

TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT TERHADAP BEBAN GEMPA MENGUNAKAN METODE *PUSHOVER*

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta

Oleh :

NAMA : NOFRI

NPM : 1910015211131



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2026**

UNIVERSITAS BUNG HATTA

LEMBAR PENGESAHAN INSTUTUSI
TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT
TERHADAP BEBAN GEMPA MENGGUNAKAN
METODE *PUSHOVER*

Oleh :

NOFRI

1910015211131



Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian tugas akhir guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta-Padang.

Padang, 04 Maret 2026

Disetujui Oleh :

Pembimbing/Penguji

(Dr. Rini Mulyani, S.T., M.Sc. (Eng.))

Dekan FTSP

(Dr. Rini Mulyani, S.T., M.Sc. (Eng.))

Ketua Prodi Teknik Sipil

(Rita Anggani, S.T., M.T.)

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI
TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN
BERTINGKAT TERHADAP BEBAN GEMPA
MENGUNAKAN METODE *PUSHOVER*

Oleh :

NOFRI

1910015211131



Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian tugas akhir guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta-Padang.

Padang, 04 Maret 2026

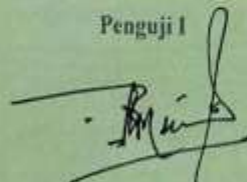
Disetujui Oleh :

Pembimbing/Penguji



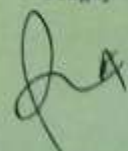
(Dr. Rini Mulyani, S.T., M.Sc. (Eng.))

Penguji I



(Dr. Ir. Wardi, M.Si.)

Penguji II



(Rita Anggraeni, S.T., M.T.)

ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT TERHADAP BEBAN GEMPA MENGGUNAKAN METODE *PUSHOVER*

Nofri¹

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta
nofri.nofri38@gmail.com¹

Rini Mulyani²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta
rini-mulyani@bunghatta.ac.id²

ABSTRAK

Kota Padang merupakan wilayah rawan gempa karena terletak di pertemuan lempeng tektonik besar. Pembangunan gedung bertingkat sebagai solusi keterbatasan lahan menimbulkan tantangan dalam menghadapi beban gempa yang berpengaruh signifikan terhadap kekuatan dan kekakuan struktur. Penelitian ini mengevaluasi kinerja struktur salah satu gedung sekolah di Kota Padang terhadap beban gempa menggunakan metode analisis pushover dengan perangkat lunak ETABS. Struktur bangunan dimodelkan lengkap dengan elemen-elemen utama dan beban yang mengacu pada standar nasional (SNI 1726:2019 dan SNI 1727:2020). Analisis pushover dilakukan untuk mengevaluasi perilaku non-linear struktur pada beban gempa dengan menetapkan sendi plastis pada kolom dan balok. Hasil analisis pushover yang telah dilakukan menggunakan metode koefisien perpindahan FEMA 356 dimana diperoleh hasil target perpindahan pada arah X sebesar 0.158 m dan pada arah Y sebesar 0.181 m. Hasil target perpindahan pada arah X dan arah Y lebih dari 2% tinggi bangunan sehingga gedung masuk pada level kinerja *Collapse Prevention (CP)*. Hasil analisis menunjukkan bahwa gedung mengalami kerusakan parah namun masih berdiri tanpa runtuh total. Struktur tidak memenuhi prinsip strong column-weak beam sehingga kegagalan kolom tidak dapat dihindari. Hal ini menandakan perlunya penguatan struktur untuk memenuhi kriteria *life safety* sesuai persyaratan bangunan tahan gempa pada gedung sekolah. Penelitian ini memberikan rekomendasi perbaikan agar gedung dapat berfungsi aman pasca gempa sesuai dengan konsep Perencanaan Berbasis Kinerja.

Kata Kunci: Analisis Pushover; Level Kinerja

Pembimbing,



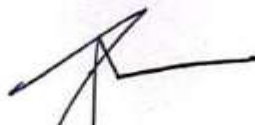
Dr. Rini Mulyani, S.T., M.Sc. (Eng.)

