

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

TUGAS AKHIR



OKI SEPTIANINGSIH

19041000117

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

2023

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

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Sipil**



OKI SEPTIANINGSIH

19041000117

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Oki Septianingsih

Nim : 19041000117

Tanda Tangan :



Tanggal : 05 April 2023

HALAMAN PENGESAHAN

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

Dipersiapkan dan disusun oleh :


OKI SEPTIANINGSIH

19041000117

**Telah dipertahankan di Dewan Penguji
Pada 22 Februari 2023**

Susunan Dewan Penguji

Dosen Penguji 1


(Dr. Ninik Catur E.Y., ST., MT.)
NIDN. 0004097002

Dosen Penguji 2


(Ir. Rizki Prasetya, ST., MT., IPM)
NIDN. 0701108802

Dosen Saksi


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

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

Malang, 08 April 2023

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

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

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Bentuk *Bracing* Konsentris Terhadap Periode Getaran, Simpangan Antar Lantai, Gaya Gempa Dasar pada Struktur Gedung Baja Tahan Gempa Menggunakan Analisis Respon Spektrum Sesuai SNI 1726-2019”. Penyusunan 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., IPM 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 Tripriyo Arry Bramantoro, MT., selaku Dosen Pembimbing 1 (satu) yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Doktor. Ninik Catur Endah Yulianti, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing 2 (dua) yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Segenap Dosen, Staff, dan Karyawan Program Studi Teknik Sipil, Universitas Merdeka Malang yang telah membantu penulis selama penulis menuntut ilmu di Universitas Merdeka Malang.
6. Kedua Orang Tua dan seluruh anggota lainnya yang telah memberikan dukungan dari awal proses perkuliahan hingga pada penyusunan Tugas Akhir ini.

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 April 2023

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Oki Septianingsih
NIM : 190410000117
Jenis Tugas Akhir : Struktur

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

PENGARUH BENTUK BRACING KONSENTRIS TERHADAP PERIODE GETARAN, SIMPANGAN ANTAR LANTAI, GAYA GEMPA PADA STRUKTUR GEDUNG BAJA TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN ANALISIS RESPON SPEKTRUM SESUAI 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 : 05 April 2023..

Yang Menyatakan


(Oki Septianingsih)

v

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

Oki Septianingsih

ABSTRAK

Analisis pengaruh bentuk bracing konsentris pada struktur bangunan baja tahan gempa bertujuan untuk menambah kekakuan dan kestabilan struktur pada suatu struktur gedung baja serta berperan menahan gaya vertikal seperti beban gravitasi dan gaya horizontal/gaya lateral seperti beban gempa, sehingga dapat mencegah simpangan berlebih pada stuktur bangunan.

Struktur yang ditinjau adalah gedung baja 8 lantai .Terdapat 4 variasi permodelan struktur yaitu Model Denah Kontrol (MDK), Model bentuk sistem *bracing* konsentris K (MBSBKK), Model bentuk sistem *bracing* konsentris IV (MBSBKIV), Model bentuk sistem *bracing* konsentris D (MBSBKD) dan Model bentuk sistem *bracing* konsentris IVV (MBSBKIVV).Pemodelan struktur dilakukan secara 3D dengan bantuan program SAP2000. Analisis gaya gempa menggunakan analisis dinamis respon spektrum berdasarkan SNI 1726-2019.

Dari hasil analisis dan pembahasan , Model rangka gedung yang direkomendasikan saat terjadi gempa adalah MBSBKK karena lebih dominan terhadap terori gedung tahan gempa. Hasil analisis ini menunjukkan MBSBKK terhadap MDK terjadi penurunan pada periode getaran dengan presentase sebesar 50,3% dan penurunan pada simpangan antar lantai arah X dan Y dengan presentase sebesar 67% dan 72,4%, terjadi kenaikan pada gaya dasar arah X dan Y dengan presentase sebesar 43,1% dan 48,4% terhadap MDK.

Kata kunci: Baja tahan gempa, *bracing* konsentris, periode getaran, simpangan antar lantai, gaya gempa, respon spektrum.

ABSTRACT

Analysis of the effect of concentric bracing on earthquake-resistant steel building structures aims to increase the rigidity and stability of the structure in a steel building and play a role in resisting vertical forces such as gravitational loads and horizontal/lateral forces such as earthquake loads, 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 concentric bracing system shape model (MBSBKK), the IV concentric bracing system shape model (MBSBKIV), the D concentric bracing system shape model (MBSBKD).) and IVV concentric bracing system shape model (MBSBKIVV). Structural modeling was carried out in 3D with the help of the SAP2000 program. Earthquake force analysis uses dynamic spectrum response analysis based on SNI 1726-2019.

From the results of the analysis and discussion, the recommended building frame model when an earthquake occurs is MBSBKK because it is more dominant in the theory of earthquake-resistant buildings. The results of this analysis show that the MBSBKK to MDK decreased in the vibration period with a percentage of 50.3% and a decrease in the floor drift in the X and Y directions with a percentage of 67% and 72.4%, an increase in the base force in the X and Y directions with percentage of 43.1% and 48.4% of the MDK.

