

**PENGARUH KETIDAKBERATURAN MASSA PADA BANGUNAN
DENGAN *CORE WALL* TERHADAP KINERJA STRUKTUR
BERDASARKAN SNI 1726-2019**

TUGAS AKHIR



**DISUSUN OLEH:
AXEL MULADI BANDU
NIM: 18041000105**

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

2022

**PENGARUH KETIDAKBERATURAN MASSA PADA
BANGUNAN DENGAN *CORE WALL* TERHADAP KINERJA
STRUKTUR BERDASARKAN SNI 1726-2019**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana**



**AXEL MULADI BANDU
NIM: 18041000105**

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

2022

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : AXEL MULADI BANDU

NIM : 18041000105

Tanda Tangan :



Tanggal : 05 Oktober 2022

HALAMAN PENGESAHAN

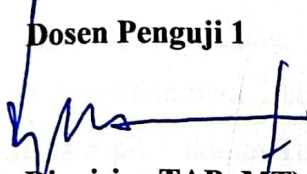
PENGARUH KETIDAKBERATURAN MASSA PADA BANGUNAN DENGAN CORE WALL TERHADAP KINERJA STRUKTUR BERDASARKAN SNI 1726-2019

Dipersiapkan dan disusun oleh
AXEL MULADI BANDU
18041000105

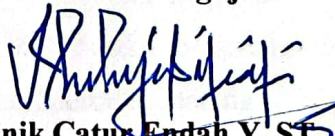
Telah dipertahankan di Dewan Penguji
Pada Jumat, 12 Agustus 2022

Susunan Dewan Penguji


Dosen Penguji 1


(Ir. Dionisius TAB, MT)
NIDN. 0711066501

Dosen Penguji 2


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

Dosen Saksi


(Adi Sunarwan, ST., MT.)
NIDN. 0002085902

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

Malang, 05 Oktober 2022



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

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

UCAPAN TERIMA KASIH

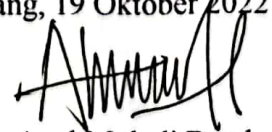
Puji syukur atas kehadiran Tuhan yang Mahakuasa yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh ketidakberaturan massa pada bangunan dengan *core wall* terhadap kinerja struktur berdasarkan SNI 1726-2019”. Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi syarat dalam menempuh gelar Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.

Penulis menyadari dalam menyusun Tugas Akhir ini banyak mendapatkan bimbingan, saran, dan kemudahan dari berbagai pihak. Dengan ketulusan hati, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Rizki Prasetya S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
2. Bapak Zaid Dzulkarnain Zubizaretta, ST., MT. selaku Sekertaris Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang
3. Bapak Ir. Dionisius Tripriyo Arry Bramantoro., MT., selaku Dosen Pembimbing satu yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Bambang Tri Leksono, M.T selaku Dosen Pembimbing Kedua.
5. Segenap Dosen, Staff dan Karyawan Prodi Teknik Sipil Merdeka Malang.
6. Kedua orang tua dan segenap keluarga besar yang selalu mendoakan dan memberi dukungan baik moral maupun materi.
7. Melina Dwinawati Halim A.Md.Li selaku sahabat dan pacar penulis yang menjadi *support system* dari awal hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang telah memberikan bantuan demi kelancaran Tugas Akhir in.

Penulis menyadari adanya kekurangan didalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh sebab itu, besar harapan penulis akan saran, kritik serta masukan yang membangun dari berbagai pihak. Penulis juga berharap tugas akhir ini boleh dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan pembaca.

Malang, 19 Oktober 2022


Axel Muladi Bandu

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Axel Muladi Bandu
NIM : 18041000105
Jenis Tugas Akhir : Analisis Sruktur

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 KETIDAKBERATURAN MASSA PADA BANGUNAN DENGAN CORE WALL TERHADAP KINERJA STRUKTUR 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 : 19 Oktober 2022

Yang menyatakan



(Axel Muladi Bandu)

**PENGARUH KETIDAKBERATURAN MASSA PADA BANGUNAN
DENGAN CORE WALL TERHADAP KINERJA STRUKTUR
BERDASARKAN SNI 1726-2019**

Axel Muladi Bandu¹, Dionisius T Arry Bramantoro², Bambang Tri Leksono³

ABSTRAK

Pembagian kebutuhan lantai berdasarkan fungsi ruangan pada gedung dapat menyebabkan masalah ketidakberaturan massa. Ketidakberaturan massa adalah kondisi dimana lantai mengalami perbedaan massa 150% terhadap lantai didekatnya berdasarkan SNI 1726-2019. Perbedaan massa dapat menyebabkan keruntuhan pada bangunan sehingga dibutuhkan dinding geser. Dinding geser adalah dinding bertulang yang dipasang secara vertikal untuk meningkatkan kekakuan bangunan.

Struktur yang ditinjau adalah struktur gedung 12 lantai dengan *core wall* di kota Malang. Pembebanan yang dilakukan mengacu pada SNI 1727-1989 dan SNI 1727-2020. Pemodelan struktur dilakukan secara 3D dengan bantuan program SAP 2000. Analisa gaya gempa menggunakan metode analisis dinamis respon spektrum berdasarkan SNI 1726-2019. Masalah yang ditinjau adalah pengaruh ketidakberaturan massa terhadap rasio partisipasi massa, periode getaran, gaya gempa dasar dan simpangan antar lantai.

Hasil analisis menunjukkan bahwa rasio partisipasi massa arah x dan y setiap model rangka gedung memiliki jumlah mode shape yang sama, nilai periode getaran terpanjang terjadi pada MRGKM 1, nilai periode terpendek terjadi pada MRGKM 2, nilai gaya gempa dasar terkecil arah x dan y terjadi pada MRGKM 1, nilai simpangan antar lantai terkecil arah x dan y terjadi pada MRGKM 2.

