

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT DENGAN VARIASI WILAYAH GEMPA DAN OPTIMALISASI PERENCANAAN KOLOM MENGGUNAKAN *PUSHOVER ANALYSIS***

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



**MUHAMMAD RAFLY**

**03011281823068**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**TAHUN 2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

# ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT DENGAN VARIASI WILAYAH GEMPA DAN OPTIMALISASI PERENCANAAN KOLOM MENGGUNAKAN *PUSHOVER* *ANALYSIS*

## TUGAS AKHIR

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

Oleh:

**MUHAMMAD RAFLY**

03011281823068

Palembang, Maret 2022

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing 1



Dr. Rosidawani, S.T., M.T.

NIP. 197605092000122001

Dosen Pembimbing 2



Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., MT

NIP. 197705172008012039

Mengetahui/Menyetujui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



Dr. Dr. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Analisis Kinerja Struktur Bangunan Bertingkat dengan Variasi Wilayah Gempa dan Optimalisasi Perencanaan Kolom Menggunakan *Pushover Analysis*”. Tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Sriwijaya. Dalam proses penyelesaian tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang terkait, yaitu::

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Saloma, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Rosidawani, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing pertama dan Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., MT., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan banyak bimbingan, nasihat, motivasi, serta saran yang bermanfaat pada proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Ibu Dr. Betty Susanti, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing akademik.
7. Ayah Dedi Novriadi dan Ibu Ratna Sari yang telah membantu dan mendukung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Kakak dan adik yang telah membantu memotivasi penulis untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Seluruh Dosen, Staf Jurusan dan teman-teman mahasiswa Teknik Sipil Universitas Sriwijaya khususnya angkatan 2018.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dalam penulisannya. Oleh karena itu, kritik dan saran dari para pembaca akan senantiasa diterima oleh penulis untuk menambah pengetahuan, peningkatan kualitas diri, dan sebagai penyempurnaan karya tulis ini di masa yang akan datang.

Penulis berharap semoga laporan hasil penelitian tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, khususnya bagi penulis pribadi dan bagi Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.

Palembang, Maret 2022

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rafly' with a stylized flourish at the end.

Muhammad Rafly

03011281823068

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xxi</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>xxii</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>xxiii</b>
<b>PERNYATAAN INTEGRITAS .....</b>	<b>xxiv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>xxv</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	<b>xxvi</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>xxvii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.5. Rencana Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Gempa Bumi.....	6
2.2. Beton Bertulang.....	7
2.3. Pendekatan Desain Struktur Beton Bertulang .....	9
2.4. Konsep <i>Performance Based Seismic Design (PBSD)</i> .....	12
2.5. <i>Building Performance Level</i> .....	14
2.6. Konsep Daktilitas Struktur Beton Bertulang.....	19
2.7. Konsep <i>Strong Column-Weak Beam</i> .....	24

2.8.	Perencanaan Tahan Gempa Untuk Struktur Gedung (SNI-1726-2019).....	25
2.8.1.	Gempa Rencana, Faktor Keutamaan Gempa dan Kategori Risiko Struktur Bangunan.....	25
2.8.2.	Kombinasi Pembebanan.....	27
2.8.3.	Klasifikasi Situs.....	28
2.8.4.	Percepatan Gempa ( $MCE_r$ ) .....	29
2.8.5.	Parameter Percepatan Spektral Desain .....	31
2.8.6.	Spektrum Respons Desain .....	31
2.8.7.	Kategori Desain Seismik.....	32
2.8.8.	Sistem Struktur .....	33
2.8.9.	Gaya Geser Dasar Seismik.....	34
2.8.10.	Periode Alami Fundamental .....	35
2.8.11.	Distribusi Vertikal Gaya Gempa.....	36
2.8.12.	Distribusi Horizontal Gaya Seismik.....	36
2.8.13.	Simpangan Antar Lantai .....	37
2.9.	Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Berbasis Kinerja.....	38
2.10.	Analisa <i>Pushover</i> .....	40
2.10.1.	Kapasitas Spektrum.....	41
2.10.2.	Demand Spectrum.....	42
 <b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>43</b>
3.1.	Objek Penelitian .....	43
3.2.	Alur Penelitian.....	44
3.3.	Studi Literatur.....	46
3.4.	Pengumpulan Data.....	46
3.5.	Permodelan Struktur Bangunan.....	46
3.6.	Pembebanan.....	66
3.6.1.	<i>Dead Load</i> .....	66
3.6.2.	<i>Super Imposed Dead Load (SIDL)</i> .....	66
3.6.3.	<i>Live Load</i> .....	67
3.6.4.	Beban angin.....	68
3.6.5.	Beban Gempa .....	68

3.6.6. Mendefinisikan <i>Load Case</i> dan <i>Load Pattern</i> .....	72
3.6.7. Kombinasi Pembebanan.....	74
3.6.8. Input Pembebanan Pada Elemen Struktur.....	75
3.7. Faktor Reduksi Kekuatan ( <i>Strength Reduction Factor</i> ) □.....	80
3.8. Analisis Respon Spektrum .....	80
3.9. Analisis <i>Pushover</i> .....	82
3.9.1. Mendefinisikan Karakteristik Sendi Plastis .....	83
3.9.2. Membuat Beban Non Linier.....	93
3.9.3. Mendefinisikan Parameter ATC-40.....	97
3.10. Optimalisasi Perencanaan Kolom.....	97
<b>BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>100</b>
4.1. Perhitungan beban Seismik .....	100
4.2. Analisis Respons Struktur .....	101
4.2.1. Gaya Geser Dasar Struktur.....	101
4.2.2. Simpangan Antar Lantai .....	103
4.3. Analisis Kinerja Struktur .....	107
4.3.1. Hasil Analisis <i>Pushover</i> Pada Wilayah Palembang .....	107
4.3.2. Hasil Analisis <i>Pushover</i> Pada Wilayah Jakarta.....	119
4.3.3. Hasil Analisis <i>Pushover</i> Pada Wilayah Palu.....	131
4.4. Perbandingan Kinerja Struktur pada setiap Wilayah .....	143
4.5. Optimalisasi Dimensi Kolom .....	145
4.5.1. Penentuan dan Pemeriksaan Dimensi Kolom .....	145
4.5.2. Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai.....	146
4.5.3. Analisis Kinerja pada Model Struktur .....	157
4.6. Perbandingan Hasil Analisis Kinerja pada Model Optimal .....	197
4.6.1. Perbandingan Volume Struktur Kolom .....	197
4.6.2. Perbandingan Periode Struktur.....	198
4.6.3. Perbandingan Gaya Geser Dasar .....	199
4.6.4. Perbandingan Nilai Kurva Kapasitas .....	201
4.6.5. Perbandingan Hasil Titik Kinerja .....	203
4.6.6. Perbandingan Hasil Level Kinerja.....	205

