

TESIS

ANALISIS PUSHOVER PADA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT BETON BERTULANG 10 LANTAI



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPTER
UNIVERSITAS NAROTAMA
SURABAYA
TAHUN 2022**

TESIS

**ANALISIS PUSHOVER PADA STRUKTUR BANGUNAN
BERTINGKAT BETON BERTULANG 10 LANTAI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar
Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Sipil
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Narotama Surabaya



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS NAROTAMA

SURABAYA

TAHUN 2022

PERSETUJUAN TESIS

**ANALISIS PUSHOVER PADA STRUKTUR BANGUNAN
BERTINGKAT BETON BERTULANG 10 LANTAI**

Disusun Oleh:



Dermawan Zebua
NIM: 13120009

TELAH DISETUJUI UNTUK DIPUBLIKASIKAN OLEH:

DOSEN PEMBIMBING

26 Februari 2022



Dr. Ir. Koespiadi, M.T., M.H.
NIDN: 0701046501

MENGETAHUI

**KETUA PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NAROTAMA**



Dr. Atik Wahyuni, S.T., M.T.
NIDN: 01003107801

PENGESAHAN TESIS

**ANALISIS PUSHOVER PADA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT
BETON BERTULANG 10 LANTAI**

Dipersiapkan dan disusun oleh:
Dermawan Zebua
13120009


Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Pada Tanggal 26 Februari 2022


SUSUNAN DEWAN PENGUJI

MENGETAHUI

**PENGUJI
KETUA PENGUJI**

**KETUA PROGRAM STUDI
MAGSTER TEKNIK SIPIL**


Dr. Ir. Adi Prawito, M.M., M.T.
NIDN: 0701097503


Dr. Atik Wahyuni, S.T., M.T
NIDN: 01003107801

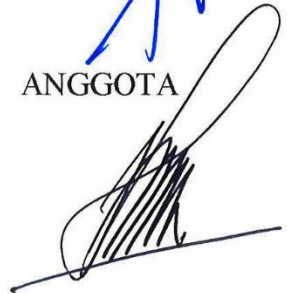
SEKRETARIS

**DEKAN FAKULTAS TEKNIK
DAN ILMU KOMPUTER**


Dr. M. Ikhsan Setiawan, S.T., M.T.
NIDN: 0701046501


Dr. Cahyo Darujati, S.T., M.T.
NIDN: 0710097402

ANGGOTA


Dr. Ir. Koespiadi, M.T., M.H.
NIDN: 0701046501

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Dermawan Zebua
NIM : 13120009
Program Studi : Magister Teknik Sipil

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis yang saya buat dengan judul: **ANALISIS PUSHOVER PADA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT BETON BERTULANG 10 LANTAI.**

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat Jiplakan/Plagiat dalam tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi Akademis dan sanksi peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

Surabaya, 03 Maret 2022

Pembuat Pernyataan



DERMAWAN ZEBUA
NIM: 13120009

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan Judul **“ANALISIS PUSHOVER PADA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT BETON BERTULANG 10 LANTAI”**.

Penelitian ini tentu tidak dapat diselesaikan tanpa adanya bimbingan, pengarahan, dan bantuan dari semua pihak. Oleh karena itu, tidak lupa diucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. **Bapak Dr. Ir. H. Sri Wiwoho Mudjanarko, ST, MT, IPM** selaku Rektor Universitas Narotama Surabaya
2. **Bapak Dr. Ir. Koespiadi, M.T., M.H.** Dosen Pembimbing yang senantiasa meluangkan waktu dan pikirannya yang sangat berharga untuk membimbing, mengarahkan dan memberikan motivasi dalam menyelesaikan penelitian ini;
3. **Ibu Dr. Atik Wahyuni, S.T, MT.** selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Narotama Surabaya
4. **Bapak Leonardus Setia Budi Wibowo, S.T., M.T., Ph.D.** yang senantiasa mengarahkan dan membagi ilmunya kepada penulis.
5. Kedua Orangtua penulis yang telah membesarkan, membimbing, membina, memberikan dukungan doa dan moril hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini;
6. Darson Zebua, Erwin Zebua, Septina Zebua, Festaria Zebua selaku saudara-saudari penulis yang telah memberikan dukungan doa dan moril sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini;
7. Viktaria Halawa, S.Ak. yang selalu mendukung dalam doa dan moril sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
8. Serta pihak – pihak lain yang telah banyak membantu dalam doa dan moril kepada penulis.

