

TUGAS AKHIR

**STUDI PERBANDINGAN KINERJA DAN EFISIENSI
STRUKTUR PENAHAN GEMPA SRPM MATERIAL BAJA
DAN SRPM MATERIAL BETON PADA BANGUNAN 6
LANTAI**



Disusun Oleh :

SAMUEL SEM RUMLAWANG

NBI: 1432100077

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2025

TUGAS AKHIR

STUDI PERBANDINGAN KINERJA DAN EFISIENSI STRUKTUR PENAHAN GEMPA SRPM MATERIAL BAJA DAN SRPM MATERIAL BETON PADA BANGUNAN 6 LANTAI

Disusun sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Teknik (ST)
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Disusun oleh:

SAMUEL SEM RUMLOWANG
1432100077

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2025**

FINAL PROJECT

***COMPARATIVE STUDY OF SEISMIC PERFORMANCE
AND EFFICIENCY OF STEEL MRF SYSTEM AND
CONCRETE MRF SYSTEM IN A SIX-STORY BUILDING***

*Prepare as a Requirement to Obtain a Bachelor of Engineering Degree (ST)
at the
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya*



Prepared by:

SAMUEL SEM RUMLAWANG
1432100077

***CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2025***

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Samuel Sem Rumlawang
NBI : 1432100077
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul : STUDI PERBANDINGAN KINERJA DAN EFISIENSI
STRUKTUR PENAHAN GEMPA SRPM MATERIAL
BAJA DAN SRPM MATERIAL BETON PADA
BANGUNAN 6 LANTAI

Disetujui Oleh,
Dosen Pembimbing



Ir. Bantot Sutriyono, M.Sc.
NPP.20430.93.0302

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Dr. Ir. Salliyah M. Kes., IPU., ASEAN Eng.
NPP. 20410.90.0197



Ir. Faradlillah Saves, S.T., M.T.
NPP. 20430.15.0674

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN KESETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Samuel Sem Rumlawang
NBI/NPM : 1432100077
Alamat : Jl. Cendrawasih Dobo, Kabupaten Kepulauan
Aru, Maluku.
Telpon/HP : 081247319123

Menyatakan bahwa **“TUGAS AKHIR”** yang telah saya buat untuk memenuhi persyaratan kelulusan Strata 1 (S1) Teknik Sipil – Program Sarjana – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan judul:

“Studi Perbandingan Kinerja dan Efisiensi Struktur Penahan Gempa SRPM Material Baja dan SRPM Material Beton pada Bangunan 6 Lantai”

Adalah karya saya sendiri, dan bukan duplikasi dari karya orang lain. Selanjutnya apabila di kemudian hari terdapat klaim dari pihak lain bukan tanggung jawab pembimbing dan atau pengelola program, tetapi menjadi tanggung jawab saya sendiri.

Atas hal tersebut saya bersedia menerima sanksi, sesuai dengan hukum atau aturan yang berlaku di Indonesia. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun

Surabaya,... Juli 2025

Yang menyatakan,



Samuel Sem Rumlawang



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. Semolowaru 45 Surabaya
Tlp. 031 593 1800 (ex.311)
Email: perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Samuel Sem Rumlawang
NBI : 1432100077
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya : Tugas Akhir Sastra 1

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive)** karya ilmiah saya yang berjudul:

“Studi Perbandingan Kinerja dan Efisiensi Struktur Penahan Gempa SRPM Material Baja dan SRPM Material Beton Pada Bangunan 6 Lantai”

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tercantum

Dibuat : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada Tanggal :2025

Surabaya, ... Juli 2025

Yang menyatakan,



Samuel Sem Rumlawang

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat yang dilimpahkan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal tugas akhir dengan judul **“Studi Perbandingan Kinerja dan Efisiensi Sistem Struktur Penahan Gempa SRPM Material Baja dan SRPM Material Beton Pada Bangunan 6 Lantai”** sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Dalam proses penyelesaian tugas akhir ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak berikut ini:

