

## **TUGAS AKHIR**

# **EVALUASI KINERJA STRUKTUR SISTEM GANDA DAN SRPMM SEBAGAI DESAIN ALTERNATIF PADA GEDUNG FAKULTAS PSIKOLOGI KAMPUS B UIN RADEN FATAH PALEMBANG**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**AHMAD RAHMADDIEN SUFANSYA**

**03011381621137**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2020**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**EVALUASI KINERJA STRUKTUR SISTEM GANDA DAN  
SRPMM SEBAGAI DESAIN ALTERNATIF PADA  
GEDUNG FAKULTAS PSIKOLOGI KAMPUS B UIN  
RADEN FATAH PALEMBANG**

**SKRIPSI**

Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik

Oleh :

**Ahmad Rahmaddien Sufansya**  
**03011381621137**

**Palembang, Mei 2020**  
**Diperiksa dan disetujui oleh,**

**Dosen Pembimbing I,**

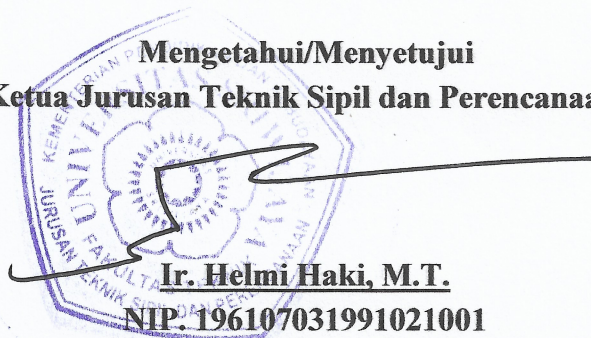
**Dosen Pembimbing II,**



**Dr. Rosidawani, S.T., M.T.**  
**NIP. 197605092000122001**

**Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.**  
**NIP. 197705172008012039**

**Mengetahui/Menyetujui**  
**Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,**



**Ir. Helmi Haki, M.T.**  
**NIP. 196107031991021001**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah S.W.T., atas berkat rahmat dan kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Evaluasi Kinerja Struktur Sistem Ganda dan SRPMM Pada Gedung Fakultas Psikologi Kampus B UIN Raden Fatah Palembang. Tulisan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan kurikulum pada tingkat Sarjana di jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan tugas akhir ini diantaranya:

1. Bapak Ir. Helmi Haki, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
2. Bapak M. Baitullah Al Amin, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Rosidawani, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1 skripsi yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi.
4. Ibu Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 2 skripsi yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi.
5. Ibu Yulindasari, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing akademik.
6. Kedua Orang tua saya yang selalu memberi dukungan moril dan materil dalam menjalankan perkuliahan dan sampai kepada menyelesaikan skripsi.

Akhir kata dengan segala kekurangannya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi keluarga besar Teknik Sipil dan Perencanaan khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Palembang, Maret 2020



Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xii
HALAMAN RINGKASAN.....	xv
HALAMAN <i>SUMMARY</i> .....	xvi
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xvii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xviii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xix
RIWAYAT HIDUP.....	xx
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.5. Rencana Sistematika Penulisan .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1. Gempa Bumi.....	6
2.2. Sistem Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa .....	7
2.3. Prosedur Analisis Beban Seismik Berdasarkan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012).....	7
2.3.1. Perencanaan Gempa, Faktor Keutamaan, dan Kategori Resiko Struktur Bangunan .....	8
2.3.2. Klasifikasi Situs .....	11



2.3.3.	Parameter Percepatan Gempa .....	12
2.3.4.	Desain Spektrum Respons .....	14
2.3.5.	Kategori Desain Seismik .....	15
2.3.6.	Pemilihan Sistem Struktur .....	16
2.3.7.	Sistem Ganda .....	19
2.3.8.	Faktor Redundansi .....	19
2.3.9.	Kombinasi Beban Gempa .....	21
2.4.	<i>Preliminary Design</i> Berdasarkan Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013) .....	27
2.4.1.	Desain Balok .....	27
2.4.2.	Desain Pelat .....	28
2.4.3.	Desain Kolom .....	29
2.4.4.	Desain Dinding Geser .....	29
2.5.	Perencanaan Komponen Struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) .....	30
2.5.1.	Balok .....	30
2.5.2.	Kolom .....	31
2.6.	<i>Performance Based Design</i> .....	33
2.6.1.	<i>Capacity Spectrum</i> dan <i>Demand Spectrum</i> .....	34
2.6.2.	Penentuan Titik Kinerja ( <i>Performance Point</i> ) .....	37
2.6.3.	Penentuan Level Kinerja Struktur .....	42
2.7.	Sendi Plastis .....	44
2.8.	Penelitian Terdahulu .....	45
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....		53
3.1.	Informasi Umum Struktur .....	53
3.2.	Diagram Alir Metodologi Penelitian .....	55
3.3.	Studi Literatur .....	56
3.4.	Pengumpulan Data .....	56
3.5.	Permodelan Struktur .....	56
3.6.	Pembebanan .....	68
3.6.1.	Beban Mati .....	69

