depan Bracing Eksentris Inverted V dan Tipe V .	54
Gambar 3. 19 Mode 3D Bracing Eksentris Kombinasi Inverted V dan Tipe V ..	55
Gambar 3. 20 Kotak Define Materials	70
Gambar 3. 21 Input Tipe Material Baja	70
Gambar 3. 22 Input Data Material Baja	71
Gambar 3. 23 Kotak Dialog I/ Wide Flange Sections.....	72
Gambar 3. 24 Kotak Dialog I/ Wide Flange Sections.....	72
Gambar 3. 25 Kotak Dialog I/ Wide Flange Sections.....	73
Gambar 3. 26 Kotak Dialog Area Section	73
Gambar 3. 27 Kotak Dialog Input Shell Section Data.....	74
Gambar 3. 28 Kotak Dialog Input Shell Section Data.....	74

Gambar 3. 29 Input Type Pembebanan (Beban Mati)	75
Gambar 3. 30 Kotak Input Beban Mati untuk Pelat Atap	75
Gambar 3. 31 Kotak Input Beban Mati untuk Pelat Lantai.....	76
Gambar 3. 32 Model Pelat Atap 2D dan 3D	76
Gambar 3. 33 Model Pelat Lantai 2D dan 3D.....	77
Gambar 3. 34 Area Uniform to Frame 3D (Beban Mati Lantai).....	77
Gambar 3. 35 Input Type Pembebanan (Beban Hidup).....	78
Gambar 3. 36 Kotak Dialog Select by Area Sections.....	79
Gambar 3. 37 Kotak Input Beban Hidup Pelat Lantai	79
Gambar 3. 38 Kotak Input Beban Hidup Pelat Atap.....	79
Gambar 3. 39 Beban Hidup Area Uniform (Beban Hidup Lantai).....	80
Gambar 3. 40 Beban Hidup Area Uniform (Beban Hidup atap)	80
Gambar 3. 41 Area Unifrom to Frame 3D (Beban Hidup)	81
Gambar 3. 42 Bracing Eksentris 2D dan 3D arah X-Z Plane.....	82
Gambar 3. 43 bracing eksentris lengkap arah X-Z plane 2D dan 3D	82
Gambar 3. 44 <i>Define Respon Spectrum Function</i>	85
Gambar 3. 45 Menu Response Spectrum IBC 2012	86
Gambar 3. 46 Menu Response Spectrum Function Definition.....	86
Gambar 3. 47 Menu <i>Define Response Spectrum Functions</i>	87
Gambar 3. 48 Kotak Dialog Load Cases Data – Response Spektrum	89
Gambar 3. 49 Kotak Dialog Load Cases Data – Response.....	90
Gambar 3. 50 Kotak Dialog Select by Specifed Coordinated Range	90
Gambar 3. 51 Kotak Dialog Define Constrains	91
Gambar 3. 52 Kotak Dialog diagram constraint	91
Gambar 3. 53 Kotak Dialog Diaphragm Constraint	92
Gambar 3. 54 Menu Define Load Combinations	94
Gambar 3. 55 Menu Load Combinations Data	94
Gambar 3. 56 Kotak Dialog Mass Source.....	95
Gambar 3. 57 Kotak Dialog Mass Source Data	95
Gambar 3. 58 Menu Dialog Select by Specified Coordinate Range.....	96
Gambar 3. 59 Menu Dialog Define Constrains.....	96
Gambar 3. 60 Menu Diaphragm Constraint.....	97
Gambar 3. 61Kotak Dialog Assign Joint Constraints	97

