

**ANALISIS *PUSHOVER* TINGKAT KINERJA STRUKTUR
PADA GEDUNG BERTINGKAT DENGAN SISTEM RANGKA
PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)**

SKRIPSI

RIZA AULIA

20210010086



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK KOMPUTER DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
SUKABUMI**

2025

**ANALISIS *PUSHOVER* TINGKAT KINERJA STRUKTUR
PADA GEDUNG BERTINGKAT DENGAN SISTEM RANGKA
PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh Gelar Sarjana di
Program Studi Teknik Sipil*

RIZA AULIA

20210010086



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK KOMPUTER DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
SUKABUMI**

2025

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : ANALISIS *PUSHOVER* TINGKAT KINERJA STRUKTUR
PADA GEDUNG BERTINGKAT DENGAN SISTEM
RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)
NAMA : RIZA AULIA
NIM : 20210010086

Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik Sipil saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut.

Sukabumi, 8 September 2025


The red circular stamp contains the text "METERAI TEMPEL" and "RIZA AULIA". The green rectangular stamp contains the text "RIZA AULIA" and "20210010086".
Riza Aulia

PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL : ANALISIS *PUSHOVER* TINGKAT KINERJA STRUKTUR
PADA GEDUNG BERTINGKAT DENGAN SISTEM
RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)
NAMA : RIZA AULIA
NIM : 20210010086

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui

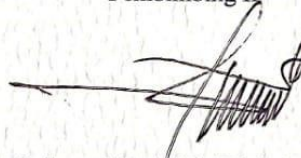
Sukabumi, 8 September 2025

Pembimbing I



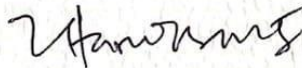
Cece Suhendi, S.T., M.T.
NIDN. 8866501019

Pembimbing II



Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM. Asean. Eng
NIDN. 0402037401

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Utamy Sukmayu Saputri, S.T., M.T., IPP
NIDN. 0422108804

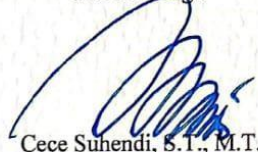
PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : ANALISIS *PUSHOVER* TINGKAT KINERJA STRUKTUR
PADA GEDUNG BERTINGKAT DENGAN SISTEM
RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)
NAMA : RIZA AULIA
NIM : 20210010086

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 14 Agustus 2025. Menurut pandangan kami, skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan Gelar Sarjana Teknik (S.T.)

Sukabumi, 14 Agustus 2025

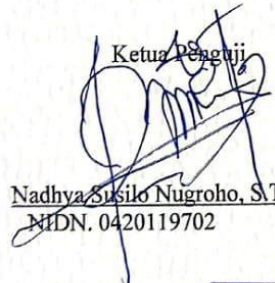
Pembimbing I


Cece Suhendi, S.T., M.T.
NIDN. 8866501019

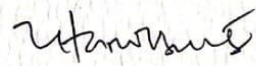
Pembimbing II


Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM. Asean. Eng
NIDN. 0402037401

Ketua Penguji


Nadhya Susilo Nugroho, S.T., M.T.
NIDN. 0420119702

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Ir. Utamy Sukmayu Saputri, S.T., M.T., IPP
NIDN. 0422108804

PLH Dekan Fakultas Teknik Komputer dan Desain



Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM. Asean. Eng
NIDN. 0402037401

ABSTRACT

Sukabumi is one of the regions in West Java, Indonesia, located in an active fault zone, such as the Cimandiri fault, which makes it highly vulnerable to earthquakes. The 2022 Cianjur earthquake, which also affected the Sukabumi area, caused significant building damage. This indicates that many buildings have not yet been designed according to earthquake-resistant standards. This study aims to evaluate the structural performance level of multi-story building with a Special Momen Resisting Frame (SMRF) system in Sukabumi using a performance-based approach. The analysis was carried out with the aid of the ETABS program, starting with linear structural evaluation based on SNI 1726:2019 and SNI 2847:2019, followed by nonlinear pushover analysis using the ATC-40 and FEMA 440 methods. Based on the analysis results, the inter-story drifts at the 2nd and 3rd floors exceeded the allowable limits, indicating that the serviceability requirements of SNI 1726:2019 were not fulfilled. The pushover analysis showed that the performance level according to ATC-40 falls into the Damage Control (DO) category for both X and Y axes, with maximum total drift values of 0,0131 and 0,0124, and maximum total inelastic drift values of 0,0111 and 0,0104. According to FEMA 440, the target displacement was 201,501 mm in the X-axis direction and 190,693 mm in the Y-axis direction, which also indicate a Damage Control (DO) performance level. This means the structure is expected to experience moderate damage that can be repaired without casualties, but requires repair/retrofit to control drift and to meet the structural element capacity requirements in order to achieve a higher performance level.

