

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN TIGA SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN
(SRPM) DI KAWASAN DENGAN KATEGORI DESAIN SEISMIK
(KDS) B**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

AZZURI
NPM : 1210015211008



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2017**

PERBANDINGAN TIGA SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN (SRPM) DI KAWASAN DENGAN KATEGORI DESAIN SEISMIK (KDS) B

Azzuri, Hendri, Robby

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta Padang. E-mail : 4zzuri@gmail.com, warman_hendri@yahoo.com, robby.permata@bunghatta.ac.id

Sistem Rangka Pemikul Momen adalah pilihan dalam mendisain gedung tahan gempa, Sistem Rangka Pemikul Momen sendiri terbagi 3 yaitu SRPMK, SRPMM, dan SRPMB, di karenakan Indonesia merupakan negara yang rawan terhadap gempa, Standar Nasional Indonesia (SNI) mengularkan peraturan beberapa diantaranya yaitu SNI 1726-2012 tentang Gempa dan SNI 2847-2013 tentang Struktur Gedung. Pada tabel 9 SNI 1726-2012 tidak ada batasan dalam mendisain SRPMK, SRPMM, SRPMB tepatnya pada wilayah KDS B. Dengan membandingkan ketiga Sistem Rangka tersebut diharapkan dapat memberikan masukan kepada pengguna Jasa Konstruksi dalam mendisain gedung tahan gempa di wilayah KDS B. Perhitungan Struktur dibantu *software* ETABS untuk mendapatkan momen desain, dan dilakukan analisis terhadap ketiga sistem untuk melihat perbedaan rasio penampang dan tulangan, dan dilakukan juga Analisa Anggaran Biaya per Gedung. Hasil analisa yang di dapat meninjau sebuah balok B38 didapatkan perbedaan penampang yaitu untuk SRPMK 30/50, SRPMM 30/60, dan SRPMB 40/60, dan untuk rasio tulangan SRPMK dan SRPMM didapatkan hasil yang sama yaitu 5D16 , dan rasio tulangan SRPMB adalah 7D16. Untuk Rencana Anggaran Biaya sistem gedung SRPMM adalah gedung yang memiliki nilai gedung termurah dibandingkan dari dua gedung lainnya yaitu Rp. 4.497.519.000 dan untuk SRPMK mendapatkan kenaikan harga sebesar 0,67% sedangkan SRPMB dengan kenaikan harga gedung 1,14%. Sehingga Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) merupakan pilhan yang tepat untuk mendisain gedung tahan Gempa di wilayah KDS B.

Kata kunci: Perbandingan, Gedung, SRPM, Harga

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. H. Hendri Warman MSCE

Robby Permata S.T M.T P.Hd

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, dan kepada nabi Muhammad yang telah membawa umatnya dari zaman jahiliah sampai pada zaman yang penuh ilmu pengetahuan pada saat sekarang ini, sehingga Tugas Akhir ini dapat penulis selesaikan.

Tugas Akhir dengan judul “Pebandingan Tiga Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) Di Kawasan Dengan Kategori Desain Seismik (KDS) B” ini ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Sastra Satu Universitas Bung Hatta, Padang.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan dan doa dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, yaitu kepada :

- 1) Bapak Dr. Ir. I Nengah Tela, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta.
- 2) Ibuk Dr. Rini Mulyani, M.Sc.(Eng.) selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil
- 3) Bapak Ir. Hendri Warman, M.SCE dan Bapak Robby Permata, ST,.MT,.Ph.D selaku dosen Pembimbing yang telah membimbing Penulis dan banyak memberikan masukan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
- 4) Kepada Seluruh Karyawan bagian Tata Usaha Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- 5) Kepada kedua orang tua, papa saya Drs. H. Yoernoli Latif dan mama saya Arina Kadir yang selalu memberikan dukungan moril dan masukan-masukan selama saya menjadi mahasiswa di Universitas Bung Hatta, semoga beliau-beliau selalu diberikan kesehatan hendaknya oleh Allah SWT.
- 6) Kepada Abang-abang, kakak dan adik saya. *Uda Alqan S.H (Alm)* beliau selalu menjadi contoh yang baik buat saya sendiri, adikmu selalu mendo'akanmu. Kakak ku *Fitri Raina Suri S. Hum* yang selalu memberikan masukan kepada penulis. Dan untuk Bang *Fajran A.md* anak mama no tiga semoga menjadi orang sukses dan tetap sayang dengan keluarga, dan untuk

adik ku *Meuthia Suci Ramadhani* kuliah yang rajin yaaa, pokokya Sayang Kalian Semua :*.