Gambar 3. 62 Menu Define Load Case.....	98
Gambar 3. 63 Menu Load Case Data – Modal Target Dynamic Participation Rations (%) = 100 %	98
Gambar 3. 64 Kotak Load Case to Run	99
Gambar 3. 65 Menu Deformed Shape.....	100
Gambar 3. 66 Kotak Dialog Deformed Shape (MODAL).....	100
Gambar 3. 67 Kotak Dialog Define Load Pattern.....	101
Gambar 3. 68 Menu User Defined Seismic Load Pattern	102
Gambar 3. 69 Kotak Dialog Define Load Pattern.....	102
Gambar 3. 70 Kotak Dialog Choose Tabel for Display	103
Gambar 3. 71 Kotak Dialog Select Load Pattern.....	103
Gambar 3. 72 Kotak Dialog Modal Participating Mass Ratios.....	104
Gambar 3. 73 pilihan menu Choose Table for Display.....	104
Gambar 3. 74 Menu Select Output Cases	105
Gambar 3. 75 Kotak Dialog Base Reacations	105
Gambar 3. 76 Pemilihan Item Output Simpangan Antar Lantai	106
Gambar 3. 77 Kombinasi Pembebanan untuk Simpangan antar Lantai.....	106
Gambar 3. 78 Tabel Output Simpangan Antar Lantai	107
Gambar 3. 79 Kotak Dialog Input Joint Label.....	107
Gambar 3. 80 Bar chart Perbandingan Jumlah Mode Shape (Ta) Terpanjang Pada Model Bangunan yang Ditinjau Terhadap Model Denah Kontrol.....	118
Gambar 3. 81 Bar chart Perbandingan Jumlah Mode Shape (Tb) Terpendek pada Model Bangunan yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol.....	119
Gambar 3. 82 Bar chart Perbandingan Nilai Gaya Gempa Dasar (Fx)pada Model Bangunan yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol	121
Gambar 3. 83 Bar chart Perbandingan Nilai Gaya Gempa Dasar (Fy)pada Model Bangunan yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol	122
Gambar 3. 84 Bar Chart Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai Arah X terbesar pada Model Bangunan yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol..	124
Gambar 3. 85 Bar Chart Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai Arah Y terbesar pada Model Bangunan yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol..	125
Gambar 4. 1 Denah Permodelan MDK Bangunan Lantai 1.....	128
Gambar 4. 2 Denah Permodelan MDK Bangunan Lantai 2 sd 8.....	129

Gambar 4. 3 Denah Permodelan MDK Lantai Atap	129
Gambar 4. 4 Denah Permodelan MDK Portal Arah X.....	130
Gambar 4. 5 Denah Permodelan MDK Portal Arah Y.....	130
Gambar 4. 6 Denah Posisi Penempatan Bracing Eksentris K.....	131
Gambar 4. 7 Denah Tampak Depan Bracing Eksentris K	131
Gambar 4. 8 Denah Posisi Penempatan Bracing Eksentris V Terbalik	132
Gambar 4. 9 Denah Tampak Depan Bracing Eksentris V Terbalik.....	132
Gambar 4. 10 Denah Penempatan Bracing Eksentris D	133
Gambar 4. 11 Denah Tampak Depan Bracing Eksentris D	133
Gambar 4. 12 Denah Penempatan Bracing Eksentris Kombinasi.....	134
Gambar 4. 13 Denah Tampak Depan Bracing Eksentris Inverted V dan Tipe V	134
Gambar 4. 14 Justifikasi Modul Area Load Terbesar	135
Gambar 4. 15 Estimasi Dimensi Balok Bracing Eksentris IV	137
Gambar 4. 16 Estimasi Dimensi Balok Bracing Eksentris IV	138
Gambar 4. 17 Estimasi Dimensi Balok Bracing Eksentris D.....	138
Gambar 4. 18 Estimasi Dimensi Balok Bracing Eksentris IV dan V.....	138
Gambar 4. 19 Modul Pelat Terbesar	139
Gambar 4. 20 Kotak Dialog New Model	143
Gambar 4. 21 Kotak Dialog Define Grid System Data.....	143
Gambar 4. 22 Grup model Struktur 2D dan 3D	144
Gambar 4. 23 Kotak Dialog Define Material.....	144
Gambar 4. 24 Input Tipe Material Baja	145
Gambar 4. 25 Kotak Input Data Material Beton	145
Gambar 4. 26 Kotak Dialog Define Material.....	146
Gambar 4. 27 Kotak Dialog Frame Properties.....	146
Gambar 4. 28 Input Property Profil Baja	147
Gambar 4. 29 Input Dimensi Balok WF 350.175.7.11	147
Gambar 4. 30 Kotak Dialog Frame Properties.....	148
Gambar 4. 31 Frame Properties	148
Gambar 4. 32 Input Dimensi Balok Link WF 350.175.7.11	149
Gambar 4. 33 Kotak Dialog Frame Properties.....	149
Gambar 4. 34 Kotak Dialog Frame Properties.....	150
Gambar 4. 35 Input Dimensi Balok Bracing WF 350.175.7.11.....	151