Keywords: ATC-40, ETABS, FEMA 440, Pushover Analysis, Reinforced Concrete Structur, SMRF

ABSTRAK

Sukabumi merupakan salah satu daerah di Jawa Barat, Indonesia, yang berada di zona sesar aktif, seperti Sesar Cimandiri, sehingga memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap gempa bumi. Peristiwa gempa Cianjur pada tahun 2022 yang juga berdampak pada wilayah Sukabumi menimbulkan banyaknya kerusakan bangunan. Hal ini menunjukkan bahwa banyak bangunan yang belum dirancang sesuai standar ketahanan gempa. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi tingkat kinerja struktur gedung bertingkat dengan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) di Sukabumi menggunakan pendekatan berbasis kinerja (*performance-based*). Analisis dilakukan dengan bantuan program ETABS, dimulai dari evaluasi struktur *linear* berdasarkan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019, kemudian dilanjutkan dengan analisis *non-linear pushover* metode ATC-40 dan FEMA 440. Berdasarkan hasil analisis, simpangan antar tingkat pada lantai 2 dan 3 melampaui batas yang diizinkan, sehingga persyaratan batas layan SNI 1726:2019 tidak terpenuhi. Analisis *pushover* menunjukkan tingkat kinerja berdasarkan ATC-40 berada pada kategori *Damage Control (DO)* untuk arah sumbu-X dan sumbu-Y, yaitu *max. total drift* masing-masing arah sebesar 0,0131 dan 0,0124, serta *max. total inelastic drift* sebesar 0,0111 dan 0,0104. Berdasarkan FEMA 440, target perpindahan sebesar 201,501 mm untuk arah sumbu-X, dan 190,693 mm untuk arah sumbu-Y, juga mengindikasikan tingkat kinerja *Damage Control (DO)*. Hal ini berarti struktur diperkirakan mengalami kerusakan tingkat sedang yang dapat diperbaiki tanpa adanya korban jiwa, namun memerlukan perbaikan/retrofit untuk pengendalian drift dan pemenuhan ketentuan kapasitas elemen struktur agar tingkat kinerja meningkat.

Kata kunci: Analisis *Pushover*, ATC-40, ETABS, FEMA 440, SRPMK, Struktur Beton Bertulang.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan kemudahan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “ANALISIS *PUSHOVER* TINGKAT KINERJA STRUKTUR PADA GEDUNG BERTINGKAT DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)” ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak menerima dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Kurniawan, S.T., M.Si., M.M selaku Rektor Universitas Nusa Putra.
2. Bapak Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM. Asean.Eng selaku Dekan Fakultas Teknik, Komputer dan Desain, sekaligus Dosen Pembimbing II yang juga telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Ir. Utamy Sukmayu Saputri, S.T., M.T., IPP selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Nusa Putra.
4. Bapak Cece Suhendi, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Ayah, ibu, kakak, serta seluruh keluarga yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan selama proses pendidikan dan penyusunan skripsi ini.
6. Rekan-rekan dan seluruh pihak terkait, yang telah yang turut membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Sukabumi, Juli 2025

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Riza Aulia
NIM : 20210010086
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS *PUSHOVER* TINGKAT KINERJA STRUKTUR PADA GEDUNG BERTINGKAT DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Sukabumi
Pada tanggal : 8 September 2025

Yang menyatakan


Riza Aulia

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
PERNYATAAN PENULIS.....	Error! Bookmark not defined.
PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
PENGESAHAN SKRIPSI	iv
ABSTRACT.....	v
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terkait.....	6
2.2 Konsep Bangunan Tahan Gempa	9
2.3 Pembebanan Pada Struktur	9
2.3.1 Beban Mati	9
2.3.2 Beban Hidup.....	10
2.3.3 Beban Gempa	10
2.3.4 Kombinasi Pembebanan	18
2.4 Analisis Model Struktur.....	18
2.4.1 Klasifikasi Struktur Beraturan dan Tidak Beraturan.....	18
2.4.2 Prosedur Analisis.....	20

2.4.3	Penentuan Periode	21
2.4.4	Gaya Geser Dasar	22
2.4.5	Simpangan Antar Tingkat	23
2.4.6	Pengaruh P-Delta.....	24
2.5	Analisis Penampang Struktur	25
2.5.1	Analisis Balok	25
2.5.2	Analisis Kolom.....	33
2.6	Analisis <i>Non-linear Pushover</i>	36
2.6.1	Metode Spektrum Kapasitas ATC-40	37
2.6.2	Metode Target Perpindahan FEMA 440	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		41
3.1	Lokasi Penelitian	41
3.2	Pendekatan Penelitian.....	41
3.3	Identifikasi Kebutuhan Data.....	41
3.3.2	Data Primer.....	41
3.3.1	Data Sekunder	41
3.4	Cara Memperoleh Data.....	42
3.4.2	Data Primer	42
3.4.3	Data Sekunder	42
3.5	Proses dan Analisis Data	42
3.5.2	Proses Pengolahan Data	42
3.5.3	Proses Analisis Data	43
3.6	Tahapan Penelitian	44
3.7	Diagram Alir Penelitian.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		47
4.1	Data Teknis Bangunan.....	47
4.1.1	Geometri Gedung dan Dimensi Struktur	47
4.1.2	Spesifikasi Material	48
4.2	Evaluasi Dimensi Penampang Eksisting	49
4.2.1	Balok.....	49
4.2.2	Kolom.....	53
4.3	Pembebanan Struktur.....	53
4.3.1	Beban Mati	53
4.3.2	Beban Hidup.....	55
4.3.3	Beban Gempa	56