Berdasarkan teori kinerja struktur, struktur yang dipilih yaitu MRGKM 1 karena lebih dominan dimana periode getaran terpanjang dan gaya gempa dasar arah x dan y terkecil meskipun tidak memenuhi simpangan antar lantai arah x dan y terkecil. Sedangkan struktur yang dihindari yaitu MRGKM 3 karena berbanding terbalik dengan teori kinerja struktur dimana nilai periode terkecil, gaya gempa dasar arah x dan y terbesar, simpangan antar lantai arah x dan y terbesar.

Kata Kunci : Ketidakberaturan Massa, Core Wall, Analisa Dinamik, Respon Spektrum, Rasio Partisipasi Massa, Periode Getaran, Gaya Gempa Dasar, Simpangan Antar Lantai

THE EFFECT OF MASS IRREGULATION ON BUILDING WITH CORE WALL ON STRUCTURAL PERFORMANCE BASED ON SNI 1726-2019

Axel Muladi Bandu¹, Dionisius T Arry Bramantoro², Bambang Tri Leksono³

ABSTRACT

Classification of level requirements based on the room function in the building causes Irregular mass. Irregular mass is a condition where level has 150% difference mass to the nearest level based on SNI 1726-2019. Irregularity mass can make building going to collapse, so it needs shear wall. Shear wall is a reinforced wall that installed vertically to increase the stiffness of the building.

The structure has 12 levels with core wall in Malang city. The loads application based on SNI 1727-1989 and SNI 1727-2020. Modeling of the structure is done in 3D with SAP 2000. Analysis of earthquake forces using response spectrum based on SNI 1726-2019. The researched problems are the effect of mass irregularity on participating mass ratios, periods and frequencies, base reactions and joint displacement of levels.

Results of analysis shows that participating mass ratio x and y directions all model of building frames have the same number of shape modes, periods and frequencies longest values occurred on MRGKM 1, periods and frequencies shortest values occurred on MRGKM 2, base reactions smallest values x and y directions occurred on MRGKM 1 and joint displacement of levels smallest values occurred on MRGKM 2.

Based on performance of structural theory, the selected structure is MRGKM 1 because more dominant where periods and frequencies have longest values, base reactions x and y directions have smallest values even though joint displacement of levels is not eligible. Whereas the avoided structure is MRGKM 3, because opposite to performance of structure theory where periods and frequencies have smallest values, base reactions x and y directions have biggest values and joint displacement of levels x and y directions have biggest values.

Key Words : Irregular Mass, Core Wall, Dynamic Analysis, Respon Spectrum, Participating Mass Ratio, Period and Frequency, Base Reaction, Joint Displacement of Levels

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	4
BAB II	5
2.1 Penelitian yang Relevan	5
2.1.1. Analisis Perilaku Gedung Dengan Ketidakberaturan Massa oleh Ivan, dkk (2019)	5
2.1.2. Analisis Perilaku Struktur dengan Ketidakberaturan Massa Terhadap Beban Gempa oleh Bambang dan Eko (2016)	5
2.2 Konsep Gedung Tahan Beban Gempa	6
2.2.1. Teori Desain Tahan Gempa	6
2.2.2. Sistem Struktur Gedung Tahan Gempa	7
2.2.3. Faktor yang Mempengaruhi Bangunan Tahan Gempa	8
2.3 Dinding Geser Sebagai Elemen Struktur Vertikal	16
2.4 Peraturan SNI 1726-2019 Tentang Bangunan Tahan Gempa	18
2.4.1 Respon Struktur	18
2.4.2 Kategori Resiko Bangunan	18
2.4.3 Rasio Partisipasi Massa	22
2.4.4 Penentuan Periode Fundamental Struktur (T)	23
2.4.5 Gaya Gempa Dasar	25
2.4.6 Simpangan (<i>Displacement</i>)	26

2.4.7 Simpangan Antar Lantai (<i>Drift Story</i>).....	26
2.5 Respon Spektrum	28
2.6 Beban Gravitasi.....	35
2.6.1 Beban Mati Berat Sendiri (DL)	36
2.6.2 Beban Mati Tambahan (SDL)	37
2.6.3 Beban Hidup (LL)	38
BAB III.....	41
METODOLOGI ANALISIS	41
3.1 Prosedur Analisis	41
3.2 Kriteria Desain	43
3.2.1.Data Bangunan	43
3.2.2.Persyaratan Mutu Beton Untuk Struktur Gedung.....	43
3.2.3.Persyaratan Mutu Tulangan Baja Untuk Struktur Gedung.....	43
3.3 Pemodelan Variabel Struktur	44
3.4 Perencanaan Estimasi Dimensi Struktur	56
3.4.1.Perencanaan Dimensi Balok.....	56
3.4.2.Perencanaan Dimensi Kolom	56
3.4.3.Perencanaan Dimensi Pelat	57
3.4.4.Perencanaan Dimensi <i>Corewall</i>	58
3.5 Analisa Struktur dengan SAP 2000	58
3.5.1.Pemodelan Struktur dalam <i>SAP2000</i>	58
3.5.2.Penginputan Property Material.....	60
3.5.3.Penginputan Penampang Dimensi Balok, Dimensi Kolom, Dimensi Pelat Lantai, dan Dinding Geser	64
3.6 Pembebanan pada Struktur.....	72
3.6.1.Beban Gavitasi.....	72
3.6.2.Beban Gempa (E)	79
3.6.3.Kombnasi Pembebanan	94
3.7 Analisa Perilaku Dinamis Struktur	98
3.7.1.Penentuan Massa Struktur dan Diafragma	98
3.7.2.Analisis Modal.....	102
3.7.3.Analisis Struktur Dinamik pada SAP 2000	103
3.7.4.Rasio Partisipasi Massa	104
3.7.5.Periode Getaran	105
3.7.6.Gaya Gempa Dasar.....	108
3.7.7.Simpangan Antar Lantai (<i>Story Drift</i>).....	110
3.8 Evaluasi Perilaku Dinamis Struktur.....	112