Gambar 4. 36 Kotak Dialog Frame Properties.....	151
Gambar 4. 37 Model Sistem Bracing Eksentris V 2D dan 3D Arah X-Z Plane .	152
Gambar 4. 38 Model Sistem Bracing Eksentris K 2D dan 3D Arah X-Z Plane .	153
Gambar 4. 39 Model Sistem Bracing Eksentris K 2D dan 3D Arah X-Z Plane .	153
Gambar 4. 40 Model Sistem Bracing Eksentris V Terbalik Dan V 2D Dan 3D Arah X-Z Plane	154
Gambar 4. 41 Frame Properties	154
Gambar 4. 42 Input Dimensi Kolom WF 400.400.18.28.....	155
Gambar 4. 43 Kotak Dialog Frame Properties.....	155
Gambar 4. 44 Kotak Dialog Area Section	156
Gambar 4. 45 Kotak Input Shell Section Data untuk Pelat Lantai.....	157
Gambar 4. 46 Kotak Input Shell Section Data untuk Pelat Atap.....	157
Gambar 4. 47 Kotak Dialog Area Section	158
Gambar 4. 48 Kotak Joint Restraints	158
Gambar 4. 49 Input Beban Mati.....	159
Gambar 4. 50 Input Beban Super Dead Load	160
Gambar 4. 51 Input Beban Super dead load pada model MDK.....	161
Gambar 4. 52 Kotak Input Beban Super Dead Load untuk Pelat Lantai	162
Gambar 4. 53 Kotak Input Beban Super imposed Dead Load untuk Pelat Lantai	163
Gambar 4. 54 Input Beban Super Dead Load Pelat Lantai Pada Model MDK (Model Denah Kontrol).....	164
Gambar 4. 55 Input Beban Hidup	164
Gambar 4. 56 Input Beban Hidup (Live Load)	165
Gambar 4. 57 Kotak Dialog Define Response Spectrum Functions.....	167
Gambar 4. 58 Data Data Perhitungan Respon Spektrum Puskim Kota Malang .	167
Gambar 4. 59 Input Data Response Spectrum dari Data Puskim Kota Malang .	168
Gambar 4. 60 Input Data Grafik Response Spectrum.....	168
Gambar 4. 61 Kotak Dialog Define Load Cases.....	169
Gambar 4. 62 Kotak Input Scale Factor Respon Spektrum arah X	170
Gambar 4. 63 Kotak Input Scale Factor Respon Spektrum Arah Y	170
Gambar 4. 64 Input Tipe Beban Statis	171
Gambar 4. 65 Input Tipe Beban Statis Arah X	172