4.3.4	Kombinasi Pembebanan	57
4.4	Analisis Model Berdasarkan SNI 1926:2019	59
4.4.1	Pengecekan Ketidakberaturan	59
4.4.2	Analisis Respons Spektrum Ragam.....	65
4.4.3	Jumlah Ragam	65
4.4.4	Penentuan Periode	67
4.5.1	Koefisien Respons Seismik	68
4.4.5	Gaya Geser Dasar	68
4.4.6	Kontrol Simpangan Antar Lantai	71
4.4.7	Kontrol P-Delta	73
4.5	Analisis Kapasitas Penampang Balok	74
4.5.1	Balok BI 45x25	74
4.5.2	Balok Induk B2 30x15	92
4.6	Analisis Kapasitas Penampang Kolom.....	110
4.6.1	Kolom K1 45x45	110
4.6.2	Kolom K2 30x30	118
4.7	Resume Kapasitas Penampang Struktur	124
4.7.1	Balok.....	124
4.7.2	Kolom.....	126
4.8	Analisis <i>Non-linear Pushover</i>	127
4.8.1	Distribusi Sendi Plastis.....	127
4.8.2	Model Distribusi Sendi Plastis	130
4.8.3	Metode Spektrum Kapasitas ATC-40	131
4.8.4	Metode Target Perpindahan FEMA 440	133
BAB V KESIMPULAN.....		135
5.1	Kesimpulan.....	135
5.2	Saran.....	136
DAFTAR PUSTAKA		137
LAMPIRAN		141

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prosedur Analisis	21
Gambar 2.2 Simpangan Antar Tingkat (Sumber SNI 1726:2019).....	23
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	46
Gambar 4.1 Gambar Tampak Depan	47
Gambar 4.2 Gambar Tampak Samping Kanan	48
Gambar 4.3 Gambar Tampak Samping Kiri	48
Gambar 4.4 Data Gempa Respons Spektra	56
Gambar 4.5 Tabel Koefisien Situs (Sumber: SNI 1726:2019)	57
Gambar 4.6 Pemodelan 3D Menggunakan ETABS.....	59
Gambar 4.7 Ketidakberaturan Horizontal Tipe b	61
Gambar 4.8 Denah Lantai 1 Klinik.....	61
Gambar 4.9 Ragam Mode 1.....	66
Gambar 4.10 Ragam Mode 2.....	66
Gambar 4.11 Ragam Mode 3.....	67
Gambar 4.12 Grafik Simpangan Antar Lantai.....	73
Gambar 4.13 Detail Penulangan Balok B1 45x25	75
Gambar 4.14 Detail Tulangan Balok B2 30x15.....	93
Gambar 4.15 spColumn Kolom K1	112
Gambar 4.16 Output spColumn Kolom K1	112
Gambar 4.17 Output spColumn $F_y = 1,25F_y$ Kolom K1	116
Gambar 4.18 spColumn Kolom K2	119
Gambar 4.19 Output spColumn Kolom K2.....	119
Gambar 4.20 Output spColumn $F_y = 1,25F_y$ Kolom K2	123
Gambar 4.21 Kurva Kapasitas Pushover Arah sumbu-X	128
Gambar 4.22 Kurva Kapasitas <i>Pushover</i> Arah sumbu-Y	129
Gambar 4.23 Push-X Step ke-13 (B, C, D, E points)	130
Gambar 4.24 Push-X Step ke-2 (B, C, D, E points)	130
Gambar 4.25 Push-X Step ke-13 (IO, LS, CP Acceptance Points)	130
Gambar 4.26 Push-X Step ke-4 (IO, LS, CP Acceptance Points)	130
Gambar 4.27 Push-Y Step ke-2 (B, C, D, E points)	131

Gambar 4.28 Push-Y Step ke-9 (B, C, D, E Points)	131
Gambar 4.29 Push-Y Step ke-9 (IO, LS, CP Acceptance Points)	131
Gambar 4.30 Push-Y Step ke-5 (IO, LS, CP Acceptance Points)	131