<b>BAB 5 PENUTUP .....</b>	<b>207</b>
5.1. Kesimpulan.....	207
5.2. Saran .....	210
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>211</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>213</b>



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Jenis-jenis Patahan.....	7
Gambar 2.2. Konsep level bencana gempa berdasarkan PBSG Gambar.....	15
Gambar 2.3. Konsep dasar desain bangunan tahan gempa. ....	17
Gambar 2.4. Konsep performance based seismic design.....	19
Gambar 2.5. <i>Force-displacement relationship</i> .....	20
Gambar 2.6. Pola sendi plastis; (a). Pola keruntuhan yang diharapkan; (b). Fenomena soft story terjadi pada struktur gedung.....	22
Gambar 2.7 Peta Zona Gempa Periode 0,2 Detik ( $S_s$ ) (SNI-1726-2019) .....	30
Gambar 2.8 Peta Zona Gempa Periode 1 Detik ( $S_1$ ) (SNI-1726-2019).....	30
Gambar 2.9 Spektrum Respons Desain (SNI-1726-2019).....	32
Gambar 2.10 Penentuan Simpangan Antar Tingkat .....	37
Gambar 2.11. Level Kinerja Struktur Berdasarkan ATC-40 .....	38
Gambar 2.12. Hubungan <i>Capacity Curve</i> dan <i>Demand</i> (ATC-40) .....	41
Gambar 3.1. Denah Lantai Dasar .....	43
Gambar 3.2. Denah Lantai Tipikal .....	43
Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian .....	46
Gambar 3.4 Pemodelan Struktur Gedung Rumah Susun 8 Lantai .....	47
Gambar 3.5. <i>Dialog Box New Model</i> .....	48
Gambar 3.6. Define Grid System Data .....	49
Gambar 3.7. <i>Dialog Box</i> Input Data Material Beton $f_c'$ 30 MPa dan $f_c'$ 35 MPa .	50
Gambar 3.9. Input Profil Balok dan Kolom.....	53
Gambar 3.10. Input Profil Balok .....	54
Gambar 3.11. Data Penulangan Balok .....	55
Gambar 3.12. Input Profil Kolom.....	55
Gambar 3.13. Data Penulangan Kolom .....	56
Gambar 3.14. Input Dimensi Tulangan Baru - Diameter 22 .....	57
Gambar 3.15. Input Data Pelat Lantai .....	57
Gambar 3.16. Data Pelat Lantai.....	58
Gambar 3.17. Reduksi Inersia Balok pada SAP2000 .....	59

Gambar 3.18. Reduksi Inersia Balok pada SAP2000 .....	59
Gambar 3.19. Reduksi Inersia Pelat pada SAP2000.....	60
Gambar 3.20. Denah Elemen Balok pada Lantai Tipikal .....	60
Gambar 3.21. Denah Elemen Balok pada Lantai Atap .....	61
Gambar 3.22. Denah Elemen Balok pada Lantai Kanopi .....	61
Gambar 3.23. Denah Elemen Kolom pada potongan XZ .....	61
Gambar 3.24. Denah Elemen Kolom pada Potongan YZ .....	62
Gambar 3.25. Denah Elemen Pelat pada Lantai Tipikal.....	62
Gambar 3.26. Denah Elemen Pelat pada Lantai Atap .....	62
Gambar 3.27. Denah Elemen Pelat pada Lantai Kanopi.....	63
Gambar 3.28. Model Elemen <i>Wall</i> .....	63
Gambar 3.29. Penentuan Tipe Tumpuan Pondasi sebagai Jepit.....	64
Gambar 3.30. Input Faktor Kekuatan Balok-Kolom .....	65
Gambar 3.31. Input Faktor Kekuatan Balok-Kolom .....	65
Gambar 3.32. Input Parameter <i>Response Spectrum</i> .....	71
Gambar 3.33. <i>Define Load Pattern</i> .....	72
Gambar 3.34. Input <i>Seismic Load Pattern</i> .....	72
Gambar 3.37. Input Respons Spektrum <i>Load Case</i> Arah X (eksentrisitas 5%)....	74
Gambar 3.38. <i>Define Load Combinations</i> .....	75
Gambar 3.39. SIDL pada Lantai Tipikal.....	76
Gambar 3.40. SIDL pada Lantai Atap .....	76
Gambar 3.41. SIDL pada Kanopi .....	76
Gambar 3.42. SIDL pada Balok .....	77
Gambar 3.43. <i>Assign Load</i> .....	77
Gambar 3.44. <i>Live Load</i> pada Lantai Tipikal.....	78
Gambar 3.45. <i>Live Load</i> pada Lantai Atap .....	78
Gambar 3.46. <i>Live Load</i> pada Kanopi .....	78
Gambar 3.47. <i>Meshing Areas</i> .....	79
Gambar 3.48. <i>Meshing Areas</i> 4x4 .....	79
Gambar 3.49. Spektrum Respon Wilayah Palembang dengan Tanah Lunak (SE) 80	
Gambar 3.50. Spektrum Respon Wilayah Jakarta dengan Tanah Lunak (SE).....	81
Gambar 3.51 Spektrum Respon Wilayah Palu dengan Tanah Sedang (SE) .....	82

