

TUGAS AKHIR
EVALUASI KINERJA STRUKTUR BANGUNAN 8 LANTAI
MENGGUNAKAN ANALISA *PUSHOVER* SESUAI DENGAN ASCE 41-17
DAN ATC 40

Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S – 1)



Disusun Oleh :

SRI KUSNANTO

41117110124

Dosen Pembimbing :

Ivan Jansen Saragih, S.T.,M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2022



**LEMBAR PENGESAHAN SIDANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Q

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : **EVALUASI KINERJA STRUKTUR BANGUNAN 8 LANTAI MENGGUNAKAN ANALISA *PUSHOVER* SESUAI DENGAN ASCE 41-17 DAN ATC 40**

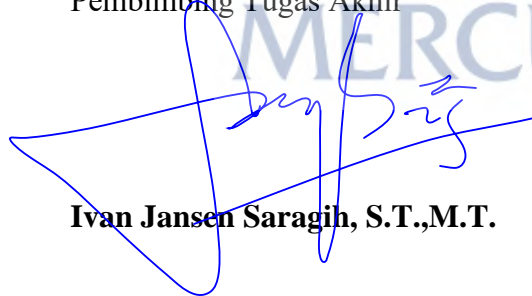
Disusun oleh :

Nama : Sri Kusnanto
NIM : 41117110124
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS sidang sarjana pada tanggal 11 Februari 2023

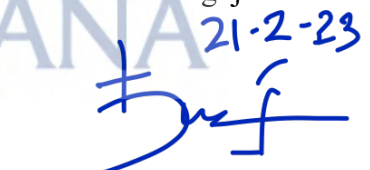
Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir




Ivan Jansen Saragih, S.T.,M.T.

Ketua Penguji

21-2-23

Suci Putri Elza, S.T.,M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Sylvia Indriany, S.T.,M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sri Kusnanto
NIM : 41117110124
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat dipertanggungjawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 13 Februari 2023

Yang memberikan pernyataan



Sri Kusnanto

ABSTRAK

Judul : Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan 8 Lantai Menggunakan Analisa *Pushover* Sesuai Dengan *ASCE 41-17* Dan *ATC 40*

Nama : Sri Kusnanto, NIM : 41117110124, Dosen Pembimbing : Ivan Jansen Saragih, S.T.,M.T. 2022.

Analisa *statis non-linear (pushover analysis)* digunakan untuk mengetahui perilaku struktur akibat gempa besar dan merupakan salah satu *performance based design* dengan konsep memberikan suatu pola beban lateral statik terhadap bangunan secara bertahap sampai memenuhi target perpindahan lateral yang direncanakan. Hasil dari metode ini adalah kurva *base shear-roof displacement* yang selanjutnya diproses untuk menentukan titik kinerja (*performance point*) dan tingkat kinerja struktur dengan menggunakan dua prosedur berdasarkan *ASCE 41-17* Dan *ATC-40*

Pada analisis ini dilakukan pemodelan dari gedung cimb niaga yang telah dimodifikasi, lalu gedung tersebut dianalisis untuk mengetahui simpangan antar lantainya, tingkat kinerja dari bangunan, dan titik performa yang dihasilkan dengan respon spektrum desain berdasarkan *SNI-2847-2019*. Analisis dilakukan dengan menggunakan bantuan program ETABS dan berdasarkan ketentuan yang ada di *ASCE 41-17* Dan *ATC 40*

Hasil yang diperoleh dari *pushover analysis* ini berdasarkan ketentuan yang ada di *ASCE 41-17* (310,407 dan 313,078) ditunjukkan dengan tingkat kinerja *Damage Control Structural Performance Level*, yang artinya nilai beban gempa yang peluang dilampauinya dalam rentang masa layan gedung 50 tahun adalah 10%. Sedangkan titik performa untuk *ATC 40* didapatkan simpangan *drift* rata-rata arah X sebesar = 0,0088 dan arah Y sebesar = 0,0089. Secara keseluruhan struktur baik menggunakan metode spektrum kapasitas *ATC-40* untuk arah X dan Y termasuk dalam level kategori *Immediate Occupancy (IO)* yang berarti bangunan aman saat terjadi gempa, resiko korban jiwa dan kegagalan struktur tidak terlalu berarti, gedung tidak mengalami kerusakan berarti dan dapat segera difungsikan kembali

MERCU BUANA

Kata kunci: *based performance, performance based design, pushover analysis, performance point, performance level, analisis dinamik, respon spektrum desain*

ABSTRACT

Title: Performance Evaluation of 8-Storey Building Structures Using Pushover Analysis In Accordance With ASCE 41-17 And ATC 40,

Name: Sri Kusnanto, NIM: 41117110124, Supervisor: Ivan Jansen Saragih, S.T.,M.T. 2022.

