

**EVALUASI PERFORMA BANGUNAN DELAPAN LANTAI
DENGAN METODE ANALISIS *PUSHOVER***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh:

VINCENTIUS RYAN DWIANANDA

NPM: 17 02 16973 / TS



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
APRIL 2021

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul:

EVALUASI PERFORMA BANGUNAN DELAPAN LANTAI DENGAN METODE ANALISIS *PUSHOVER*

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data penelitian, serta kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti kemudian bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 20 April 2021

Yang membuat pernyataan



(Vincentius Ryan Dwiananda)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

EVALUASI PERFORMA BANGUNAN DELAPAN LANTAI DENGAN METODE ANALISIS *PUSHOVER*

Oleh:

VINCENTIUS RYAN DWIANANDA

NPM: 17 02 16973

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing:

Yogyakarta,.....

Dosen Pembimbing



(Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng.)

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil



Ketua



(AY. Harijanto Setiawan, Ir., M.Eng., Ph.D.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

EVALUASI PERFORMA BANGUNAN DELAPAN LANTAI DENGAN METODE ANALISIS *PUSHOVER*






Oleh:

VINCENTIUS RYAN DWIANANDA

NPM: 17 02 16973

Telah diuji dan disetujui oleh:

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng.		22/6/2021
Sekretaris	: AM. Ade Lisantono, Ir., M.Eng., Dr., Prof.		22/06/2021
Anggota	: J. Dwijoko Ansusanto, Ir., M.T., Dr.		9/6/2021

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena kasih dan karunia-Nya penulisan laporan tugas akhir ini dengan judul Evaluasi Performa Bangunan Delapan Lantai dengan Metode Analisis *Pushover* dapat diselesaikan. Laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana Program Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Luky Handoko, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak AY. Harijanto Setiawan, Ir., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng. selaku Koordinator Tugas Akhir dan dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, ilmu, dan pendampingan dalam proses pengerjaan dan penyelesaian Laporan Tugas Akhir.
4. Bapak AM. Ade Lisantono, Ir., M.Eng., Dr., Prof. dan Bapak J. Dwijoko Anusanto, Ir., M.T., Dr. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam proses pengerjaan dan penyelesaian Laporan Tugas Akhir.

5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah berbagi ilmu kepada penulis selama proses perkuliahan.
6. Papa, Mama, Mbak Sheilla, dan Mas Berto yang selalu memberikan dukungan serta doa yang membimbing penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
7. Sahabat-sahabat penulis yaitu Riri, Epen, Kepin, Feli, Sheryl, Ruth, Vivi, dan Helen yang selalu memberikan dukungan serta doa yang membimbing penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
8. Teman-teman seperjuangan yang telah menemani dan membantu penulis dalam pengerjaan Laporan Tugas Akhir.

Yogyakarta, April 2021

Vincentius Ryan Dwiananda

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN	ii
PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Keaslian Tugas Akhir.....	4
1.5. Tujuan Tugas Akhir	5
1.6. Manfaat Tugas Akhir	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Analisis <i>Pushover</i> pada Struktur Gedung Tinggi di Tanah Medium	6
2.2. Analisis <i>Pushover</i> untuk <i>Performance Based Design</i>	7
2.3. Analisis <i>Pushover</i> Perilaku Seismik Struktur Bangunan Bertingkat	9
2.4. Evaluasi Kinerja Struktur Gedung dengan Analisis <i>Pushover</i>	10
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1. Gempa Bumi	13
3.2. Perencanaan Beban Gempa dengan Analisis Statik Ekuivalen.....	14
3.3. Kinerja Struktur Bangunan.....	28
3.4. Analisis <i>Pushover</i>	33
3.5. Sendi Plastis	35

