

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERBANDINGAN LEVEL KINERJA
STRUKTUR GEDUNG 10 LANTAI DENGAN
MENGUNAKAN METODE *PUSHOVER* DAN *NON-
LINIER TIME HISTORY ANALYSIS* BERDASARKAN
SNI 1726:2019**



Disusun Oleh :

MAHEGA ADI PRASETYA

NBI : 1431600059

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2020

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN LEVEL KINERJA
STRUKTUR GEDUNG 10 LANTAI DENGAN
MENGUNAKAN METODE *PUSHOVER* DAN *NON-
LINIER TIME HISTORY ANALYSIS* BERDASARKAN
SNI 1726:2019



Disusun Oleh :

MAHEGA ADI PRASETYA
NBI : 143160059

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2020

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN LEVEL KINERJA STRUKTUR GEDUNG 10 LANTAI DENGAN MENGUNAKAN METODE *PUSHOVER* DAN *NON- LINIER TIME HISTORY ANALYSIS* BERDASARKAN SNI 1726:2019

**(Studi Kasus : Gedung Graha Wiyata Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya, Jawa Timur)**

**Disusun Sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Teknik (ST)
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya**



Disusun Oleh :

MAHEGA ADI PRASETYA

1431600059

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2020**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : MAHEGA ADI PRASETYA
NBI : 1431600059
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul : ANALISIS PERBANDINGAN LEVEL KINERJA STRUKTUR GEDUNG 10 LANTAI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *PUSHOVER* DAN *NON-LINIER TIME HISTORY ANALYSIS* BERDASARKAN SNI 1726:2019

Mengetahui/Menyetujui,


Dosen Pembimbing




Retno Trimurtiningrum, ST. MT.
NPP. 20430.14.0626

Dekan Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya



Dr. Ir. Sajjvo, M. Kes
NPP. 20410.90.0197



Ir. Herry Widhiarto, M. Sc.
NPP. 20430.87.0113



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mahega Adi Prasetya
NBI : 1431600059
Alamat : Jl. Bukit Bambe Blok AN.18 Ds.Bambe, Kab. Driyorejo,
Gresik
Telp/Hp : 081232399861

Menyatakan bahwa “TUGAS AKHIR” yang saya buat untuk memenuhi persyaratan kelulusan Strata (S1) Teknik Sipil – Program Sarjana – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan Judul Tugas Akhir :

“ANALISIS PERBANDINGAN LEVEL KINERJA STRUKTUR GEDUNG 10 LANTAI DENGAN MENGGUNAKAN METODE PUSHOVER DAN NON-LINIER TIME HISTORY ANALYSIS BERDASARKAN SNI 1726:2019”

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan duplikasi dari hasil karya orang lain.

Selanjutnya apabila dikemudian hari klaim dari pihak lain bukan tanggung jawab pembimbing dana atau pengelola program tetapi menjadi tanggung jawab saya sendiri.

Atas hal tersebut saya bersedia menerima sanksi, sesuai dengan hukum atau aturan yang berlaku di Indonesia.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa paksaan dari siapapun.

Surabaya, 07 Juli 2020


MAHEGA ADI PRASETYA
1431600059



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TLP. 031 593 1800 (EX 311)
EMAIL: PERPUS@UNTAG-SBY.AC.ID.

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mahega Adi Prasetya
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

“ANALISA PERBANDINGAN LEVEL KINERJA STRUKTUR GEDUNG 10 LANTAI DENGAN MENGGUNAKAN METODE PUSHOVER DAN NON-LINIER TIME HISTORY ANALYSIS BERDASARKAN SNI 1726:2019”

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada Tanggal : 10 Juli 2020

Yang Menyatakan

A handwritten signature in black ink is written over a yellow 6000 Rupiah stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'METERAI TEMPEL', '6000', and 'ENAM RIBURUPIAH'. A green vertical strip is attached to the left side of the stamp.

(Mahega Adi Prasetya)

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penayang, Kami panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Penelitian tentang **ANALISIS PERBANDINGAN LEVEL KINERJA STRUKTUR GEDUNG 10 LANTAI DENGAN MENGGUNAKAN METODE PUSHOVER DAN NON-LINIER TIME HISTORY ANALYSIS BERDASARKAN SNI 1726:2019.**

Tugas Akhir ini telah kami susun dengan maksimal dan mendapatkan bantuan dari berbagai pihak referensi buku, jurnal, artikel dan sumber lainnya, sehingga dapat memperlancar pembuatan Tugas Akhir ini. Untuk itu kami menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pembuatan makalah ini.

Terlepas dari semua itu, Kami menyadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasanya. Oleh karena itu dengan tangan terbuka, kami menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar kami dapat memperbaiki makalah ini. Untuk itu kami mengucapkan banyak terima kasih kepada beberapa orang yang sangat berperan dalam penyelesaian laporan ini di antara :

1. Bapak Dr. Mulyanto Nugroho, MM. CMA., CPA selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
2. Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Ir. Herry Widhiarto, M.Sc selaku ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Ibu Retno Trimurtiningrum ST.,MT selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia memberikan bimbingan, arahan serta nasehat sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
5. Terima kasih penulis ucapkan bagi semua pihak yang tidak dapat ditulis satu persatu.

Dengan bantuan beliau kami mendapatkan pengarahan maupun bimbingan dalam proses penyelesaian laporan ini. Akhir kata kami berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat maupun inspirasi terhadap pembaca.