Keywords : Earthquake-resistant steel, concentric bracing, vibration period, floor drift, seismic force, spectrum response.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB 1	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II	5
2.1. Penelitian yang Relevan	5
2.1.1. Penelitian Oleh R.O.D Putra, dkk. (2022)	5
2.1.2. Penelitian Oleh M. Wisma dkk (2021)	5
2.2. Konsep Dasar Perencanaan Konstruksi Tahan Gempa	6
2.2.1. Filosofi Bangunan Tahan Gempa	6
2.2.2 Hubungan Gempa Terhadap Respon Dinamis	7
2.2.3 Faktor yang Berpengaruh pada Bangunan Tahan Gempa.....	7
2.3. Kinerja Bangunan Tahan Gempa.....	9
2.3.1. Respon Struktur	9
2.3.2 Periode Fundamental (T).....	10
2.3.3 Simpangan (Displacement)	12
2.3.4 Simpangan Antar Tingkat (Drift Story)	12
2.3.5 Gaya Geser Dasar (V)	14
2.4 Analisis Beban Gempa dengan Respon Spektrum Dinamis.....	15
2.5 Pembebanan Gravitasi	22

2.5.1	Beban Hidup (<i>Live Load</i>).....	23
2.5.2	Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	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	Simtem 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	38
2.7.3	Batang Lentur Aksial	39
BAB III	41
3.1.	Kriteria Desain.....	41
3.1.1	Data Umum	41
3.1.2	Mutu Baja Profil.....	41
3.2.	Prosedur Analisis.....	42
3.3.	Penentuan Variasi Struktur.....	44
3.4.	Perencanaan Estimasi Dimensi Struktur	56
3.4.1	Estimasi Dimensi Balok.....	56
3.4.2	Estimasi Dimensi Kolom	60
3.4.3	Estimasi Dimensi Bracing.....	63
3.5.	Pembebanan Pada Struktur.....	64
3.5.1	Beban Gravitasi.....	64
3.5.2	Beban Gempa.....	79
3.5.3	Kombinasi Pembebanan.....	88
3.6.	Analisis Struktur Dinamik pada SAP2000 V.20	90
3.6.1	Penentuan Massa Struktur dan Diafragma.....	90
3.6.3	Analisis Struktur Dinamik pada SAP2000	95
3.6.4	Periode Getaran	96
3.6.5	Rasio Partisipasi Massa	99
3.6.6	Gaya Gempa Dasar.....	100
3.6.7	Simpangan Antar Lantai (<i>Drift Story</i>).....	102
3.7.	Hasil Analisis.....	105
3.7.1	Periode Getaran (T).....	105

3.7.2	Gaya Gempa Dasar	105
3.7.3	Simpangan Antar Lantai (<i>Drift Story</i>).....	108
3.8.	Pembahasan Hasil Analisis.....	115
3.8.1	Perbandingan Nilai Periode Getar MBSBKK, MBSBKIV, MBSBKD, dan MBSBKIVV Terhadap Bangunan Kontrol MDK	115
3.8.2	Perbandingan Gaya Gempa Dasar (Fx dan Fy) MBSBKK, MBSBKIV, MBSBKD, MBSBKIVV Terhadap, Bangunan, Kontrol MDK.....	118
3.8.3	Perbandingan Nilai drift Story MBSBKK, MBSBKIV, MBSBKD, MBSBKIVV.....	120
BAB IV	124
4.1	Permodelan Struktur.....	124
4.1.1	Data Permodelan	124
4.1.2	Variasi Permodelan	125
4.2	Perhitungan Estimasi Dimensi Balok, Kolom, dan Pelat	132
4.2.1	Estimasi Dimensi Balok.....	132
4.2.2	Estimasi Dimensi Kolom	132
4.2.3	Estimasi Dimensi Balok Bracing	134
4.2.4	Perhitungan Komponen Struktur	136
4.2.5	Estimasi Dimensi Pelat	145
4.3	Pembebanan pada Struktur	147
4.3.1	Beban Gravitasi.....	147
4.3.2	Beban Gempa (E).....	148
4.4	Pemodelan Struktur Menggunakan Progam SAP 2000.....	148
4.4.1	Penggambaran Model Struktur	148
4.4.2	Definisi Material Properti	150
4.4.3	Definisi Dimensi Penampang Balok, Kolom dan Pelat	152
4.4.4	Definisi Tumpuan	160
4.4.5	Pemodelan Sistem <i>Bracing</i> Konesentris	160
4.4.6	Input Pembebanan Struktur.....	163
4.4.7	Kombinasi Pembebanan.....	176
4.4.8	Penentuan Massa Struktur dan Diafragma.....	178
4.4.9	Analisa Modal	181
4.4.10	Analisa Struktur Tahap 1	182
4.4.11	Pemeriksaan Hasil Analisa Tahap 1	183
4.4.12	Output Analisis Struktur.....	184