- 7) Dan untuk Kekasihku Velli Shinta semoga selalu diberikan kesehatan lahir dan bathin oleh Allah SWT, Aamiin, *I will always Love you.*
- 8) Terimakasih juga pada rekan-rekan seperjuangan Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil angkatan 2012.
- 9) Dan Kepada semua pihak yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Padang, Juni 2017

(Azzuri)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Permasalahan	4
1.3.1 Tujuan	4
1.3.2 Manfaat	4
1.4 Pembatasan masalah	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pendahuluan	6
2.2 Material	6
2.2.1 Beton	6
2.2.1.1 Sifat Beton	8
2.2.2 Baja Tulangan.....	10

2.3	Teori Analisis Komponen Pada Struktur	11
2.3.1	Teori Analisis Pelat.....	11
2.3.1.1	Persyaratan Tumpuan Pada Pelat.....	12
2.3.1.2	Bentang Teoritis dan Bentang Bersih	13
2.3.2	Teori Analisis Balok	14
2.3.2.1	Perencanaan Dimensi Balok	16
2.3.2.2	Kapasitas Balok Bertulangan Tunggal.....	17
2.3.2.3	Kapasitan Balok Bertulangan Ganda	18
2.3.2.4	Tipe Keruntuhan Balok.....	19
2.3.2.5	Geser Pada Balok	21
2.3.3	Teori Analisis Kolom	22
2.3.3.1	Perencanaan Dimensi Kolom.....	23
2.3.3.2	Kapasitas Maksimun Kolom.....	23
2.3.3.3	Jenis Keruntuhan Kolom.....	24
2.4	Ketentuan Perencanaan Pembebanan	25
2.4.1	Pembebanan	26
2.4.2	Deskripsi Pembebanan.....	26
2.4.2.1	Beban Mati (DL)	26
2.4.2.2	Beban Hidup (LL)	26
2.4.2.3	Beban Gempa (EL)	27
2.4.3	Kombinasi Pembebanan	42
2.5	Persyaratan Untuk SRPMK	42
2.5.1	Komponen Lentur Pada SRPMK.....	42
2.5.1.1	Ruang Lingkup	42

2.5.1.2 Tulangan Longitudinal	43
2.5.1.3 Tulangan Transversal	43
2.5.1.4 Persyaratan Kuat Geser	45
2.5.2 Komponen Struktur Yang Menerima Lentur & Aksial ..	46
2.5.2.1 Ruang Lingkup	46
2.5.2.2 Kuat Lentur Minimum Kolom	46
2.5.2.3 Tulangan Longitudinal	47
2.5.2.4 Tulangan Transversal	47
2.5.2.5 Persyaratan Kuat Geser	49
2.5.3 Hubungan Joint SRPMK	50
2.5.3.1 Ruang Lingkup	50
2.5.3.2 Tulangan Transversal	51
2.5.3.3 Kuat Geser	51
2.5.3.4 Panjang Penyaluran Tulangan Tarik	52
2.6 Persyaratan Untuk SRPMM.....	53
2.6.1 Detail Penulangan	53
2.6.2 Kuat Geser	53
2.6.3 Balok	54
2.6.4 Kolom	54
2.7 Persyaratan Untuk SRPMB	55
2.7.1 Ruang Lingkup	55
2.8 Pondasi.....	55
2.8.1 Jenis-jenis Pondasi.....	56
2.8.2 Pemilihan Tipe Pondasi	56