3.8.1.Rasio Partisipasi Massa	112
3.8.2.Periode Getaran	113
3.8.3.Gaya Gempa Dasar	114
3.8.4.Simpangan Antar Lantai (<i>Story Drift</i>)	116
3.9 Pembahasan Hasil Analisis	121
3.9.1.Perbandingan Nilai Rasio Partisipasi Massa MRGK, MRGKM 1, MRGKM 2 dan MRGKM 3.....	121
3.9.2.Perbandingan Periode Getaran Struktur pada MRGK, MRGKM 1, MRGKM 2 dan MRGKM 3.....	124
3.9.3.Perbandingan Gaya Geser Dasar (Fx dan Fy) MRGK, MRGKM 1, MRGKM 2 dan MRGKM 3.....	127
3.9.4.Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai Model MRGK, MRGKM 1, MRGKM 2 dan MRGKM 3.....	130
BAB IV	134
ANALISIS DAN PEMBAHASAN	134
4.1 Kriteria Desain	134
4.1.1.Data Bangunan	134
4.2 Pemodelan Variabel Struktur	135
4.3 Perhitungan Estimasi Dimensi Struktur.....	147
4.3.1.Perhitungan Estimasi Dimensi Balok	147
4.3.2.Perhitungan Estimasi Dimensi Kolom	148
4.3.3.Perhitungan Estimasi Dimensi Pelat.....	152
4.3.4.Perhitungan Estimasi Dimensi Dinding Geser	154
4.4 Pembebanan pada Struktur.....	155
4.4.1.Beban Gravitasi	155
4.4.2.Beban Gempa	165
4.4.3.Kombinasi Pembebanan	168
4.5 Analisa Struktur dengan SAP 2000	169
4.5.1.Pemodelan Struktur dalam <i>SAP2000</i>	169
4.5.2.Penginputan Property Material	171
4.5.3.Penginputan Penampang Dimensi Balok, Kolom, Pelat Lantai, dan Dinding Geser	176
4.5.4.Penginputan Beban pada SAP 2000	184
4.5.5.Penentuan Massa Struktur dan Diafragma	192
4.5.6.Analisis Modal.....	197
4.6 Kontrol Analisis terhadap Model Rangka Gedung	198
4.6.1.Runing Analisis Struktur Dinamik pada SAP 2000	198
4.6.2.Rasio Partisipasi Massa	199

4.6.3.Periode Getaran	200
4.6.4.Gaya Gempa Dasar	204
4.7 Evaluasi Perilaku Dinamis Struktur	207
4.7.1.Periode Getaran	207
4.7.2.Simpangan Antar Lantai (<i>Story Drift</i>)	209
4.8 Pembahasan Hasil Analisis	219
4.8.1.Perbandingan Nilai Rasio Partisipasi Massa MRGK, MRGKM 1, MRGKM 2 dan MRGKM 3.....	219
4.8.2.Perbandingan Periode Getaran Struktur pada MRGK, MRGKM 1, MRGKM 2 dan MRGKM 3.....	222
4.8.3.Perbandingan Gaya Geser Dasar (F_x dan F_y) MRGK, MRGKM 1, MRGKM 2 dan MRGKM 3.....	225
4.8.4.Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai Model MRGK, MRGKM 1, MRGKM 2 dan MRGKM 3.....	229
4.9 Hubungan Antara Periode Getaran, Gaya Gempa Dasar dan Simpangan antar Lantai.....	233
BAB V.....	235
KESIMPULAN DAN SARAN.....	235
5.1 Kesimpulan	235
5.2 Saran	237
DAFTAR PUSTAKA	238
LAMPIRAN	239

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Risiko Gedung Dan Nongedung Untuk Beban Gempa	19
Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa	20
Tabel 2.3 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	23
Tabel 2.4 Nilai Koefisien Untuk Batas Atas C_u	25
Tabel 2.5 Klasifikasi Situs	29
Tabel 2.6 Koefisien Situs, F_a	30
Tabel 2.7 Koefisien Situs F_v	31
Tabel 2.8 Beban Mati (DL)	36
Tabel 2.9 Beban Mati Tambahan	37
Tabel 2.10 Beban Hidup (LL)	39
Tabel 3.1 Variasi Rangka Gedung	44
Tabel 3.2 Beban Mati Tambahan (Super Dead Load)	75
Tabel 3.3 Beban Hidup pada Lantai Gedung	77
Tabel 3.4 Input Nilai T_0 , T_s dan S_a Pada Excel	81
Tabel 3.5 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Nongedung Untuk Beban Gempa	84
Tabel 3.6 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode Pendek	86
Tabel 3.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode 1 Detik	86
Tabel 3.8 Sistem Struktur Berdasarkan Kategori Desain Seismik	87
Tabel 3.9 Faktor Keutamaan Gempa	87
Tabel 3.10 Faktor Koefisien Modifikasi Respon	87
Tabel 3.11 Kombinasi Pembebanan	96
Tabel 3.12 Model Gedung Variasi terhadap Model Gedung Kontrol	112
Tabel 3.13 Periode Getaran Struktur MRGK dan MRGKM	113
Tabel 3.14 Gaya Geser Dasar Model Rangka Gedung Kontrol	114
Tabel 3.15 Gaya Geser Dasar Model Ketidakberaturan Massa 1	114
Tabel 3.16 Gaya Geser Dasar Model Ketidakberaturan Massa 2	114
Tabel 3.17 Gaya Geser Dasar Model Ketidakberaturan Massa 3	115
Tabel 3.18 Simpangan Antar Lantai MRGK Gaya Gempa Arah X	116
Tabel 3.19 Simpangan Antar Lantai MRGK Gaya Gempa Arah Y	116
Tabel 3.20 Simpangan Antar Lantai MRGKM 1 Gaya Gempa Arah X	117
Tabel 3.21 Simpangan Antar Lantai MRGKM 1 Gaya Gempa Arah Y	117
Tabel 3.22 Simpangan Antar Lantai MRGKM 2 Gaya Gempa Arah X	118
Tabel 3.23 Simpangan Antar Lantai MRGKM 2 Gaya Gempa Arah Y	118
Tabel 3.24 Simpangan Antar Lantai MRGKM 3 Gaya Gempa Arah X	119
Tabel 3.25 Simpangan antar lantai MDGKM 3 Gaya Gempa Arah Y	119
Tabel 3.26 Presentase Perbedaan Nilai Rasio Partisipasi Massa (n_x) Pada Model Yang Ditinjau Terhadap Model Rangka Gedung Kontrol	122
Tabel 3.27 Presentase Perbedaan Nilai Rasio Partisipasi Massa (n_y) pada Model yang Ditinjau terhadap Model Rangka Gedung Kontrol	124
Tabel 3.28 Presentase Perbedaan Nilai Periode getaran pada Model yang Ditinjau terhadap Model Rangka Gedung Kontrol	126
Tabel 3.29 Presentase Perbedaan Nilai Periode Getaran Terkecil pada Model Rangka Gedung Ditinjau Terhadap Model Rangka Gedung Kontrol	127