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	38
4.1. Model Struktur Bangunan	38
4.2. Tahapan Penelitian	40
4.2.1. Studi Literatur.....	41
4.2.2. Pengumpulan Data.....	41
4.2.3. Pemodelan Struktur Bangunan	42
4.2.4. Pembebanan Gravitasi	42
4.2.5. Pembebanan Gempa	43
4.2.6. Kombinasi Pembebanan	44
4.2.7. Pemodelan Sendi Plastis	44
4.2.8. Analisis <i>Pushover</i>	45
4.2.9. Evaluasi Performa Struktur Bangunan	46
4.3. Diagram Alir Penelitian	47
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	48
5.1. Modifikasi Elemen Balok 1.....	48
5.2. Hasil Perhitungan Beban Gempa dengan Analisis Statik Ekuivalen	52
5.3. <i>Mode Shape</i> dan Partisipasi Massa Struktur	57
5.4. Simpangan Antar Tingkat	60
5.5. Hasil Analisis <i>Pushover</i>	63
5.6. Titik Performa Struktur Bangunan.....	71
5.7. Level Performa Struktur Bangunan.....	77
5.8. Mekanisme Distribusi Sendi Plastis	79
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	83
6.1. Kesimpulan.....	83
6.2. Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta Gempa Indonesia untuk Menentukan Nilai S_s	17
Gambar 3.2 Peta Gempa Indonesia untuk Menentukan Nilai S_1	17
Gambar 3.3 Penentuan Titik Kinerja Menurut Metode Spektrum Kapasitas	30
Gambar 3.4 Posisi Sumbu Lokal Elemen Balok	36
Gambar 3.5 Posisi Sumbu Lokal Elemen Kolom	37
Gambar 4.1 Denah Struktur Bangunan	38
Gambar 4.2 Potongan A-A Struktur Bangunan	39
Gambar 4.3 Potongan B-B Struktur Bangunan	39
Gambar 4.4 Model Tiga Dimensi (3D) Struktur Bangunan	40
Gambar 4.5 Diagram Alir Penelitian	47
Gambar 5.1 Penampang Eksisting Balok 1 (B1)	48
Gambar 5.2 Gerakan Struktur <i>Mode 1</i>	59
Gambar 5.3 Gerakan Struktur <i>Mode 2</i>	59
Gambar 5.4 Gerakan Struktur <i>Mode 3</i>	59
Gambar 5.5 Ilustrasi Simpangan Antar Tingkat	60
Gambar 5.6 Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah X	62
Gambar 5.7 Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah Y	62
Gambar 5.8 Deformasi Struktur Bangunan Akibat Pembebanan Gravitasi.....	63
Gambar 5.9 Kurva Kapasitas Arah Sumbu X	64
Gambar 5.10 Kurva Kapasitas Arah Sumbu Y	67
Gambar 5.11 Perbandingan Kurva Kapasitas Arah X dan Arah Y	70
Gambar 5.12 Spektrum Kapasitas Arah Sumbu X	72
Gambar 5.13 Spektrum Kapasitas Arah Sumbu Y.....	73
Gambar 5.14 Spektrum Kapasitas Arah Sumbu X	74
Gambar 5.15 Spektrum Kapasitas Arah Sumbu Y	75
Gambar 5.16 <i>Pushover step 5</i> (Sebelum Modifikasi Balok 1).....	79
Gambar 5.17 <i>Pushover step 6</i> (Setelah Modifikasi Balok 1)	79
Gambar 5.18 <i>Pushover step 12</i> (Sebelum Modifikasi Balok 1).....	80
Gambar 5.19 <i>Pushover step 16</i> (Setelah Modifikasi Balok 1)	80
Gambar 5.20 <i>Pushover step 13</i> (Sebelum Modifikasi Balok 1).....	81

Gambar 5.21 <i>Pushover step</i> 17 (Setelah Modifikasi Balok 1)	81
Gambar 5.22 <i>Pushover step</i> 19 (Sebelum Modifikasi Balok 1).....	82
Gambar 5.23 <i>Pushover step</i> 28 (Setelah Modifikasi Balok 1)	82