Gambar 3.52. Penetapan Material Balok .....	83
Gambar 3.53. Penetapan Dimensi Balok .....	84
Gambar 3.54. Penetapan Tulangan Utama Balok.....	84
Gambar 3.55. Penetapan Tulangan Senggang Balok.....	85
Gambar 3.56. Penetapan Tulangan Senggang Balok.....	85
Gambar 3.57. Momen kurvatur balok B3A Lt.4T dari program Response 2000..	86
Gambar 3.58. Momen kurvatur balok B46 dari program Microsoft Excel.....	88
Gambar 3.59. Pendefinisian <i>Frame Hinge Property Data</i> Balok .....	89
Gambar 3.60. Pendefinisian Parameter <i>Hinge Properties</i> .....	90
Gambar 3.61. Pendefinisian <i>Frame Hinge Property Data</i> Kolom.....	91
Gambar 3.62. Pendefinisian <i>Hinge Properties</i> Pada Kolom.....	91
Gambar 3.63. <i>Assign Hinges Frames</i> Pada Elemen Balok dan Kolom.....	92
Gambar 3.64. <i>Assign Hinges Frames</i> Pada Elemen Dinding Geser.....	92
Gambar 3.65. Pengaturan beban non linear untuk beban gravitasi .....	93
Gambar 3.66. Pengaturan beban non linear untuk pushover arah x .....	94
Gambar 3.67. Pengaturan beban non linear untuk pushover arah y .....	94
Gambar 3.68. Pengaturan displacement control untuk pushover arah x.....	95
Gambar 3.69. Pengaturan displacement control untuk pushover arah y.....	95
Gambar 3.70. Pengaturan parameter results saved .....	96
Gambar 3.71. Pengaturan parameter <i>nonlinear</i> .....	96
Gambar 4.1. Desain Respons Spektrum Gabungan Setiap Wilayah .....	100
Gambar 4.2. Perbandingan Gaya Geser Statik pada Setiap Wilayah .....	102
Gambar 4.3. Perbandingan Gaya Geser Dinamik pada Setiap Wilayah.....	102
Gambar 4.4. Simpangan Lateral Lantai Arah X.....	106
Gambar 4.5. Simpangan Antar Lantai Arah X.....	106
Gambar 4.6. Simpangan Lateral Lantai Arah Y.....	106
Gambar 4.7. Simpangan Antar Lantai Arah Y .....	107
Gambar 4.8. Kurva Kapasitas Arah Sumbu X pada Wilayah Palembang .....	108
Gambar 4.9. Titik Kinerja Arah Sumbu X pada Wilayah Palembang.....	108
Gambar 4.10. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama Arah X pada Wilayah Palembang .....	111

Gambar 4.11. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja Arah X pada Wilayah Palembang .....	112
Gambar 4.12. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit Arah X pada Wilayah Palembang .....	112
Gambar 4.13. Kurva Kapasitas Arah Sumbu Y pada Wilayah Palembang .....	113
Gambar 4.14. Titik Kinerja Arah Sumbu Y pada Wilayah Palembang .....	113
Gambar 4.15. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama Arah Y pada Wilayah Palembang .....	116
Gambar 4.16. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja Arah Y pada Wilayah Palembang .....	116
Gambar 4.17. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit Arah X pada Wilayah Palembang .....	117
Gambar 4.18. Kurva Kapasitas Arah Sumbu X pada Wilayah Jakarta .....	119
Gambar 4.19. Titik Kinerja Arah Sumbu X pada Wilayah Jakarta .....	119
Gambar 4.20. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama Arah X pada Wilayah Jakarta .....	123
Gambar 4.21. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja Arah X pada Wilayah Jakarta .....	123
Gambar 4.22. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit Arah X pada Wilayah Jakarta .....	124
Gambar 4.23. Kurva Kapasitas Arah Sumbu Y pada Wilayah Jakarta .....	124
Gambar 4.24. Titik Kinerja Arah Sumbu Y pada Wilayah Jakarta .....	125
Gambar 4.25. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama Arah Y pada Wilayah Jakarta .....	127
Gambar 4.26. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja Arah Y pada Wilayah Jakarta .....	128
Gambar 4.27. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit Arah X pada Wilayah Jakarta .....	129
Gambar 4.28. Kurva Kapasitas Arah Sumbu X pada Wilayah Palu .....	131
Gambar 4.29. Titik Kinerja Arah Sumbu X pada Wilayah Palu .....	131
Gambar 4.30. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama Arah X pada Wilayah Palu .....	135

Gambar 4.31. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja Arah X pada Wilayah Palu .....	135
Gambar 4.32. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit Arah X pada Wilayah Palu .....	136
Gambar 4.33. Kurva Kapasitas Arah Sumbu Y pada Wilayah Palu .....	136
Gambar 4.34. Titik Kinerja Arah Sumbu Y pada Wilayah Palu .....	137
Gambar 4.35. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama Arah Y pada Wilayah Palu .....	139
Gambar 4.36. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja Arah Y pada Wilayah Palu .....	140
Gambar 4.37. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit Arah X pada Wilayah Palu .....	141
Gambar 4.38. Simpangan Lateral Lantai Arah X pada Model Wilayah Palembang .....	149
Gambar 4.39. Simpangan Lateral Lantai Arah Y pada Model Wilayah Palembang .....	149
Gambar 4.40. Simpangan Antar Lantai Arah X pada Model Wilayah Palembang .....	149
Gambar 4.41. Simpangan Antar Lantai Arah X pada Model Wilayah Palembang .....	150
Gambar 4.42. Simpangan Lateral Lantai Arah X pada Model Wilayah Jakarta. 152	
Gambar 4.43. Simpangan Lateral Lantai Arah Y pada Model Wilayah Jakarta. 152	
Gambar 4.44. Simpangan Antar Lantai Arah X pada Model Wilayah Jakarta ... 153	
Gambar 4.45. Simpangan Antar Lantai Arah Y pada Model Wilayah Jakarta ... 153	
Gambar 4.46. Simpangan Lateral Lantai Arah X pada Model Wilayah Palu ..... 155	
Gambar 4.47. Simpangan Lateral Lantai Arah Y pada Model Wilayah Palu ..... 156	
Gambar 4.48. Simpangan Antar Lantai Arah X pada Model Wilayah Palu ..... 156	
Gambar 4.49. Simpangan Antar Lantai Arah Y pada Model Wilayah Palu ..... 156	
Gambar 4.50. Model 3D untuk Wilayah Palembang .....	159
Gambar 4.51. Model 3B untuk Wilayah Jakarta .....	159
Gambar 4.52. Model 1A untuk Wilayah Palu .....	160