2.8.3	Pondasi Tiang	57
2.8.3.1	Daya Dukung Ijin Tiang	58
2.8.3.2	Daya Dukung Ijin Tekan.....	59
2.8.3.3	Daya Dukung Ijin Tarik	60
2.8.3.4	Jumlah Tiang Yang Diperlukan	60
2.8.3.5	Efisiensi Kelompok Tiang.....	60
2.8.3.6	Beban Maksimum Tiang Pada Kelompok Tiang.....	61
2.8.3.7	Daya Dukung Horizontal	62
2.8.3.8	Kontrol Defleksi Tiang Vertikal	63
2.8.3.9	Keruntuhan Kelompok Tiang.....	64
2.8.3.10	Gesekan Negatif	66
2.8.3.11	Pile Cap	68
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	70
3.1	Standar Perencanaan	70
3.2	Metode Perhitungan	71
3.3	Perhitungan Pembebanan.....	71
3.3.1	Analisa Kegempaan	72
3.4	Skema Analisa Struktur	72
3.4.1	Analisis Gedung SRPMK	73
3.4.2	Analisis Gedung SRPMM.....	74
3.4.3	Analisis Gedung SRPMB.....	74
3.5	Analisa Tulangan Struktur	75
3.5.1	Penulangan Pelat	77
3.5.2	Penulangan Balok	77

3.5.3	Penulangan Kolom.....	79
3.6	Analisa Perhitungan Struktur Bawah.....	82
3.7	Skema Perhitungan Harga Gedung.....	82
BAB IV	ANALISA PERHITUNGAN.....	83
4.1	Deskripsi Model Struktur.....	83
4.2	Preliminari Strktur.....	84
4.2.1	Dimensi Balok.....	84
4.2.2	Dimensi Pelat.....	85
4.2.3	Dimensi Kolom.....	89
4.3	Pehitungan Pengaruh Beban Gempa Pada Struktur.....	93
4.4	Kombinasi Pembebanan.....	107
4.5	Perencanaan Komponen Struktur SRPMK.....	109
4.5.1	Pemodelan Struktur.....	109
4.5.2	Perencanaan Penulangan Pelat.....	109
4.5.3	Perencanaan Tulangan Balok Akibat Momen Lentur....	112
4.5.3.1	Perencanaan Balok Tumpuan.....	113
4.5.3.2	Penulangan Geser Balok.....	119
4.5.4	Perencanaan Penulangan Kolom.....	123
4.5.4.1	Penulangan Memanjang Kolom.....	123
4.5.4.2	Desain Tulangan <i>Comfinement</i> Kolom.....	125
4.5.4.3	Penulangan Geser Kolom.....	127
4.6	Perencanaan Komponen Struktur SRPMM.....	131
4.6.1	Pemodelan Struktur.....	131
4.6.2	Perencanaan tulangan Akibat Momen Lentur	131

4.6.2.1	Perencanaan Balok Tumpuan.....	132
4.6.2.2	Penulangan Geser Balok.....	138
4.6.3	Perencanaan Penulangan Kolom.....	141
4.6.3.1	Penulangan Memanjang Kolom.....	141
4.6.3.2	Penulangan Geser Kolom.....	142
4.7	Perencanaan Komponen Struktur SRPMB	143
4.7.1	Pemodelan Struktur.....	143
4.7.2	Perencanaan tulangan Akibat Momen Lentur	143
4.7.2.1	Perencanaan Balok Tumpuan.....	144
4.7.2.2	Penulangan Geser Balok.....	149
4.7.3	Perencanaan Penulangan Kolom.....	150
4.7.3.1	Penulangan Memanjang Kolom.....	150
4.7.3.2	Penulangan Geser Kolom.....	151
4.8	Perencanaan Komponen Struktur Bawah.....	152
4.8.1	Analisa Perhitungan Pondasi.....	152
4.8.2	Analisa Penurunan Pondasi.....	161
4.8.3	Analisa Perhitungan Tie Beam.....	162
4.9	Analisa Harga Gedung.....	165
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	175
5.1	Kesimpulan.....	175
5.2	Saran	177
	DAFTAR PUSTAKA	
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tulangan Ulir dan Ukurannya.....	10
Tabel 2.2	Tebal minimum balok non prategang atau pelat satu arah jika lendutan tidak dihitung.....	16
Tabel 2.3	Kategori Resiko dan Faktor Keutamaan Gempa.....	27
Tabel 2.4	Klasifikasi Situs	29
Tabel 2.5	Koefisien Situs, F_a	30
Tabel 2.6	Koefisien Situs, F_v	31
Tabel 2.7	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek	33
Tabel 2.8	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik.....	33
Tabel 2.9	Klasifikasi Sistem Rangka Pemikul Momen Beserta Faktor R dan Ω_0	34
Tabel 2.10	Persyaratan untuk masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35% gaya geser dasar.....	35
Tabel 2.11	Prosedur analisis yang boleh digunakan	37
Tabel 2.12	Nilai parameter perioda pendekatan C_t dan x	38
Tabel 2.13	Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung	38
Tabel 2.14	Nilai $K_d \tan \delta$ yang disarankan oleh Broms (1976).....	67
Tabel 4.1	Perhitungan gaya aksial pada kolom akibat beban gravitasi....	92
Tabel 4.2	Resume dimensi rencana awal struktur.....	93
Tabel 4.3	Pemeriksaan Kelas Situs Berdasarkan Data Standard Penetration Test, N_{60}	95