Harapan saya semoga Tugas Akhir ini bisa memenuhi syarat dan tujuan yang dikehendaki. Tiada gading yang tak retak begitu pula penyusunan penelitian ini. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diperlukan untuk menyempurnakan penelitian yang telah disusun ini.

Surabaya, 03 Maret 2022
Pembuat Pernyataan



DERMAWAN ZEBUA
NIM: 13120009

ABSTRAK

ANALISIS PUSHOVER PADA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT BETON BERTULANG 10 LANTAI

Dermawan Zebua

Pembimbing: Dr. Ir. KOESPIADI, M.T., M.H.

Konsep gedung resistan gempa sangat berarti untuk dicoba pada gedung yang terletak dalam kawasan gempa tertentu, khususnya di Indonesia menimbang keadaannya yang terletak dalam area guncangan dengan intensitas peristiwa yang lumayan tinggi

Tujuan penulisan penelitian adalah menentukan kriteria kinerja seismik struktur yang direncanakan menggunakan sistem struktur SRMPK dari hasil nilai perpindahan menggunakan ATC-40, memperlihatkan skema kelelahan (distribusi sendi plastis) yang terjadi dari hasil perhitungan program software, mengetahui pola keruntuhan bangunan sehingga dapat diketahui joint-joint yang mengalami kerusakan dan mengalami kehancuran dari analisis pushover.

Dari hasil penelitian, Struktur bangunan mampu memberikan perilaku nonlinear yang ditunjukkan fase awal dan mayoritas terjadinya sendi-sendi plastis terjadi pada elemen balok baru kemudian elemen kolom dan telah memenuhi konsep bangunan tahan gempa yaitu strong column - weak beam. Hasil evaluasi kinerja struktur menurut aturan ATC-40 bahwa Level Kinerja gedung SRMPK arah x-x dan y-y berada pada Taraf Kinerja 0.011 dalam kategori Immediate Occupancy (IO) dimana bangunan aman saat terjadi gempa, resiko korban jiwa dan kegagalan struktur tidak terlalu berarti, gedung tidak mengalami kerusakan berarti, dan dapat difungsikan kembali serta tidak terganggu dengan masalah perbaikan, dimana kekuatan dan kekakuannya kira-kira hampir sama dengan kondisi sebelum gempa.

Kata Kunci: Gempa, Nonlinier, Sendi Plastik, Pushover, Beton Bertulang,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
1.7 Lokasi Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 <i>Software</i> Analisis Struktur.....	7
2.2 Dinding Geser.....	8
2.3 Bangunan Tahan Gempa	9
2.4 Kombinasi Pembebanan	10

2.5	Pembebanan Struktur	11
2.6	Kajian Pembebanan <i>Statik Ekuivalen</i> untuk Gempa	12
2.6.1	Gaya Geser Dasar Seismik Respons (V_1)	12
2.6.2	Koefisien <i>Respons Sesimik</i> (C_s).....	13
2.6.3	Distribusi Vertikal Gaya Geser Dasar Seismik (F_x)	13
2.6.4	Periode Getar Fundamental.....	14
2.6.5	Gaya Geser Dasar Seismik Spektrum Respons Ragam (V_t).....	15
2.6.6	Faktor Skala Gaya Geser Dasar Seismik Spektrum Respons Ragam 16	
2.6.7	Faktor Redudansi (ρ) untuk Kategori Desain Seismik D sampai F	16
2.7	Grafik Respons Spektra.....	16
2.7.1	Parameter Percepatan Terpetakan	17
2.7.2	Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Resiko –Tertarget (MCE_R).....	17
2.8	Simpangan Antar Lantai dari Kinerja Batas Ultimit.....	19
2.9	Pengertian Analisis <i>Statik Non-Linier</i> (<i>Pushover Analysis</i>)	20
2.10	Analisis Beban Dorong Berdasarkan ATC-40 (Capacity-Spectrum Method).....	21
2.10.1	Kapasitas (<i>Capacity</i>)	21
2.10.2	Permintaan (<i>Demand</i>)	22
2.10.3	Kinerja (<i>Performance</i>)	29
2.11	Sendi Plastis	31
2.11.1	Hasil Analisis Sendi Plastis.....	32
2.11.2	Distribusi Sendi Plastis	33