3.6.2.	Beban Hidup .....	69
3.6.3.	Beban Gempa.....	69
3.6.4.	Kombinasi Pembebanan .....	80
3.7.	Metode Analisis Kinerja Struktur .....	82
3.7.1.	Karakteristik Sendi Plastis <i>Response 2000</i> .....	82
3.7.2.	<i>Hinge Properties</i> Pada <i>SAP2000</i> .....	88
3.7.3.	<i>Input Hinge Properties</i> Pada Model Struktur .....	90
3.7.4.	Membuat <i>Nonlinier Case</i> .....	91
3.7.5.	Parameter ATC-40 .....	95
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....		96
4.1.	Analisis Permodelan Struktur Eksisting .....	96
4.1.1.	Kurva Kapasitas .....	96
4.1.2.	<i>Performance Point</i> .....	100
4.1.3.	<i>Performance Level</i> .....	102
4.1.4.	Penyebaran Sendi Plastis .....	103
4.1.5.	Simpangan Antar Lantai .....	108
4.1.6.	Volume Material Struktural .....	110
4.2.	Analisis Permodelan Struktur Alternatif .....	111
4.2.1.	Kurva Kapasitas .....	111
4.2.2.	<i>Performance Point</i> .....	115
4.2.3.	Penyebaran Sendi Plastis .....	117
4.2.4.	<i>Performance Level</i> .....	122
4.2.5.	Simpangan Antar Lantai .....	123
4.2.6.	Volume Material Struktural .....	125
4.3.	Perbandingan Kinerja Struktur Eksisting dan Struktur Alternatif .....	126
4.3.1.	Kurva Kapasitas .....	126
4.3.2.	<i>Performance Point</i> .....	127
4.3.3.	<i>Performance Level</i> .....	131
4.3.4.	Penyebaran Sendi Plastis .....	132
4.3.5.	Simpangan Antar Lantai .....	133
4.3.6.	Perbandingan Volume Material Struktural dan <i>Drift</i> Struktur .....	134

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	136
5.1. Kesimpulan.....	136
5.2. Saran .....	137
DAFTAR PUSTAKA .....	144
LAMPIRAN	



## DAFTAR GAMBAR

2.1. Respon Spektrum Desain.....	15
2.2. Penentuan Simpangan Antar Lantai.....	26
2.3. Gambar Desain Untuk Rangka Momen Menengah.....	32
2.4. Kurva Kapasitas.....	34
2.5. <i>Illustration of Performance Based Design</i> .....	35
2.6. Ilustrasi Faktor Partisipasi dan Koefisien Beban.....	35
2.7. <i>Determination of Performance Point</i> .....	37
2.8. <i>Performance Point</i> .....	38
2.9. <i>Derivation of Damping For Spectral Reduction</i> .....	39
2.10. Penurunan Energi yang Hilang Karena Redaman .....	40
2.11. <i>Typical Capacity Spectrum</i> .....	42
2.12. Ilustrasi Sendi Plastis Pada Balok dan Kolom.....	45
2.13. Denah Struktur Tanpa <i>Shearwall</i> .....	46
2.14. Denah Struktur Bangunan Gedung dengan <i>Shearwall</i> .....	47
2.15. Elevasi Struktur Bangunan Gedung Tanpa <i>Shearwall</i> dan Dengan <i>Shearwall</i> .....	47
2.16. Grafik Hubungan <i>Seismic Zone</i> dan <i>Story Drift</i> Pada Sistem Rangka Untuk G+8 (2x2) .....	48
2.17. Grafik Hubungan <i>Seismic Zone</i> dan <i>Story Drift</i> Pada Perbandingan Sistem Ganda dan Sistem Rangka .....	48
2.18. Grafik Hubungan <i>Seismic Zone</i> dan <i>Base Shear</i> Pada Sistem Rangka .....	49
2.19. Grafik Hubungan <i>Seismic Zone</i> dan <i>Base Shear</i> Pada Perbandingan Sistem Ganda dan Sistem Rangka .....	49
2.20. Grafik <i>Seismic Zone</i> dan <i>Cost</i> pada G+8 (2x2) .....	50
2.21. Grafik Hubungan <i>Seismic Zone</i> dan <i>Cost</i> pada Keseluruhan Struktur Dengan Perbandingan Sistem Ganda dan Sistem Rangka .....	51
3.1. Tampak Depan Gedung .....	53
3.2. Tampak Belakang Gedung .....	53
3.3. Tampak Samping Kanan Gedung .....	54