Surabaya, 8 Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Penelitian Terdahulu.....	4
2.2. Landasan Teori	6
2.3. Pemutakhiran Peta Gempa 2017.....	9
2.4. Metode Analisis Gaya Gempa.....	11
2.4.1 Analisis Statik.....	12
2.4.2 Analisis Dinamik	13
2.5 Analisis Level Kinerja Statik <i>Nonlinear</i>	14
2.5.1 Analisis Level Kinerja Statik <i>Nonlinear (Pushover)</i> Menggunakan Metode ATC- 40 dan Metode FEMA 356.....	14
2.5.2 Analisis Level Kinerja Statik <i>Nonlinear time history</i> Analysis.....	21
2.6 Klasifikasi Struktur Berdasarkan Desain Tingkat Daktalitas	23
2.7 Stuktur Tahan Gempa.....	24
2.7.1 SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus)	24
2.7.2 Kriteria Desain Bangunan Tahan Gempa	25

2.8. Konsep Perencanaan Gedung Tahan Gempa.....	27
2.8.1 Jenis Beban.....	27
2.9 Kombinasi Pembebanan	30
2.10 Ketentuan Umum Bangunan Gedung Dalam Pengaruh Gempa.....	30
2.10.1 Faktor Keutamaan.....	30
2.10.2 Faktor Keutamaan Gempa.....	33
2.10.3 Klasifikasi Situs.....	33
2.10.4 Faktor Respon Gempa	34
2.10.5 Koefisien-koefisien situs dan parameter-parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko-tertarget (MCER).....	36
2.10.6 Parameter percepatan spektral desain.....	36
2.10.7 Spektra respons desain.....	36
2.10.8 Kategori Desain Seismik	38
2.10.9 Pemilihan Sistem Struktur	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	40
3.1 Metodologi Penelitian.....	40
3.1.1. Flowchart.....	40
3.1.2. Penjelasan Flowchart.....	41
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Deskripsi Bangunan.....	46
4.2 Mutu Material	46
4.4 Luas Area Pada Bangunan Gedung	48
4.5 Perhitungan Berat Seismik.....	49
4.6 Analisis Beban Gempa Struktur Statik Equivalen	59
4.7 Analisis Gempa Respons Spektra	70
4.8 Permodelan Struktur Gedung di SAP 2000 v.21.0.0	76
4.9 Kontrol Gaya Geser Dinamis (<i>Base shear</i>), Pastipasi Massa (<i>Mass Ratio</i>), Perpindahan (<i>Displacement</i>), dan pengaruh P-Delta.....	90

4.9.1 Kontrol Gaya Geser Dinamis (<i>Base shear</i>)	90
4.9.2 Kontrol Partisipasi Massa (<i>Mass Ratio</i>)	91
4.9.3 Kontrol Perpindahan (<i>Displacement</i>)	93
4.9.4 Cek Pengaruh Nilai P-Delta	108
4.10 Analisis Stuktur	120
4.11 Cek Struktur Elemen Kolom Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.	143
4.12 Langkah mendapatkan nilai P,M2 dan M3 dari aplikasi PCA Coloumn	144
4.13 Analisis Level Kinerja Statik <i>Nonlinear Pushover</i>	167
4.14 Kurva Kapasitas Analisis <i>Pushover</i>	175
4.15 Level Kinerja Stuktur	180
4.15.1 Titik Kinerja (<i>Performance Point</i>) Berdasarkan ATC-40	180
4.15.2 Titik Kinerja (<i>Performance Point</i>) Berdasarkan FEMA-356 dan FEMA 440 183	
4.15.3 Titik Kinerja (<i>Performance Point</i>) Berdasarkan FEMA-440 <i>Displacement</i> <i>Modification</i>	187
4.15.4 Sendi Plastis	190
4.16 Analisis Level Kinerja Statik <i>Nonlinear time history</i>	200
4.16.1 Proses Pencarian <i>Ground Motion</i>	200
4.16.2 Input data <i>Nonlinier time history</i> analysis ke dalam software SAP 2000 v.21.0.0	235
4.16.3 <i>Base shear Reaction</i>	242
4.16.4 <i>Drift Story</i>	256
4.16.5 <i>Evaluasi Kinerja Struktur Nonlinier time history Analysis berdasarkan</i> <i>ATC- 40 dan Drift Story</i>	267
4.16.6 Sendi Plastis	269
4.16.7 Perbandingan Hasil Level Kinerja <i>Pushover</i> dan <i>Nonlinier time history</i> ...	292
5.1 Kesimpulan	295
DAFTAR PUSTAKA	299