Gambar 4. 66 Input Tipe beban statis arah Y.....	172
Gambar 4. 67 Kotak Dialog Mass Source.....	174
Gambar 4. 68 Input Data Massa Struktur.....	175
Gambar 4. 69 Kotak Dialog Select by Specified Coordinate Range	176
Gambar 4. 70 Kotak Dialog Define Constrains	176
Gambar 4. 71 Kotak Dialog Assign Joint Constraint.....	177
Gambar 4. 72 Kotak Dialog Define Load Case	177
Gambar 4. 73 Kotak Dialog Load Case Data.....	178
Gambar 4. 74 Kotak Dialog Analysis Options	179
Gambar 4. 75 Pemilihan Analisis Program.....	179
Gambar 4. 76 Pemeriksaan Model Setelah Running	180
Gambar 4. 77 Kotak Dialog Choose Table for Display	181
Gambar 4. 78 Kotak Dialog Element Forces- Frames	181
Gambar 4. 79 Gaya-gaya Dalam Aksial (N), Geser (D) dan Momen (M).....	182
Gambar 4. 80 Kotak Dialog Choose Table for Display	183
Gambar 4. 81 Kotak Dialog Joint Displacement	183
Gambar 4. 82 data-data displacement (perpindahan) nodal.....	184
Gambar 4. 83 Kotak Dialog Choose Table for Display	184
Gambar 4. 84 Kotak Dialog Joint reactions	185
Gambar 4. 85 Output nilai joint Reactions.....	185
Gambar 4. 86 Kotak Dialog Display Frame Forces / Stress	186
Gambar 4. 87 Bidang Aksial (Bidang N) Model Denah Kontrol (MDK)	186
Gambar 4. 88 Kotak Dialog Display Frame Forces / Stress	187
Gambar 4. 89 Bidang D Model Denah Kontrol (MDK)	187
Gambar 4. 90 Kotak Dialog Display Frame Forces / Stress	188
Gambar 4. 91 Bidang M Model Denah Kontrol (MDK)	188
Gambar 4. 92 Kotak Dialog Choose Table for Display	190
Gambar 4. 93 Kotak Dialog Select Output Cases	190
Gambar 4. 94 Periode modal dan Frekuensi Model Denah Kontrol (MDK).....	191
Gambar 4. 95 Periode modal dan Frekuensi Model Bentuk Sistem Eksentris K (MBSBEK).....	192
Gambar 4. 96 Periode modal dan Frekuensi Model Bentuk Sistem Bracing Eksentris IV (MBSBEIV)	193

Gambar 4. 97 Periode modal dan Frekuensi Model Bentuk Sistem Bracing Eksentris D (MBSBED).....	195
Gambar 4. 98 Periode modal dan Frekuensi Model Bentuk Sistem Bracing Eksentris D (MBSBED).....	196
Gambar 4. 99 Kotak Dialog Choose Table for Display.....	197
Gambar 4. 100 Kotak Dialog Select Output Cases.....	198
Gambar 4. 101 Kotak Dialog Masses and Weight.....	198
Gambar 4. 102 Kotak Dialog Choose Table for Display.....	198
Gambar 4. 103 Kotak Dialog Select Output Cases.....	199
Gambar 4. 104 Kotak Dialog Base Reactions.....	199
Gambar 4. 105 Kotak Dialog Masses and Weight.....	200
Gambar 4. 106 Kotak Dialog Base Reactions.....	200
Gambar 4. 107 Kotak Dialog Masses and Weight.....	201
Gambar 4. 108 Kotak Dialog Base Reactions.....	202
Gambar 4. 109 Kotak Dialog Masses and Weight.....	203
Gambar 4. 110 Kotak Dialog Base Reactions.....	203
Gambar 4. 111 Kotak Dialog Masses and Weight.....	204
Gambar 4. 112 Kotak Dialog Base Reactions.....	204
Gambar 4. 113 Kotak Dialog Choose Table for Display.....	205
Gambar 4. 114 Kotak Dialog Participating Mass Rations.....	206
Gambar 4. 115 Kotak Dialog Define Load Patern.....	207
Gambar 4. 116 Kotak Dialog ASCE7-16 seismic Load Patern.....	207
Gambar 4. 117 . Kotak Dialog Choose Table for Display.....	208
Gambar 4. 118 Kotak Dialog Select Output Cases.....	208
Gambar 4. 119 Kotak Dialog Joint Displacement.....	212
Gambar 4.120 Kotak Dialog Select Output Cases.....	212
Gambar 4.121 Kotak Dialog Joint Displacement.....	213
Gambar 4.122 Bar chart Perbandingan Jumlah Mode Shape (Ta) Terpanjang Pada Model Bangunan yang Ditinjau Terhadap Model Denah Kontrol.....	219
Gambar 4. 123 Bar chart Perbandingan Jumlah Mode Shape (Tb) Terpendek pada Model Bangunan yang ditinjau terhadap Model Denah	