Non-linear static analysis (pushover analysis) is used to determine the behavior of structures due to large earthquakes and is one of the performance-based designs with the concept of providing a static lateral load pattern to the building gradually until it meets the planned lateral displacement target. The result of this method is a base shear-roof displacement curve which is further processed to determine the performance point and performance level of the structure using two procedures based on ASCE41-17 and ATC-40. In this analysis, modeling of the Cimb Niaga building that has been modified was carried out, then the building was analyzed to determine the deviation between its floors, the level of performance of the building, and the resulting performance points with a design spectrum response based on SNI-2847-2019. The analysis was carried out using the help of the ETABS program and based on the provisions of the existing in ASCE 41-17 And ATC 40. The results obtained from this pushover analysis based on the provisions in ASCE41-17 (310,407 and 313,078) are shown by the performance level of the Damage Control Structural Performance Level, which means that the value of the earthquake load that it has the opportunity to exceed in the span of a 50-year building service period is 10%. Meanwhile, the performance point for ATC 40 obtained the average drift deviation of direction X by = 0.0088 and direction Y by = 0.0089. Overall, the structure both using the ATC40 capacity spectrum method for X and Y directions is included in the Immediate Occupancy (IO) category level which means that the building is safe when an earthquake occurs, the risk of casualties and structural failure is not very meaningful, the building does not suffer significant damage and can be immediately repurposed

Keywords: *performance based, performance based design, pushover analysis, performance point, performance level, dynamic analysis, design spectrum response*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmatnya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan 8 Lantai Menggunakan Analisa Pushover Sesuai Dengan Asce 41-17 Dan Atc 40 ”. Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada semua pihak hingga penulis selesai dalam menyusun proposal tugas akhir ini, terima kasih ini terutama kepada:

1. Kepada Orang Tua yang telah memberikan dukungan sehingga terlaksananya penyelesaian proposal tugas akhir ini.
2. Kepada Ir. Sylvia Indriani, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.
3. Kepada Bpk Ivan Jansen Saragih, S.T.,M.T.selaku Dosen Pembimbing.
4. Kepada Bpk./Ibu selaku Kepala Laboratorium.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana atas ilmu dan bimbingannya selama ini.
6. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang telah memberikan dukungan langsung maupun tidak langsung.

Demikian kata pengantar ini penulis sampaikan dengan kerendahan hati, penulis memohon maaf apabila ada kesalahan penulisan. Kritik yang terbuka dan membangun sangat penulis nantikan demi kesempurnaan tugas penyusunan proposal tugas akhir ini. Terima kasih atas semua pihak yang membantu penyusunan dan membaca Tugas Akhir ini

Jakarta, 25/Maret/2022

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN SIDANG SARJANA.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I – PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Identifikasi Masalah	I-2
1.3 Rumusan Masalah	I-2
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian	I-2
1.5 Manfaat Penelitian	I-3
1.6 Ruang Lingkup dan Pembatasan Masalah	I-3
1.7 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II – TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Tinjauan Umum	II-1
2.1.1 Gempa Bumi	II-1
2.1.2 Bangunan Tahan Gempa	II-1
2.2 Dasar Teori	II-2