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Lempeng Dunia	8
Gambar 2.2	Tipikal Kurva Kapasitas Pada Berbagai Tingkat Kinerja Struktur	15
Gambar 2.3	Ilustrasi Perancangan Berbasis Kinerja	16
Gambar 2.4	(a) Kurva Kapasitas (b) Spektra Kapasitas	17
Gambar 2.5	Derajat Keruntuhan (Degree of Damage)	19
Gambar 2.6	Kurva Hubungan Gaya Perpindahan serta Karakteristik sendi plastis.	19
Gambar 2.7	Macam – macam Data Ground Motions	22
Gambar 2.8	Sendi Plastis	26
Gambar 2.9	Mekanisme Keruntuhan Lokal dan Global	27
Gambar 2.10	Spektra respons desain	37
Gambar 3.1	Diagram alir	40
Gambar 3.2	Denah Gedung Lt.1 Graha Wiyata UNTAG Surabaya	42
Gambar 3.3	Tampak Depan Gedung Graha Wiyata UNTAG Surabaya	42
Gambar 3.4	Koordinat yang digunakan dalam program SAP 2000 V.21.0.0	45
Gambar 4.1	Tampak Struktur Pada Permodelan SAP 2000 V21.0.0	47
Gambar 4.2	Peta Periode Panjang Wilayah Indonesia	73
Gambar 4.3	Respon Spektra Surabaya	77
Gambar 4.4	Permodelan struktur SAP 2000 V.21.0.0 langkah 1	77
Gambar 4.5	Permodelan struktur SAP 2000 V.21.0.0 langkah 2	78
Gambar 4.6	Permodelan struktur SAP 2000 V.21.0.0 langkah 3	78
Gambar 4.7	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 4 (Material Beton)	79
Gambar 4.8	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 4 (Material Beton)	79
Gambar 4.9	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 5 (Balok)	80
Gambar 4.10	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 5 (Kolom)	80
Gambar 4.11	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 5 (Pelat Lantai dan Atap)	81
Gambar 4.12	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 5 (ShearWall)	81
Gambar 4.13	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 6	82
Gambar 4.14	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 6	82
Gambar 4.15	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 6	83
Gambar 4.16	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 6	83
Gambar 4.17	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 7	84
Gambar 4.18	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 8	84
Gambar 4.19	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 9	85
Gambar 4.20	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 10	85
Gambar 4.21	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 11 Respon Spektra	86
Gambar 4.22	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 11 Load Respon Spektra	86

Gambar 4.23	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 12 Load Combination.....	87
Gambar 4.24	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 12 isi Load Combination..	87
Gambar 4.25	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 13 Nilai Mass Source	88
Gambar 4.26	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 14 Isi Load Balok	88
Gambar 4.27	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 14 Isi Load Pelat	89
Gambar 4.28	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 15 Set Analysis.....	89
Gambar 4.29	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 15 Running All.....	90
Gambar 4.30	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 15 Process Running.....	90
Gambar 4.31	Permodelan SAP 2000 V.21.0.0 langkah 16 Show Tables	91
Gambar 4.32	Sebelum terjadi Displacement Arah X	95
Gambar 4.33	Sesudah terjadi <i>Displacement</i> Arah X	95
Gambar 4.34	Sebelum terjadi Displacement Arah Y	102
Gambar 4.35	Sesudah terjadi Displacement Arah Y	102
Gambar 4.36	Grafik Simpangan Antar Lantai.....	108
Gambar 4.37	Menentukan P-Delta Pada SAP2000 v.21.0.0	109
Gambar 4.38	Mendefinisikan kolom dan joint dalam satu grup.....	109
Gambar 4.39	Mendefinisikan grup kedalam Section Cut.....	110
Gambar 4.40	Load Combination Beban Services.....	110
Gambar 4.41	Show Tables Load Combination Untuk menentukan nilai P.....	111
Gambar 4.42	Hasil Nilai P dari Ouput SAP 2000 V.21.00	111
Gambar 4.43	Hasil Nilai Vx dari Ouput SAP 2000 V.21.00.....	112
Gambar 4.44	Grafik Pengaruh P-Delta.....	121
Gambar 4.11	Variasi Nilai σ Terhadap Nilai Regangan Tulangan Tarik Baja	125
Gambar 4.12	Variasi Nilai σ Terhadap Nilai Regangan Tulangan Tarik Baja	128
Gambar 4.13	Variasi Nilai σ Terhadap Nilai Regangan Tulangan Tarik Baja	132
Gambar 4.14	Spesifikasi Tulangan Balok	133
Gambar 4.19	Kolom K-1168, K-1169, K-1170 Yang ditinjau	144
Gambar 4.20	Pca-Coloumn Langkah 1 General Information	145
Gambar 4.21	Pca Coloumn Langkah 2 Ganti Peraturan.....	145
Gambar 4.22	Pca Coloumn Langkah 3 Material Properties	146
Gambar 4.23	Pca Coloumn Langkah 4 Pilih Section	146
Gambar 4.24	Pca Coloumn langkah 5 Input Reinforcement	147
Gambar 4.25	Pca Coloumn langkah 6 Isi Load.....	147
Gambar 4.26	Pca Coloumn Langkah 6 Perhitungan Load untuk kolom	148
Gambar 4.27	Pca Coloumn Langkah 7 Solve/ Running Process.....	148
Gambar 4.28	Hasil Ouput PcACOLUMN V.3.63 yang telah memenuhi syarat pada kolom K-1168.	149