Tabel 3.30 Presentase Perbedaan Nilai Gaya Geser Dasar (Fx) pada Model yang Ditinjau Terhadap Model Rangka Gedung Kontrol.....	129
Tabel 3.31 Presentase Perbedaan Nilai Gaya Geser Dasar (Fy) pada Model yang Ditinjau Terhadap Model Rangka Gedung Kontrol.....	130
Tabel 3.32 Presentase Perbedaan Nilai Gaya Geser Dasar Arah X pada Model yang Ditinjau terhadap Model MRGK.....	131
Tabel 3.33 Presentase Perbedaan Nilai Gaya Geser Dasar Arah Y pada Model yang Ditinjau Terhadap Model Rangka Gedung Kontrol.....	133
Tabel 4.1 Panjang Bentang Balok Semua Model.....	147
Tabel 4.2 Data Komponen Beban Mati untuk Estimasi Dimensi Kolom.....	149
Tabel 4.3 Data Komponen Beban Hidup untuk Estimasi Dimensi Kolom.....	150
Tabel 4.4 Perhitungan faktor β	153
Tabel 4.5 Perhitungan Garis Netral Balok T (Yb) dan Inersia Balok T (Ib).....	153
Tabel 4.6 Perhitungan Rasio Kekakuan Arah (ay) dan Arah (ax).....	153
Tabel 4.7 Perhitungan Rasio Kekakuan am dan Tebal Pelat Minimal.....	154
Tabel 4.8 Komponen Beban Hidup pada MRGK.....	155
Tabel 4.9 Komponen Beban Hidup pada MRGKM 1.....	156
Tabel 4.10 Komponen Beban Hidup pada MRGKM 2.....	156
Tabel 4.11 Komponen Beban Hidup pada MRGKM 3.....	157
Tabel 4.12 Komponen Material untuk Beban Mati Tambahan.....	157
Tabel 4.13 Rekapitulasi Beban Mati Tambahan pada Pelat.....	158
Tabel 4.14 Rekapitulasi Beban Mati Tambahan pada Balok.....	159
Tabel 4.15 Penjumlahan Beban Hidup pada Lantai 3.....	159
Tabel 4.16 Penjumlahan SDL Pelat pada Lantai 3.....	159
Tabel 4.17 Penjumlahan SDL Balok pada Lantai 3.....	159
Tabel 4.18 Penjumlahan Beban Hidup pada Lantai 4.....	160
Tabel 4.19 Penjumlahan SDL Pelat pada Lantai 4.....	160
Tabel 4.20 Penjumlahan SDL Balok pada Lantai 4.....	161
Tabel 4.21 Penjumlahan Beban Hidup pada Lantai 7.....	161
Tabel 4.22 Penjumlahan SDL Pelat pada Lantai 7.....	161
Tabel 4.23 Penjumlahan SDL Balok pada Lantai 7.....	162
Tabel 4.24 Penjumlahan Beban Hidup pada Lantai 8.....	162
Tabel 4.25 Penjumlahan SDL Pelat pada Lantai 8.....	162
Tabel 4.26 Penjumlahan SDL Balok pada Lantai 8.....	163
Tabel 4.27 Penjumlahan Beban Hidup pada Lantai 11.....	163
Tabel 4.28 Penjumlahan SDL Pelat pada Lantai 11.....	163
Tabel 4.29 Penjumlahan SDL Balok pada Lantai 11.....	164
Tabel 4.30 Penjumlahan Beban Hidup pada Lantai 10.....	164
Tabel 4.31 Penjumlahan SDL Pelat pada Lantai 10.....	164
Tabel 4.32 Penjumlahan SDL Balok pada Lantai 10.....	165
Tabel 4.33 Rekapitulasi hasil perhitungan respon spektrum.....	168
Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Kombinasi Pembebanan.....	169
Tabel 4.35 Nilai Rasio Partisipasi Massa Output SAP2000.....	200
Tabel 4.36 Periode Getaran Struktur MRGK dan MRGKM.....	207
Tabel 4.37 Simpangan Antar Lantai MRGK Gaya Gempa Arah X.....	211
Tabel 4.38 Simpangan Antar Lantai MRGK Gaya Gempa Arah Y.....	212
Tabel 4.39 Simpangan Antar Lantai MRGKM 1 Gaya Gempa Arah X.....	213
Tabel 4.40 Simpangan Antar Lantai MRGKM 1 Gaya Gempa Arah Y.....	214
Tabel 4.41 Simpangan Antar Lantai MRGKM 2 Gaya Gempa Arah X.....	215