Kontrol.....	221
Gambar 4. 124 Bar chart Perbandingan Nilai Gaya Gempa Dasar (F_x) pada Model Bangunan yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol.....	223
Gambar 4. 125 Bar chart Perbandingan Nilai Gaya Gempa Dasar (F_y) pada Model Bangunan yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol.....	225
Gambar 4.126 Bar Chart Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai Arah X terbesar pada Model Bangunan yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol.....	227
Gambar 4.127 Bar Chart Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai Arah Y terbesar pada Model Bangunan yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol.....	229
Gambar 4.128 Wide Flange Shapes.....	232

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Parameter Periode Pendekatan Ct dan X	12
Tabel 2. 2 Nilai koefisien Untuk Batas Atas Cu	13
Tabel 2. 3 Klasifikasi Situs	18
Tabel 2. 4 Koefisien Situs Fa	19
Tabel 2. 5 Koefisien Situs Fv	19
Tabel 2. 6 Input Nilai T0, Ts dan Sa pada Excel	21
Tabel 2. 7 Beban Mati (DL)	24
Tabel 2. 8 Beban Hidup (DL)	27
Tabel 2. 9 Klasifikasi elemen pada batang tekan aksial	38
Tabel 3. 1 Permodelan Struktur	46
Tabel 3. 2 Besar Beban Mati untuk Material dan Komponen Bangunan	70
Tabel 3. 3 Beban Hidup	78
Tabel 3. 4 Input Nilai To, Ta dan Sa pada Excel	85
Tabel 3. 5 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode 1 Detik	87
Tabel 3. 6 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode 1 Detik	88
Tabel 3. 7 Sistem Struktur Berdasarkan Kategori Desain Seismik	88
Tabel 3. 8 Faktor Keutamaan Gempa	88
Tabel 3. 9 Faktor Koefisien Modifikasi Respon	89
Tabel 3. 10 Periode Getaran Struktur Setiap Model	108
Tabel 3. 11 Gaya Gempa Dasar Model Denah Kontrol (MDK)	108
Tabel 3. 12 Gaya Gempa Dasar MBSBEK	109
Tabel 3. 13 Gaya Gempa Dasar MBSBEIV	109
Tabel 3. 14 Gaya Gempa Dasar MBSBED	109
Tabel 3. 15 Gaya Gempa Dasar MBSBEIV dan V	110
Tabel 3. 16 Simpangan antar lantai MDK Gaya Gempa Arah X	111
Tabel 3. 17 Simpangan antar lantai MDK Gaya Gempa Arah Y	112
Tabel 3. 18 Simpangan antar lantai MBSBEK Gaya Gempa Arah X	112
Tabel 3. 19 Simpangan antar lantai MBSBEK Gaya Gempa Arah Y	113
Tabel 3. 20 Simpangan antar lantai MBSBEIV Gaya Gempa Arah X	113

Tabel 3. 21 Simpangan antar lantai MBSBEIV Gaya Gempa Arah Y	114
Tabel 3. 22 Simpangan antar lantai MBSBED Gaya Gempa Arah X.....	114
Tabel 3. 23 Simpangan antar lantai MBSBED Gaya Gempa Arah Y	115
Tabel 3. 24 Simpangan antar lantai MBSBEIVV Gaya Gempa Arah X	115
Tabel 3. 25 Simpangan antar lantai MBSBEIVV Gaya Gempa Arah Y	116
Tabel 3. 26 Presentase Perbedaan Jumlah Mode Shape Terpanjang pada Model yang Ditinjau terhadap Model Denah Kontrol.....	119
Tabel 3. 27 Presentase Perbedaan Jumlah Mode Shape Terpendek pada Model yang Ditinjau terhadap Model Denah Kontrol.....	120
Tabel 3. 28 Presentase Perbedaan Nilai Gaya Gempa Dasar (Fx) pada Model yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol	122
Tabel 3. 29 Presentase Perbedaan Nilai Gaya Gempa Dasar (Fy) pada Model yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol.	123
Tabel 3. 30 Presentase Perbedaan Nilai Simpangan Antar Lantai pada Model yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol	125
Tabel 3. 31 Presentase Perbedaan Nilai Simpangan Antar Lantai pada Model yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol	126
Tabel 4. 1 Panjang Bentang Balok Semua Model.....	135
Tabel 4. 2 Data Berat Beban pada Area Load kolom Terbesar	136
Tabel 4. 3 Perhitungan faktor β	139
Tabel 4. 4 Perhitungan Garis Netral Balok T (Yb) dan Inersia Balok T	139
Tabel 4. 5 Perhitungan Rasio Kekakuan Arah Memanjang (ay) dan Arah Melintang (ax).....	140
Tabel 4. 6 Perhitungan Rasio Kekakuan (a_m) dan Tebal Pelat Minimal (hp min)	140
Tabel 4. 7 Berat Komponen Dead Load ((DL)	141
Tabel 4. 8 Berat Komponen Super Dead Load (SDL).....	141
Tabel 4. 9 Beban Hidup Live Load (Live Load).....	142
Tabel 4. 10 Kombinasi Pembebanan berdasarkan nilai Sds.....	174
Tabel 4. 11 Rasio Partisipasi Massa pada 4 Variasi Bentuk Bracing Eksentris..	206
Tabel 4. 12 Nilai Periode Getaran Struktur pada 4 Variasi Model	210
Tabel 4. 13 Simpangan Antar Lantai Model Denah Kontrol (MDK) Arah X.....	213