Gambar 4.29	Hasil Ouput PcaColumn V.3.63 yang telah memenuhi syarat untuk kolom K-1168 pada momen gaya aksial ke -1	149
Gambar 4.30	Hasil Ouput PcaColumn V.3.63 yang telah memenuhi syarat untuk kolom K-1168 pada momen gaya aksial ke -2.....	150
Gambar 4.31	Hasil Ouput PcaColumn V.3.63 yang telah memenuhi syarat untuk kolom K-1168 pada momen gaya aksial ke -3.....	150
Gambar 4.32	Hasil Ouput PcACOLUMN V.3.63 yang telah memenuhi syarat pada kolom K-1169.	151
Gambar 4.33	Hasil Ouput PcaColumn V.3.63 yang telah memenuhi syarat untuk kolom K-1169 pada momen gaya aksial ke -1	151
Gambar 4.34	Hasil Ouput PcaColumn V.3.63 yang telah memenuhi syarat untuk kolom K-1169 pada momen gaya aksial ke -2.....	152
Gambar 4.35	Hasil Ouput PcaColumn V.3.63 yang telah memenuhi syarat untuk kolom K-1169 pada momen gaya aksial ke -3.....	152
Gambar 4.36	Hasil Ouput PcACOLUMN V.3.63 yang telah memenuhi syarat pada kolom K-1169.	153
Gambar 4.37	Hasil Ouput PcaColumn V.3.63 yang telah memenuhi syarat untuk kolom K-1170 pada momen gaya aksial ke -1	153
Gambar 4.38	Hasil Ouput PcaColumn V.3.63 yang telah memenuhi syarat untuk kolom K-1170 pada momen gaya aksial ke -2.....	154
Gambar 4.39	Hasil Ouput PcaColumn V.3.63 yang telah memenuhi syarat untuk kolom K-1170 pada momen gaya aksial ke -3.....	154
Gambar 4.45	Analisis Pushover Langkah 1.....	167
Gambar 4.46	Analisis Pushover Langkah 2.....	168
Gambar 4.47	Analisis Pushover Langkah 2 Isi Load Application.....	168
Gambar 4.48	Analisis Pushover Langkah 2 Ganti Result Saved.....	169
Gambar 4.49	Analisis Pushover Langkah 3.....	169
Gambar 4.50	Analisis Pushover Langkah 3 Isi Load Application.....	170
Gambar 4.51	Analisis Pushover Langkah 3 Ganti Result Saved.....	170
Gambar 4.52	Analisis Pushover Langkah 3 Pushover Arah Y	171
Gambar 4.53	Analisis Pushover Langkah 4 Frame Hinges Untuk Balok.....	171
Gambar 4.54	Analisis Pushover Langkah 4 Frame Hinges Untuk Balok.....	172
Gambar 4.55	Analisis Pushover Langkah 4 Frame Hinges Untuk Balok.....	172
Gambar 4.56	Analisis Pushover Langkah 4 Frame Hinges Untuk Kolom	173
Gambar 4.57	Analisis Pushover Langkah 4 Frame Hinges Untuk Kolom	173
Gambar 4.58	Analisis Pushover Langkah 5 Hinges Overwrite	174
Gambar 4.59	Analisis Pushover Langkah 6 Run Analysis Pushover	174
Gambar 4.60	Kurva Kapasitas Pushover Arah X	175

Gambar 4.61	Kurva Kapasitas Pushover Arah Y	179
Gambar 4.62	Kurva Kapasitas ATC-40 Arah X.....	181
Gambar 4.63	Kurva Kapasitas ATC-40 Arah Y.....	181
Gambar 4.64	Kurva Kapasitas FEMA-356 Arah X.....	184
Gambar 4.65	Calculated Value Kurva Kapasitas FEMA-356 Arah X.....	184
Gambar 4.66	Kurva Kapasitas FEMA-356 Arah Y.....	185
Gambar 4.67	Calculated Value Kurva Kapasitas FEMA-356 Arah Y.....	185
Gambar 4.68	Kurva Kapasitas FEMA-440 Arah X.....	187
Gambar 4.69	Calculated Value Kurva Kapasitas FEMA-440 Arah X.....	187
Gambar 4.70	Kurva Kapasitas FEMA-440 Arah Y.....	188
Gambar 4.71	Calculated Value Kurva Kapasitas FEMA-440 Arah Y.....	188
Gambar 4.72	Kondisi awal keruntuhan pada arah X.....	191
Gambar 4.73	Titik performance point pada arah x.....	191
Gambar 4.74	Kondisi performance point pada arah X.....	192
Gambar 4.75	Kondisi terakhir pasca keruntuhan arah X.....	192
Gambar 4.76	Persentase Sendi Plastis Arah X.....	196
Gambar 4.77	Kondisi awal keruntuhan pada arah Y.....	196
Gambar 4.78	Titik performance point pada arah Y.....	197
Gambar 4.79	Kondisi performance point pada arah Y.....	197
Gambar 4.80	Kondisi terakhir pasca keruntuhan arah Y.....	198
Gambar 4.81	Persentase Sendi Plastis Arah Y.....	199
Gambar 4.82	Menentukan Ground Motion Langkah 1.....	201
Gambar 4.83	Menentukan Ground Motion Langkah 2.....	201
Gambar 4.84	Menentukan Ground Motion Langkah 3.....	202
Gambar 4.85	Menentukan Ground Motion Langkah 4.....	202
Gambar 4.86	Menentukan Ground Motion Langkah 5.....	203
Gambar 4.87	Menentukan Ground Motion Langkah 6.....	203
Gambar 4.88	Menentukan Ground Motion Langkah 7.....	204
Gambar 4.89	Menentukan Ground Motion Langkah 8.....	204
Gambar 4.90	Menentukan Ground Motion Langkah 9.....	205
Gambar 4.91	Menentukan Ground Motion Langkah 10.....	205
Gambar 4.92	Menentukan Ground Motion Langkah 11.....	206
Gambar 4.93	Menentukan Ground Motion Langkah 11.....	206
Gambar 4.94	Menentukan Ground Motion Langkah 11.....	207
Gambar 4.95	Menentukan Ground Motion Langkah 12.....	207
Gambar 4.96	Menentukan Ground Motion Langkah 12.....	208
Gambar 4.97	Menentukan Ground Motion Langkah 13.....	208
Gambar 4.98	Menentukan Ground Motion Langkah 14.....	209