4.5	Kontrol Analisis Terhadap Permodelan Struktur (SNI 1726-2019).....	194
4.5.1	Periode Getar Struktur	194
4.5.2	Gaya Geser Dasar.....	200
4.5.3	Rasio Partisipasi Masa	207
4.5.4	Analisa Struktur Tahap 2	208
4.5.5	Periode Getaran (T) berdasarkan SNI 1726-2019.....	209
4.5.6	Evaluasi Kinerja Struktur Baja <i>Bracing</i> Konsentris	213
4.5.7	Simpangan Antar lantai.....	214
4.6	Pembahasan Dan Hasil Analisis	221
4.6.1	Perbandingan Nilai Periode Getar MDVH, MDVL dan MDVU Terhadap Bangunan Kontrol.....	221
4.6.2	Perbandingan Gaya Geser Dasar (Fx dan Fy) MDVH, MDVL dan MDVU terhadap bangunan kontrol MDK	224
4.6.3	Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai (<i>Drift Story</i>) MBSBKK, MBSBKD dan MBSBIV, MBSBKIVV terhadap bangunan kontrol MDK	228
4.6.4	Hubungan Antara Periode Getaran, Gaya Geser Dasar dan Simpangan Antar Lantai Pada Setiap Model Struktur Gedung	231
BAB V	233
5.1	Kesimpulan.....	233
5.2	Saran.....	234
DAFTAR PUSTAKA	235

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Level Kerusakan Bangunan Akibat Gempa.....	7
Gambar 2.2 Penentuan Simpangan Antar Tingkat	13
Gambar 2.3 Parameter Percepatan Respon Spektrum Terpusat Periode Pendek (S _s)....	16
Gambar 2.4 Parameter Percepatan Respon Spektrum Terpusat Periode 1 Detik (S ₁) ...	16
Gambar 2.5 Peta Transisi Periode Panjang.....	16
Gambar 2.6 Spektrum respon Desain	20
Gambar 2.7 Menu Define Response Spectrum Functions	21
Gambar 2.8 Menu Define Response Spectrum IBC 2012	21
Gambar 2.9 Menu Response Spectrum Function Definition	22
Gambar 2.10 Menu Define Response Spectrum Functions	22
Gambar 2.11 Input Tipe Pembebanan	24
Gambar 2.12 Kotak Dialog Select by Area Seactions	24
Gambar 2.13 Kotak Input Beban Hidup (LL) untuk Pelat Lantai.....	25
Gambar 2.14 Kotak Dialog Select by Area Sections.....	26
Gambar 2.15 Kotak Input Beban Hidup (LL) untuk Pelat Atap.....	26
Gambar 2.16 Contoh Distribusi Beban Hidup (LL) Pada Model 3 Lantai; (a) Tampak 3 Dimensi, (b) Tampak Sumbu XY Struktur Lantai Atap.....	27
Gambar 2.17 Input Tipe Pembebanan Pelat Lantai (Beban Mati).....	28
Gambar 2.18 Input Tipe Pembebanan Pelat Atap (Beban Mati)	28
Gambar 2.19 Input Tipe Pembebanan (Beban Mati)	29
Gambar 2.20 Kotak Input Beban Mati untuk Pelat Lantai	29
Gambar 2.21 Gambar Area Uniform to Frame 3 Dimensi	30
Gambar 2.22 Input Tipe Pembebanan Super Dead Load	30
Gambar 2.23 Kotak Input Beban Super Dead Frame Load.....	31
Gambar 2.24 Gambar Area Uniform to Frame 3 Dimensi	31
Gambar 2.25 Sistem Rangka Pemikul Momen.....	33
Gambar 2.26 Tipe Bracing Konsentris	34
Gambar 2.27 Sistem Bracing X-2 Lantai 1.....	35
Gambar 2.28 Tipikal Bentuk Rangka Bresing Eksentrik (Tsai dkk., 2001).....	36
Gambar 2.29 Fenomena buckling pada kolom baja.....	39
Gambar 2.30 Konsep panjang efektif dan daya dukung kolom.....	39
Gambar 2.31 Rangka tidak bergoyang	Gambar 2.32 Rangka Bergoyang..... 40

Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	43
Gambar 3.2 Denah Pemodelan MDK Bangunan Lantai 1	45
Gambar 3.3 Denah Pemodelan MDK Bangunan Lantai 2.....	45
Gambar 3.4 Denah Pemodelan MDK Atap	46
Gambar 3.5 Portal Pomedalan MDK arah X	46
Gambar 3.6 Portal Pemodelan MDK arah Y	47
Gambar 3.7 Model Bangunan MDK (KONTROL).....	47
Gambar 3.8 Denah Penempatan Bracing 4 sisi- 4 sudut- tengah Lantai 1-7.....	48
Gambar 3.9 Denah Pempatan Bracing 4 sisi – 4 Sudut – Tengah Lantai 8.....	49
Gambar 3.10 Portal Tampak depan bracing kosentris tipe K	49
Gambar 3.11 Model 3D bracing Kosentris tipe K.....	50
Gambar 3.12 Denah posisi petempatan bracing kosentris tipe V terbalik lantai 1-7....	50
Gambar 3.13 Denah posisi petempatan bracing kosentris tipe V terbalik lantai 8.....	51
Gambar 3.14 Portal Tampak Depan Bracing Kosentris Tipe V Terbalik.....	51
Gambar 3.15 Model 3D Bracing Kosentris Tipe V Terbalik.....	52
Gambar 3.16 Denah Penempatan Bracing kosentris Tipe D Lantai 1-7.....	52
Gambar 3.17 Denah Penempatan Bracing Kosentris Tipe D Lantai 8	53
Gambar 3. 18 Portal Tampak Depan Bracing Kosentris Tipe D	53
Gambar 3.19 Model 3D Bracing Kosentris Tipe D	54
Gambar 3.20 Denah Penempatan Bracing Kosentris Kombinasi Tipe Inverted V dan V Lantai 1-7.....	54
Gambar 3.21 Denah Penempatan Bracing Kosentris Kombinasi Tipe Inverted V dan V Lantai 8	55
Gambar 3.22 Portal Tampak Depan Bracing Kosentris Kombinasi Tipe Inverted V dan V	55
Gambar 3.23 Model 3D Bracing Kosentris Kombinasi Tipe Inveted V dan V.....	56
Gambar 3.24 Menu define materials.....	65
Gambar 3.25 Input Tipe Material Baja.....	66
Gambar 3.26 Input data material baja.....	66
Gambar 3.27 Kotak Dialog I/ Wide Flange Sections	67
Gambar 3.28 Kotak Dialog I/Wide Flange Sections	67
Gambar 3.29 Kotak Dialog I/Wide Flange Sections	68
Gambar 3.30 Kotak Dialog Area Sections.....	68

Gambar 3.31 Kotak Dialog Input Shell Section Data.....	69
Gambar 3.32 Kotak Dialog Input Shell Section Data.....	69
Gambar 3.33 Input Type Pembebanan (Beban Mati)	70
Gambar 3.34 Kotak Input Beban Mati untuk Pelat Atap.....	70
Gambar 3.35 Kotak Input Beban Mati untuk Pelat Lantai	71
Gambar 3.36 Model Plat Atap 2D dan 3D.....	71
Gambar 3.37 Model Plat Lantai 2D dan 3D	72
Gambar 3.38 Area Uniform to Frame 3D (Beban Mati Lantai)	72
Gambar 3.39 Input Type Pembebanan (Beban Hidup).....	73
Gambar 3.40 Kotak Dialog Select by Area Sections	74
Gambar 3.41 Kotak Input Beban Hidup Pelat Lantai	74
Gambar 3.42 Kotak Input Beban Hidup Pelat Atap	75
Gambar 3.43 Beban Hidup Area Uniform (Beban Hidup Lantai).....	76
Gambar 3.44 Beban Hidup Area Uniform (Beban Hidup atap)	76
Gambar 3.45 Area Uniform to Frame 3D (Beban Hidup).....	77
Gambar 3.46 Bracing Eksentris 2D dan 3D arah X-Z Plane	78
Gambar 3.47 bracing eksentris lengkap arah X-Z plane 2D dan 3D.....	78
Gambar 3.48 Define Respon Spectrum Function	81
Gambar 3.49 Menu Response Spectrum IBC 2012	82
Gambar 3.50 Menu Response Spectrum Function Definition.....	82
Gambar 3.51 Menu Define Response Spectrum Functions	83
Gambar 3.52 Kotak Dialog Load Cases Data – Response Spectrum	85
Gambar 3.53 Kotak Dialog Load Cases Data – Response.....	85
Gambar 3.54 Kotak Dialog Select by Specifed Coordinated Range	86
Gambar 3.55 Kotak Dialog Define Constrains	86
Gambar 3.56 Kotak Dialog Diaphragm Constraint	87
Gambar 3.57 Kotak Dialog Diaphragm Constraint	87
Gambar 3.58 Menu Define Load Combinations.....	89
Gambar 3.59 Menu Load Combinations Data	90
Gambar 3.60 Kotak Dialog Mass Source	91
Gambar 3.61 Kotak menu Mass Source Data.....	91
Gambar 3.62 Menu Dialog Select by Specified Coordinate Range.....	92
Gambar 3.63 Menu Dialog Define Constrains	92