1. Kedua orang tua yang telah mendidik dan memberikan dukungan penuh kepada penulis.
2. Bapak Ir. Bantot Sutriyono, M.Sc. Selaku dosen pembimbing dalam penulisan proposal tugas akhir ini.
3. Ibu Ir. Faradlillah Saves, S.T., MT. Selaku Kaprodi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, MKes, IPU., ASEAN eng. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Bapak Prof. Dr. Mulyanto Nugroho, MM, CMA., CPA Selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
6. Ibu Ir. Retno Trimurtiningrum, S.T., M.T. Selaku dosen yang memberikan motivasi serta ide sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan sebaik-baiknya.
7. Kepada teman-teman baik penulis (Jonathan, Hilmy, Hilmi Alifian, Zidan, Zaenul, Rahan. Semoga kita sukses bersama). kepada Shello, Hana, Bunga, dan James. Semoga sukses dalam hidup kedepannya
8. Kepada teman-teman penulis yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini sampai selesai. Sangat banyak yang membantu sampai tidak bisa diucapkan satu persatu, semoga Tuhan memberkati.

Penulis menyadari banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis berharap kepada berbagai pihak untuk dapat memberikan masukan yang bersifat membangun untuk menjadikan tugas akhir menjadi lebih baik.

Surabaya, 05 Juni 2025

Penulis



Samuel Sem Rumlawang

STUDI PERBANDINGAN KINERJA DAN EFISIENSI STRUKTUR PENAHAN GEMPA SRPM MATERIAL BAJA DAN SRPM MATERIAL BETON PADA BANGUNAN 6 LANTAI

Nama Mahasiswa : Samuel Sem Rumlawang
NBI : 1432100077
Dosen Pembimbing : Ir. Bantot Sutriyono, M.Sc

ABSTRAK

Bangunan bertingkat memiliki massa dan kekakuan yang besar, sehingga lebih rentan terhadap gaya lateral dibandingkan dengan bangunan rendah. Gaya gempa dan angin dapat menimbulkan kerusakan struktural seperti retakan pada kolom dan balok, deformasi yang berlebihan, potensi kerusakan terhadap tekuk lokal, sambungan lemah, dan deformasi plastis yang tidak terkendali jika tidak dirancang dengan baik serta potensi keruntuhan total. Beban angin juga cenderung meningkat seiring bertambahnya ketinggian bangunan.

Penelitian ini merupakan studi perbandingan terhadap kinerja dan efisiensi sistem struktur penahan gempa menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPM) berbahan baja dan beton pada bangunan enam lantai. Analisis dilakukan untuk mengevaluasi respon struktur terhadap beban gempa, termasuk pengaruh P-Delta dan simpangan antar lantai.

Hasil menunjukkan bahwa kedua sistem struktur berada dalam kondisi aman terhadap gempa, dengan simpangan dan efek P-Delta yang masih dalam batas wajar. Hasil analisis pushover juga menunjukkan bahwa kedua sistem berada pada tingkat kinerja *Immediate Occupancy* (IO) dengan nilai *drift* maksimum di bawah 1%. Dari sisi efisiensi biaya, sistem SRPM berbahan beton terbukti lebih ekonomis dibandingkan sistem berbahan baja.

Dengan kinerja struktur yang sama, namun SRPM beton lebih direkomendasikan sebagai sistem struktur pada bangunan tahan gempa enam lantai dikarenakan memberikan efisiensi biaya yang lebih baik.