3.4. Tampak Samping Kiri Gedung .....	54
3.5. Diagram Alir Penelitian .....	55
3.6. Posisi <i>Shearwall</i> Pada Denah Eksisting Lantai 1 .....	57
3.7. Posisi <i>Shearwall</i> Pada Denah Eksisting Lantai 2 .....	57
3.8. Posisi <i>shearwall</i> Pada Denah Eksisting Lantai 3.....	58
3.9. Posisi <i>shearwall</i> Pada Denah Eksisting Lantai 4.....	58
3.10. Permodelan Struktur Eksisting Gedung 3D.....	59
3.11. Permodelan Struktur Eksisting Gedung 3D Arah XY .....	59
3.12. Permodelan Struktur Eksisting Gedung 3D Arah XZ .....	60
3.13. Permodelan Struktur Eksisting Gedung 3D Arah YZ .....	60
3.14. Posisi <i>Shearwall</i> Pada Denah Alternatif Lantai 1.....	64
3.15. Posisi <i>Shearwall</i> Pada Denah Alternatif Lantai 2.....	64
3.16. Posisi <i>Shearwall</i> Pada Denah Alternatif Lantai 3.....	65
3.17. Posisi <i>Shearwall</i> Pada Denah Alternatif Lantai 4.....	65
3.18. Permodelan Struktur Alternatif Gedung 3D .....	66
3.19. Permodelan Struktur Alternatif Gedung 3D Arah XY .....	66
3.20. Permodelan Struktur Alternatif Gedung 3D Arah XZ.....	66
3.21. Permodelan Struktur Alternatif Gedung 3D Arah YZ.....	67
3.22. Permodelan Atap 3D Depan .....	67
3.23. Permodelan Atap 3D Tengah.....	68
3.24. Denah Alternatif Atap.....	68
3.25. Respon Spektra Kota Palembang .....	73
3.26. Respon Spektra Tanah Sedang Kota Palembang.....	73
3.27. <i>Input</i> Parameter Kegempaan Arah Sumbu X .....	75
3.28. <i>Input</i> Parameter Kegempaan Arah Sumbu Y .....	75
3.29. <i>Input</i> Data Percepatan Respon Spektrum Desain .....	76
3.30. Kombinasi Pembebanan .....	81
3.31. Kombinasi Analisis Kinerja Struktur.....	81
3.32. <i>Quick Define Step 1</i> .....	83
3.33. <i>Quick Define Step 2</i> .....	83
3.34. <i>Quick Define Step 3</i> .....	84
3.35. <i>Quick Define Step 4</i> .....	84

3.36. Momen Kurvatur Pada <i>Response 2000</i> .....	85
3.37. <i>Define Hinge Properties</i> Balok Pada <i>SAP2000</i> .....	88
3.38. <i>Define Hinge Properties</i> Data Balok Pada <i>SAP2000</i> .....	88
3.39. <i>Define Hinge Properties</i> Kolom Pada <i>SAP2000</i> .....	89
3.40. <i>Select Properties Frame Sections</i> .....	90
3.41. <i>Frame Hinge Properties</i> .....	91
3.42. <i>Load Case Data Nonlinier Case</i> untuk Beban Gravitasi.....	91
3.43. <i>Nonlinier Case Data Push X</i> .....	92
3.44. <i>Nonlinier Case Data Push Y</i> .....	92
3.45. Parameter <i>Load Application Control</i> Arah Sumbu X.....	93
3.46. Parameter <i>Load Application Control</i> Arah Sumbu Y.....	93
3.47. Parameter <i>Result Saved</i> .....	94
3.48. Parameter <i>Nonlinier</i> .....	94
3.49. Parameter <i>ATC-40 Capacity Spectrum</i> .....	95
4.1. Kurva Kapasitas Portal Sumbu X Struktur Eksisting .....	96
4.2. Kurva Kapasitas Portal Sumbu Y Struktur Eksisting .....	98
4.3. Kurva Kapasitas Gabungan Portal Sumbu X dan Y Struktur Eksisting .....	99
4.4. <i>Performance Point</i> Portal Arah Sumbu X Struktur Eksisting .....	100
4.5. <i>Performance Point</i> Portal Arah Sumbu Y Struktur Eksisting .....	101
4.6. Sendi Plastis Pada <i>Step 2</i> Portal Arah Sumbu X Struktur Eksisting 2D.....	103
4.7. Sendi Plastis Pada <i>Step 2</i> Portal Arah Sumbu X Struktur Eksisting 3D.....	104
4.8. Sendi Plastis Pada <i>Step 5</i> Portal Arah Sumbu X Struktur Eksisting 2D.....	104
4.9. Sendi Plastis Pada <i>Step 5</i> Portal Arah Sumbu X Struktur Eksisting 3D.....	105
4.10. Sendi Plastis Pada <i>Step 40</i> Portal Arah Sumbu X Struktur Eksisting 2D...106	
4.11. Sendi Plastis Pada <i>Step 40</i> Portal Arah Sumbu X Struktur Eksisting 3D...106	
4.12. Sendi Plastis Pada <i>Step 2</i> Portal Arah Sumbu Y Struktur Eksisting 2D....107	
4.13. Sendi Plastis Pada <i>Step 2</i> Portal Arah Sumbu Y Struktur Eksisting 3D....107	
4.14. Sendi Plastis Pada <i>Step 4</i> Portal Arah Sumbu Y Struktur Eksisting 2D....108	
4.15. Sendi Plastis Pada <i>Step 4</i> Portal Arah Sumbu Y Struktur Eksisting 3D....108	
4.16. Sendi Plastis Pada <i>Step 29</i> Portal Arah Sumbu Y Struktur Eksisting 2D..109	
4.17. Sendi Plastis Pada <i>Step 29</i> Portal Arah Sumbu Y Struktur Eksisting 3D..110	