Gambar 4.99 Menentukan Ground Motion Langkah 15.....	209
Gambar 4.100 Menentukan Ground Motion Langkah 16.....	210
Gambar 4.101 Menentukan Ground Motion Langkah 16.....	210
Gambar 4.102 Menentukan Ground Motion Langkah 16.....	211
Gambar 4.103 Menentukan Ground Motion Langkah 17.....	211
Gambar 4.104 Menentukan Ground Motion Langkah 12.....	212
Gambar 4.105 Respon Spektra MorganHill X.....	213
Gambar 4.106 Respon Spektra MorganHill Y.....	213
Gambar 4.107 Respon Spektra Kobe X.....	214
Gambar 4.108 Respon Spektra Kobe Y.....	214
Gambar 4.109 Respon Spektra San Fernando X.....	215
Gambar 4.110 Respon Spektra San Fernando Y.....	215
Gambar 4.111 Respon Spektra Landers X.....	216
Gambar 4.112 Respon Spektra Landers Y.....	216
Gambar 4.113 Respon Spektra Imperial Valley X.....	217
Gambar 4.114 Respon Spektra Imperial Valley Y.....	217
Gambar 4.115 Respon Spektra Irpiana X.....	218
Gambar 4.116 Respon Spektra Irpiana Y.....	218
Gambar 4.117 Respon Spektra Loma X.....	219
Gambar 4.118 Respon Spektra Loma Y.....	219
Gambar 4.119 Respon Spektra Northridge X.....	220
Gambar 4.120 Respon Spektra Northridge Y.....	220
Gambar 4.121 Respon Spektra Hollister X.....	221
Gambar 4.122 Respon Spektra Hollister Y.....	221
Gambar 4.123 Respon Spektra Trinidad X.....	222
Gambar 4.124 Respon Spektra Trinidad Y.....	222
Gambar 4.125 Respon Spektra Tabas X.....	223
Gambar 4.126 Respon Spektra Tabas Y.....	223
Gambar 4.127 <i>Ground Motion</i> Morgan Hill X.....	224
Gambar 4.128 <i>Ground Motion</i> Morgan Hill Y.....	224
Gambar 4.129 <i>Ground Motion</i> Kobe X.....	225
Gambar 4.130 <i>Ground Motion</i> Kobe Y.....	225
Gambar 4.131 <i>Ground Motion</i> San Fernando X.....	226
Gambar 4.132 <i>Ground Motion</i> San Fernando Y.....	226
Gambar 4.133 <i>Ground Motion</i> Landers X.....	227
Gambar 4.134 <i>Ground Motion</i> Landers Y.....	227
Gambar 4.135 <i>Ground Motion</i> Imperial Valley X.....	228
Gambar 4.136 <i>Ground Motion</i> Imperial Valley Y.....	228

Gambar 4.137 <i>Ground Motion</i> Irpiana X	229
Gambar 4.138 <i>Ground Motion</i> Irpiana Y	229
Gambar 4.139 <i>Ground Motion</i> Loma X	230
Gambar 4.140 <i>Ground Motion</i> Loma Y	230
Gambar 4.141 <i>Ground Motion</i> Northridge X	231
Gambar 4.142 <i>Ground Motion</i> Northridge Y	231
Gambar 4.143 <i>Ground Motion</i> Hollister X.....	232
Gambar 4.144 <i>Ground Motion</i> Hollister Y.....	232
Gambar 4.145 <i>Ground Motion</i> Trinidad X.....	233
Gambar 4.146 <i>Ground Motion</i> Trinidad Y.....	233
Gambar 4.147 <i>Ground Motion</i> Tabas X.....	234
Gambar 4.148 <i>Ground Motion</i> Tabas Y.....	234
Gambar 4.149 Analisis Nonlinier time history Langkah 1	235
Gambar 4.150 Analisis Nonlinier time history Langkah 2	235
Gambar 4.151 Analisis Nonlinier time history Langkah 3	236
Gambar 4.152 Analisis Nonlinier time history Langkah 4.....	236
Gambar 4.153 Analisis Nonlinier time history Langkah 5.....	237
Gambar 4.154 Analisis Nonlinier time history Langkah 5.....	237
Gambar 4.155 Analisis Nonlinier time history Langkah 5.....	238
Gambar 4.156 Analisis Nonlinier time history Langkah 6 Frame Hinges Untuk Balok	238
Gambar 4.157 Analisis Nonlinier time history Langkah 6 Frame Hinges Untuk Balok	239
Gambar 4.158 Analisis Nonlinier time history Langkah 6 Frame Hinges Untuk Balok	239
Gambar 4.159 Analisis Nonlinier time history Langkah 6 Frame Hinges Untuk Kolom.....	240
Gambar 4.160 Analisis Nonlinier time history Langkah 6 Frame Hinges Untuk Kolom.....	240
Gambar 4.161 Analisis Nonlinier time history Langkah 7 Hinges Overwrite	241
Gambar 4.162 Analisis Pushover Langkah 8 Run Nonlinier time history	241
Gambar 4.163 Analisis Base shear Nonlinier time history.....	242
Gambar 4.164 Analisis Base shear Nonlinier time history.....	242
Gambar 4.165 Analisis Base shear Nonlinier time history.....	243
Gambar 4.166 Analisis Base shear Nonlinier time history.....	243
Gambar 4.167 Base shear Reaction MorganHill Arah X	244
Gambar 4.168 Base shear Reaction MorganHill Arah Y	244
Gambar 4.169 Base shear Reaction Kobe Arah X.....	245

