

SKRIPSI
“ANALISIS KINERJA STRUKTUR PADA GEDUNG BERTINGKAT
DENGAN *SOFT STORY* MENGGUNAKAN ANALISIS BEBAN DORONG
(*PUSHOVER ANALYSIS*)”

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Gelar Sarjana S-1
pada Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat

Dibuat:
Azmi Siddik
NIM. 1910811210011

Dosen Pembimbing:
Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng.
NIP.19790723 200501 2 005



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL BANJARBARU
2023

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

Analisis Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan *Soft Story*
Menggunakan Analisis Beban Dorong (*Pushover Analysis*)

oleh

Azmi Siddik (191011210011)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 26 September 2023 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji :

Ketua : Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc.
NIP 196901061995022001

Anggota 1 : Ir. Ida Barkiah, M.T.
NIP 196911101993032001

Anggota 2 : Arya Rizki Darmawan, S.T., M.T.
NIP 199308102019031011

Pembimbing Utama : Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng.
NIP 197907232005012005

Banjarbaru, ~~14 DEC 2023~~
diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Sipil,



Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP 197401071998021001

Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.
NIP 197208261998021001

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Azmi Siddik
NIM : 1910811210011
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan *Soft Story* Menggunakan Analisis Beban Dorong (*Pushover Analysis*)
Pembimbing : Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan tugas akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan tugas akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Lambung Mangkurat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Banjarbaru, 2023
Penulis,

Azmi Siddik
NIM. 1910811210011

**Analisis Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan *Soft Story*
Menggunakan Analisis Beban Dorong (*Pushover Analysis*)**

Azmi Siddik¹, Nursiah Chairunnisa²

¹Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat

²Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat

Jl. Jenderal Achmad Yani Km 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan – 70714

Email: azmisiddik21@gmail.com

ABSTRAK

Ketidakteraturan struktur dan konfigurasi bangunan berpengaruh terhadap kekuatan bangunan saat terjadi gempa. Salah satu ketidakberaturan konfigurasi struktur secara vertikal adalah tingkat lunak (*soft story*). Tujuan analisis ini untuk mengetahui pengaruh tingkat lunak (*soft story*) terhadap kinerja struktur bangunan gedung bertingkat dengan analisis beban dorong (*pushover analysis*).

Pada analisis beban dorong, beban gempa dianggap sebagai beban statik pada pusat massa masing-masing lantai, yang nilainya ditingkatkan secara berangsur-angsur sampai melampaui pembebanan sehingga menyebabkan terjadinya sendi plastis di dalam struktur bangunan. Hasil analisis ditinjau dengan metode spektrum kapasitas (ATC 40) dan koefisien perpindahan (FEMA 356). Model 1 adalah bangunan tanpa *soft story*, dengan ketinggian antar tingkat seragam 4 m. Model 2 dan 3 adalah bangunan *soft story* pada lantai pertama dengan ketinggian 6 m dan 7 m. Sedangkan model 4 adalah bangunan *soft story* pada lantai kedua dengan ketinggian 7 m.

Hasil analisis menurut ATC 40 dan FEMA 356 menunjukkan *drift ratio* terkecil terdapat pada model 1 yaitu 0,371% dan 0,311% pada arah X, 0,418% dan 0,350% pada arah Y, kemudian model 2 yaitu 0,390% dan 0,327% pada arah X, 0,440% dan 0,367% pada arah Y, lalu model 4 yaitu 0,396% dan 0,332% pada arah X, 0,445% dan 0,371% pada arah Y, dan *drift ratio* terbesar terdapat pada model 3 yaitu 0,400% dan 0,335% pada arah X, 0,448% dan 0,377% pada arah Y. Hal ini menunjukkan bahwa *soft story* pada bangunan memberikan pengaruh, baik dari tingkat kekakuan maupun letak tingkat lunak itu sendiri terhadap titik kinerja dan *drift ratio* struktur.

Kata Kunci: Gempa, *Soft Story*, *Pushover*, Kinerja Struktur, *Drift Ratio*

*Analysis of Structural Performance in Multi-Storey Buildings with Soft Story
Using Pushover Analysis Method*

Azmi Siddik¹, Nursiah Chairunnisa²

¹*Undergraduate Student of Civil Engineering, Lambung Mangkurat University*

²*Lecturer of Civil Engineering, Lambung Mangkurat University*

Jl. Jenderal Achmad Yani Km 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan – 70714

Email: azmisiddik21@gmail.com

ABSTRACT

Structural irregularities and building configurations affect the strength of the building during an earthquake. One of the irregularities in the vertical configuration of the structure is the soft story. The purpose of this analysis is to determine the effect of soft story on the performance of multi-storey building structures using the pushover analysis.