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
Tabel 2.2 Jenis Pemanfaatan dan Kategori Risiko Gedung.....	10
Tabel 2.3 Faktor Keutamaan Gempa.....	13
Tabel 2.4 Klasifikasi Situs Tanah.....	13
Tabel 2.5 Kategori Desain Seismik Berdasarkan S_{DS}	15
Tabel 2.6 Kategori Desain Seismik Berdasarkan S_{D1}	15
Tabel 2.7 Kategori Risiko Kegempaan.....	15
Tabel 2.8 Koefisien Situs F_a	16
Tabel 2.9 Koefisien Situs F_v	16
Tabel 2.10 Faktor R , C_d , dan Ω_0	18
Tabel 2.11 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	21
Tabel 2.12 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung.....	22
Tabel 2.13 Simpangan Antar Tingkat Izin.....	24
Tabel 2.14 Kondisi Bangunan Pasca Gempa Berdasarkan Metode ATC-40.....	37
Tabel 2.15 Batasan Simpangan Kinerja Struktur Metode ATC-40.....	39
Tabel 2.16 Kondisi Bangunan Pasca Gempa Berdasarkan Metode FEMA 356	39
Tabel 2.17 Tingkat Kinerja Struktur Berdasarkan Metode FEMA 356	40
Tabel 4.1 Panjang Bentang Balok B1 45x25	49
Tabel 4.2 Panjang Bentang Balok B2 30x15	50
Tabel 4.3 Panjang Bentang Balok BA1 30x15	51
Tabel 4.4 Resume Hasil Evaluasi Dimensi Balok	52
Tabel 4.5 Output ETABS Max Drift dan Average Drift Arah -X.....	59
Tabel 4.6 Output ETABS Max Drift dan Average Drift Arah sumbu-Y	60
Tabel 4.7 Shear dan Drift Arah sumbu-X.....	62
Tabel 4.8 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Arah sumbu-X.....	63
Tabel 4.9 Shear dan Drift Arah sumbu-X.....	63
Tabel 4.10 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Arah sumbu-Y.....	63
Tabel 4.11 Diskontinuitas Ketidakberaturan Kuat Lateral	64
Tabel 4.12 Modal Participating Mass Ratio Output ETABS	65
Tabel 4.13 Penentuan Periode	67

Tabel 4.14 Mass Summary by Story Output ETABS.....	69
Tabel 4.15 Gaya Geser Vt dari Output ETABS.....	69
Tabel 4.16 Gaya Geser Vt Setelah Diberikan Faktor Skala	70
Tabel 4.17 Story Response Output ETABS.....	71
Tabel 4.18 Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai Arah -X	72
Tabel 4.19 Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai Arah -Y	72
Tabel 4.20 Pemeriksaan P-Delta Arah sumbu-X.....	74
Tabel 4.21 Pemeriksaan P-Delta Arah sumbu-Y.....	74
Tabel 4.22 Gaya Aksial - Lentur Kolom K1	111
Tabel 4.23 Gaya Geser dan Lentur Kolom K1	111
Tabel 4.24 Momen Nominal Kolom K1.....	112
Tabel 4.25 Kekuatan Lentur Kolom K2	116
Tabel 4.26 Gaya Aksial - Lentur Kolom K2	118
Tabel 4.27 Gaya Geser dan Tekan Kolom K2.....	118
Tabel 4.28 Momen Nominal Kolom K2.....	119
Tabel 4.29 Kekuatan Lentur Kolom K2	123
Tabel 4.30 Resume Kapasitas Lentur Balok.....	124
Tabel 4.31 Resume Kapasitas Geser Balok.....	125
Tabel 4.32 Resume Kapasitas Torsi Balok.....	126
Tabel 4.33 Resume Kapasitas Lentur Kolom.....	126
Tabel 4.34 Resume Kapasitas Geser Kolom.....	127
Tabel 4.35 Distribusi Sendi Plastis Push Arah sumbu-X	128
Tabel 4.36 Distribusi Sendi Plastis Push Arah sumbu-Y	129
Tabel 4.37 Performance Point	131
Tabel 4.38 Resume Hasil Tingkat Kinerja Struktur Metode ATC-40.....	133
Tabel 4.39 Parameter Perhitungan Hasil program ETABS	133

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Denah Struktur Balok Gedung	141
Lampiran 2. Gambar Denah Struktur Kolom Gedung.....	146
Lampiran 3. Gambar Detail Penulangan Balok dan Kolom	150
Lampiran 4. Data Sondir	151
Lampiran 5. Beban Hidup Terdistribusi Merata Berdasarkan SNI 1727:2020...	158
Lampiran 6. <i>Output</i> Gaya Dalam Balok B1	161
Lampiran 7. <i>Output</i> Gaya Dalam Balok B2	162
Lampiran 8. <i>Output</i> Gaya Dalam Kolom.....	164



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terletak di kawasan Cincin Api Pasifik, yang merupakan pertemuan beberapa lempeng tektonik aktif, seperti Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Interaksi antara lempeng-lempeng ini menyebabkan Indonesia menjadi salah satu negara dengan aktivitas seismik tertinggi di dunia. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) pada tahun 2022, Indonesia mencatat 10.792 aktivitas gempa dengan berbagai tingkat magnitudo, yaitu di atas 5,0 terjadi sebanyak 205 kali, sementara gempa kecil dengan magnitudo kurang dari 5,0 terjadi sebanyak 10.587 kali dan gempa yang dirasakan guncangannya sebanyak 807 kali [1]. Kondisi ini menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara dengan risiko kerusakan bangunan akibat gempa yang cukup besar serta dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan serta korban jiwa [2].