Gambar 4.170	Base shear Reaction Kobe Arah Y.....	245
Gambar 4.171	Base shear Reaction San Fernando Arah X	246
Gambar 4.172	Base shear Reaction San Fernando Arah Y	246
Gambar 4.173	Base shear Reaction Landers Arah X	247
Gambar 4.174	Base shear Reaction Landers Arah Y	247
Gambar 4.175	Base shear Reaction Imperial Valley Arah X.....	248
Gambar 4.176	Base shear Reaction Imperial Arah Y.....	248
Gambar 4.177	Base shear Reaction Irpiana Arah X.....	249
Gambar 4.178	Base shear Reaction Irpiana Arah Y	249
Gambar 4.179	Base shear Reaction Loma Arah X.....	250
Gambar 4.180	Base shear Reaction Loma Arah Y	250
Gambar 4.181	Base shear Reaction Northridge Arah X.....	251
Gambar 4.182	Base shear Reaction Northridge Arah Y.....	251
Gambar 4.183	Base shear Reaction Hollister Arah X	252
Gambar 4.184	Base shear Reaction Hollister Arah Y	252
Gambar 4.185	Base shear Reaction Trinidad Arah X	253
Gambar 4.186	Base shear Reaction Trinidad Arah Y	253
Gambar 4.187	Base shear Reaction Tabas Arah X.....	254
Gambar 4.188	Base shear Reaction Tabas Arah Y.....	254
Gambar 4.177	Drift Story Morgan Hill Arah X	256
Gambar 4.178	Drift Story Morgan Hill Arah Y	256
Gambar 4.179	Drift Story Kobe Arah X	257
Gambar 4.181	Drift Story San Fernando Arah X.....	258
Gambar 4.182	Drift Story San Fernando Arah Y	258
Gambar 4.183	Drift Story Landers Arah X	259
Gambar 4.184	Drift Story Landers Arah Y	259
Gambar 4.185	Drift Story Imperial Valley Arah X.....	260
Gambar 4.186	Drift Story Imperial Valley Arah Y.....	260
Gambar 4.187	Drift Story Irpinia Arah X	261
Gambar 4.188	Drift Story Irpinia Arah Y	261
Gambar 4.189	Drift Story Loma Arah X.....	262
Gambar 4.190	Drift Story Loma Arah Y.....	262
Gambar 4.191	Drift Story Northridge Arah X.....	263
Gambar 4.192	Drift Story Northridge Arah Y.....	263
Gambar 4.194	Drift Story Northridge Arah Y.....	264
Gambar 4.196	Drift Story Trinidad Arah Y	265
Gambar 4.198	Drift Story Tabas Arah Y.....	266
Gambar 4.210	Sendi Plastis pertama pada Gempa MorganHill X	270

Gambar 4.211	Sendi plastis terakhir pada Gempa MorganHill X	270
Gambar 4.212	Sendi plastis pertama pada Gempa MorganHill Y	271
Gambar 4.213	Sendi plastis terakhir pada Gempa MorganHill Y	271
Gambar 4.214	Sendi Plastis pertama pada Gempa Kobe X	272
Gambar 4.215	Sendi plastis terakhir pada Gempa Kobe X	272
Gambar 4.216	Sendi Plastis pertama pada Gempa Kobe Y	273
Gambar 4.217	Sendi plastis terakhir pada Gempa Kobe Y	273
Gambar 4.218	Sendi plastis pertama pada Gempa San Fernando X	274
Gambar 4.219	Sendi plastis terakhir pada Gempa San Fernando X	274
Gambar 4.220	Sendi plastis pertama pada Gempa San Fernando Y	275
Gambar 4.221	Sendi plastis terakhir pada Gempa San Fernando Y	275
Gambar 4.222	Sendi Plastis pertama pada Gempa Landers X	276
Gambar 4.223	Sendi plastis terakhir pada Gempa Landers X	276
Gambar 4.224	Sendi plastis pertama pada Gempa San Landers Y	277
Gambar 4.225	Sendi plastis terakhir pada Gempa Landers Y	277
Gambar 4.226	Sendi Plastis pertama pada Gempa Imperial Valley X	278
Gambar 4.227	Sendi plastis terakhir pada Gempa Imperial Valley X	278
Gambar 4.228	Sendi plastis pertama pada Gempa Imperial Valley Y	279
Gambar 4.229	Sendi plastis terakhir pada Gempa Imperial Valley Y	279
Gambar 4.230	Sendi Plastis pertama pada Gempa Irpiana X	280
Gambar 4.231	Sendi plastis terakhir pada Gempa Irpiana X	280
Gambar 4.232	Sendi plastis pertama pada Gempa Irpiana Y	281
Gambar 4.233	Sendi plastis terakhir pada Gempa Irpiana Y	281
Gambar 4.234	Sendi plastis pertama pada Gempa Loma X	282
Gambar 4.235	Sendi plastis terakhir pada Gempa Loma X	282
Gambar 4.236	Sendi plastis pertama pada Gempa Loma Y	283
Gambar 4.237	Sendi plastis terakhir pada Gempa Loma Y	283
Gambar 4.238	Sendi plastis pertama pada Gempa Northridge X	284
Gambar 4.239	Sendi plastis terakhir pada Gempa Northridge X	284
Gambar 4.240	Sendi plastis pertama pada Gempa Northridge Y	285
Gambar 4.241	Sendi plastis terakhir pada Gempa Northridge Y	285
Gambar 4.242	Sendi plastis pertama pada Gempa Hollister X	286
Gambar 4.243	Sendi plastis terakhir pada Gempa Hollister X	286
Gambar 4.244	Sendi plastis pertama pada Gempa Hollister Y	287
Gambar 4.245	Sendi plastis pertama pada Gempa Hollister Y	287
Gambar 4.246	Sendi plastis pertama pada Gempa Trinidad X	288
Gambar 4.247	Sendi plastis terakhir pada Gempa Trinidad X	288
Gambar 4.248	Sendi plastis pertama pada Gempa Trinidad Y	289