Tabel 4.4.	Ordinat Spektral Desain Elastik (untuk $R = 1$ dan $I_e = 1,0$) untuk Situs Kelas SD di Lokasi Pembangunan Gedung	96
Tabel 4.5.	Perhitungan Berat Stuktur Lantai 1	97
Tabel 4.6.	Perhitungan Berat Srtuktur Lantai 2 – 4 (Tipikal)	98
Tabel 4.7.	Perhitungan Berat Stuktur Lantai 5 (atap)	100
Tabel 4.8.	Rangkuman Berat Struktur per Lantai	101
Tabel 4.9.	Gaya Lateral Ekuivalen dan Gaya Geser Komulatif Ekuivalen per Lantai untuk SRPMK	105
Tabel 4.10.	Gaya Lateral Ekuivalen dan Gaya Geser Komulatif Ekuivalen per Lantai untuk SRPMM	106
Tabel 4.11.	Gaya Lateral Ekuivalen dan Gaya Geser Komulatif Ekuivalen per Lantai untuk SRPMB	107
Tabel 4.12.	Resume momen disain balok SRPMK yang telah di shortir....	112
Tabel 4.13.	Resume momen disain balok SRPMM yang telah di shortir ...	131
Tabel 4.14.	Resume momen disain balok SRPMB yang telah di shortir	143
Tabel 4.15	Nilai koefisien tegangan gesek (K_z)	162
Tabel 4.16	Analisa Harga Konstruksi Gedung.....	168
Tabel 4.17	Rencana Anggaran Biaya Struktur SRPMK	174
Tabel 4.18	Rencana Anggaran Biaya Struktur SRPMM.....	175
Tabel 4.19	Rencana Anggaran Biaya Struktur SRPMB	176

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Hasil Perhitungan Respons Spektrum	2
Gambar 1.2 Tabel Faktor R , C dan Ω untuk sistem penahan gaya gempa ..	3
Gambar 2.1 Hubungan Tegangan Regangan Beton	9
Gambar 2.2 Hubungan Tegangan Regangan Baja	11
Gambar 2.3 Pelat Dua Arah dan Pelat Satu Arah	12
Gambar 2.4 Tumpuan Terjepit Elastis	12
Gambar 2.5 Tumpuan terjepit elastis (SNI 1726-2012).....	13
Gambar 2.6 Bentang teoritis dan bentang bersih	13
Gambar 2.7 Balok ditengah konstruksi.....	15
Gambar 2.8 Balok ditepi konstruksi	15
Gambar 2.9 Gambar penampang balok.....	16
Gambar 2.10 Diagram regangan-tegangan balok bertulangan tunggal.....	17
Gambar 2.11 Diagram regangan-tegangan balok bertulangan rangkap.....	18
Gambar 2.12 Profil distribusi regangan penampang balok lentur	21
Gambar 2.13 Diagram Interaksi Kolom.....	25
Gambar 2.14 Contoh Sengkang tertutup yang dipasang bertumpuk	45
Gambar 2.15 Perencanaan geser untuk balok-kolom.....	46
Gambar 2.16 Contoh tulangan Transversal Pada Kolom.....	48
Gambar 2.17 Luas Efektif hubungan Balok-Kolom	51