Gambar 4.53. Kurva Kapasitas Arah Sumbu X Model 3D pada Wilayah Palembang .....	160
Gambar 4.54. Titik Kinerja Arah Sumbu X Model 3D pada Wilayah Palembang .....	161
Gambar 4.55. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama Arah X Model 3D pada Wilayah Palembang .....	164
Gambar 4.56. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja Arah X Model 3D pada Wilayah Palembang .....	164
Gambar 4.57. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit Arah X Model 3D pada Wilayah Palembang .....	165
Gambar 4.58. Kurva Kapasitas Arah Sumbu Y Model 3D pada Wilayah Palembang .....	166
Gambar 4.59. Titik Kinerja Arah Sumbu Y Model 3D pada Wilayah Palembang .....	166
Gambar 4.60. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama Arah Y Model 3D pada Wilayah Palembang .....	169
Gambar 4.61. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja Arah Y Model 3D pada Wilayah Palembang .....	170
Gambar 4.62. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit Arah X pada Wilayah Palembang .....	171
Gambar 4.63. Kurva Kapasitas Arah Sumbu X Model 3B pada Wilayah Jakarta .....	173
Gambar 4.64. Titik Kinerja Arah Sumbu X Model 3B pada Wilayah Jakarta....	173
Gambar 4.65. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama Arah X Model 3B pada Wilayah Jakarta .....	176
Gambar 4.66. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja Arah X Model 3B pada Wilayah Jakarta .....	177
Gambar 4.67. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit Arah X Model 3B pada Wilayah Jakarta .....	177
Gambar 4.68. Kurva Kapasitas Arah Sumbu Y Model 3B pada Wilayah Jakarta .....	178
Gambar 4.69. Titik Kinerja Arah Sumbu Y Model 3B pada Wilayah Jakarta....	178

Gambar 4.70. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama Arah Y Model 3B pada Wilayah Jakarta .....	181
Gambar 4.71. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja Arah Y Model 3B pada Wilayah Jakarta .....	182
Gambar 4.72. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit Arah Y Model 3B pada Wilayah Jakarta .....	183
Gambar 4.73. Kurva Kapasitas Arah Sumbu X Model 1A pada Wilayah Palu..	185
Gambar 4.74. Titik Kinerja Arah Sumbu X Model 1A pada Wilayah Palu .....	185
Gambar 4.75. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama Arah X Model 1A pada Wilayah Palu .....	188
Gambar 4.76. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja Arah X Model 1A pada Wilayah Palu .....	189
Gambar 4.77. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit Arah X Model 1A pada Wilayah Palu .....	189
Gambar 4.78. Kurva Kapasitas Arah Sumbu Y Model 1A pada Wilayah Palu..	190
Gambar 4.79. Titik Kinerja Arah Sumbu Y Model 1A pada Wilayah Palu .....	190
Gambar 4.80. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama Arah Y Model 1A pada Wilayah Palu .....	194
Gambar 4.81. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja Arah Y Model 1A pada Wilayah Palu .....	194
Gambar 4.82. Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit Arah Y Model 1A pada Wilayah Palu .....	195
Gambar 4.83. Perbandingan Volume Struktur Model Eksisting dengan Model Optimasi pada Setiap Wilayah .....	198
Gambar 4.84. Perbandingan Periode Struktur Bangunan .....	199
Gambar 4.85. Perbandingan Gaya Geser Dasar Model Eksisting dengan Model Optimasi pada Setiap Wilayah Tinjauan.....	200
Gambar 4.86. Perbandingan Gaya Geser Dasar Model Eksisting dengan Model Optimasi pada Setiap Wilayah Tinjauan.....	200
Gambar 4.87. Perbandingan Nilai Kurva Kapasitas ( <i>Capacity Curve</i> ) Model Eksisting dengan Model 3D pada Wilayah Palembang .....	201

Gambar 4.88. Perbandingan Nilai Kurva Kapasitas ( <i>Capacity Curve</i> ) Model Eksisting dengan Model 3B pada Wilayah Jakarta .....	201
Gambar 4.89. Perbandingan Nilai Kurva Kapasitas ( <i>Capacity Curve</i> ) Model Eksisting dengan Model 1A pada Wilayah Palu .....	202
Gambar 4.90. Perbandingan Nilai Kurva Kapasitas ( <i>Capacity Curve</i> ) pada semua Model Optimasi .....	202
Gambar 4.91. Perbandingan Nilai Titik Kinerja Struktur Arah X Model Eksisting dengan Model Optimasi pada Setiap Wilayah Tinjauan.....	204
Gambar 4.92. Perbandingan Nilai Titik Kinerja Struktur Arah Y Model Eksisting dengan Model Optimasi pada Setiap Wilayah Tinjauan.....	205



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1. Kategori risiko bangunan gedung untuk beban gempa .....	25
Tabel 2.2. Faktor keutamaan gempa .....	27
Tabel 2.3. Klasifikasi situs .....	28
Tabel 2.4. Koefisien Situs $F_a$ .....	30
Tabel 2.5. Koefisien Situs $F_v$ .....	31
Tabel 2.6 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai $S_{DS}$ .....	32
Tabel 2.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai $S_{D1}$ .....	33
Tabel 2.8 Faktor $R$ , $C_d$ , $\Omega_0$ Untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik .....	33
Tabel 2.9 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung .....	35
Tabel 2.10 Parameter periode pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	36
Tabel 2.11 Simpangan Antar Lantai Izin .....	37
Tabel 2.12. Level Kinerja Struktur Berdasarkan ATC-40 .....	39
Tabel 2.13. Batasan Rasio <i>Drift</i> Atap Menurut ATC-40 .....	40
Tabel 3.1 Peraturan yang digunakan pada penelitian .....	46
Tabel 3.2 Data Propertis Dimensi Elemen Struktur .....	52
Tabel 3.3. Beban Garis Pada Balok .....	67
Tabel 3.4. Koefisien Kegempaan.....	68
Tabel 3.5. Koefisien Situs, $F_a$ .....	69
Tabel 3.6. Koefisien Situs, $F_v$ .....	69
Tabel 3.7. Hubungan antara curvature dengan moment balok B46 .....	86
Tabel 3.8. Data Perhitungan Titik Hinge Properties Balok B46 .....	88
Tabel 3.9. Dimensi Kolom yang akan Dianalisis pada Bangunan Eksisting .....	98
Tabel 4.1 Parameter Kegempaan pada Setiap Wilayah .....	100
Tabel 4.2. Periode Fundamental pada Setiap Wilayah .....	101
Tabel 4.3. Koefisien Desain Seismik pada Setiap Wilayah .....	101
Tabel 4.4. Nilai Gaya Geser Dasar pada Setiap Wilayah .....	102
Tabel 4.5. Persentase Selisih Gaya Geser Dasar Arah X dan Arah Y .....	103
Tabel 4.6. Simpangan Lateral Lantai Arah X .....	104
Tabel 4.7. Simpangan Lateral Lantai Arah Y .....	104