Kata Kunci: SRPM, Analisis *Pushover*, Kinerja Struktur, Efisiensi Biaya,

COMPARATIVE STUDY OF PERFORMANCE AND EFFICIENCY OF STEEL MRF SYSTEM AND CONCRETE MRF SYSTEM IN A SIX-STORY BUILDING

Name of Student : Samuel Sem Rumlawang
Number of Student : 1432100077
Supervisor : Ir. Bantot Sutriyono, M.Sc

ABSTRACT

High-rise buildings have substantial mass and stiffness, making them more vulnerable to lateral forces compared to low-rise structures. Earthquakes and wind loads can cause structural damage such as cracks in columns and beams, excessive deformation, local buckling, weak connections, uncontrolled plastic deformation if not properly designed, and even total collapse. Wind loads also tend to increase with building height.

This research aims to comparative study on performance and efficiency of Special Moment Resisting Frames (SMRF) using steel and concrete materials in a six-story building subjected to seismic loads. Based on the analysis, both structural systems steel and concrete SMRF demonstrate safe behavior under earthquake conditions, as shown by displacement control and the effects of P-Delta remaining within acceptable limits.

Pushover analysis results indicate that both systems fall within the Immediate Occupancy (IO) performance level with maximum drifts under 1%. In terms of cost efficiency, the concrete SMRF system is more economical than the steel system, as shown by the lower overall construction cost.

The conclusion is that concrete SMRF systems are more recommended for use due to their better cost-efficiency while maintaining equivalent structural performance under seismic loads.

Keywords: *MRF, Pushover Analysis, Structural Performance, Cost Efficiency,*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
DAFTAR NOTASI	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batas Masalah.....	4
1.5 Manfaat penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Struktur Baja.....	8
2.2.1 Pengertian dan Sejarah Baja	8
2.2.2 Jenis Jenis Baja	9
2.2.3 Kelebihan dan Kekurangan Material Baja.....	10
2.3 Beton Bertulang.....	11
2.3.1 Pengertian Beton Bertulang	11

2.3.2	Kekurangan dan Kelebihan Beton Bertulang.....	11
2.4	Gempa Bumi.....	12
2.5	Kriteria Desain Struktur Tahan Gempa.....	13
2.6	Pembebanan	14
2.6.1	Kombinasi Pembebanan	14
2.6.2	Beban Mati	15
2.6.3	Beban Hidup.....	16
2.6.4	Beban Angin.....	16
2.6.5	Beban Gempa	25
2.7	Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)	38
2.8	Metode Analisa Gaya Gempa	39
2.9	Persyaratan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Berdasarkan SNI-2847-2019.....	39
2.9.1	Desain Tulangan Balok	39
2.9.2	Desain Tulangan Kolom	44
2.9.3	Hubungan Balok Kolom SRPMK.....	48
2.10	Cek Rasio Partisipasi Massa	51
2.11	Penskalaan Gaya Gempa.....	51
2.12	Penentuan Simpangan antar Tingkat.....	51
2.13	Batasan Simpangan antar Lantai.....	52
2.14	Pengaruh P-delta	53
2.15	Perencanaan Elemen Struktur	54
2.15.1	Komponen Balok (Elemen Lentur)	55
2.15.2	Komponen Kolom.....	58
2.15.3	Komponen Struktur dengan Kombinasi Gaya.....	61
2.16	Level Kinerja FEMA 356	61
2.17	Level Kinerja FEMA 440 <i>Displacement Modification</i>	63
2.18	Pengertian Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)	64
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		65