Gambar 4.249	Sendi plastis pertama pada Gempa Trinidad Y.....	289
Gambar 4.250	Sendi plastis pertama pada Gempa Tabas X.....	290
Gambar 4.251	Sendi plastis terakhir pada Gempa Tabas X	290
Gambar 4.252	Sendi plastis pertama pada gempa Tabas Y	291
Gambar 4.253	Sendi plastis terakhir pada gempa Tabas Y	291

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Peta Gempa 2010 dan Peta 2017	11
Tabel 2.2 Level Kinerja Struktur.....	16
Tabel 2.3 Beban Hidup Pada Lantai Gedung	29
Tabel 2.4 Kategori Resiko Bangunan dan Struktur Lainnya untuk Beban Gempa ..	31
Tabel 2.5 Faktor Keutamaan Gempa	33
Tabel 2.6 Klasifikasi Situs.....	33
Tabel 2.7 Koefisien Situs, F_a untuk Menentukan Nilai SS	35
Tabel 2.8 Kategori Lokasi F_v untuk Menentukan Nilai S_1	35
Tabel 2.9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek	38
Tabel 2.10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1,0 detik.....	38
Tabel 2.11 Kategori Desain Gempa (KDG) dan Resiko Kegempaan	38
Tabel 2.12 Faktor R, C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Penahan Gaya Gempa	39
Tabel 4.1 Berat Seismik Gedung.....	59
Tabel 4.2 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya untuk Beban Gempa	60
Tabel 4.3 Faktor Keutamaan Gempa	61
Tabel 4.4 Klasifikasi Situs.....	61
Tabel 4.5 Hasil Klasifikasi Situs	62
Tabel 4.6 Desain Respons Spektra Kota Surabaya.....	62
Tabel 4.7 Koefisien Situs F_a	63
Tabel 4.8 Koefisien Situs F_v	64
Tabel 4.9 Kategori Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek.....	65
Tabel 4.10 Kategori Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1,0 detik.....	66
Tabel 4.11 Faktor R, C_D, Σ	67
Tabel 4.12 Tabel Total Beban Gedung.....	68
Tabel 4.13 Faktor R, C_D, Σ	70
Tabel 4.14 Tabel Total Beban Gedung.....	71
Tabel 4.15 Response Spektra untuk Kota Surabaya.....	73
Tabel 4.16 Hasil <i>Output</i> Gaya Geser Dinamis	92
Tabel 4.17 Hasil <i>Output</i> Partisipasi Massa.....	93
Tabel 4.18 Simpangan antar tingkat izin, $\Delta a^{a,b}$	94

Tabel 4.19 Hasil <i>Output</i> Partisipasi Massa Arah X.....	94
Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Simpangan Arah X.....	101
Tabel 4.19 Hasil <i>Output</i> Partisipasi Massa Arah Y.....	101
Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Simpangan Arah Y.....	108
Tabel 4.22 Hasil Rekapitulasi Beban P Horizontal	112
Tabel 4.23 Hasil Rekapitulasi Vx Beban Lateral Respon Spektra Arah X	113
Tabel 4.24 Hasil Rekapitulasi Vy Beban Lateral Respon Spektra Arah Y	113
Tabel 4.25 Tabel Rekapitulasi Perhitungan P-Delta Arah X.....	117
Tabel 4.26 Tabel Rekapitulasi Perhitungan P-Delta Arah Y.....	120
Tabel 4.20 Rekapitulasi <i>Output</i> PcaColumn untuk Tulangan Lentur.....	155
Tabel 4.27 Kurva Kapasitas Pushover Arah X.....	175
Tabel 4.28 Kurva Kapasitas Pushover Arah Y.....	179
Tabel 4.29 Evaluasi Kinerja Struktur Arah X	182
Tabel 4.30 Evaluasi Kinerja Struktur Y	182
Tabel 4.31 Batasan Kinerja Struktur Arah Y.....	182
Tabel 4.32 Evaluasi Kinerja Struktur Arah X	186
Tabel 4.33 Evaluasi Kinerja Struktur Arah Y	186
Tabel 4.32 Evaluasi Kinerja Struktur X	189
Tabel 4.33 Evaluasi Kinerja Struktur Y	189
Tabel 4.34 Tingkat Kerusakan Struktur akibat terbentuknya sendi plastis	190
Tabel 4.35 Sendi Plastis Arah X.....	193
Tabel 4.36 Sendi Plastis Arah Y.....	198
Tabel 4.37 Hasil Analisis <i>Base Shear Nonlinier time history</i>	255
Tabel 4.38 Drift Story.....	267
Tabel 4.39 Batasan Kinerja Struktur	267
Tabel 4.40 Level kinerja struktur gedung arah x berdasarkan ATC-40	268
Tabel 4.41 Level kinerja struktur gedung arah y berdasarkan ATC-40	269
Tabel 4.42 Target Perpindahan Maksimum struktur gedung berdasarkan ATC-40, FEMA 356, FEMA 440, dan Analisis Nonlinier time history	292
Tabel 4.43 Perbandingan Analisis Pushover dan NonLinier Tme History berdasarkan Base Shear dan Displacement	293