Salah satu gempa bumi yang menyebabkan kerugian yang besar yaitu Gempa Cianjur Sukabumi yang terjadi pada tahun 2022. Gempa berkekuatan 5,6 magnitudo yang terjadi di Cianjur pada tahun 2022 mengalami 406 kali gempa susulan, hingga menimbulkan kurang lebih 334 korban jiwa dan 593 orang mengalami luka berat, serta gempa ini juga menimbulkan kerusakan bangunan sebanyak 6.570 dengan kondisi rusak berat dan hancur [3]. Kejadian ini menunjukkan bahwa banyak bangunan di Indonesia belum memenuhi standar desain tahan gempa. Wakil Menteri Perumahan mencatat bahwa sekitar 80% rumah di Indonesia tidak mampu menahan gempa dengan kekuatan 7 magnitudo [4]. Hal ini menjadi tantangan bagi pemerintah dan masyarakat untuk memastikan bangunan dirancang dengan lebih aman sesuai Standar Nasional Indonesia 1726-2019, yang mengatur tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.

Mengacu pada SNI 1726-2019, persyaratan dasar struktur bangunan harus mempunyai sistem pemikul gaya horizontal dan vertikal yang lengkap, serta

mampu memberikan kekuatan, kekakuan, dan kapasitas disipasi energi yang cukup untuk menahan pergerakan tanah seismik dalam batasan-batasan kebutuhan deformasi dan kekuatan perlu [5]. Salah satu metode analisis yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja struktur bangunan terhadap beban gempa adalah metode pushover. Metode pushover adalah metode analisis non-linear, dimana analisis dilakukan dengan menerapkan pola pembebanan lateral pada struktur bangunan, kemudian beban tersebut ditingkatkan secara bertahap hingga mencapai target perpindahan atau hingga terjadi keruntuhan pada elemen struktur [6]. Metode ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana perilaku keruntuhan struktur bangunan terhadap beban lateral, seperti beban gempa, serta mengidentifikasi titik lemah dalam struktur dan memberikan informasi mengenai kapasitas serta deformasi yang terjadi [7].

Sebagai daerah yang juga berada dalam zona gempa aktif, Sukabumi memiliki risiko kerusakan bangunan yang cukup besar akibat gempa. Sukabumi berada di zona sesar aktif, termasuk Sesar Cimandiri, yang merupakan salah satu sumber gempa paling aktif di Jawa Barat. Aktivitas tektonik di daerah ini kerap menyebabkan gempa bumi dengan intensitas mulai dari ringan hingga sedang [8]. Gedung klinik yang berlokasi di Sukabumi dipilih sebagai studi kasus dalam penelitian ini karena keberadaannya yang strategis sebagai fasilitas kesehatan masyarakat, sehingga mengharuskan gedung tersebut memiliki tingkat keamanan struktural yang baik agar dapat tetap beroperasi saat terjadi gempa bumi. Namun, informasi mengenai perilaku struktur bangunan tersebut terhadap beban gempa masih sangat terbatas, sehingga diperlukan penelitian untuk mengevaluasi kinerjanya.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perilaku struktur beton bertulang menggunakan metode *pushover*, dengan fokus pada perilaku kinerja seismik dan identifikasi potensi keruntuhan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan desain bangunan yang lebih tahan gempa, serta memberikan rekomendasi untuk perbaikan dan penguatan struktur eksisting.

Adapun judul penelitian yang diambil penulis berdasarkan permasalahan di atas adalah “**Analisis *Pushover* Tingkat Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Untuk Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)**”, dengan studi kasus gedung klinik yang terletak di Jalur Lingkar Selatan Sukabumi.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana struktur bangunan gedung ketika diberi beban gempa respons spektra secara *linear* berdasarkan analisis model dengan SNI 1726:2019?
2. Bagaimana kapasitas penampang struktur balok dan kolom Gedung ditinjau dari SNI 2847:2019?
3. Bagaimana model perilaku struktur beton bertulang gedung dalam menghadapi beban gempa berdasarkan analisis *pushover*?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini terdapat batasan-batasan permasalahan, yaitu sebagai berikut.

1. Aspek yang ditinjau adalah struktur atas pada gedung, meliputi balok dan kolom.
2. Pemodelan struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS.
3. Analisis gempa yang dihitung mengacu pada SNI 1726-2019 mengenai tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.
4. Pembebanan yang diinput ke dalam pemodelan, yang meliputi beban mati dan beban hidup ditetapkan berdasarkan SNI 1727-2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan.
5. Standar bangunan ditetapkan berdasarkan SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
6. Tingkat kinerja struktur ditentukan berdasarkan metode ATC-40 dan FEMA 440, serta dihitung langsung menggunakan perangkat lunak ETABS.