3.1	Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	65
3.2	Penjelasan Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	66
3.3	Spesifikasi Gedung.....	70
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		73
4.1	Data Perencanaan Struktur SRPM Baja dan Beton	73
4.2	Preliminary Design Struktur SRPM Baja.....	75
4.2.1	Perencanaan dimensi Pelat Lantai Bangunan	75
4.2.2	Perencanaan <i>Shear Connector</i>	78
4.2.3	Perencanaan Balok.....	80
4.2.4	Perencanaan Kolom.....	85
4.3	Preliminary Design Struktur SRPM Beton.....	87
4.3.1.	Perencanaan Balok.....	87
4.3.2.	Perencanaan pelat	89
4.3.3.	Preliminary Kolom	92
4.4	Analisa pembebanan pada struktur SRPM Baja.....	94
4.4.1	Beban yang digunakan.....	94
4.4.2	Kombinasi Pembebanan	104
4.5	Analisa Pembebanan pada struktur SRPM Beton	107
4.5.1	Beban yang digunakan.....	107
4.5.2	Kombinasi Pembebanan	115
4.6	Permodelan Desain Struktur SRPM Baja.....	117
4.7	Permodelan Pembebanan pada struktur SRPM Baja.....	122
4.8	Analisis dan Evaluasi Struktur SRPM Baja	127
4.9	Permodelan Desain Struktur SRPM Beton.....	154
4.10	Permodelan Pembebanan pada Struktur SRPM Beton.....	161
4.11	Analisis dan Evaluasi Struktur SRPM Beton	165
4.12	Persyaratan Kebutuhan Tulangan Balok dan Kolom.....	174
4.12.1.	Perencanaan Tulangan pada Balok	174

4.12.2. Perencanaan Tulangan pada Kolom	182
4.13 Analisis Level Kinerja pada Struktur berdasarkan FEMA 356/440	185
4.13.1 Analisis Level Kinerja FEMA 356.....	185
4.13.2 Analisis Level Kinerja FEMA 440.....	190
4.14 Analisis Volume Struktur.....	191
4.15 Analisis Harga Struktur SRPM Baja dan SRPM Beton.....	192
4.16 Perbandingan Struktur	194
BAB V KESIMPULAN	197
5.1 Kesimpulan.....	197
5.2 Saran	197
5.3 Temuan dan Kendala	198
DAFTAR PUSTAKA.....	199
BIODATA PENULIS	201
LAMPIRAN	203

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Faktor Topografi, K_z	20
Gambar 2. 2 Sistem Penahan Gaya Angin Utama, Koefisien tekanan Eksternal, C_p untuk Bangunan Tertutup	24
Gambar 2. 3 Spektrum Respon Desain	33
Gambar 2. 4 Peta Transisi Periode Panjang, T_L , Wilayah Indonesia.....	33
Gambar 2. 5 Lebar efektif maksimum balok lebar (<i>wide beam</i>) dan persyaratan tulangan transversal	40
Gambar 2. 6 Persyaratan penulangan longitudinal.	41
Gambar 2. 7 Contoh sengkang tertutup (<i>hoop</i>) yang dipasang bertumpuk dan ilustrasi batasan maksimum spasi horizontal penumpu batang longitudinal.	43
Gambar 2. 8 Geser desain untuk balok dan kolom	44
Gambar 2. 9 Contoh penulangan transversal pada kolom	47
Gambar 2. 10 Contoh penulangan transversal pada kolom dengan $P_u > 0,3A_g f'_c$ atau $f'_c > 70$ Mpa.....	47
Gambar 2. 11 Luas joint efektif	50
Gambar 2. 12 Penentuan simpangan antar tingkat.....	52
Gambar 2. 13 Penampang Melintang Profil WF	56
Gambar 2. 14 Penampang Melintang Profil King Cross	58
Gambar 3. 1 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>).....	65
Gambar 3. 2 Denah Bangunan Gedung	71
Gambar 3. 3 Denah Melintang dan Memanjang	72
Gambar 4. 1 Denah Perencanaan Bangunan.....	74
Gambar 4. 2 Tampak Memanjang dan Melintang.....	75
Gambar 4. 3 Desain Perhitungan Pembebanan pada Balok Anak	83
Gambar 4. 4 Desain Perhitungan Pembebanan pada Balok Induk Arah Y	85
Gambar 4. 5 Desain Perhitungan Pembebanan pada Balok Induk Arah X.....	85
Gambar 4. 6 Permodelan struktur SRPM Baja ETABS.....	118
Gambar 4. 7 grid struktur pada struktur SRPM Baja.....	119
Gambar 4. 8 Membuat material pada struktur SRPM Baja	120
Gambar 4. 9 Permodelan kolom pada struktur SRPM Baja.....	121
Gambar 4. 10 Input properti baja King Cross	121
Gambar 4. 11 Permodelan pelat pada struktur SRPM baja	122
Gambar 4. 12 Hasil permodelan SRPM Baja.....	122
Gambar 4. 13 Input gempa respons spektra pada struktur SRPM Baja	123
Gambar 4. 14 Input gempa respons spektra pada struktur SRPM Baja	123
Gambar 4. 15 Membuat <i>load case type</i> pada struktur SRPM Baja	124