DAFTAR TABEL

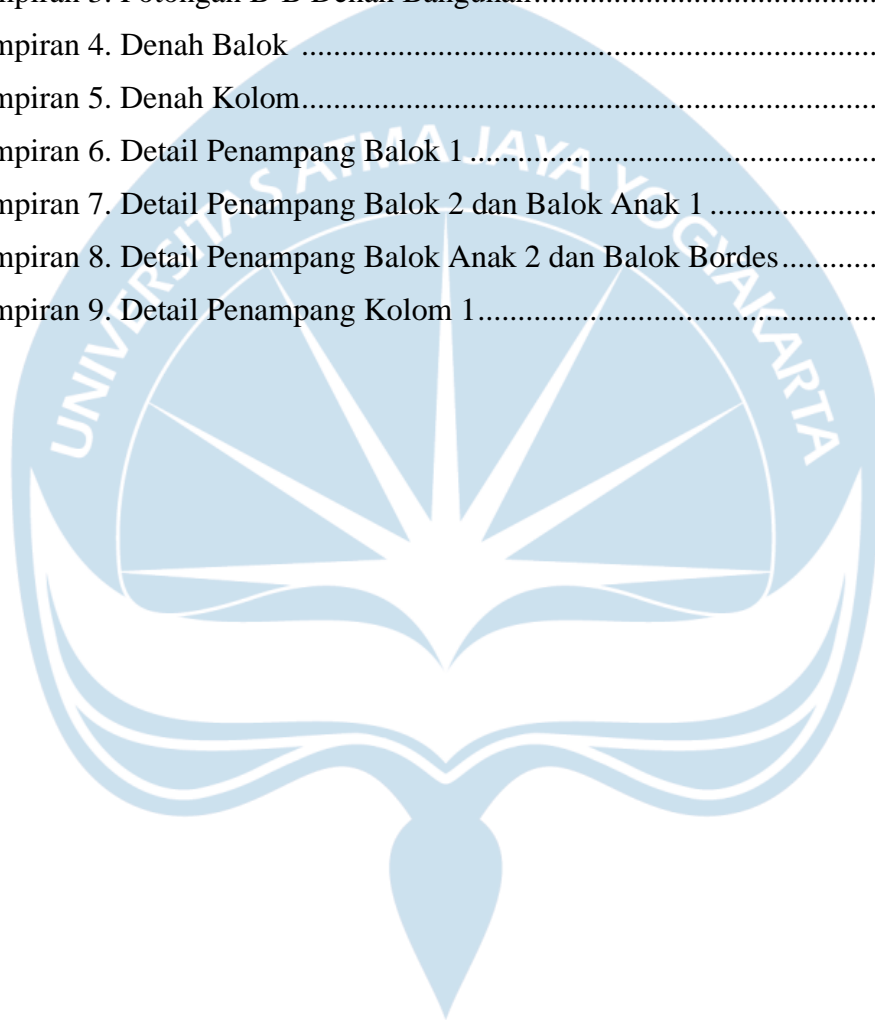
Tabel 3.1 Karakteristik Struktur Bangunan yang dapat Dianalisis dengan Analisis Statik Ekuivalen	16
Tabel 3.2 Klasifikasi Kelas Situs	18
Tabel 3.3 Koefisien Situs F_a	18
Tabel 3.4 Koefisien Situs F_v	19
Tabel 3.5 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non-gedung untuk Beban Gempa	21
Tabel 3.6 Faktor Keutamaan Gempa (I_e)	22
Tabel 3.7 Kategori Desain Seismik (KDS) Berdasarkan Parameter S_{DS}	22
Tabel 3.8 Kategori Desain Seismik (KDS) Berdasarkan Parameter S_{D1}	22
Tabel 3.9 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik	23
Tabel 3.10 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	25
Tabel 3.11 Batasan Kondisi Bangunan Berdasarkan ATC-40	31
Tabel 3.12 Batasan Simpangan Maksimum Menurut ATC-40	33
Tabel 5.1 Koefisien Situs F_a	52
Tabel 5.2 Koefisien Situs F_v	53
Tabel 5.3 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non-gedung	53
Tabel 5.4 Faktor Keutamaan Gempa (I_e)	54
Tabel 5.5 Kategori Desain Seismik (KDS) Berdasarkan Parameter S_{DS}	54
Tabel 5.6 Kategori Desain Seismik (KDS) Berdasarkan Parameter S_{D1}	54
Tabel 5.7 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Rangka Pemikul Momen	55
Tabel 5.8 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	55
Tabel 5.9 Distribusi Gaya Gempa pada Setiap Lantai	56
Tabel 5.10 Hasil Analisis Modal	57
Tabel 5.11 Simpangan Antar Tingkat Izin (Δ_a)	61
Tabel 5.12 Perhitungan Simpangan Antar Tingkat Desain (Δ) Arah X	61
Tabel 5.13 Perhitungan Simpangan Antar Tingkat Desain (Δ) Arah Y	61
Tabel 5.14 Rekap Nilai Perpindahan dan Gaya Geser Dasar Arah Sumbu X	65
Tabel 5.15 Rekap Nilai Perpindahan dan Gaya Geser Dasar Arah Sumbu X	66
Tabel 5.16 Rekap Nilai Perpindahan dan Gaya Geser Dasar Arah Sumbu Y	67