1.4 Tujuan Penelitian

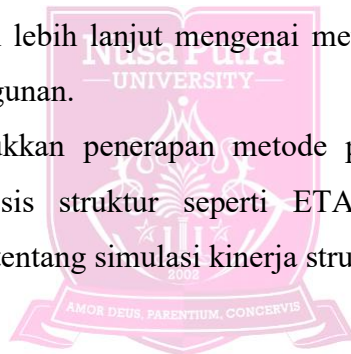
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui bagaimana struktur Gedung ketika diberi beban gempa respons spektra berdasarkan ketentuan SNI 1726:2019.
2. Untuk mengetahui apakah kapasitas penampang struktur balok dan kolom Gedung sudah memenuhi persyaratan sesuai SNI 2847:2019.
3. Mengidentifikasi perilaku struktur Gedung dengan metode *pushover*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu rekayasa struktur, khususnya dalam memahami respons *non-linear* struktur beton bertulang terhadap beban lateral.
2. Hasil penelitian dapat menjadi referensi bagi mahasiswa atau akademisi yang ingin melakukan kajian lebih lanjut mengenai metode *pushover* atau teknik evaluasi ketahanan bangunan.
3. Penelitian ini menunjukkan penerapan metode *pushover* dengan bantuan perangkat lunak analisis struktur seperti ETABS dapat meningkatkan pemahaman akademisi tentang simulasi kinerja struktur.



1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun dalam beberapa bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab I membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan penelitian

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II berisi kajian tentang penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan tema penelitian ini, serta landasan teori yang berasal dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, dan pedoman lainnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab III membahas mengenai metode penelitian, objek yang diteliti, dan pengolahan data serta tahapan-tahapan analisis.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV membahas mengenai hasil analisis pengolahan data menggunakan perangkat lunak ETABS, dimulai dengan tahap pertama pemodelan struktur linear dan dilanjutkan dengan pemodelan struktur non-linear metode *pushover* untuk menentukan tingkat kinerja struktur.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab V membahas mengenai ringkasan hasil penelitian terkait perilaku struktur terhadap beban lateral, serta rekomendasi pengembangan penelitian lebih lanjut dengan metode analisis lainnya.



BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada BAB IV, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan pemodelan ETABS dan analisis respons spektra berdasarkan SNI 1726:2019, struktur Gedung menunjukkan bahwa simpangan arah sumbu-X dan sumbu-Y pada lantai 2 dan 3 sama-sama melebihi batas simpangan yang diizinkan, yaitu pada arah sumbu-X nilai simpangan yang didapat untuk lantai 2 dan 3 masing-masing sebesar 34,4 mm dan 36,7 mm. Selanjutnya pada arah sumbu-Y lantai 2 dan 3 masing-masing sebesar 33,1 m dan 36,4 m. Sementara nilai simpangan yang diizinkan pada arah sumbu-X dan sumbu-Y untuk lantai 1 dan 2 sama besarnya, yaitu 29,2 m. Hal ini berarti struktur belum memberikan performa optimal dalam merespons deformasi akibat beban gempa rencana secara *linear*.
2. Hasil evaluasi kapasitas penampang struktur berdasarkan gaya dalam *output* ETABS mengindikasikan bahwa sebagian balok telah memenuhi kapasitas lentur, geser, dan torsi, namun terdapat beberapa penampang balok yang kapasitasnya tidak memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 2847:2019, sehingga tidak memenuhi syarat keamanan struktur. Evaluasi pada kolom menunjukkan bahwa kekuatan lentur kolom lebih kecil daripada kekuatan lentur balok, sehingga persyaratan SCWB tidak terpenuhi, sehingga menimbulkan potensi terjadinya pelelehan terlebih dahulu pada elemen kolom, yang mana hal ini berisiko menyebabkan keruntuhan dini jika struktur mengalami gempa kuat.
3. Berdasarkan hasil analisis *non-linear pushover*, tingkat kinerja struktur berdasarkan metode ATC-40 pada arah sumbu-X, hasil yang diperoleh yaitu untuk *maximum total drift* sebesar 0,0131, dan *maximum total inelastic drift* sebesar 0,0111. Sedangkan pada sumbu-Y, hasil yang diperoleh yaitu untuk *maximum total drift* sebesar 0,0124, dan *maximum total inelastic drift* sebesar 0,0104. Hal ini menunjukkan struktur gedung berada pada kondisi *Damage*

Control (DO) baik pada arah sumbu-X maupun sumbu-Y. Sama halnya dengan metode FEMA 440, kinerja struktur berada pada kondisi *Damage Control (DO)*, dengan target perpindahan yang diperoleh untuk arah sumbu-X sebesar 201,501 mm dan arah sumbu-Y sebesar 190,693 mm. Hal ini menunjukkan bahwa struktur gedung masih mampu menahan gempa dengan tingkat kerusakan sedang yang masih dapat diperbaiki, dan tidak menyebabkan korban jiwa. Berdasarkan kondisi ini, struktur masih dapat difungsikan kembali setelah dilakukan perbaikan pasca gempa.