ABSTRACT

Padang City is an earthquake-prone area because it is located at the confluence of major tectonic plates. The construction of high-rise buildings as a solution to land limitations poses challenges in dealing with earthquake loads that significantly affect the strength and stiffness of the structure. This study evaluates the structural performance of one of the school buildings in Padang City against earthquake loads using the pushover analysis method with ETABS software. The building structure is modeled completely with main elements and loads referring to national standards (SNI 1726:2019 and SNI 1727:2020). Pushover analysis is conducted to evaluate the non-linear behavior of the structure under earthquake loads by establishing plastic hinges in columns and beams. The results of the pushover analysis that has been carried out using the FEMA 356 displacement coefficient method where the target displacement results in the X direction are 0.158 m and in the Y direction are 0.181 m. The target displacement results in the X and Y directions are more than 2% of the building height so that the building is included in the Collapse Prevention (CP) performance level. The analysis results show that the building suffered severe damage but is still standing without total collapse. The structure did not meet the strong column-weak beam principle, making column failure unavoidable. This indicates the need for structural reinforcement to meet life safety criteria as required for earthquake-resistant school buildings. This study provides recommendations for improvements to ensure the building remains functional after an earthquake, in accordance with the Performance-Based Planning concept.

Keywords : Pushover analysis, Performance Level

Advisor,



Dr. Rifi Mulyani, S.T., M.Sc. (Eng.)

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya Mahasiswa di program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta,

Nama Mahasiswa : Nofri

Nomor Pokok Mahasiswa : 1910015211131

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis Tugas Akhir yang saya buat dengan Judul **“Analisis Kinerja Struktur Bangunan Bertingkat Terhadap Beban Gempa Menggunakan Metode *Pushover*”** adalah:

- 1) Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan data-data didapatkan dari lapangan dan perhitungan sesuai dengan metoda kesipilan
- 2) Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang sudah pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana universitas lain, kecuali pada bagian sumber-sumber informasi dicantumkan dengan cara referensi sebagaimana semestinya.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah tercantum di atas, maka karya tugas akhir ini dibatalkan.

Padang, Maret 2026

Yang membuat pernyataan,



(Nofri)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah S.W.T atas segala rahmat dan karunia yang telah diberikan-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir dengan judul “Analisis Kinerja Struktur Bangunan Bertingkat Terhadap Beban Gempa Menggunakan Metode Pushover” ini ditujukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata 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 terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan berkontribusi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu kepada :

1. Ibu Dr. Rini Mulyani, S.T., M.Sc. (Eng.) selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
2. Ibu Rita Anggraini, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
3. Ibu Dr. Rini Mulyani, S.T., M.Sc. (Eng.) selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan motivasi, bimbingan dan masukan kepada penulis
4. Kedua orang tua dan saudara yang telah memberikan selalu dukungan moril maupun materil, doa dan kepercayaannya kepada penulis.
5. Kepada teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam 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, April 2024

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR PERSAMAAN.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Konsep Bangunan Tahan Gempa.....	5
2.2 Perkembangan Teknologi Desain Tahan Gempa	5
2.3 Perencanaan Berbasis Kinerja (<i>Performance Based Design</i>)	6
2.4 Analisis Statik Non Linear (<i>Pushover Analysis</i>).....	7
2.5 Mekanisme Keruntuhan (Sendi Plastis).....	8
2.6 Evaluasi Kinerja Struktur	9
2.6.1 Kinerja Struktur Metode FEMA 356.....	9
2.6.2 Kinerja Struktur Metode ATC-40.....	12
2.7 Bangunan Tingkat	17
2.8 Gempa Bumi	18
2.8.1 Desain Kapasitas.....	18
2.8.2 Mekanisme Keruntuhan (<i>Collapse Mechanism</i>)	18
2.9 Dasar-Dasar Analisis Pembebanan	20
2.9.1 Teori Perhitungan Beban Gravitasi	20
2.9.2 Teori Perhitungan Gempa	21
2.10 Penelitian Terdahulu	38
BAB III METODE PENELITIAN	39
3.1 Tahapan Analisis	39
3.2 Studi Literatur	40