2.2.1	Penentuan Gempa Rencana	II-2
2.2.1.1	Kategori Risiko Bangunan	II-2
2.2.1.2	Faktor Keutamaan Gempa	II-3
2.2.2	<i>Respons Spectrum Design</i>	II-4
2.2.3	Kategori Desain Sesimik	II-8
2.2.4	<i>Analisa Pushover</i>	II-9
2.2.4.1	Sendi Plastis	II-10
2.2.4.2	Mekanisme Keruntuhan Struktur	II-13
2.2.4.1	Kurva Kapasitas	II-14
2.2.5	<i>Based Performance</i>	II-14
2.2.5.1	<i>Idealized Force – Displacement</i>	II-15
2.2.5.2	<i>Target Displacement</i>	II-16
2.2.5.3	Evaluasi Kinerja Struktur Berdasarkan <i>ASCE 41 – 17</i>	II-20
2.2.6	<i>Metode Performance Based Design ATC-40</i>	II-22
2.3	<i>Penelitian Terdahulu</i>	II-28
BAB III – METODOLOGI PENELITIAN		III-1
3.1	Studi Penelitian	III-1
3.2	Tahap Analisa	III-1
3.2.1	Studi Literatur	III-2
3.2.2	Pengumpulan Data	III-2
3.2.3	Permodelan 3D	III-3
3.2.4	Pembebanan Struktur	III-4
3.2.5	Analisa Beban Gempa Rencana	III-5
3.2.6	Analisa Pushover	III-5

3.2.7	Evaluasi Kinerja Struktur	III-5
3.3	Diagram Alir	III-6
BAB IV - PEMBAHASAN.....		IV-1
4.1	Data Struktur.....	IV-1
4.1.1	Data Teknis.....	IV-1
4.1.2	Denah Struktur.....	IV-2
4.1.3	Konfigurasi Element Struktur.....	IV-3
4.1.4	Konfigurasi Kolom.....	IV-3
4.1.5	Konfigurasi Balok.....	IV-5
4.1.6	Konfigurasi Pelat.....	IV-8
4.2	Permodelan Struktur.....	IV-8
4.3	Pembebanan Strktur.....	IV-14
4.3.1	Beban Mati.....	IV-14
4.3.2	Beban Hidup.....	IV-15
4.3.3	Beban Gempa.....	IV-16
4.3.4	Kategori Risiko Bangunan.....	IV-16
4.3.5	Faktor Keutamaan Gempa.....	IV-16
4.3.6	Kelas Situs.....	IV-16
4.3.7	Percepatan Gempa.....	IV-17
4.3.8	Respon Spektrum Desain.....	IV-18
4.3.9	Kategori Desain Seismik.....	IV-19
4.3.10	Faktor Reduksi Gempa.....	IV-20
4.3.11	Kombinasi Pembebanan.....	IV-21
4.4	Analisa Pembebanan Gempa.....	IV-24

4.4.1	Analisa Modal Respon Spektrum.....	IV-24
4.4.1.1	Modal Partisipasi Massa.....	IV-24
4.4.1.2	Parameter Respon ragam.....	IV-25
4.4.1.3	Parameter Respon Terkombinasi.....	IV-25
4.4.1.4	Skala Nilai Desain untuk Respon Terkombinasi.....	IV-26
4.4.1.5	Skala Gaya Gempa Dinamik.....	IV-36
4.4.1.6	Kontrol Desain	IV-38
4.4.1.7	Distribusi Vertikal Gaya Geser Dinamik.....	IV-41
4.4.1.8	Distribusi Horizontal Gaya Geser Dinamik.....	IV-42
4.5	Analisa <i>Pushover</i>	IV-43
4.5.1	Permodelan Sendi Plastis	IV-43
4.5.1.1	Sendi Plastis Balok.....	IV-43
4.5.1.2	Sendi Plastis Kolom.....	IV-44
4.5.2	Beban Gravitasi	IV-45
4.5.3	Gaya Lateral	IV-46
4.5.3.1	Pola Pembebanan <i>Pushover</i>	IV-46
4.5.4	Kapasitas Struktur	IV-47
4.5.4.1	Pola Pembebanan.....	IV-47
4.5.5	Kurva Ideal <i>Pushover</i>	IV-49
4.5.5.1	Pola Pembebanan <i>Pushover</i>	IV-49
4.6	Evaluasi Kinerja Struktur.....	IV-50
4.6.1	Target Perpindahan	IV-50
4.6.2	Tingkat Kinerja Struktur	IV-54
4.7	Titik Kinerja Struktur (Performance Level).....	IV-55

BAB V - PUNUTUP.....	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA.....	Pustaka-1
LAMPIRAN.....	Lampiran-1