5.2 Saran

Memperhatikan hasil penelitian yang telah dilakukan dan batasan penelitian, terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan sebagai saran, diantaranya sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan perbaikan/retrofit seperti *re-design* atau penguatan struktur terutama kolom, mengingat hasil evaluasi menunjukkan bahwa syarat SCWB tidak terpenuhi. Namun dalam studi kasus ini, gedung merupakan bangunan yang sudah berdiri (eksisting), sehingga perkuatan struktur yang mungkin dapat dilakukan yaitu dengan penambahan dinding geser untuk meningkatkan kekakuan dan kestabilan lateral struktur.
2. Analisis struktur yang dilakukan sebaiknya dihitung secara keseluruhan, mencakup pelat lantai dan atap, termasuk struktur bawah seperti pondasi dan sloof, untuk mengetahui kelayakan bangunan secara menyeluruh untuk mengetahui apakah pondasi mampu mentrasfer beban seismik ke tanah secara aman.
3. Untuk menentukan tingkat kinerja struktur baiknya dilakukan dengan metode lain misalnya penggunaan perangkat lunak seperti SAP2000 atau juga dengan metode analisis *non-linear* yang berbeda seperti analisis *time history*. Hal ini bisa dijadikan sebagai perbandingan tingkat kinerja struktur dengan beberapa metode lainnya untuk mengetahui keefektifan penggunaan metode tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Atalya, “BMKG Catat Ada 10.792 Kali Gempa di Tahun 2022,” Media Indonesia.[Online]. Available: [Media Indonesia](#)
- [2] Simanjuntak, “Evaluasi Kerusakan Bangunan Akibat Gempa Di Indonesia Pinondang Simanjuntak 1),” *e-Journal CENTECH*, vol. 1, no. 1, pp. 44–53, 2020, Available: [Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan - CENTECH](#)
- [3] Z. Muksin, A. Rahim, A. Hermansyah, A. A. Samudra, and E. Satispi, “Mitigasi Bencana Gempa Bumi di Cianjur,” *JIIP - J. Ilm. Ilmu Pendidik.*, vol. 6, no. 4, pp. 2486–2490, 2023, Available: [Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan](#).
- [4] S. K. Yudha, “Mayoritas Rumah di Indonesia tak Tahan Gempa 7 SR.” [Online]. Available : [Republika](#)
- [5] Badan Standar Nasional Indonesia, “Standar Nasional Indonesia SNI 1726:2019,” *Tata cara Perencanaan ketahanan gempa untuk Struktur bangunan gedung dan nongedung*, pp. 1–248, 2019.
- [6] R. F. Nabhilla and G. A. Hayu, “Analisis Perilaku Struktur Perkantoran Tahan Gempa Menggunakan Metode Pushover Analysis Rinda,” *Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 56–66, 2020, Available: [Siklus Jurnal Teknik Sipil](#).
- [7] Sudarman, H. Manalip, R. S. Windah, and S. O. Dapas, “Pushover Analysis in Podium Type Multi-Storey Building Structures,” *J. sipil statik*, vol. 2, no. 4, pp. 201–213, 2014. Available : [Jurnal Sipil Statik](#)
- [8] D. Noor, “Ketahui Fakta Mengenai Wilayah Sukabumi yang Rawan Bencana,” Radio Republik Indonesia. [Online]. Available: [Radio Republik Indonesia](#)
- [9] F. A. Roziq, Nurjana, and H. H. Iswanto, “Analisis pushover untuk performance based design dengan menggunakan metode capacity spectrum method (CSM) (studi kasus: Gedung A Rumah Sakit Paru Jember),” *Pros. Semin. Nas. Teknol. Ind. Lingkung. dan Infrastruktur*, vol. 7, p. B8.1-B8.13, 2024, [Online]. Available: [Prosiding SENTIKUIN](#)
- [10] Muhammad Hilmi, Erizal, and J. Febrita, “Analisis Kinerja Struktur pada Bangunan Bertingkat dengan Metode Analisis Respon Spektrum

- Berdasarkan SNI 1726:2019,” *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 6, no. 3, pp. 143–158, 2021, Available: [J-Sil](#)
- [11] D. F. Aulia, I. Sudarsono, and F. Mulyawati, “Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat dengan Pemodelan Struktur (3D) berdasarkan Analisis Statik Beban Dorong (Pushover Analysis),” *Cived*, vol. 9, no. 3, pp. 248–252, 2022, Available: [CIVED \(Journal of Civil Engineering and Vocational Education\)](#).
- [12] K. Nuraga, D. A. P. A. G. Putri, K. Antriksa, and J. Ficher, “Analisis Daktilitas Struktur Gedung Rangka Beton Bertulang Dengan Metode Analisis Pushover,” *J. Ilm. Telsinas Elektro, Sipil dan Tek. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 98–105, 2022, Available: [Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro Sipil dan Teknik Informasi](#)
- [13] D. I. Cahyani, E. Budiman, B. Haryanto, F. N. Abdi, and M. Widiastuti, “Analisis Pushover Untuk Performance Based Design Pada Struktur Beton Bertulang Dengan Menggunakan Software ETABS (Studi Kasus : Proyek Hotel Fox Harris Lite di Jln. S.Parman, Kota Samarinda, Kalimantan Timur),” *Teknol. Sipil J. Ilmu Pengetah. dan Teknol.*, vol. 6, no. 1, p. 30, 2022, Available: [Teknologi Sipil Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi](#)
- [14] Bectiar Natalia Sitohang and S. A. R. S. Hasibuan, “Evaluasi Kinerja Seismik Struktur Gedung Apartemen Princeton Boutique Living Medan,” *J. TESLINK Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 5, no. 2, pp. 117–126, 2023, Available: [Jurnal TESLINK: Teknik Sipil dan Lingkungan](#).
- [15] Y. P. Prihatmaji, W. B. Pramono, and C. A. Nugroho, “Penyuluhan Bangunan Rumah Tahan Gempa Sebagai Optimalisasi Mitigasi Gempa Bumi,” *J. Inov. dan Kewirausahaan*, vol. II, no. 3, pp. 233–239, 2013. Available: [Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan](#)
- [16] M. Jack C, *Desain Beton Bertulang Edisi Kelima*, 5th ed. Jakarta: Erlangga, 2004.[Online].Available: [Google Books](#)
- [17] Badan Standarisasi Indonesia, “SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain,” *Jakarta*, no. 8, pp. 1–336, 2020.
- [18] C. Suhendi *et al.*, “Desain Elemen Struktur Balok Dan Kolom Beton