Gambar 3.64 Menu Diagram Constraint.....	93
Gambar 3.65 Kotak Dialog Assign Joint Constraints.....	93
Gambar 3.66 Menu Define Load Case	94
Gambar 3.67 Menu Load Case Data – Modal Target Dynamic articpation Rations (%) = 100 %	95
Gambar 3.68 Kotak Load Case to Run	95
Gambar 3.69 Menu Deformed Shape	96
Gambar 3.70 Kotak Dialog Deformed Shape (MODAL).....	97
Gambar 3.71 Kotak Dialog Define Load Pattern.....	98
Gambar 3.72 Menu User Defined Seismic Load Pattern.....	98
Gambar 3.73 Kotak Dialog Define Load Pattern.....	98
Gambar 3.74 Kotak Dialog Choose Tabel for Display	99
Gambar 3.75 Kotak Dialog Select Load Pattern.....	100
Gambar 3.76 Kotak Dialog Modal Participating Mass Ratios.....	100
Gambar 3.77 pilihan menu Choose Table for Display.....	101
Gambar 3.78 Menu Select Output Cases	101
Gambar 3.79 Menu Dialog Base Reacations	102
Gambar 3.80 Pemilihan Item Output Simpangan Antar Lantai.....	103
Gambar 3.81 Pemilihan Kombinasi Pembebanan untuk Simpangan antar Lantai	103
Gambar 3.82 Tabel Output Simpangan Antar Lantai	104
Gambar 3.83 Kotak Dialog Input Joint Label.....	104
Gambar 3.84 Bar chart Perbandingan Jumlah Mode Shape (Ta) Terpanjang Pada Model Bangunan yang Ditinjau Terhadap Model Denah Kontrol	115
Gambar 3.85 Bar chart Perbandingan Jumlah Mode Shape (Tb) Terpendek pada Model Bangunan yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol.....	117
Gambar 3.86 Bar chart Perbandingan Nilai Gaya Gempa Dasar (Fx) pada Model Bangunan yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol	118
Gambar 3.87 Bar chart Perbandingan Nilai Gaya Gempa Dasar (Fy) pada Model Bangunan yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol	119
Gambar 3.88 Bar Chart Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai Arah X.....	121
Gambar 3.89 Bar Chart Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai Arah Y terbesar pada Model Bangunan yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol	122
Gambar 4. 1 Denah Permodelan MDK Bangunan Lantai 1	125

Gambar 4. 2 Denah Permodelan MDK Bangunan Lantai 2 sd 8.....	126
Gambar 4. 3 Denah Permodelan MDK Lantai Atap.....	126
Gambar4. 4 Denah Permodelan MDK Portal Arah X	127
Gambar 4. 5 Denah Permodelan MDK Portal Arah Y	127
Gambar 4. 6 Denah Posisi Penempatan Bracing Konsentris K	128
Gambar 4. 7 Denah Tampak Depan Bracing Konsentris K.....	128
Gambar 4. 8 Denah Posisi Penempatan Bracing Konsentris V Terbalik.....	129
Gambar 4. 9 Denah Tampak Depan Bracing Konsentris V Terbalik	129
Gambar 4. 10 Denah Penempatan Bracing Konsentris D.....	130
Gambar 4. 11 Denah Tampak Depan Bracing Konsentris D.....	130
Gambar 4. 12 Denah Penempatan Bracing Konsentris Kombinasi Inverted V dan V	131
Gambar 4. 13 Denah Tampak Depan Bracing Konsentris Inverted V dan Tipe V	131
Gambar 4. 14 Justifikasi Modul Area Load Terbesar.....	132
Gambar 4. 15 Estimasi Dimensi Profil MBSBKIV	134
Gambar 4. 16 Estimasi Dimensi Profil MBSBKK	135
Gambar 4. 17 Estimasi Dimensi Profil MBSBKD	135
Gambar 4. 18 Estimasi Dimensi Profil MBSBKIVV	135
Gambar 4. 19 Wide Flange Shapes.....	136
Gambar 4. 20 Justifikasi Modul Pelat Area Load Terbesar.....	145
Gambar 4. 21 Kotak Dialog New Model.....	149
Gambar 4. 22 Kotak Dialog Define Grid System Data.....	149
Gambar 4. 23 Tampilan Grid Permodelan Struktur 2D dan 3D	150
Gambar 4. 24 Kotak Dialog Define Material.....	150
Gambar 4. 25 Input Tipe Material Baja	151
Gambar 4. 26 Kotak Input Data Material Beton.....	151
Gambar 4. 27 Kotak Dialog Define Material.....	152
Gambar 4. 28 Kotak Dialog Frame Properties.....	152
Gambar4. 29 Input Property Profil Baja.....	153
Gambar 4. 30 Input Dimensi Balok WF 350.175.7.11	153
Gambar 4. 31 Kotak Dialog Frame Properties.....	154
Gambar 4. 32 Kotak Dialog	155
Gambar 4. 33 Input Dimensi Balok Bracing WF 350.175.7.11	155
Gambar 4. 34 Kotak Dialog Frame Properties.....	156