Tabel 4.8. Simpangan Antar Lantai Arah X.....	105
Tabel 4.9. Simpangan Antar Lantai Arah Y.....	105
Tabel 4.10. <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Arah X pada Wilayah Palembang .....	109
Tabel 4.11. <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Arah Y pada Wilayah Palembang .....	114
Tabel 4.12. Parameter Titik Kinerja pada Wilayah Palembang .....	118
Tabel 4.13. <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Arah X Pada Wilayah Jakarta .	120
Tabel 4.14. <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Arah Y Pada Wilayah Jakarta .	125
Tabel 4.15. Parameter Titik Kinerja pada Wilayah Jakarta .....	129
Tabel 4.16. <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Arah X Pada Wilayah Palu .....	132
Tabel 4.17. <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Arah Y Pada Wilayah Palu.....	137
Tabel 4.18. Parameter Titik Kinerja pada Wilayah Palu .....	141
Tabel 4.19. Penyebaran Sendi Plastis pada Kondisi Leleh Pertama.....	143
Tabel 4.20. Penyebaran Sendi Plastis pada Kondisi Titik Kinerja .....	143
Tabel 4.21. Penyebaran Sendi Plastis pada Kondisi Ultimit.....	143
Tabel 4.22 Level Kinerja Berdasarkan Simpangan Total Maksimum.....	144
Tabel 4.23 Level Kinerja Berdasarkan Simpangan Inelastis Maksimum .....	144
Tabel 4.24. Hasil pemeriksaan Struktur dengan Dimensi Kolom yang Berbeda pada Wilayah Palembang .....	145
Tabel 4.25. Hasil pemeriksaan Struktur dengan Dimensi Kolom yang Berbeda pada Wilayah Jakarta .....	146
Tabel 4.26. Hasil pemeriksaan Struktur dengan Dimensi Kolom yang Berbeda pada Wilayah Palu .....	146
Tabel 4.27. Simpangan Lateral Lantai Arah X pada Model Struktur Wilayah Palembang .....	147
Tabel 4.28. Simpangan Lateral Lantai Arah Y pada Model Struktur Wilayah Palembang .....	147
Tabel 4.29. Simpangan Antar Lantai Arah X pada Model Struktur Wilayah Palembang .....	148
Tabel 4.30. Simpangan Antar Lantai Arah Y pada Model Struktur Wilayah Palembang .....	148

Tabel 4.31. Simpangan Lateral Lantai Arah X pada Model Struktur Wilayah Jakarta .....	150
Tabel 4.32. Simpangan Lateral Lantai Arah Y pada Model Struktur Wilayah Jakarta .....	150
Tabel 4.33. Simpangan Antar Lantai Arah X pada Model Struktur Wilayah Jakarta .....	151
Tabel 4.34. Simpangan Antar Lantai Arah Y pada Model Struktur Wilayah Jakarta .....	151
Tabel 4.35. Simpangan Lateral Lantai Arah X pada Model Struktur Wilayah Palu .....	153
Tabel 4.36. Simpangan Lateral Lantai Arah Y pada Model Struktur Wilayah Palu .....	154
Tabel 4.37. Simpangan Antar Lantai Arah X pada Model Struktur Wilayah Palu .....	154
Tabel 4.38. Simpangan Antar Lantai Arah Y pada Model Struktur Wilayah Palu .....	155
Tabel 4.39. Level Kinerja dari Model Struktur pada Wilayah Palembang .....	157
Tabel 4.40. Level Kinerja dari Model Struktur pada Wilayah Jakarta .....	157
Tabel 4.41. Level Kinerja dari Model Struktur pada Wilayah Palu .....	158
Tabel 4.42. Model Struktur dengan Dimensi Kolom paling Optimal .....	159
Tabel 4.43. <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Arah X Model 3D pada Wilayah Palembang .....	161
Tabel 4.44. <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Arah Y Model 3D Pada Wilayah Palembang .....	167
Tabel 4.45. Parameter Titik Kinerja Model 3D pada Wilayah Palembang .....	171
Tabel 4.46. <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Arah X Model 3B pada Wilayah Jakarta .....	174
Tabel 4.47. <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Arah Y Model 3B Pada Wilayah Jakarta .....	179
Tabel 4.48. Parameter Titik Kinerja Model 3B pada Wilayah Jakarta .....	183
Tabel 4.49. <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Arah X Model 1A pada Wilayah Palu .....	186

Tabel 4.50. <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Arah Y Model 1A pada Wilayah Palu .....	191
Tabel 4.51. Parameter Titik Kinerja Model 1A pada Wilayah Palu.....	196
Tabel 4.52. Dimensi Kolom yang digunakan pada Model Struktur .....	197
Tabel 4.53. Perbandingan Volume struktur Model eksisting dan Model Optimasi .....	197
Tabel 4.54 Perbandingan Periode Struktur Bangunan.....	198
Tabel 4.55. Perbandingan Gaya Geser Dasar Model Eksisting dan Model Optimasi .....	199
Tabel 4.56. Perbandingan Hasil Nilai Titik Kinerja Struktur Arah X Model Eksisting dengan Model Optimasi pada Setiap Wilayah Tinjauan .....	203
Tabel 4.57. Perbandingan Hasil Nilai Titik Kinerja Struktur Arah Y Model Eksisting dengan Model Optimasi pada Setiap Wilayah Tinjauan .....	204
Tabel 4.58. Perbandingan Hasil Kinerja Struktur pada Model Eksisting dengan Model Optimasi disetiap Wilayah Tinjauan.....	205

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1 Gambar DED .....	
Lampiran 2 Peraturan yang Digunakan .....	
Lampiran 3 Berkas Tugas Akhir .....	

## RINGKASAN

ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT DENGAN VARIASI WILAYAH GEMPA DAN OPTIMALISASI PERENCANAAN KOLOM MENGGUNAKAN PUSHOVER ANALYSIS.