In the pushover analysis, the earthquake load is considered as a static load at the center of mass of each floor, the value of which is gradually increased until it exceeds the load, causing plastic hinges to occur in the building structure. The analysis results are reviewed using the capacity spectrum (ATC 40) and displacement coefficient (FEMA 356) methods. 1st model is a non soft story building, with a uniform height between levels of 4 m. 2nd and 3rd models are soft story buildings on the first floor with a height of 6 m and 7 m. Meanwhile 4th model is a soft story building on the second floor with a height of 7 m.

The analysis results according to ATC 40 and FEMA 356 show that the smallest drift ratios are in 1st model, 0.371% and 0.311% in X direction, 0.418% and 0.350% in Y direction, then in 2nd model are 0.390% and 0.327% in X direction, 0.440% and 0.367% in Y direction, then in 4th model are 0.396% and 0.332% in X direction, 0.445% and 0.371% in Y direction, and the largest drift ratios are in 3rd model, 0.400% and 0.335% in X direction, 0.448% and 0.377% in Y direction. This shows that the soft story influences both the stiffness and the location of the soft story itself on the performance point and drift ratio of the structure.

Keywords: *Earthquake, Soft Story, Pushover, Structure Performance, Drift Ratio.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya. Shalawat serta salam juga selalu tercurahkan kepada Baginda Nabi Besar Muhammad Shollallahu 'Alaihi wa Sallam sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul "**Analisis Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan *Soft Story* Menggunakan Analisis Beban Dorong (*Pushover Analysis*)**". Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat kelulusan mahasiswa/i Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Selama penyusunan laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi baik berupa doa, dukungan, arahan, bimbingan, semangat dan lainnya, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan adik saya atas doa, dukungan, semangat, kasih sayang dan segala yang diperlukan hingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ibu Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam memberikan arahan dan penjelasan kepada saya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
4. Segenap dosen Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah banyak memberikan ilmu kepada kami.
5. Teman-teman saya satu angkatan Legacy 19, para Instruktur Laboratorium Struktur dan Material Universitas Lambung Mangkurat dan juga mahasiswa magang yang telah banyak membantu dalam pembuatan tugas akhir ini.
6. Serta teman-teman dan kerabat lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu baik di dalam maupun di luar lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat .

Semoga semuanya selalu diberi kebaikan, keberkahan dan kebahagiaan dalam hidup. Akhir kata, saya menyadari penyusunan Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan, oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang membangun

agar Tugas Akhir ini lebih baik lagi. Saya berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Aamiin.

Banjarbaru, September 2023

Penulis

Azmi Siddik

NIM.191081121001

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penulisan	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Bangunan Bertingkat.....	6
2.2 <i>Soft Story</i>	7
2.3 <i>Preliminary Design</i>	8
2.3.1 Balok.....	8
2.3.2 Kolom	8
2.3.3 Pelat lantai	9
2.4 Gempa Bumi	9
2.5 Pembebanan	10
2.5.1 Beban Mati.....	10
2.5.2 Beban Hidup	10
2.5.3 Beban Lateral.....	11

2.6	Persyaratan Desain Seismik Struktur Bangunan Gedung	13
2.7	Kategori Risiko dan Faktor Keutamaan Gedung	19
2.8	Kategori Desain Seismik	21
2.9	Respon Spektrum	22
2.10	Desain Berbasis Kinerja	28
2.11	Analisis <i>Pushover</i>	30
2.12	Sendi Plastis	32
2.13	Metode Analisis <i>Pushover</i>	35
2.14	Level Kinerja struktur	44
BAB III METODOLOGI		49
3.1	Tahapan Analisis	49
3.2	Permodelan Struktur	51
3.3	Gambar Model Bangunan	52
3.4	Pembebanan Struktur	57
3.5	Kode Perancangan	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		60
4.1	<i>Preliminary Design</i>	60
4.1.1	Balok	60
4.1.2	Kolom	61
4.1.3	Pelat Lantai	61
4.2	Desain Penulangan Komponen Struktur	62
4.2.1	Desain Penulangan Balok	62
4.2.2	Desain Penulangan Kolom	63
4.2.3	Desain Penulangan Pelat	64
4.3	Analisis <i>Pushover</i>	66
4.3.1	Pembuatan <i>Non Linear Case</i>	66