4.18. Kurva Kapasitas Portal Sumbu X Struktur Alternatif.....	113
4.19. Kurva Kapasitas Portal Sumbu Y Struktur Alternatif.....	115
4.20. Kurva Kapasitas Gabungan Portal Sumbu X dan Y Struktur Alternatif.....	116
4.21. <i>Performance Point</i> Portal Arah Sumbu X Struktur Alternatif.....	117
4.22. <i>Performance Point</i> Portal Arah Sumbu Y Struktur Alternatif.....	118
4.23. Sendi Plastis Pada <i>Step</i> 4 Portal Arah Sumbu X Struktur Alternatif 2D ....	119
4.24. Sendi Plastis Pada <i>Step</i> 4 Portal Arah Sumbu X Struktur Alternatif 3D ....	120
4.25. Sendi Plastis Pada <i>Step</i> 6 Portal Arah Sumbu X Struktur Alternatif 2D ....	120
4.26. Sendi Plastis Pada <i>Step</i> 6 Portal Arah Sumbu X Struktur Alternatif 3D ....	121
4.27. Sendi Plastis Pada <i>Step</i> 38 Portal Arah Sumbu X Struktur Alternatif 2D ..	122
4.28. Sendi Plastis Pada <i>Step</i> 38 Portal Arah Sumbu X Struktur Alternatif 3D ..	122
4.29. Sendi Plastis Pada <i>Step</i> 5 Portal Arah Sumbu Y Struktur Alternatif 2D ...	123
4.30. Sendi Plastis Pada <i>Step</i> 5 Portal Arah Sumbu Y Struktur Alternatif 3D ...	123
4.31. Sendi Plastis Pada <i>Step</i> 6 Portal Arah Sumbu Y Struktur Alternatif 2D ...	124
4.32. Sendi Plastis Pada <i>Step</i> 6 Portal Arah Sumbu Y Struktur Alternatif 3D ...	124
4.33. Sendi Plastis Pada <i>Step</i> 40 Portal Arah Sumbu Y Struktur Alternatif 2D .	125
4.34. Sendi Plastis Pada <i>Step</i> 40 Portal Arah Sumbu Y Struktur Alternatif 3D .	126
4.35. Perbandingan Kurva Kapasitas Struktur Eksisting dan Alternatif.....	130
4.36. <i>Performance Point</i> Portal Arah Sumbu X Struktur Eksisting .....	132
4.37. <i>Performance Point</i> Portal Arah Sumbu X Struktur Alternatif.....	132
4.38. Perbandingan <i>Performance Point</i> Portal Arah Sumbu X .....	134
4.39. <i>Performance Point</i> Portal Arah Sumbu Y Struktur Eksisting .....	134
4.40. <i>Performance Point</i> Portal Arah Sumbu Y Struktur Alternatif.....	135
4.41. Perbandingan <i>Performance Point</i> Portal Arah Sumbu Y .....	136
4.42. Perbandingan Volume Material Struktur dan <i>Drift</i> .....	140

## DAFTAR TABEL

2.1. Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa	8
2.2. Faktor Keutamaan Gempa	11
2.3. Klasifikasi Situs	12
2.4. Koefisien Situs, $F_a$	13
2.5. Koefisien Situs, $F_v$	14
2.6. Kategori Desain Seismik Perioda Pendek	16
2.7. Kategori Desain Seismik Perioda 1 Detik	16
2.8. Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa	17
2.9. Persyaratan Untuk Masing-masing Tingkat Yang Menahan Lebih Dari Persen Gaya Geser Dasar	20
2.10. Koefisien Untuk Batas Atas Pada Perioda Yang Dihitung	24
2.11. Nilai Parameter Perioda Pendekatan $C_t$ dan $x$	25
2.12. Simpangan Antar Lantai Izin, $(\Delta a)^{a,b}$	26
2.13. Tebal Minimum Balok Non-Prategang Atau Pelat Satu Arah	28
2.14. Tebal Minimum Pelat Tanpa Balok Interior	28
2.15. Tebal Minimum Dinding $h$	29
2.16. Tipe Perilaku Struktur	41
2.17. Batas Izin Minimum Nilai Dari $SR_A$ dan $SR_v$	41
2.18. Tingkat Kinerja Struktur	42
2.19. Batas Rasio <i>Drift</i> Atap	43
3.1. Peraturan yang Digunakan Dalam Penelitian	56
3.2. Data Elemen Struktur Bangunan Gedung <i>Tie Beam</i>	60
3.3. Data Elemen Struktur Bangunan Gedung Balok	61
3.4. Data Elemen Struktur Bangunan Gedung <i>Shearwall</i>	62
3.5. Data Elemen Struktur Bangunan Gedung Kolom	63
3.6. Data Elemen Struktur Bangunan Bangunan Gedung Pelat Lantai	63
3.7. Faktor Reduksi Gempa	71
3.8. Koefisien Kegempaan Kota Palembang Dengan Jenis Tanah Sedang	74
3.9. Percepatan Respon Spektrum Desain	74