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Maret 2022

Muhammad Rafly; dibimbing oleh Dr. Rosidawani, S.T.,M.T., dan Dr. Siti Aisyah Nurjannah S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

xxvi + 211 halaman + 175 gambar + 80 tabel + 3 Lampiran

Kebutuhan perumahan yang terus meningkat akibat pertumbuhan jumlah penduduk berbanding terbalik dengan ketersediaan lahan. Salah satu pendekatan dalam memanfaatkan lahan yang terbatas adalah dengan membangun hunian bertingkat. Keamanan menjadi faktor utama dalam merancang dan mengembangkan bangunan bertingkat, sehingga perlu dilakukan perencanaan yang baik agar struktur mampu bekerja secara optimal. Indonesia merupakan wilayah dengan kerawanan gempa yang tinggi. Pada setiap wilayah memiliki resiko gempa yang berbeda. Untuk mengantisipasi kegagalan struktur akibat beban gempa, Badan Standarisasi Nasional telah menetapkan SNI-1726-2019 sebagai tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Dengan menggunakan filosofi desain Strong column weak beam (SCWB), struktur kolom memiliki peranan utama dalam menahan beban vertikal gedung dan beban lateral gempa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan respons struktur dan kinerja struktur pada bangunan gedung eksisting 8 lantai di beberapa wilayah yang memiliki tingkat resiko gempa rendah hingga tinggi. Adapun wilayah yang ditinjau dalam penelitian ini yaitu Palembang, Jakarta, dan Palu. Selanjutnya dilakukan optimalisasi dimensi kolom sesuai dengan kebutuhan wilayah tinjauan. Struktur dimodelkan pada program SAP2000 dan dilakukan analisis kinerja menggunakan metode pushover (ATC-40). Respons struktur yang dihasilkan berupa simpangan lantai, simpangan antar lantai, dan gaya geser dasar. Sedangkan pada analisis kinerja struktur dihasilkan titik kinerja dan level kinerja struktur.

**Kata Kunci :** Analisis Pushover, Respon Struktur, SNI 1726:2019, Level Kinerja, Titik Kinerja, Gempa.

## SUMMARY

PERFORMANCE ANALYSIS OF MULTILEVEL BUILDING STRUCTURES WITH EARTHQUAKE REGION VARIATIONS AND OPTIMIZATION OF COLUMN PLANNING USING PUSHOVER ANALYSIS.

Scientific papers in the form of final project, Maret 2022

Muhammad Rafly; Guided by Dr. Rosidawani, S.T., M.T., and Dr. Siti Aisyah Nurjannah S.T., M.T.

Department of Civil Engineering , Faculty of Engineering, Sriwijaya University.

xxvi + 211 pages + 175 images + 80 table + 3 attachments

Housing needs that continue to increase due to population growth are inversely proportional to the availability of land. One approach in utilizing limited land is to build multi-storey dwellings. Security becomes the main factor in designing and developing multi-storey buildings, so it is necessary to do good planning so that the structure is able to work optimally. Indonesia is a region with high earthquake insecurity. Each region has a different risk of earthquakes. In anticipation of structural failure due to earthquake load, the National Standardization Agency has designated SNI-1726-2019 as an earthquake resilience planning procedure for building and non-building structures. Using the strong column weak beam (SCWB) design philosophy, column structure has a major role in withstanding the vertical load of buildings and lateral loads of earthquakes. Therefore, this study aims to find out the comparison of structural response and structural performance in existing buildings 8 floors in some areas that have a low to high earthquake risk level. The areas reviewed in this study are Palembang, Jakarta, and Palu. Furthermore, optimization of column dimensions in accordance with the needs of the review area. The structure is modeled on the SAP2000 program and performed performance analysis using the pushover method (ATC-40). The resulting structural response is in the form of floor deviation, deviation in between floors, and basic shearing force. While in the analysis of the performance of the structure generated performance points and structure performance levels.

**Keywords :** Pushover Analysis, Structure Response, SNI 1726:2019, Performance Level, Performance Point, Earthquake.

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUHAMMAD RAFLY

NIM : 03011281823068

Judul : ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT  
DENGAN VARIASI WILAYAH GEMPA DAN OPTIMALISASI  
PERENCANAAN KOLOM MENGGUNAKAN PUSHOVER  
ANALYSIS

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir 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.



Indralaya, Maret 2021



**Muhammad Rafly**

**NIM. 03011181823030**



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Kinerja Struktur Bangunan Bertingkat dengan Variasi Wilayah Gempa dan Optimalisasi Perencanaan Kolom Menggunakan *Pushover Analysis*” yang disusun oleh Muhammad Rafly, 03011281823068 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Maret 2022.

Palembang, 28 Maret 2022

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Dosen Pembimbing:

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

(  )

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

(  )

Dosen Penguji:

3. Dr. Ir. Maulid M. Iqbal, M.S.  
NIP. 196009091988111001

(  )

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan

  
Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.  
NIP. 197610312002122001

## **PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUHAMMAD RAFLY

NIM : 03011281823068

Judul : ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT  
DENGAN VARIASI WILAYAH GEMPA DAN OPTIMALISASI  
PERENCANAAN KOLOM MENGGUNAKAN PUSHOVER  
ANALYSIS

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 author*).

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

**Indralaya, Maret 2022**



**Muhammad Rafly**

**NIM. 03011281823068**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Muhammad Rafly  
Tempat, Tanggal Lahir : Pagaram, 17 Januari 2000  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Status : Belum Menikah  
Agama : Islam  
Warga Negara : Indonesia  
Nomor HP : 082281952300  
E-mail : muhammadrafly170100@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

<b>Nama Sekolah</b>	<b>Fakultas</b>	<b>Jurusan</b>	<b>Pendidikan</b>	<b>Masa</b>
SD Negeri 1 Pagaram			SD	2006-2012
SMP Negeri 1 Pagaram			SMP	2012-2015
SMA Negeri 4 Lahat		MIPA	SMA	2015-2018
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2018-2021

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



**Muhammad Rafly**

**NIM. 03011281823068**

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Tantangan terbesar dalam pembangunan di masa depan ialah pertumbuhan jumlah penduduk. Bertambahnya jumlah penduduk menyebabkan kebutuhan lahan untuk perumahan terus meningkat. Hal ini terjadi karena permukiman merupakan kebutuhan primer manusia yang tak lepas dari aktivitas ekonomi, industrialisasi dan pembangunan. Salah satu pendekatan dalam memanfaatkan lahan yang terbatas adalah dengan membangun permukiman kolektif berupa hunian bertingkat. Banyak perspektif yang perlu dipertimbangkan dalam membangun hunian bertingkat seperti aspek keamanan, efektivitas, dan kelayakan. Keamanan menjadi faktor utama dalam merancang serta mengembangkan hunian bertingkat, sehingga perlu dipertimbangkan sedemikian rupa untuk mempertahankan berat sendiri bangunan dan tahan terhadap bencana alam seperti gempa bumi.