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Parameter Gerak Tanah S_s	II-4
Gambar 2.2	Parameter gerak tanah, S_I	II-5
Gambar 2.3	Desain Respon Spektrum	II-7
Gambar 2.4	Posisi Sumbu lokal Balok Struktur	II-11
Gambar 2.5	Posisi Sumbu lokal Kolom Struktur	II-12
Gambar 2.6	Sendi plastis yang terjadi pada balok dan kolom	II-12
Gambar 2.7	Sendi Plastis <i>Beam Sidesway dan Column Sidesway</i>	II-13
Gambar 2.8	Kurva Kapasitas	II-14
Gambar 2.9	Kurva Ideal Perpindahan Kekuatan	II-15
Gambar 2.10	Kriteria Kinerja Struktur	II-21
Gambar 2.11	<i>Penentuan Performance Point</i>	II-24
Gambar 2.12	<i>Kurva Kriteria Kinerja</i>	II-28
Gambar 3.1	Sistem koordinat permodelan 3D.....	III-4
Gambar 3.2	Diagram Alir	III-6
Gambar 4.1	<i>Site Plan View</i>	IV-2
Gambar 4.2	Permodelan 3D struktur bangunan eksisting.....	IV-9
Gambar 4.3	<i>Plan view</i> permodelan lantai 1 s.d Atap.....	IV-10
Gambar 4.4	<i>Plan view elevation</i> permodelan	IV-10

Gambar 4.5	Detail permodelan penampang kolom.....	IV-11
Gambar 4.6	Detail penulangan penampang kolom.....	IV-12
Gambar 4.7	Detail permodelan penampang balok.....	IV-13
Gambar 4.8	Detail permodelan penampang balok.....	IV-13
Gambar 4.9	Kurva percepatan respon spektrum desain.....	IV-18
Gambar 4.10	Simpangan Antar Lantai.....	IV-39
Gambar 4.11	Pengaruh P-Delta.....	IV-40
Gambar 4.12	Pendefinisian Sendi Plastis Balok.....	IV-44
Gambar 4.13	Pendefinisian Sendi Plastis Kolom.....	IV-45
Gambar 4.14	Asumsi Beban Grafitasi Nonlinear.....	IV-46
Gambar 4.15	Definisi Gaya Lateral Pushover.....	IV-47
Gambar 4.16	Kurva kapasitas Pola Pembebanan Push arah x.....	IV-48
Gambar 4.17	Kurva kapasitas Pola Pembebanan Push arah y.....	IV-48
Gambar 4.18	Kurva idealis Pola Pembebanan Push arah x.....	IV-49
Gambar 4.19	Kurva idealis Pola Pembebanan Push arah y.....	IV-50
Gambar 4.20	Menentukan Kinerja Struktur Hasil Analisa Pushover.....	IV-54
Gambar 4.21	Titik kinerja Pushover arah X (FEMA)	IV-56
Gambar 4.22	Titik kinerja Pushover arah Y (FEMA)	IV-56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa	II-2
Tabel 2.2	Faktor Keutamaan Gempa	II-4
Tabel 2.3	Koesfisien Situs F_a	II-6
Tabel 2.4	Koefisien Situs F_v	II-6
Tabel 2.5	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda Pendek (SDS)	II-8
Tabel 2.6	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda 1 Detik	II-9
Tabel 2.7	Batas Simpangan Tiap Lantai yang Diizinkan	II-13
Tabel 2.8	Nilai Faktor Modifikasi C_0	II-17
Tabel 2.9	Nilai Alternatif untuk Faktor Modifikasi C_1C_2	II-19
Tabel 2.10	Nilai Faktor Massa Efektif C_m	II-20
Tabel 2.11	Batasan Rasio <i>Drift</i> Atap Menurut ATC-40	II-24
Tabel 2.12	Batasan Tipe Bangunan Pada <i>Capacity Spectrum Method</i>	II-24
Tabel 2.13	<i>Level</i> Kinerja Bangunan	II-25
Tabel 2.14	Refrensi Penelitian Terdahulu	II-29