Gambar 4. 35 Frame Properties	156
Gambar 4. 36 Input Dimensi Kolom WF 400.400.30.50.....	157
Gambar 4. 37 Kotak Dialog Frame Properties.....	157
Gambar 4. 38 Kotak Dialog Area Section	158
Gambar 4. 39 Kotak Input Shell Section Data untuk Pelat Lantai	159
Gambar 4. 40 Kotak Input Shell Section Data untuk Pelat Atap.....	159
Gambar 4. 41 Kotak Dialog Area Section	160
Gambar 4. 42 Kotak Joint Restraints	160
Gambar 4. 43 Model bentuk sistem bracing Konsentris V 2D dan 3D arah X-Z Plane	161
Gambar 4. 44 Model bentuk sistem bracing Konsentris K 2D dan 3D arah X-Z Plane	162
Gambar 4. 45 Model bentuk sistem bracing Konsentris K 2D dan 3D arah X-Z Plane	162
Gambar 4. 46 Model bentuk sistem bracing Konsentris v terbalik dan v 2D dan 3D arah X-Z Plane	162
Gambar 4. 47 Input Beban Mati	163
Gambar 4. 48 Input Beban Super Dead Load	164
Gambar 4. 49 Input Beban Super Dead Load Pada Denah Kontrol (MDK)	165
Gambar 4. 50 Kotak Input Super Dead Load untuk Pelat Lantai	166
Gambar 4. 51 Kotak Input Beban Mati tambahan untuk Pelat Lantai.....	167
Gambar 4. 52 Input Beban Mati (Dead Load) Pada Model Denah Kontrol	167
Gambar 4. 53 Input Beban Hidup	168
Gambar 4. 54 Input Beban Hidup (Live Load) Model Denah Kontrol (MDK).....	169
Gambar 4. 55 Kotak Dialog Define Response Spectrum Functions.....	170
Gambar 4. 56 data Hasil Pengimputan Aplikasi Desain Spetra Puskim Kota Malang.	171
Gambar 4. 57 Input Data Response Spectrum Dari Aplikasi Desain Spektra Puskim Kedalam SAP2000.....	171
Gambar 4. 58 Input Data Grafik Response Spectrum.....	172
Gambar 4. 59 Kotak Dialog Define Load Cases.....	172
Gambar 4. 60 Kotak Input Scale Factor Respon Spektrum arah X	173
Gambar 4. 61 Kotak Input Scale Factor Respon Spektrum arah Y	174
Gambar 4. 62 Input Tipe beban statis	174
Gambar 4. 63 Input Tipe Beban Statis Arah X.....	175

Gambar 4. 64 Input Tipe Beban Statis Arah Y	176
Gambar 4. 65 Kotak Dialog Mass Source	178
Gambar 4. 66 Input Data Massa Struktur	179
Gambar 4. 67 Kotak Dialog Select by Specified Coordinate Range	180
Gambar 4. 68 Kotak Dialog Define Constrains	180
Gambar 4. 69 Kotak Dialog Assign Joint Constraint	181
Gambar 4. 70 Kotak Dialog Define Load Case	181
Gambar 4. 71 Kotak Dialog Load Case Data	182
Gambar 4. 72 Pemilihan DOF untuk Analisis 3D	183
Gambar 4. 73 Pemilihan Analisis Program.....	183
Gambar 4. 74 Analysis Complete Model Denah Kontrol (MDK).....	184
Gambar 4. 75 Kontak Dialog Choose Tables For Display	185
Gambar 4. 76 Kotak Element Forces-Frames Model DenahKontrol (MDK)	185
Gambar 4. 77 Konversi Element Forces-Freames Dari SAP ke Excel Model Denah Kontrol (MDK)	186
Gambar 4. 78 Dialog Choose Tables For Display	186
Gambar 4. 79 Kotak Joint Displacements Model Denah Kontrol (MDK)	187
Gambar 4. 80 Konversi Joint Displacements Dari SAP ke Excel Model Denah Kontrol (MDK).....	187
Gambar 4. 81 Dialog Choose Tables For Display	188
Gambar 4. 82 Dialog Joint Reactions	188
Gambar 4. 83 Konversi Joint Reactions Dari SAP ke Excel Model Denah Kontrol (MDK).....	189
Gambar 4. 84 Dialog Display Frame Forces/Streses	190
Gambar 4. 85 Bidang-N Model Denah Kontrol (MDK).....	190
Gambar 4. 86 Dialog Display Frame Forces/Streses	191
Gambar 4. 87 Bidang-D Model Denah Kontrol (MDK).....	191
Gambar 4. 88 Dialog Display Frame Forces/Streses	192
Gambar 4. 89 Bidang-M Model Denah Kontrol (MDK).....	192
Gambar 4. 90 Dialog Display Deformed Shape	193
Gambar 4. 91 Deformasi Model Denah Kontrol (MDK)	193
Gambar 4. 92 Kotak Dialog Choose Table For Display	195
Gambar 4. 93 Modal Period and Frequencies Model Denah Kontrol (MDK)	195