3.2.1	Pengumpulan Data.....	40
3.2.2	Analisa Pembebanan.....	40
3.2.3	Pemodelan Struktur	42
3.2.4	Cek Struktur (<i>Design and Check</i>).....	43
3.2.5	Analisis Pushover	43
3.2.6	Analisis Kinerja Struktur	45
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1	Informasi Struktur Gedung	47
4.1.1	Data Umum Struktur.....	47
4.1.2	Data Teknis Elemen Struktur.....	48
4.2	Perhitungan Beban Gravitasi.....	50
4.2.1	Beban Mati	50
4.2.2	Beban Hidup	52
4.3	Perhitungan Beban Gempa.....	53
4.3.1	Menentukan Faktor Keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan.....	53
4.3.2	Menentukan Klasifikasi Situs	53
4.3.3	Menentukan Respon Spektral Percepatan.....	54
4.3.4	Menentukan Koefisien Situs F_a dan F_v	55
4.3.5	Menentukan Percepatan Spektral Desain	56
4.3.6	Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS).....	56
4.3.7	Menentukan Sistem dan Parameter Struktur	57
4.3.8	Menentukan Spektrum Respon Percepatan Desain S_a (g)	57
4.3.9	Menentukan Faktor Redundansi	58
4.4	Pemodelan Struktur	59
4.5	Analisis Statik Ekuivalen	60
4.5.1	Perhitungan Perioda Fundamental Pendekatan.....	60
4.5.2	Perhitungan Koefisien Respon Seismik dan Gaya Geser Dasar Seismik.....	61
4.5.3	Perhitungan Faktor Skala Gaya	62
4.5.4	Menghitung Distribusi Gaya Vertikal Seismik.....	63
4.5.5	Menghitung Distribusi Horizontal Gaya Seismik.....	64
4.6	Pengecekan Perilaku Struktur	64
4.6.1	Pemeriksaan Mode Shape Bangunan.....	64
4.6.2	Pemeriksaan Partisipasi Masa.....	66
4.6.3	Pemeriksaan Simpangan Antar Tingkat	67
4.6.4	Pengecekan Pengaruh P-delta	68
4.6.5	Ketidakteraturan Horizontal.....	69

4.6.6 Ketidakberaturan Vertikal.....	72
4.7 Analisis Pushover.....	76
4.7.1 Pendefisian Beban.....	76
4.7.2 Mendefinisikan Sendi Plastis.....	80
4.8 Hasil Analisis Pushover	81
4.8.1 Mekanisme Sendi Plastis	81
4.8.2 Kurva Kapasitas.....	95
4.8.3 Titik Kinerja (<i>Performance Point</i>)	99
4.8.4 Evaluasi Level Kinerja Struktur Menurut ATC-40	103
4.8.5 Evaluasi Level Kinerja Struktur Menurut FEMA 356.....	103
4.8.5 Rekapitulasi Hasil Pushover	107
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	108
5.1 Kesimpulan.....	108
5.2 Saran.....	108
DAFTAR PUSTAKA	110
LAMPIRAN	112

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kondisi Bangunan Pasca Gempa pada Tingkat Kinerja Struktur.....	11
Tabel 2.2 Kondisi Bangunan Pasca Gempa pada Tingkat Kinerja Struktur.....	12
Tabel 2.3 Batasan Simpangan Pada Tingkat Kinerja Struktur	16
Tabel 2.4 Kategori Risiko	22
Tabel 2.5 Faktor Keutamaan Gempa	23
Tabel 2.6 Parameter Kelas Situs.....	24
Tabel 2.7 Koefisien Situs, F_a	25
Tabel 2.8 Koefisien Situs, F_v	25
Tabel 2.9 Kategori Desain Seismik Respon Percepatan Periode Pendek.....	26
Tabel 2.10 Kategori Desain Seismik Respons Percepatan pada Periode 1 Detik.	27
Tabel 2.11 Tabel Parameter Struktur.....	27
Tabel 2.12 Analisis Gaya Lateral	30
Tabel 2.13 Nilai parameter percepatan respon spektral desain C_u	31
Tabel 2.14 Alat-AMesin Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	31
Tabel 2.15 Simpangan antar tingkat izin	34
Tabel 2.16 Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur.....	36
Tabel 2.17 Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur.....	38
Tabel 3.1 Deskripsi Gedung	41
Tabel 3.2 Beban Mati Plat Atap.....	42
Tabel 3.3 Beban Mati Plat Lantai	42
Tabel 3.4 Beban Hidup	42
Tabel 3.5 Mekanisme Terbentuknya Sendi Plastis	46
Tabel 4.1 Dimensi Kolom dan Balok	49
Tabel 4.2 Dimensi Pelat Lantai.....	49
Tabel 4.3 Jenis Beban Mati Pada Gedung	50
Tabel 4.4 Beban Hidup (Live load)	51
Tabel 4.5 Beban Hidup (Live load) Direduksi	51
Tabel 4.6 Faktor Keutamaan Gempa	52
Tabel 4.7 Kategori Resiko	52
Tabel 4.8 Klasifikasi Situs	53
Tabel 4.9 Koefisien Situs, F_a	54