ANALISIS PERBANDINGAN LEVEL KINERJA STRUKTUR GEDUNG 10 LANTAI DENGAN MENGUNAKAN METODE *PUSHOVER* DAN *NON-LINIER TIME HISTORY ANALYSIS* BERDASARKAN SNI 1726:2019

Nama Mahasiswa : Mahega Adi Prasetya
NBI : 1431600059
Pembimbing : Retno Trimurtiningrum,ST.,MT

ABSTRAK

Pembangunan struktur gedung tahan gempa sangat penting di Indonesia, mengingat sebagian besar wilayahnya terletak dalam wilayah gempa dengan intensitas moderat hingga tinggi. Dan Graha Wiyata merupakan salah satu gedung yang ada di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Gedung ini dibangun pada tahun 1988/1990. Gedung ini sebagai obyek karena gedung ini masih memakai SNI pembebanan gempa tahun 1987 maka perlunya di evaluasi kembali ketahanannya untuk SNI 1726:2019 gempa menggunakan pembebanan gempa terbaru.

Secara umum Analisis struktur terhadap gempa dibagi menjadi 2 macam yaitu analisis secara static dan analisis dinamik (respon spektra, *pushover* dan *nonlinier time history*). Dan hasil Analisis didapatkan berdasarkan pengaruh gaya beban lateral dengan menggunakan metode *Pushover* didapatkan nilai *displacement* dan *base shear* terbesar, arah $x = 0,399$ m dengan nilai *base shear* 161620,47 kgf dan untuk arah $y = 0,115$ m dengan nilai *base shear* 6036499,16 kgf, sedangkan untuk *nonlinier time history* terbesar adalah Hollister dengan arah $x = 0,01850$ m dengan nilai *base shear* 432092.84 kgf dan arah $y = 0.01890$ m dengan nilai *base shear* sebesar 561533,19 kgf. Dan dari hasil Analisis level kinerja *pushover* berdasarkan ATC-40, FEMA-356, dan FEMA – 440 serta Analisis *nonlinier time history*, dapat diketahui bahwa *drift story* maksimum yang terjadi pada gempa arah X dan Y mempunyai nilai lebih kecil dan kurang dari dari 0,01. Hal ini dapat dikategorikan untuk Analisis *pushover* dan nonlinear time history dalam kondisi IO (*Immediate Occupancy*).

Kata Kunci : Evaluasi Kinerja, *Pushover*, *Time History Analysis*, *Non-Linear Time History Analysis*

COMPARATIVE ANALYSIS OF STRUCTURAL PERFORMANCE LEVEL OF 10th STORIES BUILDING USING *PUSHOVER* AND NON-LINIER TIME HISTORY ANALYSIS METHOD BASED ON SNI 1726:2019

Student Name : Mahega Adi Prasetya

NBI : 1431600059

Mentor : Retno Trimurtiningrum,ST.,MT

ABSTRACT

The construction of earthquake-resistant building structures is very important in Indonesia, considering that most of its area is located in earthquake areas with moderate to high intensity. And Graha Wiyata is one of the buildings in Universities 17 Agustus 1945 Surabaya. This building was built in 1988/1990. This building as an object because this building is still using SNI earthquake loading in 1987, it is necessary to re-evaluate its durability for SNI 1726: 2019 earthquake using the latest earthquake loading.

In general, structural analysis of earthquakes is divided into 2 types, namely static analysis and dynamic analysis (spectrum response, pushover, and nonlinear time history). And the analysis results obtained based on the influence of lateral load forces using the Pushover method obtained the largest displacement value and base shear, direction $x = 0.399$ m with base shear value 161620.47 kgf and for direction $y = 0.115$ m with a base shear value of 6036499.16 kgf, while for the largest nonlinear time history is Hollister with x -direction = 0.01850 m with base shear value 432092.84 kgf and y -direction = 0.01890 m with a base shear value of 561533.19 kgf. And from the results of the analysis of the level of pushover performance based on ATC-40, FEMA-356, and FEMA-440 and nonlinear time history analysis, it can be seen that the maximum drift story that occurs in earthquakes in the X and Y direction has a value smaller and less than 0, 01 This can be categorized for pushover analysis and nonlinear time history under IO (Immediate Occupancy) conditions.

Keywords: Performance Evaluation, Pushover, Time History Analysis, Non-Linear Time History Analysis.