3.10. Berat Total Struktur Eksisting .....	78
3.11. Berat Total Struktur Alternatif .....	79
3.12. Kombinasi Pembebanan .....	80
3.13. Data Momen Kurvatur .....	86
3.14. Momen Kurvatur <i>Yield</i> dan Momen Kurvatur <i>Ultimate</i> .....	87
3.15. Titik <i>Hinge Properties</i> .....	87
3.16. Tingkat Kerusakan Struktur Akibat Sendi Plastis Dalam <i>SAP2000</i> .....	89
4.1. Nilai <i>Drift</i> dan <i>base Force</i> Portal Arah Sumbu X Struktur Eksisting .....	97
4.2. Nilai <i>Drift</i> dan <i>Base Force</i> Portal Arah Sumbu Y Struktur Eksisting.....	98
4.3. <i>Performance Point</i> Portal Arah Sumbu X dan Y Struktur Eksisting .....	101
4.4. <i>Performance</i> Pada <i>Step 2</i> Arah Sumbu X Struktur Eksisting.....	103
4.5. <i>Performance</i> Pada <i>Step 5</i> Arah Sumbu X Struktur Eksisting.....	104
4.6. <i>Performance</i> Pada <i>Step 40</i> Arah Sumbu X Struktur Eksisting .....	105
4.7. <i>Performance</i> Pada <i>Step 2</i> Arah Sumbu Y Struktur Eksisting.....	107
4.8. <i>Performance</i> Pada <i>Step 4</i> Arah Sumbu Y Struktur Eksisting.....	108
4.9. <i>Performance</i> Pada <i>Step 29</i> Arah Sumbu Y Struktur Eksisting .....	109
4.10. Simpangan Antar Lantai Portal Arah Sumbu X Struktur Eksisting .....	110
4.11. Simpangan Antar Lantai Portal Arah Sumbu Y Struktur Eksisting .....	110
4.12. Simpangan Antar Lantai Portal Arah Sumbu X Struktur Eksisting .....	111
4.13. Simpangan Antar Lantai Portal Arah Sumbu Y Struktur Eksisting .....	111
4.14. Simpangan Antar Lantai Portal Arah Sumbu X Struktur Eksisting .....	112
4.15. Simpangan Antar Lantai Portal Arah Sumbu Y Struktur Eksisting .....	112
4.16. Volume Material Struktur Eksisting.....	113
4.17. Nilai <i>Drift</i> dan <i>base Force</i> Portal Arah Sumbu X Struktur Alternatif.....	114
4.18. Nilai <i>Drift</i> dan <i>Base Force</i> Portal Arah Sumbu Y Struktur Alternatif.....	115
4.19. <i>Performance Point</i> Portal Arah Sumbu X dan Y Struktur Alternatif.....	118
4.20. <i>Performance</i> Pada <i>Step 4</i> Arah Sumbu X Struktur Alternatif.....	119
4.21. <i>Performance</i> Pada <i>Step 6</i> Arah Sumbu X Struktur Alternatif.....	120
4.22. <i>Performance</i> Pada <i>Step 38</i> Arah Sumbu X Struktur Alternatif.....	121
4.23. <i>Performance</i> Pada <i>Step 5</i> Arah Sumbu Y Struktur Alternatif.....	123
4.24. <i>Performance</i> Pada <i>Step 6</i> Arah Sumbu Y Struktur Alternatif.....	124
4.25. <i>Performance</i> Pada <i>Step 40</i> Arah Sumbu Y Struktur Alternatif.....	125



4.26. Simpangan Antar Lantai Portal Arah Sumbu X Struktur Alternatif.....	127
4.27. Simpangan Antar Lantai Portal Arah Sumbu Y Struktur Alternatif.....	127
4.28. Simpangan Antar Lantai Portal Arah Sumbu X Struktur Alternatif.....	128
4.29. Simpangan Antar Lantai Portal Arah Sumbu Y Struktur Alternatif.....	128
4.30. Simpangan Antar Lantai Portal Arah Sumbu X Struktur Alternatif.....	129
4.31. Simpangan Antar Lantai Portal Arah Sumbu Y Struktur Alternatif.....	129
4.32. Volume Material Struktur Alternatif .....	130
4.33. Perbandingan Kurva Kapasitas Kondisi Ultimit Sumbu X .....	131
4.34. Perbandingan Kurva Kapasitas Kondisi Ultimit Sumbu Y .....	131
4.35. Perbandingan <i>Performance Point</i> Sumbu X.....	133
4.36. Perbandingan <i>Performance Point</i> Sumbu Y.....	136
4.37. Perbandingan <i>Performance Level</i> .....	137
4.38. Perbandingan Sendi Plastis Sumbu X Struktur Eksisting dan Alternatif ...	137
4.39. Perbandingan Sendi Plastis Sumbu Y Struktur Eksisting dan Alternatif ...	137
4.40. Perbandingan Simpangan Sumbu X Struktur Eksisting dan Alternatif.....	138
4.41. Perbandingan Simpangan Sumbu X Struktur Eksisting dan Alternatif.....	138
4.42. Perbandingan Volume Material Struktural dan <i>Drift</i> .....	140

## RINGKASAN

EVALUASI KINERJA STRUKTUR SISTEM GANDA DAN SRPMM SEBAGAI DESAIN ALTERNATIF PADA GEDUNG FAKULTAS PSIKOLOGI KAMPUS B UIN RADEN FATAH PALEMBANG

Karya tulis ilmiah ini berupa skripsi, 19 Maret 2020

Ahmad Rahmaddien Sufansya; Dibimbing oleh Dr. Rosidawani, S.T., M.T. dan Dr. Siti Aisyah Nurjannah S.T., M.T.