Tabel 4.10 Koefisien Situs, F_v	54
Tabel 4.11 Kategori Desain Seismik Respons Percepatan Periode Pendek	55
Tabel 4.12 Kategori Desain Seismik Respons Percepatan pada Periode 1 Detik. 55	
Tabel 4.13 Tabel parameter struktur	56
Tabel 4.14 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	59
Tabel 4.15 Nilai parameter percepatan respon spektral desain C_u	59
Tabel 4.16 Berat Struktur bangunan Tiap Lantai	61
Tabel 4.17 Nilai Ragam Respon Spektrum	62
Tabel 4.18 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Arah X	62
Tabel 4.19 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Arah Y	63
Tabel 4.20 Gaya Geser Statik Ekuivalen pada Tiap Lantai	63
Tabel 4.21 Mass Participation.....	65
Tabel 4.22 Rekapitulasi Simpangan Antar Tingkat.....	66
Tabel 4.23 Rekapitulasi Hasil Analisa Perhitungan Efek P-delta.....	67
Tabel 4.24 Pemeriksaan Ketidak Beraturan Torsi	68
Tabel 4.25 Ketidakberaturan Tingkat Lunak.....	72
Tabel 4.26 Ketidakberaturan Berat Struktur.....	72
Tabel 4.27 pengecekan ketidakberaturan vertical point 5	74
Tabel 4.28 Keterangan Tingkat kinerja struktur	79
Tabel 4.29 Nilai Kapasitas Pushover arah X	83
Tabel 4.30 Nilai Kapasitas Pushover arah Y	84
Tabel 4.31 Hasil Evaluasi Kinerja Struktur	87
Tabel 4.32 Simpangan Antar Lantai Izin.....	88
Tabel 4.33 Tingkat Kinerja Struktur.....	88
Tabel 4.34 Nilai Drift Struktur Berdasarkan Analisa	89
Tabel 4.35 Target Perpindahan FEMA 356.....	90
Tabel 4.36 Faktor-Faktor Target Perpindahan FEMA 356.....	91
Tabel 4.37 Rekapitulasi Hasil ATC-40 dan FEMA 356.....	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kurva Kapasitas	8
Gambar 2. 2 Sendi Plastis Pada Balok dan Kolom.....	8
Gambar 2. 3 Tingkat Kinerja Gempa Berbasis PBD,FEMA 356.....	9
Gambar 2. 4 Kurva Kapasitas dan Spektrum Kapasitas	11
Gambar 2. 5 Tipikal Kurva Kapasitas Pada Berbagai Tingkat Kinerja Struktur..	12
Gambar 2. 6 Contoh Faktor Partisipasi Modal dan Modal Koefisien Massa	14
Gambar 2. 7 (a) Kurva Kapasitas (b) Spektrum Kapasitas.....	14
Gambar 2. 8 (a) Respon Spektrum Standar (b) Respon Spektrum Form ADRS..	15
Gambar 2. 9 Titik Kinerja Struktur sesuai ATC-40.....	15
Gambar 2. 10 Titik Kinerja Struktur pada Tingkat Redaman Struktur	16
Gambar 2. 11 Tingkatan Plasifikasi Sendi Plastis	20
Gambar 2. 12 Respon spektra percepatan pendek S_s , percepatan 0,2 detik	24
Gambar 2. 13 Respon spektra percepatan pendek S_s , percepatan 1 detik	24
Gambar 2. 14 Spektrum Respon Desain.....	29
Gambar 2. 15 Penentuan Simpangan Antar Lantai.....	34
Gambar 2. 16 Ketidakberaturan Horizontal.....	37
Gambar 2. 17 Ketidakberaturan Vertikal.....	38
Gambar 3. 1 Flow Chart Tahapan Analisis.....	40
Gambar 3. 2 Tingkatan Plastisifikasi Sendi Plastis	45
Gambar 4. 1 Denah Sekolah	47
Gambar 4. 2 Portal AS.....	48
Gambar 4. 3 Respon spektra percepatan pendek S_s , percepatan 0,2 detik	52
Gambar 4. 4 Respon spektra percepatan pendek S_s , percepatan 1 detik	53
Gambar 4. 5 Grafik Spektrum Respon Desain	56
Gambar 4. 6 Denah Lantai 1	57
Gambar 4. 7 Tampak Pemodelan 3D.....	57
Gambar 4. 8 Potongan Grid	68
Gambar 4. 9 Mode Shape Modal 1	63
Gambar 4. 10 Mode Shape Modal 2	63
Gambar 4. 11 Mode Shape Modal 3	64
Gambar 4. 12 Grafik Simpangan Antar Lantai.....	66