4.3.2	Pendefinisian Sendi Plastis	67
4.4	Hasil Analisis Model 1	67
4.4.1	Kurva Kapasitas	67
4.4.2	Titik Kinerja.....	71
4.4.3	Evaluasi Kinerja Struktur	75
4.4.4	Mekanisme Runtuh	76
4.5	Hasil Analisis Model 2.....	99
4.5.1	Kurva Kapasitas	99
4.5.2	Titik Kinerja.....	102
4.5.3	Evaluasi Kinerja Struktur	106
4.5.4	Mekanisme Runtuh	107
4.6	Hasil Analisis Model 3.....	131
4.6.1	Kurva Kapasitas	131
4.6.2	Titik Kinerja.....	134
4.6.3	Evaluasi Kinerja Struktur	138
4.6.4	Mekanisme Runtuh	139
4.7	Hasil Analisis Model 4.....	163
4.7.1	Kurva Kapasitas	163
4.7.2	Titik Kinerja.....	166
4.7.3	Evaluasi Kinerja Struktur	170
4.7.4	Mekanisme Runtuh	171
4.8	Perbandingan Analisis.....	194
4.8.1	Kurva Kapasitas	194
4.8.2	Titik Kinerja.....	196
4.8.3	Evaluasi Kinerja Struktur	197
4.8.4	Mekanisme Runtuh.....	199

4.9 Akibat Gempa yang Lebih Besar	203
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	208
5.1 Kesimpulan.....	208
5.2 Saran.....	209
DAFTAR PUSTAKA	210
LAMPIRAN.....	212

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis Sistem Struktur	15
Gambar 2. 2 Gelombang Getaran.....	23
Gambar 2. 3 Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2-detik (redaman kritis 5 %)	24
Gambar 2. 4 Parameter gerak tanah, S_1 , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2- detik (redaman kritis 5 %)	24
Gambar 2. 5 Spektrum Respons Desain.....	28
Gambar 2. 6 <i>Hinge</i> Balok.....	33
Gambar 2. 7 <i>Hinge</i> Kolom	33
Gambar 2. 8 Sendi Plastis	34
Gambar 2. 9 Hubungan Gaya dan Perpindahan Terhadap Karakteristik Sendi Plastis	34
Gambar 2. 10 Spektrum Kapasitas, Respons Spektrum, dan <i>Spectrum Demand</i> ..	36
Gambar 2. 11 Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Rata-Rata Geometrik (MCEG) Wilayah Indonesia	37
Gambar 2. 12 Idealisasi Kurva Gaya-Perpindahan	40
Gambar 2. 13 Level Kinerja Berdasar ATC-40	45
Gambar 2. 14 Level Kinerja Berdasar FEMA 356	47
Gambar 3. 1 Diagram Alir Analisis	50
Gambar 3. 2 Permodelan 3D Bangunan.....	53
Gambar 3. 3 Denah Elevasi Model 1	53
Gambar 3. 4 Denah Elevasi Model 2	54
Gambar 3. 5 Denah Elevasi Model 3	54
Gambar 3. 6 Denah Lantai 1	55
Gambar 3. 7 Denah Lantai 2, 3, 4, 5, dan 6	56
Gambar 3. 8 Denah Lantai 7	56
Gambar 3. 9 Denah Dak.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hubungan Skala Intensitas Modifikasi Mercalli dengan Skala Richter	9
Tabel 2. 2 Nilai R , C_d , Ω_0 untuk Sistem Pemikul Momen	16
Tabel 2. 3 Faktor Keutamaan Gempa	20
Tabel 2. 4 Kategori Desain Seismik Berdasarkan S_{DS}	21
Tabel 2. 5 Kategori Desain Seismik Berdasarkan S_{D1}	22
Tabel 2. 6 Klasifikasi Situs	25
Tabel 2. 7 Koefisien Situs F_a	26
Tabel 2. 8 Koefisien Situs F_v	26
Tabel 2. 9 Tipe Perilaku Bangunan Berdasarkan ATC-40	37
Tabel 2. 10 <i>Six Seismic Locations Studied According to Table 16-I of UBC-97</i>	37
Tabel 2. 11 <i>Seismic Zone Factor, Z</i>	38
Tabel 2. 12 Seismic Source Type	38
Tabel 2. 13 <i>Near Source Factor, N_a And N_v</i>	38
Tabel 2. 14 <i>Seismic Coefficient, C_a</i>	38
Tabel 2. 15 <i>Seismic Coefficient, C_v</i>	39
Tabel 2. 16 <i>Values for Modification Factor C_0</i>	42
Tabel 2. 17 <i>Values for Modification Factor C_2</i>	43
Tabel 2. 18 <i>Values for Effective Mass Factor C_m^1</i>	44
Tabel 2. 19 <i>Values for Modification Factor C_0</i>	44
Tabel 2. 20 <i>Values for Modification Factor C_2</i>	44
Tabel 2. 21 Batas Simpangan Antar Tingkat	46