Gambar 4. 94 Modal Periode dan Frequencies Model Bentuk Sistem Konsentris K (MBSBEK)	196
Gambar 4. 95 Modal Periode dan Frequencies Model Bentuk Sistem Bracing Konsentris IV (MBSBKIV)	197
Gambar 4. 96 Modal Periode dan Frequencies Model Bentuk Sistem Bracing Konsentris D (MBSBKD)	198
Gambar 4. 97 Modal Periode dan Frequencies Model Bentuk Sistem Bracing Konsentris IVV (MBSBKIVV).....	199
Gambar 4. 98 Kotak Dialog Choose Table for Display	200
Gambar 4. 99 Kotak Dialog Masses and Weight.....	201
Gambar 4. 100 Kotak Select Ouput Cases	201
Gambar 4. 101 Kotak Dialog Choose Table for Display	201
Gambar 4. 102 Kotak Dialog Base Reactions	202
Gambar 4. 103 Kotak Dialog Masses and Weight.....	203
Gambar 4. 104 Kotak Dialog Base Reactions	203
Gambar 4. 105 Kotak Dialog Masses and Weight.....	204
Gambar 4. 106 Kotak Dialog Base Reactions	204
Gambar 4. 107 Kotak Dialog Masses and Weight.....	205
Gambar 4. 108 Kotak Dialog Base Reactions	205
Gambar 4. 109 Kotak Dialog Masses and Weight.....	206
Gambar 4. 110 Kotak Dialog Base Reactions	206
Gambar 4. 111 Kotak Dialog Choose Table for Display	207
Gambar 4. 112 Kotak Dialog Participating Mass Rations.....	208
Gambar 4. 113 Kotak Dialog Define Load Patterns	209
Gambar 4. 114 . Kotak dialog ASCE 7-16 Seismic Load Pattern pada Arah X Model Denah Kontrol (MDK).....	210
Gambar 4. 115 Kotak Dialog Define Load Patterns	210
Gambar 4. 116. Kotak dialog ASCE 7-16 Seismic Load Pattern pada Arah Y Model Denah Kontrol (MDK).....	211
Gambar 4. 117 Kotak Dialog Define Load Patterns	211
Gambar 4. 118 . Kotak dialog ASCE 7-16 Seismic Load Pattern pada Arah X Model Denah Kontrol (MDK).....	212
Gambar 4. 119 Kotak Dialog Define Load Patterns	212

Gambar 4. 120 . Kotak dialog ASCE 7-16 Seismic Load Pattern pada Arah Y Model Denah Kontrol (MDK).....	213
Gambar 4. 121 Kotak Dialog Joint Displacements.....	214
Gambar 4. 122 Bar Chart Perbandingan Jumlah Mode Shape(T_a) Terpanjang Pada 4 Variasi Model.....	221
Gambar 4. 123 Bar Chart Perbandingan Jumlah Mode Shape (T_b)Terpendek pada 5 Variasi Model.....	223
Gambar 4. 124 Bar Chart Perbandingan Nilai Gaya Geser Dasar (F_y) Pada 4 Variasi Model	225
Gambar 4. 125 Bar Chart Perbandingan Nilai Gaya Geser Dasar (F_y) Pada 4 Variasi Model	226
Gambar 4. 126 Bar Chart Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai (ΔX)Pada 4 Variasi Model.....	228
Gambar 4. 127 Bar Chart Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai(ΔY) Pada 4 Variasi Model.....	230

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan X	11
Tabel 2. 2 Nilai koefisien Untuk Batas Atas C_u	12
Tabel 2. 3 Klasifikasi Situs	17
Tabel 2.4 Koefisien Situs F_a	18
Tabel 2.5 Koefisien F_v	19
Tabel 2. 6 Input Nilai T_0 , T_s dan S_a pada Excel.....	20
Tabel 2. 7 Beban Hidup (Live Load)pada Lantai Gedung	23
Tabel 2. 8 Beban Mati (Dead Load) Pada Gedung	27
Tabel 2. 9 Klasifikasi elemen pada batang tekan aksial	38
Tabel 2. 10 Panduan nilai K (faktor panjang efektif).....	40
Tabel 3. 1Pemodelan Struktur	44
Tabel 3. 2 Besar Beban Mati untuk Material dan Komponen Bangunan	65
Tabel 3. 3 Beban Hidup.....	73
Tabel 3. 4 Input Nilai T_0 , T_a dan S_a pada Excel	81
Tabel 3. 5 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode Pendek:.....	83
Tabel 3. 6 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode 1	83
Tabel 3. 7 Sistem Struktur Berdasarkan Kategori Desain Seismik	84
Tabel 3. 8 Faktor Keutamaan Gempa	84
Tabel 3. 9 Faktor Koefisien Modifikasi Respon	84
Tabel 3. 10 Periode Getaran Struktur Setiap Model.....	105
Tabel 3. 11 Gaya Gempa Dasar Model Denah Kontrol (MDK).....	105
Tabel 3. 12 Gaya Gempa Dasar MBSBKK.....	106
Tabel 3. 13 Gaya Gempa Dasar MBSBKIV	106
Tabel 3. 14 Gaya Grmpa Dasar Model Denah Void	106
Tabel 3. 15 Gaya Gempa Dasar MBSBKIV dan V	107
Tabel 3. 16 Simpangan antar lantai MDK Gaya Gempa Arah X	108
Tabel 3. 17 Simpangan antar lantai MDK Gaya Gempa Arah Y	109
Tabel 3. 18 Simpangan antar lantai MBSBKK Gaya Gempa Arah X	109
Tabel 3. 19 Simpangan antar lantai MBSBKK Gaya Gempa Arah Y	110
Tabel 3. 20 Simpangan antar lantai MBSBKIV Gaya Gempa Arah X	110
Tabel 3. 21 Simpangan antar lantai MBSBKIV Gaya Gempa Arah Y	111