xx + 144 halaman, 112 gambar, 77 tabel, 4 lampiran

Struktur bangunan adalah elemen yang direncanakan, dihitung, dan dianalisis oleh perencana. Struktur bangunan terbagi dua yaitu struktur atas dan struktur bawah. Elemen struktural atas termasuk balok, kolom, pelat lantai, dan atap. Indonesia adalah negara dengan aktivitas seismik yang beragam dan tinggi. Aktivitas seismik disebabkan oleh getaran yang terjadi di permukaan bumi karena pelepasan energi dari bumi secara tiba-tiba. Hal dikarenakan Indonesia terletak di antara pertemuan empat lempeng tektonik utama yaitu lempeng Eurasia, Pasifik, Filipina, dan Indo-Australia (Sadisun, 2008). Berdasarkan SNI 1726-2012, salah satu prinsip perencanaan sistem struktur tahan gempa adalah dengan menggunakan shearwall, sistem kerangka penahan momen, atau keduanya biasa digunakan dengan istilah sistem ganda. Sehubungan dengan hal di atas, dilakukan perancangan ulang di Gedung G (Fakultas Psikologi) Kampus B UIN Raden Fatah Palembang menggunakan sistem ganda dan sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM). Daerah seismik yang digunakan sebagai basis penelitian adalah wilayah gempa Palembang. Studi ini menggunakan konsep dasar utama dalam perencanaan struktural yang direncanakan dengan sistem struktur penahan gaya gempa, yaitu SNI 03-2847-2013 sebagai Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan dan SNI 03-1726-2012 sebagai Prosedur Perencanaan Ketahanan Gempa Bumi untuk Bangunan dan Bukan Bangunan. Regulasi pemuatan yang digunakan adalah SNI 1727-2012. Metode analisis pushover digunakan dengan tujuan memberikan informasi yang akurat tentang tingkat kinerja struktur bangunan. Dari hasil analisis, dapat digambarkan hubungan antara geser dasar dan perpindahan atap, hubungan tersebut kemudian dipetakan sebagai kurva kapasitas struktural yang menunjukkan bahwa struktur dengan sistem SRPMM memiliki efektifitas kekuatan struktur yang masih berada pada batas aman menahan struktur dengan *drift* 4,19 % lebih besar dibandingkan sistem ganda dan memiliki efisiensi material 6,09 % lebih kecil dibandingkan dengan Sistem Ganda.

**Kata kunci:** dinding geser, sistem rangka pemikul momen, *pushover*, seismik.

## SUMMARY

PERFORMANCE EVALUATION OF DOUBLE AND SRPMM SYSTEM STRUCTURE AS AN ALTERNATIVE DESIGN IN PSYCHOLOGICAL FACULTY BUILDING OF CAMPUS B UIN RADEN FATAH PALEMBANG

Scientific paper in the form of skripsi, March 2020

Ahmad Rahmaddien Sufansya; Supervised by Dr. Rosidawani, S.T., M.T. dan Dr. Siti Aisyah Nurjannah S.T., M.T.

Civil Engineering and Planning, Faculty of Engineering, Sriwijaya University.

xx + 144 pages, 112 pictures, 77 table, 4 attachment

### Abstract

Building structures are elements that are planned, calculated, and analyzed by planners. The structure of the building is divided into two, namely the upper structure and the lower structure. Upper structural elements including beams, columns, floor plates, and roofs. Indonesia is a country with diverse and high seismic activities. Seismic activity is caused by vibrations that occur on the surface of the earth due to the release of energy from the earth suddenly. This is because Indonesia is located between the meeting of the four main tectonic plates, namely the Eurasian, Pacific, Philippine and Indo-Australian plates (Sadisun, 2008). Based on SNI 1726-2012, one of the principles of earthquake resistant structural system planning is to use a shearwall, a moment retaining frame system, or both are commonly used with the term double system. In connection with the above, a redesign was carried out in Building G (Faculty of Psychology) Campus B of UIN Raden Fatah Palembang using a dual system and a medium moment bearing frame system (SRPMM). The seismic area used as a research base is the Palembang earthquake area. This study uses the main basic concepts in structural planning that are planned with the earthquake retaining structural system, namely SNI 03-2847-2013 as Structural Concrete Requirements for Buildings and SNI 03-1726-2012 as Earthquake Resilience Planning Procedures for Buildings and Non-Buildings. The loading regulation used is SNI 1727-2012. The pushover analysis method is used with the aim of providing accurate information about the performance level of the building structure. From the results of the analysis, it can be described the relationship between the basic shear and roof displacement, the relationship is then mapped as a structural capacity curve which shows that the structure with the SRPMM system has an effective strength of the structure which is still at a safe limit holding the structure with a 4.19% drift greater than a dual system and has a material efficiency of 6.09% smaller compared to a Dual System.

**Keyword:** shearwall, moment resisting frame, pushover, seismic,

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmad Rahmaddien Sufansya

NIM : 03011381621137

Judul : Evaluasi Kinerja Struktur Sistem Ganda dan SRPMM Sebagai Desain Alternatif  
Pada Gedung Fakultas Psikologi Kampus B UIN Raden Fatah Palembang

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



**Palembang, Mei 2020**

Yang membuat pernyataan,



**Ahmad Rahmaddien Sufansya**

**NIM. 03011381621137**



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Evaluasi Kinerja Struktur Sistem Ganda dan SRPMM Sebagai Desain Alternatif Pada Gedung Fakultas Psikologi Kampus B UIN Raden Fatah Palembang" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 19-29 Maret 2020.