Gambar 4. 13 Ketidakberaturan Torsi 1a dan 1b.....	67
Gambar 4. 14 Pengecekan ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma Lantai 1	68
Gambar 4. 15 Ketidakberaturan no 4.....	68
Gambar 4. 16 Ketidakberaturan no 4 pada pemodelan <i>Software</i>	69
Gambar 4. 17 Ketidakberaturan No 5	69
Gambar 4. 18 Ketidakberaturan No 5 pada Pemodelan Software	69
Gambar 4. 19 Ketidakberaturan 1a dan 1b	70
Gambar 4. 20 <i>Ketidakberaturan Geometri Vertikal</i>	71
Gambar 4. 21 <i>Ketidakberaturan vertical poin 4</i>	72
Gambar 4. 22 <i>Define Load Case Gravity</i>	74
Gambar 4. 23 <i>Define Load Case Pushover Arah – X</i>	75
Gambar 4. 24 <i>Setting Monitored Displacement Pushover Arah – X</i>	75
Gambar 4. 25 Define Load Case Pushover Arah – Y	76
Gambar 4. 26 Setting Monitored Displacement Pushover Arah – Y.....	76
Gambar 4. 27 Pendefinisian Sendi Plastis Pada balok.....	77
Gambar 4. 28 Pendefinisian Sendi Plastis Pada Kolom	78
Gambar 4. 29 Mekanisme Sendi Plastis Step 1	79
Gambar 4. 30 Awal Terbentuk Sendi Plastis pada Step 1	79
Gambar 4. 31 Mekanisme Sendi Plastis Step 10	80
Gambar 4. 32 Step 14 Push x – Portal C	80
Gambar 4. 33 Kurva kapasitas Pushover Arah x berdasarkan etabs	81
Gambar 4. 34 Kurva kapasitas Pushover Arah x	82
Gambar 4. 35 Kurva Kapasitas Pushover Arah -Y berdasarkan etabs	83
Gambar 4. 36 Kurva Kapasitas Pushover Arah -Y	84
Gambar 4. 37 Performance Point Pushover-X.....	85
Gambar 4. 38 Performance Point Pushover-Y.....	85
Gambar 4. 39 Kurva Kapasitas Struktur	88
Gambar 4. 40 Kurva Koefisien Perpindahan FEMA 356 Arah X	89
Gambar 4. 41 Kurva Koefisien Perpindahan FEMA 356 Arah Y	8

DAFTAR PERSAMAAN

2. 3 Target Perpindahan (δ_T)	9
2. 4 Faktor Modifikasi (C_1) untuk $T_e \geq T_s$	9
2. 3 Faktor Modifikasi (C_1) untuk $T_e \leq T_s$	9
2. 4 Rasio Kuat Elastic (R)	10
2. 5 Koefisien Perhitungan Pembesaran Lateral (C_3)	10
2. 6 Faktor Partisipasi Modal Pada Mode Pertama (PF_1)	13
2. 7 Modal Koefisien Massa Pada Mode Pertama (α_1)	13
2. 8 Spektra Percepatan (S_a)	13
2. 9 Spektra Perpindahan (S_d)	13
2. 10 Spektra Perpindahan,g (S_d).....	14
2. 11 Redaman <i>viscous</i> Ekvivalen Struktur (β_{eq})	15
2. 12 Parameter Nilai (C_a)	15
2. 13 Parameter Nilai (C_v).....	15
2. 14 Batas Deformasi	16
2. 15 Parameter Respons Spektral Percepatan Pada Periode Pendek (S_{MS})	25
2. 16 Parameter Respons Spektral Percepatan Pada Periode 1 detik (S_{M1})	25
2. 17 Spektrum Respon Desain (S_a), Untuk $T \leq T_0$	28
2. 18 Spektrum Respon Desain (S_a), Untuk $T_s < T \leq T_L$	28
2. 19 Spektrum Respon Desain (S_a), Untuk perioda lebih besar dari T_s	28
2. 20 Periode Fundamental Alami (T_a).....	29
2. 21 Periode Fundamental Pendekatan (T_a) dalam detik	30
2. 22 Koefisien Respon Seismik (C_s).....	30
2. 23 Koefisien Respon Seismik (C_s) , Untuk $T \leq T_L$	31
2. 24 Koefisien Respon Seismik (C_s), Untuk $T > T_L$	31
2. 25 Koefisien Respon Seismik (C_s), Untuk $C_s = 0,044 \text{ SDS. } I_e \geq 0,01$	31
2. 26 Gaya Geser Dasar Seismik (V)	31
2. 27 Gaya Gempa Lateral (F_x)	31
2. 28 Faktor Distribusi Vertikal (C_{vx}).....	32
2. 29 Geser Tingkat Desain Seismik (V_X).....	32
2. 30 Simpangan di tingkat-x (δ_x).....	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Padang merupakan Ibu Kota Sumatera Barat, yang mana Sumatera Barat berada didaerah rawan terhadap bencana gempa bumi, karena terletak pada pertemuan lempeng tektonik besar dunia, yaitu lempeng Eurasia, Indo-Australia. Pergerakan lempeng-lempeng ini mengakibatkan gempa yang berkekuatan besar. Karena sifat gempa bumi yang tidak dapat diprediksi maka diperlukan suatu tindakan pencegahan guna meminimalisir timbulnya kerugian korban jiwa salah satunya merencanakan bangunan tahan gempa.