Tabel 4.42 Simpangan Antar Lantai MRGKM 2 Gaya Gempa Arah Y	216
Tabel 4.43 Simpangan Antar Lantai MRGKM 3 Gaya Gempa Arah X.....	217
Tabel 4.44 Simpangan antar lantai MDGKM 3 Gaya Gempa Arah Y	218
Tabel 4.45 Presentase Selisih Nilai Rasio Partisipasi Massa (UX) Pada Model Yang Ditinjau Terhadap Model Rangka Gedung Kontrol.	220
Tabel 4.46 Presentase Selisih Nilai Rasio Partisipasi Massa (ny) pada Model yang Ditinjau terhadap Model Rangka Gedung Kontrol	221
Tabel 4.47 Presentase Selisih Nilai Periode getaran pada Model yang Ditinjau terhadap Model Rangka Gedung Kontrol	223
Tabel 4.48 Presentase Selisih Nilai Periode Getaran Terpendek pada Variasi Model Ditinjau Terhadap Model Rangka Gedung Kontrol	224
Tabel 4.49 Presentase Selisih Nilai Gaya Geser Dasar (Fx) pada Model yang Ditinjau Terhadap Model Rangka Gedung Kontrol.....	226
Tabel 4.50 Presentase Selisih Nilai Gaya Geser Dasar (Fy) pada Model yang Ditinjau Terhadap Model Rangka Gedung Kontrol.....	228
Tabel 4.51 Presentase Selisih Nilai Simpangan anta Lantai Arah X pada Model yang Ditinjau terhadap Model MRGK.....	230
Tabel 4.52 Presentase Perbedaan Nilai Simpangan antar Lantai Arah Y pada Model yang Ditinjau Terhadap Model Rangka Gedung Kontrol.....	232
Tabel 4.53 Hubungan antar Perode Getaran, Gaya Gempa Dasar dan Simpangan antar Lantai.....	233

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-Jenis Kerusakan Akibat Beban Gempa (Widodo.2012)	7
Gambar 2.2 Ketidakberaturan Torsi 1a.....	10
Gambar 2.3 Ketidakberaturan Torsi 1b.....	10
Gambar 2.4 Ketidakberaturan Sudut Dalam	11
Gambar 2.5 Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma.....	11
Gambar 2.6 Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus	12
Gambar 2.7 Ketidakberaturan Sistem Nonparalel	12
Gambar 2.8 Ketidakberaturan Tingkat Lunak	13
Gambar 2.9 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan.....	13
Gambar 2.10 Ketidakberaturan Berat (Massa).....	14
Gambar 2.11 Ketidakberaturan Geometri Vertikal	14
Gambar 2.12 Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang	15
Gambar 2.13 Ketidakberaturan Tingkat Lemah.....	15
Gambar 2.14 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Berlebihan	16
Gambar 2.15 Jenis Dinding Geser Berdasarkan Letak dan Fungsinya	18
Gambar 2.16 Parameter Gerak Tanah Ss	21
Gambar 2.17 Parameter Gerak Tanah S1.....	21
Gambar 2.18 Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Rata-Rata Geometrik ..	21
Gambar 2.19 Peta Koefisien Resiko, Periode Spektrum Respons 0,2-Detik.....	22
Gambar 2.20 Peta Koefisien Resiko, Periode Respons Spektral 1 Detik	22
Gambar 2.21 Peta Transisi Periode Panjang, TL, Wilayah Indonesia	22
Gambar 2.22 Simpangan Antar Lantai.....	26
Gambar 2.23 Parameter Gerak Tanah Periode Pendek (SS).....	28
Gambar 2.24 Parameter Gerak Tanah Periode 1 Detik (S1).....	28
Gambar 2.25 Spektrum Respons Desain.....	32
Gambar 2.26 Peta Transisi Periode Panjang	33
Gambar 2.27 Define Respon Spectrum Function	33
Gambar 2.28 Menu Response Spectrum IBC 2012	34
Gambar 2.29 Menu Response Spectrum Function Definition	34
Gambar 2.30 Menu Define Response Spectrum Function.....	35
Gambar 2.31 Menu Input Beban Mati pada Pelat.....	37
Gambar 2.32: Menu Input Beban Mati Tambahan pada Pelat.....	38
Gambar 2.33: Menu Input Beban Mati Pada Pelat	39
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	42
Gambar 3.2 Denah Lantai 1-11 MRGK.....	44
Gambar 3.3 Key Plan Balok, Kolom dan Core Wall MRGK (lt 1-12).....	45
Gambar 3.4 Portal MRGK Arah X AS D/1-10	45
Gambar 3.5 Portal MRGK Arah Y AS 4/A-J	46
Gambar 3.6 Model 3D Rangka Gedung Kontrol (MRGK).....	46
Gambar 3.7 Denah Lantai 1 dan Lantai 4-11 MRGKM 1	47
Gambar 3.8 Denah Ruang Pemodelan MRGKM 1 (lt 2-lt 3)	47
Gambar 3.9 Key Plan Balok, Kolom dan Core Wall MRGKM 1 (lt 1-12)	48
Gambar 3.10 Portal MRGKM 1 Arah X AS D/1-10	48
Gambar 3.11 Portal MRGKM 1 Arah Y AS 4/A-J.....	49
Gambar 3.12 Model 3D Rangka Gedung Ketidakberaturan Massa 1	49
Gambar 3.13 Model Rangka Gedung MRGKM 2 Lantai 1-5 dan 8-11	50