Indonesia merupakan wilayah yang rawan terhadap gempa. Fenomena alam ini terjadi dengan memberikan pembebanan lateral yang mampu merusak struktur bangunan bahkan menyebabkan korban jiwa. Insiden tersebut rumit yang cenderung terjadi secara teratur, namun tidak dapat diprediksi secara tepat. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan pemenuhan terhadap kaidah-kaidah perencanaan atau pelaksanaan sistem struktur tahan gempa pada setiap struktur bangunan yang akan didirikan, khususnya pada wilayah dengan risiko gempa menengah hingga tinggi.

Badan Standarisasi Nasional telah menetapkan SNI-1726-2019 sebagai tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung dalam mengantisipasi kegagalan struktur akibat pengaruh gempa. Dengan menggunakan filosofi desain *Strong column weak beam* (SCWB) di mana deformasi plastis secara dominan diperbolehkan terjadi pada balok sementara kolom pada dasarnya tetap elastis yang umumnya diadopsi dalam kode desain seismik untuk rangka pemikul momen sehingga struktur kolom memiliki peranan yang mendasar saat perencanaan sebuah gedung.

Dalam menganalisis struktur tahan gempa umumnya dilakukan dengan menganalisa struktur elastis yang kemudian diberi faktor beban untuk memperoleh kondisi batas (*ultimate*). Akan tetapi, perilaku keruntuhan yang terjadi saat gempa kenyataannya terjadi secara plastis (Dewobroto, 2006). Perbedaan ini yang menjadi dasar bahwa struktur yang direncanakan sebaiknya juga dianalisis untuk menghadapi kondisi plastis, sehingga perlu dilakukan analisis non linear. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu metode analisis *pushover*. Metode ini dapat menganalisa perilaku keruntuhan struktur dengan cara memberikan beban statik pada setiap lantai bangunan. Nilai beban terus ditingkatkan hingga mencapai nilai simpangan tertentu atau terjadi kondisi plastis. Pada metode ini akan diperoleh titik kinerja (*performance point*) yang akan menunjukkan kondisi struktur saat gempa rencana. Analisis *pushover* merupakan bagian dari konsep *performance based seismic design* (PBSD). Pada dasarnya, konsep PBSD adalah konsep dimana struktur sengaja didesain rusak dengan level kerusakan tertentu pada level kekuatan gempa tertentu. Meskipun mengalami kerusakan namun struktur tidak boleh mengalami keruntuhan yang bisa menyebabkan korban jiwa.

Penentuan kinerja bangunan ditentukan pada fungsi bangunan serta berhubungan dengan faktor ekonomis untuk perbaikan setelah gempa terjadi tanpa mengabaikan aspek keselamatan. Struktur bangunan harus dirancang untuk dapat memberikan kinerja maksimum pada kondisi *life safety* ketika beban gempa rencana (*design bases earthquake*) dan kondisi *collapse prevention* ketika beban gempa maximum (*maximum considered earthquake*) (Lesmana, 2019).

Tingkat kerawanan (risiko) gempa disetiap wilayah berbeda-beda. Kerawanan gempa bervariasi dari risiko rendah hingga tinggi. Tingkat kerawanan gempa digambarkan pada peta gempa yang dimuat dalam peraturan SNI 1726:2019. Didalamnya terdapat beberapa koefisien kegempaan yang dapat digunakan dalam perhitungan desain beban gempa.

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan analisis kinerja struktur terhadap gedung eksisting yang sebelumnya telah didesain untuk wilayah dengan kategori gempa paling tinggi. Bangunan tersebut akan ditinjau pada beberapa wilayah di Indonesia yaitu wilayah Palembang, Jakarta, dan Palu yang mewakili koefisien kegempaan mulai dari tingkat risiko yang rendah hingga risiko tinggi.

Palembang merupakan wilayah dengan tingkat kerawanan gempa yang rendah, Jakarta dengan tingkat kerawanan gempa sedang, dan Palu dengan tingkat kerawanan gempa yang tinggi. Selanjutnya akan dilakukan optimalisasi dimensi kolom sesuai kebutuhan setiap wilayah tinjauan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan respons struktur dan kinerja struktur bangunan bertingkat pada setiap wilayah dengan risiko gempa yang berbeda, dilakukan optimalisasi dimensi kolom pada setiap wilayah tersebut. Hal ini berkenaan dengan standar perencanaan ketahanan gempa terbaru yaitu SNI 1726:2019 dan dalam menganalisis kinerja struktur digunakan metode *pushover* berdasarkan ATC-40.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan respons struktur pada bangunan gedung eksisting 8 lantai di beberapa wilayah berbeda yaitu Palembang, Jakarta, dan Palu?
2. Bagaimana perbandingan level kinerja struktur bangunan gedung eksisting 8 lantai di beberapa wilayah berbeda yaitu Palembang, Jakarta, dan Palu?
3. Bagaimana optimalisasi perencanaan kolom sesuai dengan kebutuhan di beberapa wilayah berbeda yaitu Palembang, Jakarta, dan Palu?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, berikut adalah tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian tugas akhir ini:

1. Menganalisis dan membandingkan besarnya respons struktur pada bangunan gedung eksisting 8 lantai di beberapa wilayah berbeda yaitu Palembang, Jakarta, dan Palu.
2. Menganalisis dan membandingkan level kinerja struktur pada bangunan gedung eksisting 8 lantai di beberapa wilayah berbeda yaitu Palembang, Jakarta, dan Palu.
3. Menganalisis dan merencanakan kolom yang paling optimal sesuai dengan kebutuhan di beberapa wilayah berbeda yaitu Palembang, Jakarta, dan Palu.