Gambar 4. 16	Menginput kombinasi pembebanan pada struktur SRPM Baja.....	124
Gambar 4. 17	memasukan beban mati pada pelat SRPM Baja.....	125
Gambar 4. 18	Beban merata pada pelat struktur SRPM Baja	125
Gambar 4. 19	Input beban dinding pada balok struktur SRPM Baja.....	126
Gambar 4. 20	Beban dinding pada balok struktur SRPM Baja.....	126
Gambar 4. 21	Proses <i>running</i> struktur Baja	127
Gambar 4. 22	Grafik perbandingan simpangan arah X dan Y SRPM Baja	135
Gambar 4. 23	Hasil perbandingan pengaruh P-Delta SRPM Baja.....	138
Gambar 4. 24	Penampang Balok Anak	139
Gambar 4. 25	Diagram momen dan gaya geser pada balok anak arah X lantai 2. 140	
Gambar 4. 26	Diagram lendutan yang terjadi pada balok anak arah X lantai 2....	140
Gambar 4. 27	Penampang Balok Induk	142
Gambar 4. 28	Diagram momen dan gaya geser pada balok induk SRPM Baja....	144
Gambar 4. 29	Diagram lendutan yang terjadi pada balok SRPM Baja.....	144
Gambar 4. 30	Diagram momen dan gaya geser pada balok induk SRPM Baja....	146
Gambar 4. 31	Diagram lendutan yang terjadi pada balok SRPM Baja.....	147
Gambar 4. 32	Penampang Kolom	149
Gambar 4. 33	Terjadi gaya aksial terbesar pada kolom C8 lantai 1	150
Gambar 4. 34	hasil beban aksial terbesar pada struktur SRPM Baja	153
Gambar 4. 35	Permodelan struktur SRPM Beton Software ETABS v22.....	155
Gambar 4. 36	Pengaturan <i>Grid</i> struktur bangunan pada struktur SRPM Beton ...	156
Gambar 4. 37	Membuat material pada struktur SRPM Beton	157
Gambar 4. 38	Permodelan kolom 70x70 pada struktur SRPM Beton	157
Gambar 4. 39	Pemodelan balok 40x55 pada struktur SRPM Beton	158
Gambar 4. 40	Pemodelan pelat pada struktur SRPM Beton	158
Gambar 4. 41	Hasil permodelan struktur SRPM Beton	159
Gambar 4. 42	Mengubah reduksi kekakuan inersia kolom.....	159
Gambar 4. 43	mengubah reduksi kekakuan inersia balok.....	160
Gambar 4. 44	mengubah reduksi kekakuan inersia pelat.....	160
Gambar 4. 45	Mendefinisikan pembebanan pada struktur SRPM Beton	161
Gambar 4. 46	Mendefinisikan gempa respons spektra	161
Gambar 4. 47	Create <i>load case type</i> pada struktur SRPM Beton	162
Gambar 4. 48	mendefinisikan kombinasi pembebanan ultimit.....	162
Gambar 4. 49	nilai beban mati merata pada pelat.....	163
Gambar 4. 50	Beban merata pada pelat struktur SRPM Beton.....	163
Gambar 4. 51	nilai beban dinding pada balok struktur SRPM Beton	164
Gambar 4. 52	Beban dinding pada balok	164
Gambar 4. 53	Proses <i>running</i> struktur SRPM Beton	165