2.11.3	Mekanisme Pembentukan Sendi Plastis.....	34
2.12	Taraf Kinerja Struktur	35
2.13	Klasifikasi <i>Deformation Limit</i>	37
2.14	Peneliti Terdahulu	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		45
3.1	Jenis Penelitian	45
3.2	Data Perencanaan	45
3.2.1	Data Teknis Bangunan Gedung	45
3.2.2	Data Material Beton	46
3.3	Tahapan Analisis	46
3.3.1	Studi Literatur	46
3.3.2	Pemodelan Struktur 3D	47
3.3.3	Analisis Pembebanan	47
3.3.4	Desain Percepatan Respons Spektral	48
3.3.5	Analisis Struktur	50
3.3.6	Prosedur Penggunaan Program Etabs V19.....	51
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	52
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian.....		52
BAB IV PEMBAHASAN.....		53
4.1	Umum.....	53
4.2	Cek Batasan <i>Preliminary Design</i>	53
4.2.1	Dimensi balok	53
4.2.2	Dimensi kolom.....	54
4.2.3	Dimensi <i>Shearwall</i>	54

4.2.4	Dimensi pelat	55
4.3	Pembebanan yang digunakan	59
4.4	Perhitungan Beban Mati dan Hidup	60
4.4.1	Beban Mati	60
4.4.2	Beban Hidup	62
4.5	Beban Gempa sesuai SNI 1726:2019	62
4.5.1	Data Beban Gempa	62
4.5.2	Perhitungan Berat Seismic Efektif (W).....	63
4.5.3	Perhitungan Beban Gempa Statik Ekuivalen	64
4.5.4	Nilai Jumlah Ragam.....	67
4.5.5	Nilai Gaya Geser Dasar Seismik Spektrum Respons Ragam (V_i)..	67
4.5.6	Nilai Faktor Skala Gaya Geser Dasar	67
4.5.7	Nilai Faktor Redudansi (ρ).....	68
4.6	Pengecekan Ketidakberaturan	68
4.6.1	Ketidakteraturan Horizontal.....	68
4.6.2	Ketidakteraturan Vertikal.....	71
4.7	Nilai Simpangan Lateral akibat beban Statik Ekuivalen untuk Gempa ...	75
4.8	Kontrol Simpangan antar Lantai (<i>Drift</i>).....	76
4.8.1	Nilai Simpangan antar Lantai arah x.....	77
4.8.2	Nilai Simpangan antar Lantai arah y.....	80
4.9	Hasil Analisis <i>Pushover</i>	83
4.9.1	Nilai Kurva Kapasitas	83
4.9.2	Mekanisme <i>Sendi Plastis</i>	85
4.10	Evaluasi Kinerja Struktur dengan Spektrum Kapasitas <i>ATC-40</i>	87