Gambar 3.14 Model Rangka Gedung MRGKM 2 (lt 6-lt 7)	50
Gambar 3.15 Key Plan Balok, Kolom Core Wall MRGKM 2 (lt 1-12)	51
Gambar 3.16 Portal MRGKM 2 Arah X AS D/1-10	51
Gambar 3.17 Portal MRGKM 2 Arah Y AS 4/A-J	52
Gambar 3.18 Model 3D Rangka Gedung Ketidakberaturan Massa 2	52
Gambar 3.19 Denah Lantai 1-10 MRGKM 3	53
Gambar 3.20 Denah Ruang Pemodelan MRGKM 3 (lt 11-lt 12)	53
Gambar 3.21 Key Plan Balok, Kolom Core Wall MRGKM 3 (lt 1-11)	54
Gambar 3.22 Key Plan Balok, Kolom Core Wall MRGKM 3, lt 12 (Atap).....	54
Gambar 3.23 Portal MRGKM 3 Arah X AS D/1-10	55
Gambar 3.24 Portal MRGKM 3 Arah Y AS 4/A-J	55
Gambar 3.25 Model 3D Rangka Gedung Ketidakberaturan Massa 3.....	56
Gambar 3.26 Kotak Dialog New Model	58
Gambar 3.27 Kotak Dialog 3D Frame	59
Gambar 3.28 Kotak Dialog Input Define Grid System Data	59
Gambar 3.29 Tampilan Awal Model Struktur Bangunan	60
Gambar 3.30 Kotak Dialog Define Materials	60
Gambar 3.31 Kotak Dialog Add Material Property	61
Gambar 3.32 Kotak Dialog Input Data Material Beton	61
Gambar 3.33 Kotak Dialog Define Materials	62
Gambar 3.34 Kotak Input Tipe Material Baja	62
Gambar 3.35 Input Data Material Property Tulangan Lentur.....	63
Gambar 3.36 Input Data Material Property Tulangan Geser	63
Gambar 3.37 Kotak Dialog Define Materials	64
Gambar 3.38 Kotak Dialog Frame Properties.....	64
Gambar 3.39 Kotak Dialog Input Frame Section Property	65
Gambar 3.40 Kotak Dialog Rectangular Section.....	65
Gambar 3.41 Kotak Dialog Reinforcement Data.....	66
Gambar 3.42 Kotak Dialog Frame Properties.....	66
Gambar 3.43 Kotak Dialog Input Frame Section Property	67
Gambar 3.44 Kotak Dialog Rectangular Section.....	67
Gambar 3.45 Dialog Reinforcement Data.....	68
Gambar 3.46 Kotak Dialog Area Section	69
Gambar 3.47 Kotak Dialog Input Shell Section Data	69
Gambar 3.48 Kotak Dialog Properties of Object pelat lantai	70
Gambar 3.49 Model Pelat Lantai 3D dan 2D.....	70
Gambar 3.50 Kotak Dialog Area Section	70
Gambar 3.51 Kotak Input Shell Section Data.....	71
Gambar 3.52 Kotak Dialog Properties of Object	71
Gambar 3.53 Model Dinding Geser 3D dan 2D	71
Gambar 3.54 Kotak Dialog Input Joint Restraints	72
Gambar 3.55 Input Tipe Pembebanan (Beban Mati)	73
Gambar 3.56 Kotak Input Beban Mati Untuk Pelat Lantai.....	74
Gambar 3.57 Kotak Input Beban Mati untuk Pelat Atap.....	74
Gambar 3.58 Tampak 3D dan 2D Beban Mati Pelat Lantai	75
Gambar 3.59 Input Tipe Pembebanan.....	76
Gambar 3.60 Kotak Input Beban Super Dead Frame Load	76
Gambar 3.61 Tampak 3D dan 2D Contoh Distribusi Beban Super Dead Load pada Sisi Luar Rangka Gedung	77

Gambar 3.62 Input Tipe Pembebanan (Beban Hidup).....	78
Gambar 3.63 Kotak Input Beban Hidup Untuk Pelat Lantai	78
Gambar 3.64 Tampak 3D dan 2D Beban Hidup Pelat Lantai	79
Gambar 3.65 Define Respon Spectrum Function	82
Gambar 3.66 Menu Response Spectrum IBC 2012	82
Gambar 3.67 Menu Response Spectrum Function Definition	83
Gambar 3.68 Menu Define Response Spectrum Functions	83
Gambar 3.69 Kotak Dialog Load Cases Data – Response Spectrum	90
Gambar 3.70: Kotak Dialog Define Load Cases.....	91
Gambar 3.71 Kotak Dialog Load Cases Data – Response Spectrum	91
Gambar 3.72 Kotak Dialog Select By Specified Coordinate Range.....	92
Gambar 3.73 Kotak Dialog Define Constrains	92
Gambar 3.74 Kotak Dialog Diaphragm Constraint.....	93
Gambar 3.75 Menu Assign Joint Constraints	94
Gambar 3.76 Kotak Dialog Define Load Combinations.....	97
Gambar 3.77 Kotak Dialog Load Combination Data.....	97
Gambar 3.78 Kotak Dialog Mass Source.....	98
Gambar 3.79 Kotak Dialog Mass Source Data	99
Gambar 3.80 Kotak Dialog Select By Specified Coordinate Range.....	100
Gambar 3.81 Kotak Dialog Define Constraints	100
Gambar 3.82 Kotak Diaphragm Constraint	101
Gambar 3.83 Kotak Dialog Assign Joint Constraints	101
Gambar 3.84 Kotak Dialog Define Load Case	102
Gambar 3.85 Menu Load Case Data – Modal Target Dynamic Participation Rations (%) = 100 %	103
Gambar 3.86 Load Case to Run	103
Gambar 3.87 Menu Choose Tabel For Display	104
Gambar 3.88 Menu Select Load Pattern	105
Gambar 3.89 Kotak Dialog Modal Participating Mass Ratio	105
Gambar 3.90 Menu Deformed Shape.....	106
Gambar 3.91 Kotak Dialog Deformed Shape (MODAL).....	106
Gambar 3.92 Kotak Dialog Define Load Pattern.....	107
Gambar 3.93 Menu User Defined Seismic Load Pattern.....	108
Gambar 3.94 Kotak Define Load Pattern.....	108
Gambar 3.95 Menu Choose Table for Display	109
Gambar 3.96 Menu Select Output Cases	109
Gambar 3.97 Kotak Dialog Base Reactions.....	109
Gambar 3.98 Pemilihan Item Output Simpangan Antar Lantai.....	110
Gambar 3.99 Pemilihan Kombinasi Pembebanan Untuk Simpangan Antar Lantai	111
Gambar 3.100 Tabel Output Simpangan Antar Lantai	111
Gambar 3.101 Kotak Dialog Input Joint Label.....	112
Gambar 3.102 Bar Chart Perbandingan Nilai Rasio Partisipasi Massa (UX) Terbesar Model Rangka Gedung Ketidakberaturan Massa yang Ditinjau Terhadap Rangka Gedung Kontrol	121
Gambar 3.103 Bar Chart Perbandingan Nilai Rasio Partisipasi Massa (UY) Terbesar Pada Model Bangunan yang Ditinjau Terhadap Rangka Gedung Kontrol	123