Keterbatasan lahan pembangunan di Kota Padang membuat pembangunan arah vertikal atau gedung bertingkat menjadi solusi untuk hal tersebut. Dalam hal ini Pembangunan gedung bertingkat memiliki sisi positif dalam efisiensi lahan namun memiliki sisi negatif pada konstruksinya yang rentan terhadap beban lateral seperti gempa (Schueller,1989). Namun, semakin tinggi suatu struktur maka semakin rawan pula terhadap gempa bumi. Maka diperlukan penetapan level kinerja untuk sebuah perencanaan struktur bangunan guna mengetahui kondisi bangunan pasca gempa sehingga dapat meminimalisir adanya kerusakan pada sruktur tersebut.

Kota Padang memiliki tingkat kerawanan gempa yang cukup tinggi karena gempa yang terjadi bisa mengakibatkan kerusakan pada struktur gedung maupun non-gedung dengan pola keruntuhan yang berbeda-beda. Untuk mengurangi resiko bencana yang terjadi diperlukan Suatu bangunan yang jika dibangun di daerah rawan gempa, maka bangunan tersebut direncanakan mampu menahan gaya gempa dan diharuskan mampu untuk menahan gaya-gaya vertikal dan gaya-gaya horizontal agar ketika terjadinya gempa tidak ada menimbulkan korban jiwa, terkhususnya pada bangunan bertingkat seperti gedung perkantoran, hotel dan sekolah.

Sekolah sebagai salah satu sarana pendidikan yang penting merupakan suatu bangunan yang dipakai untuk aktivitas atau kegiatan belajar dan mengajar serta tempat menerima dan memberi pelajaran sesuai dengan jenjang pendidikannya. Oleh karena itu, perlunya bangunan yang memiliki ketahanan gempa karena sekolah termasuk dalam gedung dan non-gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur dan fasilitas yang sangat penting. Hal ini sudah diatur dalam SNI dimana

sekolah masuk dalam kategori resiko IV karena dalam faktor keutamaan gempa, beberapa elemen struktur dengan pemanfaatan khusus agar masih dapat beroperasi setelah terjadinya gempa bumi sehingga dapat meminimalisir kerusakan yang ditimbul.

Pada struktur bangunan bertingkat tinggi beban gempa lebih mendominasi dibandingkan dengan beban gravitasi yang bekerja pada struktur gedung tersebut (Wahyuni, 2020). Semakin tinggi struktur gedung, aksi gaya lateral dan atau beban gempa menjadi semakin berpengaruh, sehingga deformasi lateral dari struktur tersebut akan menjadi semakin besar yang menyebabkan hilangnya kekuatan dan kekakuan struktur. Perlu diketahui suatu bangunan memiliki tingkat kinerja (*performance level*) yang diizinkan saat dikenai beban gempa. Suatu bangunan harus direncanakan untuk dapat memberikan kinerja minimal yang berada pada level kinerja *Live safety* (LS) yang berarti bangunan pasca terjadinya gempa mengalami kerusakan yang cukup signifikan namun tidak mengalami keruntuhan sehingga timbulnya korban jiwa dapat diminimalisir.