#### 1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian yang menjadi batasan dalam tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

1. Peraturan yang digunakan yaitu, SNI 1726:2019 sebagai persyaratan mengenai ketahanan gempa pada struktur, SNI 2847:2019 untuk merencanakan elemen struktur, SNI 1727:2020 dan PPPURG 1987 untuk merencanakan pembebanan.
2. Struktur gedung yang digunakan adalah gedung eksisting 8 lantai yang difungsikan sebagai rumah susun dengan dinding geser dan berupa Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).
3. Gaya gempa berdasarkan grafik respons spektrum pada wilayah Palembang, Jakarta, dan Palu.
4. Hasil perhitungan dari penelitian respons struktur berupa gaya geser dasar, simpangan lantai, dan *story drift* per lantai.
5. Kinerja struktur menggunakan analisis *pushover* dengan metode ATC-40
6. Tidak memperhitungkan struktur bawah dan tangga
7. Arah gempa yang bekerja pada bangunan diasumsikan pada arah x dan arah y saja.
8. Tidak dilakukan perhitungan pendetailan tulangan.
9. Tidak dilakukan perhitungan pendetailan hubungan balok-kolom
10. Optimasi perencanaan dimensi kolom dilakukan secara manual.
11. Kolom yang direncanakan dibatasi menjadi 2 jenis kolom dalam satu model struktur. Pembagian lokasi kolom dipertimbangkan saat struktur telah dianalisis.
12. Struktur bangunan dirancang untuk dapat memberikan kinerja maksimum pada kondisi *life safety* saat kondisi beban gempa rencana (*design bases earthquake*).

## **1.5. Rencana Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan yang disajikan dalam penulisan laporan tugas akhir ini, yaitu:

### **BAB 1 Pendahuluan**

Pada pendahuluan berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan laporan Tugas Akhir.

### **BAB 2 Tinjauan Pustaka**

Pada tinjauan pustaka berisi tentang sumber referensi dan landasan teori yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu seperti dasar perhitungan dan teori-teori yang digunakan.

### **BAB 3 Metodologi**

Pada metodologi berisi tentang metode atau langkah-langkah yang digunakan dalam melakukan analisis pada penelitian.

### **BAB 4 Analisis dan Pembahasan**

Pada analisis dan pembahasan berisi tentang hasil perhitungan dan pembahasan mengenai perhitungan yang telah dilakukan yaitu perhitungan respons struktur, kinerja struktur, dan optimalisasi perencanaan kolom dari suatu bangunan sesuai dengan kebutuhan wilayah yang ditinjau.

### **BAB 5 Penutup**

Pada bagian penutup berisi kesimpulan dari hasil analisis berupa perhitungan dan pembahasan serta saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Atc, A. (1996). 40, Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings. In *Applied Technology Council* (Vol. 1, p. 334).
- Bella, J. 2018. *Respon Struktur Bangunan Tinggi Dengan Variasi Penempatan Outrigger Terhadap Beban Lateral (Studi Kasus: Bangunan Tower A St. Moritz Panakukang)*. Skripsi. Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Bangunan, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta.
- Budiono, B. (2011). Studi Komparasi Desain Bangunan Tahan Gempa Dengan Menggunakan SNI 03-1726-2002 Dan RSNI 03-1726-201x. Bandung: Penerbit ITB.
- Cornelis, Remigildus. 2014. *Analisis Perbandingan Gaya Geser Tingkat, Gaya Geser Dasar, Perpindahan Tingkat dan Simpangan Antar Tingkat Akibat Beban Gempa Berdasarkan Peraturan Gempa Sni 1726-2002 Dan SNI 1726-2012*. Jurnal Teknik Sipil, Hal 3.
- Crista, Ngudi Hari, Trias Widorini, dan Lila Anggraini. 2020. *Perbandingan Tulangan Lentur pada Gedung Fakultas Psikologi Universitas Semarang dengan Membandingkan Peraturan SNI Gempa 2012 dengan SNI Gempa 2019*. Pengembangan Rekayasa dan Teknologi, 16 (2), pp 143-162.
- Dewobroto, W. (2005). Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover. *Seminar Bidang Kajian*, 28.
- Dewobroto, Wiryanto. (2006). Evaluasi Kinerja Bangunan Baja Tahan Gempa dengan SAP2000. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(1), 17–18.
- Elnashai, A. S. dan Di Sarno, L., (2008). *Fundamentals of Earthquake Engineering*. John Wiley & Sons, West Sussex, United Kingdom.
- FEMA 273. 1997. *NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings*. Washington, D.C.: Federal Emergency Management Agency.
- FEMA 356. 2000. *Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings*. Washington, D.C.: Federal Emergency Management Agency.
- FEMA 440. 2005. *Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures*. Washington, D.C.: Federal Emergency Management Agency.
- Husein, S. (2015). Bencana Gempabumi. *Proceeding of DRR Action Plan Workshop: Strengthened Indonesian Resilience: Reducing Risk from Disasters, January*.

- Lesmana, Yudha. 2019. *Konsep dan Desain Sistem Rangka Momen Khusus (SRMK) Beton Bertulang Tahan Gempa Berdasarkan SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012*. Penerbit Deepublish, Yogyakarta.
- Nasution, Budiman, dan Acep Purqon. 2016. *Uji Respon Struktur Bangunan Bertingkat Terhadap Gempa Bumi Menggunakan Metode Elem Hingga*. Prosiding SNIPS, Hal 151.
- Samsya, Ingki. 2017. *Evaluasi Aplikasi Penggunaan Base Isolation Pada Gedung Grand Keisha Menggunakan Analisa Pushover*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- SNI 03-2847:2019 (2019). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1726:2019 (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1727:2020 (2020). *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Supit, Norman Werias Alexander, M. D. J. Sumajouw, W. J. Tamboto, dan S. O Dapas. 2013. *Respon Dinamis Struktur Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Banyak dengan Variasi Orientasi Sumbu Kolom*. Jurnal Sipil Statik, 1(11), 696-704. Pengembangan Rekayasa dan Teknologi, 16(2), 143-162.
- Tavio, Usman Wijaya. 2018. *Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (Performance Based Design) Edisi 2*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Pujianto, Riska Nanda. 2019. *Analisis Gempa Non-Linier Statik Pushover dengan Metode FEMA 440 untuk Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Gedung*. Program Studi Teknik Sipil : Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo.
- Purnamasari, Devi. 2019. *Analisis Kinerja Struktur Beton Bertulang dengan Variasi Konfigurasi Dinding Geser Menggunakan Pushover Analysis*. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Wijaya, Andi, Reni Suryanita, dan Zulfikar Djauhari. 2016. *Prediksi Respons Struktur Jembatan Beton Prategang Berdasarkan Spektrum Gempa Indonesia dengan Metode Jaringan Saraf Tiruan*. Jom FTEKNIK, 3(1).