Palembang, Maret 2020

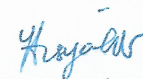
Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. **Dr. Rosidawani, S.T., M.T.**  
NIP. 197605092000122001

(  )

2. **Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.**  
NIP. 197705172008012039


(  )

Anggota:

1. **Dr. Ir. Hanafiah, M.S.**  
NIP. 195603141985031002

(  )

2. **Dr. Saloma, S.T., M.T.**  
NIP. 197610312002122001

(  )

3. **Ahmad Muhtarom, ST, M.Eng.**  
NIP. 198208132008121002

(  )

  
**Ketua Jurusan Teknik Sipil**  
  
**Ir. H. Helmi Haki M.T.**  
NIP. 196107031991021001

## HALAMAN PERNYATAAN PESETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Rahmaddien Sufansya

NIM : 03011381621137

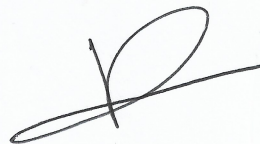
Judul : Evaluasi Kinerja Struktur Sistem Ganda dan SRPMM Sebagai Desain Alternatif  
Pada Gedung Fakultas Psikologi Kampus B UIN Raden Fatah Palembang

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Mei 2020

Yang membuat pernyataan,



**Ahmad Rahmaddien Sufansya**  
**NIM. 03011381621137**



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Struktur bangunan adalah suatu elemen yang direncanakan, dihitung, dan dianalisa oleh perencana. Struktur bangunan dibagi menjadi dua yaitu struktur atas dan struktur bawah. Elemen struktur atas meliputi balok, kolom, pelat lantai, dan atap. Adapun elemen struktur bawah hanya meliputi pondasi. Elemen struktur bangunan dapat berupa beton bertulang atau baja struktural yang digunakan tergantung dengan kebutuhan struktur dan pembiayaan dalam perencanaan.

Indonesia merupakan negara dengan aktivitas seismik yang beragam dan termasuk tinggi. Aktivitas seismik tersebut diakibatkan oleh getaran yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari dalam bumi secara tiba-tiba. Hal ini dikarenakan Indonesia terletak diantara pertemuan empat lempeng tektonik utama yaitu lempeng Eurasia, Pasifik, Filipina dan Indo-Australia (Sadisun, 2008). Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), Indonesia memiliki potensi gempa yang sangat tinggi, rata-rata setiap bulannya tercatat 400 kali. Oleh karena itu, dalam upaya mengantisipasi bahaya gempa yang terjadi pada struktur bangunan dan juga berdampak kepada keselamatan manusia, pemerintah Indonesia mengeluarkan standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung yang dimuat dalam SNI 1726-2012.

Berdasarkan SNI 1726-2012, salah satu prinsip perencanaan sistem struktur tahan gempa adalah dengan menggunakan dinding geser (*shearwall*), sistem rangka pemikul momen, atau digunakan keduanya yang biasa disebut dengan istilah sistem ganda (*dual system*). Dinding geser merupakan komponen yang diperuntukkan menahan gaya geser, momen dan gaya aksial yang ditimbulkan gempa (Imran, 2014). Penggunaan dinding geser sangat efektif dalam meningkatkan kekuatan, stabilitas dan daktilitas struktur sehingga dapat mengurangi pengaruh dari gaya lateral yang terjadi terutama pada bangunan tinggi. Sedangkan Sistem rangka pemikul momen adalah sistem rangka ruang dalam dimana komponen-komponen struktur dan *joint*-nya menahan gaya-gaya dalam yang bekerja melalui aksi lentur, geser, dan aksial. Perhitungan struktur

dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dirancang dengan menggunakan konsep *Strong Column Weak Beam* yang merancang kolom sedemikian rupa agar bangunan dapat berespon terhadap beban gempa dengan mengembangkan mekanisme sendi plastis pada balok–baloknya dan dasar kolom (Rambe, 2009). Chippa (2014) menyimpulkan bahwa analisis kinerja dan biaya dari SRPM dan Sistem Ganda dengan volume struktur yang sama (cukup kuat menahan struktur) menunjukkan pada zona gempa rendah struktur dengan SRPM lebih ekonomis dibandingkan Sistem Ganda, berbeda pada zona gempa tinggi struktur dengan Sistem Ganda lebih ekonomis dibandingkan dengan SRPM.

Sehubungan dengan hal diatas, maka dilakukan perencanaan ulang pada Gedung G (Fakultas Psikologi) Kampus B UIN Raden Fatah Palembang dengan menggunakan sistem ganda (*dual system*) dan sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM). Wilayah seismik yang digunakan sebagai dasar penelitian yaitu wilayah gempa kota Palembang. Penelitian menggunakan konsep dasar utama dalam perencanaan struktur yang direncanakan dengan sistem struktur penahan gaya seismik, yaitu SNI 03-2847-2013 sebagai Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan SNI 03-1726-2012 sebagai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung. Peraturan pembebanan yang digunakan adalah SNI 1727-2012.