Salah satu konsep terbaru untuk perencanaan bangunan tahan gempa yaitu menggunakan konsep Perencanaan Berbasis Kinerja (*Performance Based Design*). Perencanaan ini memberikan gambaran perilaku inelastis struktur terhadap gempa dan pola keruntuhannya yang dinyatakan secara jelas dalam bentuk kurva. Salah satu pendekatan analisis yang dapat digunakan adalah Analisis Statik Non-Linear atau Analisis Pushover yang ditentukan dengan Metode Koefisien Perpindahan berdasarkan *Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings* (FEMA 356) dan *Applied Technology Council* (ATC-40) . Analisis ini dilakukan dengan beban statik secara terus menerus di tiap lantainya hingga struktur mengalami keruntuhan pada batas tertentu sehingga diketahui perilaku struktur setelah tercapainya batas keruntuhan dan tingkat kerusakan yang terjadi.

Berdasarkan paparan di atas, Analisis ini penulis lakukan dengan menganalisis salah satu sekolah di Kota Padang untuk melihat apakah gedung sekolah tersebut mampu menahan beban gempa ketika terjadi gempa dengan membuat sebuah pemodelan struktur yang dihitung menggunakan aplikasi ETABS. Pada penelitian ini penulis menggunakan data struktur disalah satu Gedung sekolah di Kota Padang. Dengan melatar belakangi uraian diatas penulis mengangkat topik Tugas Akhir ini

dengan judul “Analisis Kinerja Struktur Bangunan Bertingkat Terhadap Beban Gempa Menggunakan Metode *Pushover*”

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana perilaku atau kinerja struktur Gedung sekolah di Kota Padang pada saat menerima beban gempa dengan melakukan analisis statik beban dorong (*pushover analysis*).
2. Bagaimana pola keruntuhan (mekanisme sendi plastis) pada struktur Gedung ini berdasarkan hasil analisis *pushover*.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui level kinerja, serta mekanisme sendi plastis yang terjadi pada struktur gedung Pasca gempa terjadi.

Adapun tujuan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kinerja struktur bangunan pada saat menerima beban gempa menggunakan metode *pushover* sesuai dengan peraturan yang berlaku dan terbaru di Indonesia.
2. Mengetahui pola keruntuhan (*sendi plastis*) yang terjadi pada struktur Gedung sekolah di Kota Padang berdasarkan hasil analisis *pushover*.

1.4 Ruang Lingkup

Penulis memberikan batasan masalah atau ruang lingkup yang akan dibahas agar lebih jelas dan terarah. Ruang lingkup penelitian dalam tugas akhir ini adalah:

- 1) Bangunan yang diteliti merupakan salah satu gedung sekolah di Kota Padang.
- 2) Pemodelan struktur dilakukan terhadap struktur tiga dimensi menggunakan aplikasi ETABS.
- 3) Jenis struktur gedung adalah struktur beton bertulang.
- 4) Beban yang dihitung meliputi beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), dan beban gempa (*earthquake load*).
- 5) Analisis dilakukan hanya pada struktur atas meliputi balok, kolom, pelat, (tidak menghitung struktur pondasi).
- 6) Analisis menggunakan standar perencanaan yaitu :
 - a. SNI 1726:2019 mengenai Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung dan Non Gedung.

- b. SNI 1727:2020 mengenai Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
 - c. Analisis kinerja struktur berdasarkan klasifikasi FEMA 356 dan *Applied Technology Council* (ATC-40)
- 7) Data tanah diasumsikan Tanah Lunak (SE)

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Diharapkan penelitian ini menjadi bahan referensi jika terdapat penelitian selanjutnya terkait analisis *pushover*.
2. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi salah satu referensi kaitannya dalam perencanaan perbaikan, perkuatan, dan rehabilitasi struktur.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian disusun sesuai pedoman penulisan tugas akhir yang telah ditetapkan diuraikan pada penjelasan berikut ini

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi uraian rinci tentang langkah-langkah metode penelitian dimulai dari pemodelan struktur, input pembebanan yang berupa beban mati, beban hidup dan beban gempa, dan analisis pushover.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

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

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran penulis atas penelitian yang dilakukan dan dinyatakan secara terpisah.