Tabel 4. 14 Simpangan Antar Lantai Model Denah Kontrol (MDK) Arah Y.....	214
Tabel 4. 15 Simpangan Antar Lantai Model Bentuk Sistem Bracing Eksentris K (MBSBEK) Arah X.....	215
Tabel 4. 16 Simpangan Antar Lantai Model Bentuk Sistem Bracing Eksentris K (MBSBEK) Arah Y.....	215
Tabel 4. 17 Simpangan Antar Lantai Model Bentuk Sistem Bracing Eksentris IV (MBSBEIV) Arah X	216
Tabel 4. 18 Simpangan Antar Lantai Model Bentuk Sistem Bracing Eksentris IV (MBSBEIV) Arah Y	216
Tabel 4. 19 Simpangan Antar Lantai Model Bentuk Sistem Bracing Eksentris D (MBSBED) Arah X.....	217
Tabel 4. 20 Simpangan Antar Lantai Model Bentuk Sistem Bracing Eksentris D (MBSBED) Arah Y.....	217
Tabel 4. 21 Simpangan Antar Lantai Model Bentuk Sistem Bracing Eksentris IVV (MBSBEIVV) Arah X	218
Tabel 4. 22 Simpangan Antar Lantai Model Bentuk Sistem Bracing Eksentris IVV (MBSBEIVV) Arah Y	218
Tabel 4.23 Presentase Perbedaan Jumlah Mode Shape Terpanjang pada Model yang Ditinjau terhadap Model Denah Kontrol.....	220
Tabel 4. 24 Presentase Perbedaan Jumlah Mode Shape Terpendek pada Model yang Ditinjau terhadap Model Denah Kontrol.....	222
Tabel 4.25 Presentase Perbedaan Nilai Gaya Gempa Dasar (Fx) pada Model yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol.....	224
Tabel 4.26 Presentase Perbedaan Nilai Gaya Gempa Dasar (Fy) pada Model yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol.....	226
Tabel 4.27 Presentase Perbedaan Nilai Simpangan Antar Lantai pada Model yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol.....	228
Tabel 4.28 Presentase Perbedaan Nilai Simpangan Antar Lantai pada Model yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol.....	230
Tabel 4. 29 Hubungan Antara Periode Getaran, Gaya Geser Dasar dan Simpangan Antar Lantai Pada Setiap Model Struktur Gedung.....	231
Tabel 4.30 Momen, Gaya Geser, Gaya Aksial Terbesar untuk Design pada Balok.....	232

Tabel 4.31 Momen,Gaya Geser ,Gaya Aksial Kolom Terbesar untuk Design pada Kolom.....	236
Tabel 4.32 Momen ,Gaya Geser,Gaya Aksial Kolom Terbesar untuk Design pada Balok Bracing.....	240
Tabel 4.33 Momen,Gaya Geser,Gaya Aksial Kolom Terbesar untuk Design pada Balok Link.....	244

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Denah dan Portal.....253