Metode analisis struktur menggunakan metode analisis *pushover* dengan tujuan memberikan informasi yang akurat tentang level kinerja struktur bangunan. Dari hasil analisis, dapat digambarkan hubungan antara *base shear* dan *roof displacement*, hubungan tersebut kemudian dipetakan sebagai kurva kapasitas struktur. Selain itu, analisis *pushover* juga dapat memperlihatkan secara visual perilaku struktur saat kondisi elastis, plastis dan sampai terjadi keruntuhan pada elemen strukturnya.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang dibahas dari penelitian mengenai evaluasi desain struktur bangunan tahan gempa pada Gedung G (Fakultas Psikologi) Kampus B UIN Raden Fatah Palembang menggunakan bantuan program *SAP2000* adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil analisis perilaku struktur bangunan tahan gempa pada desain struktur eksisting dengan menggunakan sistem ganda?
2. Bagaimana hasil analisis perilaku struktur bangunan tahan gempa pada struktur desain alternatif dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)?
3. Bagaimana perbandingan kinerja struktur dan volume material struktural antara model struktur bangunan alternatif dan model struktur bangunan eksisting terkait kondisi kegempaan di wilayah kota Palembang?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian mengenai evaluasi desain struktur bangunan tahan gempa pada Gedung G (Fakultas Psikologi) Kampus B UIN Raden Fatah Palembang menggunakan bantuan program *SAP2000* adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis hasil penilaian perilaku struktur bangunan tahan gempa pada desain struktur eksisting dengan menggunakan *shearwall*.
2. Menganalisis perilaku struktur bangunan tahan gempa pada struktur desain alternatif dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM).
3. Menganalisis perbandingan kinerja struktur dan volume material struktural antara model struktur bangunan alternatif dan model struktur bangunan eksisting.

### 1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup yang menjadi batasan dalam penelitian mengenai evaluasi desain struktur bangunan tahan gempa pada Gedung G (Fakultas Psikologi) Kampus B UIN Raden Fatah Palembang yaitu:

1. Struktur yang dianalisis adalah struktur atas yang terdiri dari 4 lantai dengan lantai 1 sebagai *lower ground* dan lantai 4 sebagai lantai paling atas.
2. Sistem bangunan yang dipakai adalah Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) dan Sistem Dinding Struktural Khusus (SDSK) yang kemudian digolongkan sebagai bangunan dengan sistem ganda (*dual system*).

3. Peraturan yang digunakan antara lain peraturan pembebanan sesuai dengan SNI 1727-2013, peraturan perencanaan ketahanan gempa bangunan berupa SNI 1726-2019, dan peraturan beton bertulang sesuai SNI 2847-2019.
4. Wilayah gempa yang digunakan adalah wilayah gempa kota Palembang dengan komponen situs tanah yang berdasarkan data tanah yang telah diambil di lokasi.
5. Struktur gedung dimodelkan dan dianalisis dengan bantuan program *SAP2000* menggunakan metode analisis *pushover* atau *nonlinier static analysis* berdasarkan ATC-40 (1996).
6. Penyusunan secara manual perlu dilakukan pada pengecekan perilaku struktur bangunan tahan gempa dan perhitungan volume struktural (balok, kolom, dan *shearwall*).

### **1.5. Rencana Sistematika Penulisan**

Rencana sistematika penulisan mengenai optimasi desain struktur bangunan tahan gempa pada Gedung G (Fakultas Psikologi) Kampus B UIN Raden Fatah Palembang menggunakan program *SAP2000*, disusun menjadi enam bagian yaitu:

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini merupakan bagian yang berisikan latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

## **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi kajian-kajian literatur bersumber dari buku, jurnal, artikel, dan sumber literatur lain yang menjadi rujukan teori pendukung yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

## **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas mengenai teknik pengumpulan data, diagram alir, permodelan struktur pada program, metode pengolahan data, dan metode penelitian.

**BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang perhitungan dan analisis struktur beserta pembahasan hasil analisis yang dilakukan.

**BAB 5 PENUTUP**

Bab ini membahas kesimpulan yang diambil dari penelitian serta saran untuk perbaikan penelitian di masa yang akan datang.

**DAFTAR PUSTAKA**

Pada bab ini membahas mengenai daftar pustaka dari literatur yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Applied Technology Council* (1996) “*Seismic Evaluation And Retrofit Of Concrete Building Volume 1 (ATC-40).*” California: *California Seismic Safety Commission*.
- Chippa, A. dan Nampali, P. (2014) “*Analysis and Design of R.C. Moment Resisting Frames with and without Shear Wall for Different Seismic Parameters,*” *International Journal of Innovative Science, Engineering, and Technology*, 1(6), hal. 409-416.
- Imran, Iswandi dan Fajar Hendrik. 2010. *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa*. Bandung: Penerbit ITB.
- Manalip, H., Kumaat, E. dan Runtu, F. (2015) “*Penempatan Dinding Geser Pada Bangunan Beton Bertulang Dengan Analisa Pushover,*” *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 5(1), hal. 283–293.
- Purwono, Rachmat. 2010. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Surabaya: ITC Press.
- Pusat Studi Gempa Nasional (2017) “*Peta Sumber Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017.*” Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman.
- Sunarjo, Gunawan, T., dan Pribadi, S. 2012. *Gempa Bumi*. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Standar Nasional Indonesia. SNI 1726-2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Non Gedung*. Badan Standarisasi Nasional. Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia. SNI 1727-2013. *Tata Cara Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional. Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia. SNI 2847-2013. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional. Indonesia.