Tabel 3. 22 Simpangan antar lantai MBSBKD Gaya Gempa Arah X.....	111
Tabel 3. 23 Simpangan antar lantai MBSBKD Gaya Gempa Arah Y.....	112
Tabel 3. 24 Simpangan antar lantai MBSBKIVV Gaya Gempa Arah X.....	112
SimTabel 3. 25 pangan antar lantai MBSBKIVV Gaya Gempa Arah Y.....	113
Tabel 3. 26 Presentase Perbedaan Jumlah Mode Shape Terpanjang padaModel yang Ditinjau terhadap Model Denah Kontrol	116
Tabel 3. 27 Presentase Perbedaan Jumlah Mode Shape Terpendek pada Model yang Ditinjau terhadap Model Denah Kontrol	118
Tabel 3. 28 Presentase Nilai Gaya Gempa Dasar Arah X.....	119
Tabel 3. 29 Presentase Nilai Gaya Gempa Dsar Arah Y.....	120
Tabel 3. 30 Presentase Perbedaan Nilai Simpangan Antar Lantai padaModel yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol	122
Tabel 3. 31 Presentase Perbedaan Nilai Simpangan Antar Lantai padaModel yang ditinjau terhadap Model Denah Kontrol	123
Tabel 4. 1 Panjang Bentang Balok Semua Model	132
Tabel 4. 2 Data Berat Beban pada Area Load Kolom Terbesar	133
Tabel 4.3 Momen dan Gaya Aksial Kolom Kolom Terbesar Pada Kolom	136
Tabel 4.4 Momen dan Gaya Aksial Kolom Kolom Terbesar Pada Kolom	139
Tabel 4.5 Momen dan Gaya Aksial Kolom Kolom Terbesar Pada Kolom	143
Tabel 4. 6 Perhitungan faktor β	145
Tabel 4. 7 Perhitungan Garis Netral Balok T (Y_b) dan Inersia Balok T	146
Tabel 4. 8 Perhitungan Rasio Kekakuan Arah Memanjang (a_y) dan Arah Melintang (a_x)	146
Tabel 4. 9 Perhitungan Rasio Kekakuan (a_m) dan Tebal Pelat Minimal (h_p min).....	146
Tabel 4. 10 Berat Beban Mati (DL)	147
Tabel 4. 11 Berat Beban Mati Tambahan (SDL).....	147
Tabel 4. 12 Berat Beban Hidup (LL)	148
Tabel 4. 13Kombinasi Pembebanan berdasarkan nilai Sds	178
Tabel 4. 14 Rasio Partisipasi Massa Pada 4 Variasi Bentuk Bracing.....	208
Tabel 4. 15 Nilai Periode Getaran Struktur pada 4 Variasi Model	213
Tabel 4. 16 Simpangan Antar Lantai Model Denah Kontrol (MDK) Arah X.....	215
Tabel 4. 17 Simpangan Antar Lantai Model Denah Kontrol (MDK) Arah Y.....	215
Tabel 4. 18 Simpangan Antar Lantai Model Bentuk Sistem Bracing Konsentris K (MBSBKK) Arah.....	216

Tabel 4. 19 Simpangan Antar Lantai Model Bentuk Sistem Bracing Konsentris K (MBSBK K) Arah Y	217
Tabel 4. 20 Simpangan Antar Lantai Model Bentuk Sistem Bracing Konsentris IV (MBSBKIV) Arah X.....	217
Tabel 4. 21 Simpangan Antar Lantai Model Bentuk Sistem Bracing Konsentris IV (MBSBKIV) Arah Y	218
Tabel 4. 22 Simpangan Antar Lantai Model Bentuk Sistem Bracing Konsentris D (MBSBKD) Arah X	218
Tabel 4. 23 Simpangan Antar Lantai Model Bentuk Sistem Bracing Konsentris D (MBSBKD) Arah Y	219
Tabel 4. 24 Simpangan Antar Lantai Model Bentuk Sistem Bracing Konsentris V (MBSBKIVV) Arah X.....	219
Tabel 4. 25 Simpangan Antar Lantai Model Bentuk Sistem Bracing Konsentris IVV (MBSBKIVV) Arah Y	220
Tabel 4. 26 Presentase Perbedaan Jumlah Mode Shape Terpanjang Pada 4 Variasi Model.....	222
Tabel 4. 27 Presentase Perbedaan Jumlah Mode Shape Terpanjang Pada 4 Variasi Model	223
Tabel 4. 28 Presentase Perbedaan Nilai Gaya Geser Dasar (F_x) Pada 4 Variasi Model	225
Tabel 4. 29 Presentase Perbedaan Nilai Gaya Geser Dasar (F_y) Pada 5 Variasi Model	227
Tabel 4. 30 Presentase Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai arah X Pada 4 Variasi Model.....	229
Tabel 4. 31 Presentase Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai arah Y Pada 4 Variasi Model.....	230
Tabel 4. 32 Hubungan Antara Periode Getaran, Gaya Geser Dasar dan Simpangan Antar Lantai Pada Setiap Model Struktur Gedung	231

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Denah dan Portal.....236