Gambar 4. 54 Grafik simpangan antar tingkat arah x dan y struktur SRPM Beton	171
Gambar 4. 55 Grafik pengaruh P-Delta arah x dan y struktur SRPM Beton	174
Gambar 4. 56 Mengatur tampilan <i>design longitudinal</i> ETABS v22	176
Gambar 4. 57 Tampilan Kebutuhan Penulangan Longitudinal Balok	176
Gambar 4. 58 Mengatur tampilan design tulangan geser ETABS v22	177
Gambar 4.59 Tampilan Kebutuhan Penulangan Geser Balok.....	177
Gambar 4. 60 Penulangan <i>detailing</i> kolom ETABS v22	183
Gambar 4. 61 (6/5) <i>beam/column Capacity Rations</i>	184
Gambar 4. 62 Hasil analisa <i>Pushover</i> arah X menggunakan ETABS v22.....	186
Gambar 4. 63 Hasil analisa <i>Pushover</i> arah Y menggunakan ETABS v22.....	187
Gambar 4. 64 Hasil Analisa <i>Pushover</i> arah X SRPM Beton	188
Gambar 4. 65 Hasil Analisa <i>Pushover</i> arah Y SRPM Beton.....	189
Gambar 4. 66 Grafik Harga Rp/m ² SRPM Baja dan SRPM Beton.....	193
Gambar 4. 67 Grafik perbandingan simpangan SRPM Baja dan SRPM Beton	194
Gambar 4. 68 Grafik Pengaruh P-Delta SRPM Baja dan SRPM Beton	195
Gambar 4. 69 Grafik Perbandingan Harga Rp/m ² SRPM Baja dan SRPM Beton	196

(Halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Berat Sendiri Komponen dan Bahan Bangunan	15
Tabel 2. 2 Beban hidup.....	16
Tabel 2. 3 Kategori Risiko Bangunan dan Struktur lain untuk Beban Angin.....	16
Tabel 2. 4 Faktor Arah Angin, K_d	18
Tabel 2. 5 Faktor Elevasi Permukaan Tanah, K_e	21
Tabel 2. 6 Koefisien Tekanan Internal (GC_{pi})	22
Tabel 2. 7 Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan, K_h dan K_z	22
Tabel 2. 8 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa ..	26
Tabel 2. 9 Faktor Keutamaan Gempa	28
Tabel 2. 10 Klasifikasi Situs	29
Tabel 2. 11 Koefisien situs, F_a	30
Tabel 2. 12 Koefisien situs, F_v	31
Tabel 2. 13 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek	34
Tabel 2. 14 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik	34
Tabel 2. 15 Faktor R , C_d , dan 0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik	35
Tabel 2. 16 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	37
Tabel 2. 17 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	38
Tabel 2. 18 Faktor R , untuk sistem penahan gaya gempa	39
Tabel 2. 19 Kekuatan geser nominal joint V_n	49
Tabel 2. 20 Simpangan antar tingkat izin	53
Tabel 2. 21 Faktor tahanan ϕ	54
Tabel 2. 22 Keadaan batas yang dialami profil WF sebagai elemen lentur.....	56
Tabel 2. 23 Keadaan Batas pada Elemen Tekan Profil WF	59
Tabel 2. 24 Kriteria Kinerja.....	62
Tabel 2. 25 Batas Simpangan Sistem Struktur Beton Bertulang	63
Tabel 2. 26 Batas Simpangan Sistem Struktur Baja	63
Tabel 4. 1 Preliminary desain struktur balok.....	81
Tabel 4. 2 Preliminary desain struktur kolom	86
Tabel 4. 3 Tinggi minimum balok non pretegang	87
Tabel 4. 4 Rekapitulasi dimensi balok induk	88
Tabel 4. 5 Rekapitulasi dimensi balok anak	89
Tabel 4. 6 Rekapitulasi beban mati dan beban hidup lantai atap.....	92
Tabel 4.7 Rekapitulasi beban mati dan beban hidup lantai 1-5	93
Tabel 4. 8 Perencanaan awal dimensi kolom	94