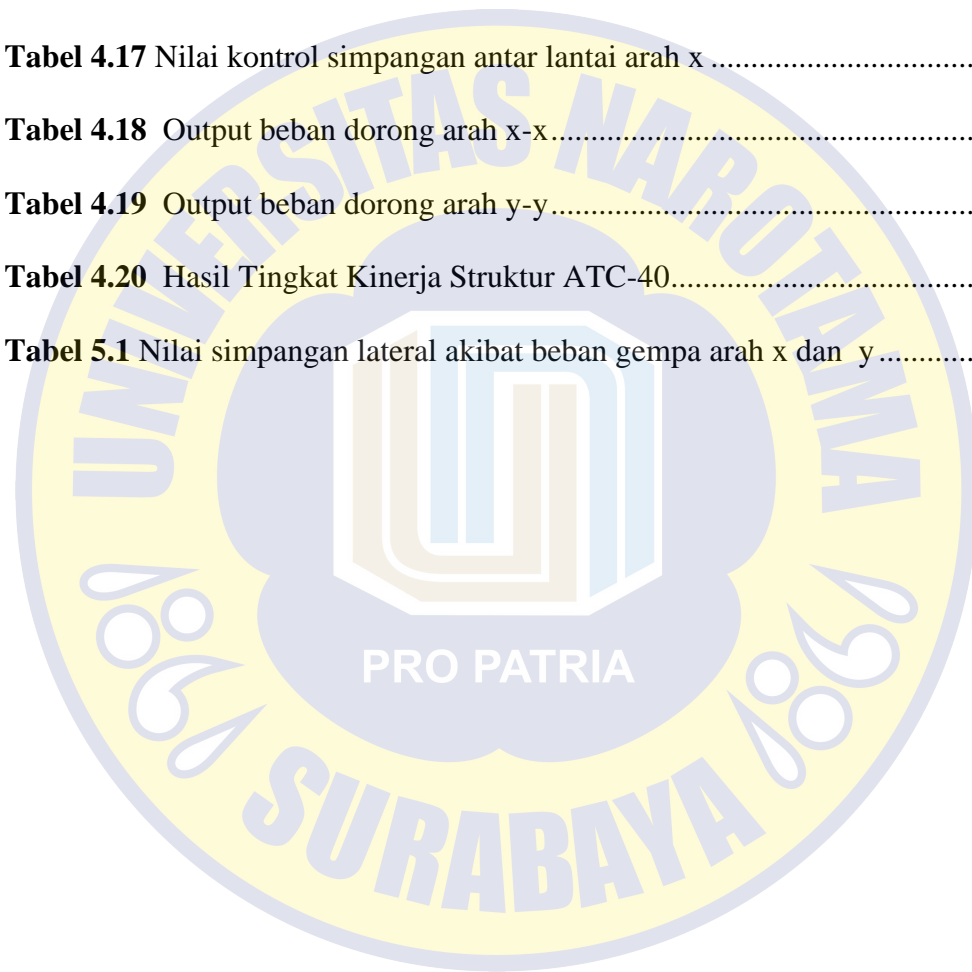
4.10.1	Menentukan Nilai Ca dan Cv	87
4.10.2	Menentukan <i>Struktural Behavior Type</i>	88
4.10.3	Menentukan damping para parameter	88
4.10.4	Hasil Evaluasi Kinerja Struktur ATC-40	88
BAB V PENUTUP.....		90
5.1	Kesimpulan.....	90
5.2	Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA		92
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Keutamaan Gempa.....	13
Tabel 2.2 Koefisien untuk batas atas pada perioda (SNI 1726:2019)	14
Tabel 2.3 Nilai Parameter Perioda Pendekatan C_t dan x berdasarkan.....	15
Tabel 2.4 Koefisien Situs, F_a	18
Tabel 2.5 Koefisien Situs, F_v	18
Tabel 2.6 Simpangan Antar Lantai Ijin berdasarkan.....	20
Tabel 2.7 Nilai k	28
Tabel 2.8 Nilai SR_{Amin} dan SR_{Vmin}	29
Tabel 2.9 Tipe Struktur	29
Tabel 2.10 Deformation Limit untuk Berbagai Tingkat Kinerja.....	38
Tabel 3.1 Desain Percepatan Respons Spektral	48
Tabel 4.1 Data Gempa Lokasi Kabupaten Nias	60
Tabel 4.2 Beban Mati Per Lantai.....	61
Tabel 4.3 Beban Hidup Per Lantai	62
Tabel 4.4 Berat Seismik Efektif	63
Tabel 4.5 Beban Gempa Lateral.....	66
Tabel 4.6 Nilai Jumlah Ragam	67
Tabel 4.7 Perhitungan Pengecekan Ketidakberaturan Tors 1a dan 1b.....	69
Tabel 4.8 Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunakn 1a	71
Tabel 4.9 Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan 1b	72
Tabel 4.10 Perbandingan berat antar lantai	72