Bertulang Pada Bangunan Bertingkat Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) (Design Of Structural Elements Of Reinforced Concrete Beams And Columns In Multi-Storey Buildings Using A Special Moment Resisting Frame System (SMRFS)),” *J. Tek. Sipil dan Lingkung. Univ. Nusa Putra (J-TESLINK*, vol. 1, no. 3, 2020, [Online]. Available: [Jurnal TESLINK: Teknik Sipil dan Lingkungan](#)

- [19] S. Fauzi, Paikun, C. Suhendi, and L. Oksri Nelfia, “Perencanaan struktur rangka batang menggunakan metode building information modeling (BIM) dan konvensional,” *J. TESLINK Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 3, no. 2, pp. 62–73, 2021, Available: [Jurnal TESLINK: Teknik Sipil dan Lingkungan](#)
- [20] S. K. Jati and W. A. S. P. Santo, “Redesign Struktur Gedung Horel 6 Lantai Menggunakan Portal Baja,” vol. 0, 2017. Available: [Repository Unissula](#)
- [21] I. P. J. Kusuma, I. G. G. Wiryadi, I. K. Diartama, and K. Tubuh, “Pemodelan Dan Analisis Struktur Gedung A Fakultas Ekonomi Universitas Udayana Yang Dibebani Gempa Berdasarkan Metode Respons Spektrum,” *J. Ilm. Tek. Unmas*, vol. 4, no. 1, pp. 23–28, 2024. Available: [Jurnal Ilmiah Teknik Unmas Denpasar](#)
- [22] J. Manga and J. Tanijaya, *Struktur Gedung Tahan Gempa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)*. 2024. [Online]. Available: [Repository UKI Toraja](#)
- [23] R. I. Rahmatullah Saepudin Putra, C. Suhendi, and A. M. Lestari, “Perencanaan Gedung Sekolah Menengah Atas Dengan Sistem Pelat Satu Arah Dan Dua Arah,” *J. TESLINK Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 1, no. 2, pp. 15–22, 2020, Available: [Jurnal TESLINK: Teknik Sipil dan Lingkungan](#)
- [24] S. N. Safi’i, R. Kadarningsih, and M. Gani, “Pengaruh Bentuk Geometri Horizontal Terhadap Perilaku Struktur Gedung Bertingkat 4 Lantai,” *J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 3, no. 4, pp. 267–276, 2025, Available: [Jurnal Ilmiah Multidisiplin](#)
- [25] Badan Standardisasi Nasional, “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung,” *Sni 2847-2019*, no. 8, p. 720, 2019.
- [26] Tatyia Putri Utami and Niken Warastuti, “Analisis Kekuatan Bangunan Terhadap Gaya Gempa Dengan Metode Pushover Studi Kasus Gedung

- Asrama Pusdiklat Ppatk, Depok,” *J. Infrastruktur*, vol. 3, no. 2, pp. 99–106, 2019, Available: [Jurnal Infrastruktur](#)
- [27] K. Prilians Pattiwael, P. L. Frans, V. R. R. Hutubessy, J. Teknik, S. Politeknik, and N. Ambon, “Analisis Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Dengan Menggunakan Metode Static Non-Linear (Studi Kasus : Gedung Dprd Kabupaten Maluku Tengah),” *J. Agreg.*, vol. 3, no. 2, pp. 65–75, 2024. Available: [Jurnal Agregate](#)
- [28] Tavio and U. Wijaya, *Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (Performance Based Design)*. Surabaya dan Jakarta: CV. Andi Offset, 2018.
- [29] V. R. R. Hutubessy, “Evaluasi Kinerja Stgruktur Gedung Bpjs Kesehatan Cabang Ambon Terhadap Gempa Dengan Metode Pushover,” *J. Agreg.*, vol. 1, no. 1, pp. 108–122, 2022. Available: [Jurnal Agregate](#)