Tabel 4.1	Dimensi Penampang dan Penulangan Kolom Lantai 1-Atap.....	IV-3
Tabel 4.2	Dimensi Penampang dan Penulangan Balok Lantai 1-Atap.....	IV-6
Tabel 4.3	Dimensi Penampang dan Penulangan Balok Anak Lantai 1-Atap.....	IV-8
Tabel 4.4	Beban Mati Tambahan Lantai Struktur.....	IV-15
Tabel 4.5	Beban Mati Tambahan Pasangan Dinding Struktur.....	IV-15
Tabel 4.6	Beban Hidup Lantai Struktur.....	IV-16
Tabel 4.7	Parameter percepatan gempa.....	IV-17
Tabel 4.8	Nilai percepatan respon spektrum desain.....	IV-18
Tabel 4.9	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda Pendek (<i>SDS</i>).....	IV-19
Tabel 4.10	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda 1 Detik.....	IV-20
Tabel 4.11	Faktor reduksi gempa.....	IV-20
Tabel 4.12	Kombinasi Pembebanan Ultimit	IV-22
Tabel 4.13	Nilai faktor akibat gaya gempa pada kombinasi pembebanan.....	IV-23
Tabel 4.14	Modal Partisipasi Massa Rasio.....	IV-24
Tabel 4.15	Nilai parameter periode pendekatan.....	IV-26
Tabel 4.16	Koefisien C_u	IV-27
Tabel 4.17	Periode Getar Alami Permodelan Struktur.....	IV-28

Tabel 4.18	Koreksi syarat periode fundamental struktur.....	IV-28
Tabel 4.19	Berat Struktur.....	IV-31
Tabel 4.20	Distribusi Vertikal Gaya Geser Statik arah x.....	IV-33
Tabel 4.21	Distribusi Vertikal Gaya Geser Statik arah y	IV-34
Tabel 4.22	Distribusi Horizontal Gaya Geser Statik arah x dan y.....	IV-35
Tabel 4.23	Gaya Geser Dasar Gempa Dinamik.....	IV-36
Tabel 4.24	Kontrol 100% Geser Statik.....	IV-37
Tabel 4.25	Koreksi Faktor Skala Ragam Terkombinasi.....	IV-38
Tabel 4.26	Simpangan Antar lantai Arah X dan Y.....	IV-38
Tabel 4.27	P-Delta Arah X dan Y.....	IV-40
Tabel 4.28	Distribusi Vertikal Gaya Geser Dinamik arah x.....	IV-41
Tabel 4.29	Distribusi Vertikal Gaya Geser Dinamik arah y.....	IV-42
Tabel 4.30	Distribusi Horizontal Gaya Geser Dinamik.....	IV-42
Tabel 4.31	Nilai faktor modifikasi C_0 diambil dari table 7-5 pada <i>ASCE 41-17</i> ..	IV-51
Tabel 4.32	Titik kinerja (hasil output table <i>pushover</i>).....	IV-57
Tabel 4.33	Batasan kinerja (hasil output table <i>pushover</i>).....	IV-57
Tabel 4.34	Hasil Rasio Simpangan Struktur.....	IV-57

DAFTAR LAMPIRAN

LA.1	Site Plan View.....	Lampiran-1
LA.2	Permodelan 3D struktur bangunan eksisting.....	Lampiran-2
LA.3	<i>Plan view</i> permodelan lantai 1 s.d Atap.....	Lampiran-3
LA.4	<i>Gambar Plan view elevation</i> permodelan.....	Lampiran-4
LA.5	Gambar sendi plastis.....	Lampiran-5
LA.6	Kurva Kapasitas Pola Pembebanan Push arah x.....	Lampiran-5
LA.7	Kurva Kapasitas Pola Pembebanan Push arah y.....	Lampiran-6
LA.8	Kurva Idealis Pola Pembebanan Push arah x.....	Lampiran-6
LA.9	Kurva Idealis Pola Pembebanan Push arah y.....	Lampiran-7
LA.10	Menentukan Kinerja Struktur Hasil Analisa Pushover	Lampiran-7
LA.11	Titik kinerja <i>pushover</i> arah X (FEMA).....	Lampiran-8
LA.12	Titik kinerja <i>pushover</i> arah Y (FEMA).....	Lampiran-9
LA.C	Kartu Asistensi.....	Lampiran-10