Gambar 2.18 Gaya Lintang Rencana unntuk SRPMM.....	53
Gambar 2.19 Beban yang bekerja pada pile cap.....	62
Gambar 2.20 Faktor bentuk (S) untuk kelompok tiang (Meyerhof-Skempton)	65
Gambar 2.21 Faktor kapasitas dukung N_c (Meyerhof).....	65
Gambar 2.22 Jarak Tiang	68
Gambar 3.1 Skema Perencanaan Tugas Akhir.....	70
Gambar 3.2 Skema Perhitungan Gaya Gempa.....	72
Gambar 3.3 Skema Perencanaan Analisis Struktur Balok Pada SRPMK....	73
Gambar 3.4 Skema Perencanaan Analisis Struktur Kolom SRPMK.....	73
Gambar 3.7 Skema Perencanaan Analisis Struktur SRPMM	74
Gambar 3.8 Skema Perencanaan Struktur SRPMB	74
Gambar 3.9 <i>Flow Chart</i> Perhitungan Penulangan Pelat	76
Gambar 3.10 <i>Flow Chart</i> Perhitungan Penulangan Balok.....	77
Gambar 3.11 <i>Flow Chart</i> Perhitungan Penulangan Kolom	81
Gambar 3.12. <i>Flow Chart</i> Perhitungan Struktur Bawah	82
Gambar 3.13. <i>Flow Chart</i> Perhitungan Harga Gedung	82
Gambar 4.1 Tampak Bangunan Portal Arah X dan Portal Arah Y.....	83
Gambar 4.2 Layout Lantai Tipikal Struktur.....	84
Gambar 4.3 Peninjauan Panjang Balok.....	85

Gambar 4.4	Peninjauan Tebal Pelat	86
Gambar 4.5	Peninjauan Potongan	87
Gambar 4.6	Parameter $S_s MCE_R$ untuk Lokasi Situs	94
Gambar 4.7	Parameter $S_1 MCE_R$ untuk Lokasi Situs	94
Gambar 4.8	Respon Spektra Desain Elastis untuk ($R = 1$ dan $I_e = 1,0$) untuk Situs dengan $S_s = 0,262$ g, dan $S_1 = 0,164$ g	97
Gambar 4.9	Perioda Gedung Arah x dan y hasil analisis ETABS	102
Gambar 4.10	Desain Struktur Gedung SRPMK dengan data-data preliminary desain dan gaya-gaya yang bekerja seperti yang pada sub bab empat diatas sebelumnya.	109
Gambar 4.11	Portal Arah Y pada Sumbu E tampak Samping dan Atas	113
Gambar 4.12	Detai Penampang Balok Pada Aerah Tumpuan	115
Gambar 4.13	Beban, Momen Ujung, dan diagram gaya dalam balok B38 lantai 2	121
Gambar 4.14	Diagram Interaksi Kolom SRPMK yang didapat dari hasil analisis <i>SpColoumb</i>	125
Gambar 4.15	Detai Kolom yang di tinjau As 2-C	130
Gambar 4.16	Struktur Gedung Rencana SRPMM	131
Gambar 4.17	Portal Arah Y pada Sumbu E tampak Samping dan Atas	132
Gambar 4.18	Detail Penampang Balok Pada Daerah Tumpuan	134

Gambar 4.19 Diagram Interaksi Kolom yang di dapat dari hasil analisis SpColoumb.....	142
Gambar 4.20 Struktur Gedung SRPMB.....	143
Gambar 4.21 Portal Arah Y pada Sumbu E tampak Samping dan Tampak Atas	144
Gambar 4.22 Detail Penampang Balok SRPMB	146
Gambar 4.23 Diagram Gaya Lintang B38 Hasil Perhitungan ETABS.....	150
Gambar 4.24 Diagram Interaksi Kolom SRPMB	151
Gambar 4.25 Analisa pada tiang kelompok	154
Gambar 4.26 Detail penulangan pile cap	160
Gambar 4.27 Detai Penulangan Tie Beam.....	164