Tabel 4. 9 eksposur velositas	96
Tabel 4. 10 Kategori risiko bangunan gedung	98
Tabel 4. 11 Koefisien Situs, F_a	98
Tabel 4. 12 Koefisien situs, F_v	99
Tabel 4. 13 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek.....	101
Tabel 4. 14 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik	101
Tabel 4. 15 Beban Seismik Efektif	104
Tabel 4. 16 eksposur velositas	108
Tabel 4. 17 Kategori risiko bangunan gedung	110
Tabel 4. 18 Koefisien Situs, F_a	111
Tabel 4. 19 Koefisien situs, F_v	112
Tabel 4. 20 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek.....	113
Tabel 4. 21 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik	114
Tabel 4. 22 Berat struktur pada SRPM Baja.....	128
Tabel 4. 23 Berat Struktur SRPM Baja dari ETABS v22	129
Tabel 4. 24 Perbandingan berat struktur hitungan manual dan ETABS v22	129
Tabel 4. 25 Modal partisipasi massa rasio struktur SRPM Baja.....	130
Tabel 4. 26 Massa struktur SRPM Baja.....	131
Tabel 4. 27 Rekapitulasi cek simpangan antar tingkat arah X struktur SRPM Baja.....	134
Tabel 4. 28 Rekapitulasi cek simpangan antar tingkat arah Y struktur SRPM Baja.....	135
Tabel 4. 29 Rekapitulasi perhitungan $P-\Delta$ arah X struktur SRPM Baja	137
Tabel 4. 30 Rekapitulasi perhitungan $P-\Delta$ arah Y struktur SRPM Baja.....	137
Tabel 4. 31 Rekapitulasi dimensi penampang struktur SRPM Beton.....	154
Tabel 4. 32 Modal partisipasi massa rasio struktur SRPM Beton	166
Tabel 4. 33 Massa struktur SRPM Beton	167
Tabel 4. 34 Rekapitulasi cek simpangan antar tingkat arah X struktur SRPM Baja.....	170
Tabel 4. 35 Rekapitulasi cek simpangan antar tingkat arah Y struktur SRPM Beton	170
Tabel 4. 36 Rekapitulasi perhitungan $P-\Delta$ arah X struktur SRPM Beton	173
Tabel 4. 37 Rekapitulasi perhitungan $P-\Delta$ arah Y struktur SRPM Baja.....	173
Tabel 4.38 Rekapitulasi Tulangan Balok SRPM Beton.....	182
Tabel 4.39 Rekapitulasi Tulangan Balok Anak SRPM Beton	182
Tabel 4. 40 Data <i>Pushover</i> FEMA 356 Arah X Baja.....	186
Tabel 4. 41 Data <i>Pushover</i> FEMA 356 Arah Y Baja	187

Tabel 4. 42 Data <i>Pushover</i> FEMA 356 Arah X Beton	188
Tabel 4. 43 Data <i>Pushover</i> FEMA 356 Arah Y Beton.....	189
Tabel 4. 44 Rekapitulasi Analisis Struktur Dengan FEMA 356.....	190
Tabel 4. 45 Rekapitulasi Analisis Struktur dengan FEMA 440.....	191
Tabel 4. 46 Hasil analisis volume dan berat Tulangan SRPM Beton.....	191
Tabel 4. 47 Volume dan Berat Beton.....	192
Tabel 4. 48 Volume dan Berat Baja.....	192
Tabel 4. 49 Total Volume dan Biaya SRPM Beton	192
Tabel 4. 50 Total Volume dan Biaya SRPM Baja.....	193
Tabel 4. 51 Rekapitulasi Harga dari kedua Struktur.....	193
Tabel 4. 52 Perbandingan Level Kinerja FEMA 356	195
Tabel 4. 53 Perbandingan Level Kinerja FEMA 440	195
Tabel 4. 54 Perbandingan Total Biaya dan Harga (Rp/m ²).....	196

(Halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

L 1 Jadwal Penyusunan Laporan Tugas Akhir	203
L 2 Spesifikasi <i>Shear Studs</i>	204
L 3 Tabel Spesifikasi Super Floor Deck	206
L 4 Daftar Harga Satuan Upah dan Bahan	207
L 5 Tabel pembuatan 1 m ³ beton mutu $f'c = 26,4$ MPa (K 300), slump (12 ± 2) cm	208
L 6 Hasil Turnitin Tugas Akhir	209
L 6 Hasil Turnitin Tugas Akhir	209
L 7 LoA Seminar Internasional ICEF_TAGS UNTAG Surabaya	211
L 7 LoA Seminar Internasional ICEF_TAGS UNTAG Surabaya	211
L 8 Lembar Bimbingan Tugas Akhir	212
L 8 Lembar Bimbingan Tugas Akhir	212

(Halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR NOTASI

As	= Luasan tulangan tarik
A's	= Luasan tulangan tekan
Beff	= Redaman Efektif (%)
Cd	= Faktor pembesaran defleksi
Cs	= Koefisien respon seismik
Cvx	= Faktor distribusi vertical
d	= Jarak dari serat tekan terluar ke titik pusat tulangan tarik (mm)
d'	= Jarak dari serat tekan terluar ke titik pusat tulangan tekan (mm)
DL	= Beban Mati
Dt	= Nilai perpindahan maksimal
Fa	= Koefisien Situs berdasarkan nilai Sa
Fv	= Koefisien Situs berdasarkan nilai S1
Fx	= Gaya gempa arah x
Fy	= Gaya gempa arah y
fy	= Tegangan leleh
f'c	= Kuat tekan beton (Mpa)
g	= Nilai gravitasi (9,8 m/s ²)
hx	= Tinggi tiap lantai
Ie	= Faktor Keutamaan gempa
KDG	= Kategori desain gempa
LL	= Beban Hidup
Ln	= Panjang bentang bersih balok atau kolom
Mu	= Momen Ultimate balok atau kolom
Pu	= Beban aksial kolom
Qu	= Beban Ultimate
R	= Koefisien modifikasi respons
s	= Jarak spasi tulangan (mm)
S1	= Percepatan batuan dasar pada periode 1 detik
Sa	= Repon spectra percepatan
SD1	= Menentukan kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik
SDS	= Menentukan kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek
SF	= Faktor skala
Sm1	= Parameter percepatan respons spectral MCE pada periode 1 detik yang

- telah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
- S_{ms} = Parameter percepatan respons spectral MCE pada periode pendek yang telah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
- S_s = Percepatan batuan dasar pada periode pendek
- T_a = Periode fundamental pendekatan
- T_{eff} = Periode Fundamental Efektif (s)
- V_x = Gaya geser seismik desain di tingkat x
- V_{tx} = Nilai desain dari gaya geser dasar akibat seismik x
- V_{ty} = Nilai desain dari gaya geser dasar akibat seismik y
- V_u = Beban geser kolom
- V_x = Nilai gaya geser dasar
- W = Berat
- Δ = Simpangan antar lantai
- Δ_a = Simpangan antar lantai tingkat ijin
- δ_t = Target perpindahan
- δ_x = Defleksi pusat massa yang ditingkatkan
- δ_{xe} = Defleksi pada lokasi yang diisyaratkan (mm)
- ρ = Faktor redundansi
- $\emptyset$ = Faktor reduksi (berdasarkan SNI)