Tabel 5.17 Rekap Nilai Perpindahan dan Gaya Geser Dasar Arah Sumbu Y	68
Tabel 5.18 Kondisi Bangunan Berdasarkan ATC-40	71
Tabel 5.19 Level Performa Struktur Menurut ATC-40	77



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Bangunan	88
Lampiran 2. Potongan A-A Denah Bangunan	89
Lampiran 3. Potongan B-B Denah Bangunan.....	90
Lampiran 4. Denah Balok	91
Lampiran 5. Denah Kolom.....	92
Lampiran 6. Detail Penampang Balok 1	93
Lampiran 7. Detail Penampang Balok 2 dan Balok Anak 1	94
Lampiran 8. Detail Penampang Balok Anak 2 dan Balok Bordes.....	95
Lampiran 9. Detail Penampang Kolom 1	96



ABSTRAK

EVALUASI PERFORMA BANGUNAN DELAPAN LANTAI DENGAN METODE ANALISIS *PUSHOVER*, Vincentius Ryan Dwiananda, NPM 17.02.16973, Tahun 2021, Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Indonesia merupakan salah satu negara yang rawan terkena gempa bumi. Maka dari itu perlu dilakukan upaya pencegahan untuk meminimalisasi timbulnya kerugian akibat gempa bumi seperti dengan membangun bangunan tahan gempa. Salah satu aspek penting yang harus diperhatikan terkait dengan bangunan tahan gempa adalah performa bangunan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan performa dari suatu bangunan adalah analisis *pushover*. Pada penelitian ini dilakukan analisis *pushover* terhadap struktur bangunan delapan lantai dengan elevasi total setinggi 36,5 meter yang berada di Kota Yogyakarta.

Dari hasil penelitian didapatkan nilai rasio simpangan atap adalah sebesar 0,00647 pada arah sumbu x dan 0,00710 pada arah sumbu y sehingga level performa dari struktur bangunan adalah *Immediate Occupancy*. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi terhadap dimensi penampang elemen balok 1 (B1) yang semula berukuran 400 x 800 mm diubah menjadi 600 x 900 mm dengan jumlah tulangan yang sama. Setelah dilakukan modifikasi terhadap balok 1, terjadi perubahan nilai rasio simpangan atap menjadi 0,00595 pada arah sumbu x dan 0,00603 pada arah sumbu y dengan level performa bangunan yang sama yaitu *Immediate Occupancy*. Perubahan lain yang terjadi adalah pada mekanisme distribusi sendi plastis. Sebelum dilakukan modifikasi terhadap balok 1, sendi plastis telah muncul pada elemen kolom lantai 1 ketika titik performa tercapai. Setelah dilakukan modifikasi terhadap balok 1, sendi plastis hanya muncul pada elemen balok saja ketika titik performa tercapai sehingga kondisi struktur bangunan menjadi lebih baik dan stabil dalam menahan gaya gempa yang terjadi.

Kata kunci: Gempa, *pushover*, performa bangunan, simpangan atap, sendi plastis