Gambar 3.104 Bar Chart Perbandingan Jumlah Mode Shape (Ta) Terpanjang Pada Model Rangka Gedung Ketidakberaturan Yang Ditinjau Terhadap Model Rangka Gedung Kontrol.....	125
Gambar 3.105 Bar Chart Perbandingan Jumlah Mode Shape (Tb) Terkecil Pada Model Rangka Gedung Ketidakberaturan Massa Yang Ditinjau Terhadap Rangka Gedung Kontrol.....	126
Gambar 3.106 Bar Chart Perbandingan Nilai Gaya Geser Dasar (Fx) pada Model Rangka Gedung Ketidakberaturan Massa yang Ditinjau Terhadap Rangka Gedung Kontrol	128
Gambar 3.107 Bar Chart Perbandingan Nilai Gaya Geser Dasar (Fy) pada Model Rangka Gedung Ketidakberaturan Massa yang Ditinjau Terhadap Rangka Gedung Kontrol	129
Gambar 3.108 Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai Arah X (dx) Pada Model Rangka Gedung	131
Gambar 3.109 Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai arah Y (dy) Pada Model Rangka Gedung	132
Gambar 4.1 Denah Lantai 1-11 MRGK.....	135
Gambar 4.2 Key Plan Balok, Kolom dan Core Wall MRGK (lt 1-12).....	136
Gambar 4.3 Portal MRGK Arah X AS D/1-10.....	136
Gambar 4.4 Portal MRGK Arah Y AS 4/A-J	137
Gambar 4.5 Model 3D Rangka Gedung Kontrol (MRGK).....	137
Gambar 4.6 Denah Lantai 1 dan Lantai 4-11 MRGKM 1	138
Gambar 4.7 Denah Ruang Pemodelan MRGKM 1 (lt 2-lt 3)	138
Gambar 4.8 Key Plan Balok, Kolom dan Core Wall MRGKM 1 (lt 1-12)	139
Gambar 4.9 Portal MRGKM 1 Arah X AS D/1-10	139
Gambar 4.10 Portal MRGKM 1 Arah Y AS 4/A-J.....	140
Gambar 4.11 Model 3D Rangka Gedung Ketidakberaturan Massa 1.....	140
Gambar 4.12 Model Rangka Gedung MRGKM 2 Lantai 1-5 dan 8-11	141
Gambar 4.13 Model Rangka Gedung MRGKM 2 (lt 6-lt 7)	141
Gambar 4.14 Key Plan Balok, Kolom Core Wall MRGKM 2 (lt 1-12)	142
Gambar 4.15 Portal MRGKM 2 Arah X AS D/1-10	142
Gambar 4.16 Portal MRGKM 2 Arah Y AS 4/A-J.....	143
Gambar 4.17 Model 3D Rangka Gedung Ketidakberaturan Massa 2.....	143
Gambar 4.18 Denah Lantai 1-10 MRGKM 3	144
Gambar 4.19 Denah Ruang Pemodelan MRGKM 3 (lt 11-lt 12)	144
Gambar 4.20 Key Plan Balok, Kolom Core Wall MRGKM 3 (lt 1-11)	145
Gambar 4.21 Key Plan Balok, Kolom Core Wall MRGKM 3, lt 12	145
Gambar 4.22 Portal MRGKM 3 Arah X AS D/1-10	146
Gambar 4.23 Portal MRGKM 3 Arah Y AS 4/A-J.....	146
Gambar 4.24 Model 3D Rangka Gedung Ketidakberaturan Massa 3.....	147
Gambar 4.25 Tampilan Keyplant Dimensi Balok.....	148
Gambar 4.26 Justifikasi Modul Area Load Terbesar	149
Gambar 4.27 Tampilan Portal Dimensi Kolom	152
Gambar 4.28 Justifikasi Modul Area Load Terbesar	152
Gambar 4.29 Parameter Gerak Tanah Ss	165
Gambar 4.30 Parameter Gerak Tanah S1	166
Gambar 4.31 Peta Transisi Periode Panjang	167
Gambar 4.32 Kotak Dialog New Model	170
Gambar 4.33 Kotak Dialog 3D Frame	170