Tabel 4.11 Perhitungan ketidakberaturan kuat tingkat 5a.....	74
Tabel 4.12 Perhitungan ketidakberaturan kuat tingkat 5b.....	75
Tabel 4.13 Nilai simpangan lateral akibat beban gempa.....	76
Tabel 4.14 Simpangan Lantai arah x.....	77
Tabel 4.15 Nilai Kontrol simpangan antar lantai arah x	79
Tabel 4.16 Simpangan Lantai arah y.....	80
Tabel 4.17 Nilai kontrol simpangan antar lantai arah x	82
Tabel 4.18 Output beban dorong arah x-x.....	83
Tabel 4.19 Output beban dorong arah y-y.....	84
Tabel 4.20 Hasil Tingkat Kinerja Struktur ATC-40.....	89
Tabel 5.1 Nilai simpangan lateral akibat beban gempa arah x dan y.....	90



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Penelitian	6
Gambar 2.1 Level-level kerusakan bangunan	10
Gambar 2.2 Kurva Kapasitas.....	22
Gambar 2.3 Kurva Kapasitas dan Spektrum Kapasitas.....	23
Gambar 2.4 Respons Spektrum Tradisional dan Demand Spectrum	24
Gambar 2.5 Plot Spektrum Kapasitas dan Demand Spektrum.....	25
Gambar 2.6 Representasi Bilinear dari Spektrum Kapasitas.....	25
Gambar 2.7 Damping Energi.....	26
Gambar 2.8 Hysteretic Damping Memperlihatkan Maximum Strain Energy.....	27
Gambar 2.9 Grafik Perpotongan Kurva Kapasitas dengan Demand Spectrum... 30	
Gambar 2.10 Kurva Hubungan Momen-Rotasi, Setipe dengan Kurva Hubungan Force- Displacement	32
Gambar 3.1 Denah Struktur Gedung	46
Gambar 3.2 Grafik Desain Respons Spektrum Tanah Lunak (Se),.....	49
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian.....	52
Gambar 4.1 Penampang balok-plat	55
Gambar 4.2 Ketidakberaturan Tors 1a dan 1b.....	68
Gambar 4.3 Ketidakberaturan Sudut Dalam.....	69
Gambar 4.4 Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma	70
Gambar 4.5 Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus terhadap Bidang70	
Gambar 4.6 Ketidakberaturan Sistem Non-Paralel	71
Gambar 4.7 Ketidakberaturan Geometri Vertikal	73

Gambar 4.8 Ketidakberaturan Geometri Vertikal	74
Gambar 4.9 Perbandingan <i>Displacement</i> arah X dan arah Y	83
Gambar 4.10 Kurva Kapasitas arah x-x	84
Gambar 4.11 Kurva Kapasitas arah y-y	85
Gambar 4.12 Skema Distribusi Sendi Plastis Struktur Gedung SRMPK arah x-x	86
Gambar 4.13 Skema Distribusi Sendi Plastis Struktur Gedung SRMPK arah y-y	86



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tampak 3D Gedung

Lampiran 2. Tampak Samping Gedung

Lampiran 3. Denah Balok Lantai 1-10

Lampiran 4. Denah Kolom Lantai 1-10

Lampiran 5. Denah Dinding Geser Lantai 1-10

Lampiran 6. Paper Publikasi Tesis ke Jurnal Internasional

Lampiran 7. Presentase Plagiasi

Lampiran 8. Biodata Penulis