Gambar 4.34 Kotak Dialog Input Define Grid System Data	171
Gambar 4.35 Tampilan Awal Model Struktur Bangunan	171
Gambar 4.36 Kotak Dialog Define Materials	172
Gambar 4.37 Kotak Dialog Add Material Property	172
Gambar 4.38 Kotak Dialog Input Data Material Beton	173
Gambar 4.39 Kotak Dialog Define Materials	173
Gambar 4.40 Kotak Input Tipe Material Baja	174
Gambar 4.41 Input Data Material Property Tulangan Lentur.....	174
Gambar 4.42 Input Data Material Property Tulangan Geser	175
Gambar 4.43 Kotak Dialog Define Materials	175
Gambar 4.44 Kotak Dialog Frame Properties.....	176
Gambar 4.45 Kotak Dialog Input Frame Section Property	176
Gambar 4.46 Kotak Dialog Rectangular Section.....	177
Gambar 4.47 Kotak Dialog Reinforcement Data1	178
Gambar 4.48 Kotak Dialog Frame Properties.....	178
Gambar 4.49 Kotak Dialog Input Frame Section Property	179
Gambar 4.50 Kotak Dialog Rectangular Section.....	179
Gambar 4.51 Dialog Reinforcement Data.....	180
Gambar 4.52 Kotak Dialog Area Section	180
Gambar 4.53 Kotak Dialog Input Shell Section Data	181
Gambar 4.54 Kotak Dialog Properties of Object Pelat Lantai.....	181
Gambar 4.55 Model Pelat Lantai 3D dan 2D.....	181
Gambar 4.56 Kotak Dialog Area Section	182
Gambar 4.57 Kotak Input Shell Section Data.....	182
Gambar 4.58 Kotak Dialog Properties of Object	183
Gambar 4.59 Model Dinding Geser 3D dan 2D	183
Gambar 4.60 Kotak Dialog Input Joint Restrains	183
Gambar 4.61 Input Tipe Pembebanan (Beban Mati)	184
Gambar 4.62 Input Tipe Pembebanan.....	185
Gambar 4.63 Kotak Input Beban Super Dead Area Load.....	185
Gambar 4.64 Tampak 3D dan 2D Contoh Distribusi Beban Super Dead.....	186
Gambar 4.65 Kotak Input Beban Super Dead Frame Load	186
Gambar 4.66 Tampak 3D dan 2D Contoh Distribusi Beban Super Dead Load pada Balok	187
Gambar 4.67 Input Tipe Pembebanan (Beban Hidup).....	187
Gambar 4.68 Kotak Input Beban Hidup untuk Pelat Lantai	188
Gambar 4.69 Tampak 3D dan 2D Beban Hidup Pelat Lantai.....	188
Gambar 4.70 Kotak Define Response Spectrum Functions.....	189
Gambar 4.71 Kotak Response Spectrum IBC 2012.....	190
Gambar 4.72 Kotak Response Spectrum Function Definition.....	190
Gambar 4.73 Kotak Define Response Spectrum Functions.....	191
Gambar 4.74 Menu Define Load Combination.....	191
Gambar 4.75 Menu Penginputan Load Combination	192
Gambar 4.76 Menu Define Load Combination setelah Input	192
Gambar 4.77 Kotak Dialog Mass Source2.....	193
Gambar 4.78 Kotak Dialog Mass Source Data	194
Gambar 4.79 Kotak Dialog Select by Specified Coordinate Range	195
Gambar 4.80 Kotak Dialog Define Constraints	195
Gambar 4.81 Kotak Diafragm Constraint	196

Gambar 4.82 Kotak Dialog Assign Joint Constraints	196
Gambar 4.83 Kotak Dialog Define Load Case	197
Gambar 4.84 Menu Load Case Data – Modal Target Dynamic Participation Rations (%) = 100 %	198
Gambar 4.85 Load Case to Run	198
Gambar 4.86 Kotak Dialog Participating Mass Ratio.....	199
Gambar 4.87 Kotak Dialog Modal Periods and Frequencies.....	201
Gambar 4.88 Kotak Dialog Masses and Weight.....	204
Gambar 4.89 Kotak Dialog Base Reactions.....	204
Gambar 4.90 Table Joint Displacements	209
Gambar 4.91 Bar Chart Perbandingan Nilai Rasio Partisipasi Massa (UX) Terbesar Model Rangka Gedung Ketidakberaturan Massa yang Ditinjau Terhadap Rangka Gedung Kontrol	219
Gambar 4.92 Bar Chart Perbandingan Nilai Rasio Partisipasi Massa (UY) Terbesar Pada Model Bangunan yang Ditinjau Terhadap Gedung Kontrol	221
Gambar 4.93 Bar Chart Perbandingan Jumlah Mode Shape (Ta) Terpanjang Pada Model Rangka Gedung Ketidakberaturan Yang Ditinjau Terhadap Model Rangka Gedung Kontrol.....	222
Gambar 4.94 Bar Chart Perbandingan Jumlah Mode Shape (Tb) Terpendek Pada Model Rangka Gedung Ketidakberaturan Massa Yang Ditinjau Terhadap Rangka Gedung Kontrol.....	224
Gambar 4.95 Bar Chart Perbandingan Nilai Gaya Geser Dasar (Fx) pada Model Rangka Gedung Ketidakberaturan Massa yang Ditinjau Terhadap Rangka Gedung Kontrol	226
Gambar 4.96 Bar Chart Perbandingan Nilai Gaya Geser Dasar (Fy) pada Model Rangka Gedung Ketidakberaturan Massa yang Ditinjau Terhadap Rangka Gedung Kontrol	227
Gambar 4.97 Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai Arah X (dx) Pada Model Rangka Gedung	229
Gambar 4.98 Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai arah Y (dy) Pada Model Rangka Gedung	231