



TUGAS AKHIR
EVALUASI KINERJA STRUKTUR GEDUNG PERKANTORAN 12
LANTAI DENGAN METODE *PUSHOVER ANALYSIS*
BERDASARKAN SNI 1726:2019



41120110170

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2021

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

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 Gedung Perkantoran 12 Lantai Dengan Metode *Pushover Analysis* Berdasarkan SNI 1726:2019

Disusun oleh :

Nama : Dias Wahyu Lestari

NIM : 41120110170

Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana :

Tanggal : 19 Februari 2022

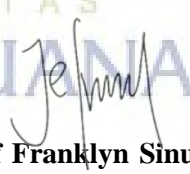
Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

Ketua Penguji



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



Jef Franklyn Sinulingga, S.T., M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Sylvia Indriany, M.T.

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

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dias Wahyu Lestari
Nomor Induk Mahasiswa : 41120110170
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

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 di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 19 Februari 2022

Yang memberikan pernyataan




Dias Wahyu Lestari

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Perkantoran 12 Lantai Dengan Metode *Pushover Analysis* Berdasarkan SNI 1726:2019”. Laporan Tugas Akhir ini nantinya dijadikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) di Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah membantu terselesaikannya tugas akhir ini. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat kepada pihak-pihak yang telah membantu, khususnya yaitu :

1. Bapak Ivan Jansen Saragih, ST, MT, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dalam penyusunan Tugas Akhir.
2. Bapak/ Ibu dosen dan seluruh karyawan Departemen Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama menjalani perkuliahan.
3. Kedua orang tua, adik, dan keluarga atas doa dan dukungannya
4. Saudara Kamaluddin, S.T., atas motivasi dan semangatnya.
5. Saudara Muhammad Rizki Ramadhana, S.Tr.T, atas kesediaannya untuk berbagi ilmu selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
6. Rekan-rekan mahasiswa/i Teknik Sipil Reguler 2 angkatan tahun 2019/2020 atas kebersamaan dan kesempatan saling berbagi ilmu.

Jakarta, 17 Januari 2022

Dias Wahyu Lestari

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah	I-2
1.3 Perumusan Masalah	I-2
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian	I-3
1.5 Manfaat Penelitian	I-3
1.6 Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah	I-3
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Konsep Dasar Gempa Bumi	II-1

2.2	Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa.....	II-1
2.3	Sistem Ganda	II-2
2.3.1	Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.....	II-2
2.3.2	Dinding Geser	II-3
2.4	Pembebanan	II-3
2.5	Kombinasi Pembebanan.....	II-4
2.6	Respons Spektrum Gempa	II-5
2.6.1	Kategori Risiko	II-6
2.6.2	Koefisien Respon Spektral Percepatan Gempa	II-9
2.6.3	Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa.....	II-11
2.6.4	Kategori Desain Seismik	II-12
2.6.5	Gaya Geser Dasar	II-12
2.7	Analisis Beban Dorong Statik (<i>Pushover</i>).....	II-16
2.8	Metode Spektrum Kapasitas ATC-40.....	II-17
2.9	Penentuan Simpangan Antar Lantai.....	II-18
2.10	Analisis Respons Struktur	II-20
2.11	Mekanisme Sendi Plastis.....	II-21
2.12	Kriteria Struktur Tahan Gempa.....	II-23
BAB III METODE PENELITIAN.....		III-1
3.1	Pengumpulan Data	III-1
3.2	Informasi Gedung.....	III-1

3.3	Analisis Struktur dengan <i>Software</i> ETABS	III-2
3.4	Diagram Alir Penelitian	III-3
BAB IV HASIL DAN ANALISIS.....		IV-1
4.1	Umum.....	IV-1
4.1.1.	Informasi Gedung	IV-1
4.1.2.	Standar Acuan.....	IV-1
4.1.3.	Spesifikasi Umum Material	IV-1
4.2	Pembebanan	IV-2
4.2.1	Beban Mati.....	IV-2
4.2.2	Beban Hidup	IV-3
4.2.3	Beban Gempa.....	IV-3
4.2.4	Kombinasi Pembebanan	IV-7
4.3	<i>Preliminary Design</i>	IV-8
4.3.1	<i>Preliminary Design</i> Balok	IV-8
4.3.2	<i>Preliminary Design</i> Pelat.....	IV-9
4.3.3	<i>Preliminary Design</i> Kolom.....	IV-10
4.4	Permodelan ETABS	IV-13
4.5	Hasil Permodelan	IV-15
4.5.1	Kontrol Partisipasi Massa	IV-17
4.5.2	Gaya Geser Dasar Gempa Statik Ekuivalen	IV-18
4.5.3	Pengecekan Gaya Gempa	IV-24

4.5.4	Pengecekan Sistem Ganda	IV-24
4.5.5	Pengecekan Simpangan Antar Lantai	IV-25
4.5.6	Pengaruh P-Delta	IV-28
4.5.7	Ketidakteraturan Struktur.....	IV-30
4.6	<i>Pushover Analysis</i>	IV-41
4.6.1	Kurva Kapasitas	IV-42
4.6.2	Evaluasi Kinerja Struktur.....	IV-45
4.6.3	Mekanisme Sendi Plastis	IV-51
4.7	Penulangan Struktur Kolom dan Balok.....	IV-60
4.7.1	Penulangan Balok Primer	IV-60
4.7.2	Penulangan Balok Sekunder	IV-76
4.7.3	Penulangan Struktur Kolom.....	IV-91
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		V-1
5.1.	Kesimpulan	V-1
5.2.	Saran.....	V-3
DAFTAR PUSTAKA.....		Pustaka-1
LAMPIRAN		Lampiran-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-target (MCE_R) wilayah Indonesia untuk respon spektrum 0,2 detik (Redaman kritis 5%)	II-5
Gambar II-2 Parameter gerak tanah S_1 , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-target (MCE_R) wilayah Indonesia untuk respon spektrum 0,2 detik (redaman kritis 5%)	II-6
Gambar II-3 Spektrum respons desain.....	II-11
Gambar II-4 Kurva <i>Pushover</i>	II-16
Gambar II-5 Modifikasi Kurva Kapasitas menjadi Spektrum Kapasitas (ATC-40)	II-18
Gambar II-6 Penentuan Simpangan Antar Lantai.....	II-19
Gambar II-7 Respons Struktur.....	II-21
Gambar II-8 Sendi Plastis yang Terjadi pada Balok dan Kolom.....	II-21
Gambar II-9 Properti Sendi Plastis	II-22
Gambar II-10 Kurva Level Kinerja	II-24
Gambar III-1 Lokasi Gedung	III-1
Gambar III-2 <i>Layout</i> Struktur Gedung Perkantoran Lantai 1-2	III-2
Gambar III-3 <i>Layout</i> Struktur Gedung Perkantoran Lantai 3-11	Error! Bookmark not defined.
Gambar III-4 <i>Layout</i> Struktur Gedung Perkantoran Lantai Atap.....	III-2
Gambar IV-1 Spektrum Respon Desain.....	IV-4
Gambar IV-2 Spektrum Respon Desain Wilayah Yogyakarta untuk Kelas Situs Tanah Lunak	IV-7
Gambar IV-3 <i>Tributary Area</i> I.....	IV-10
Gambar IV-4 Pemodelan 3D Struktur Gedung.....	IV-13

Gambar IV-5 <i>Layout</i> Pemodelan ETABS Lantai 1-11	IV-14
Gambar IV-6 <i>Layout</i> Pemodelan ETABS Lantai Atap.....	IV-14
Gambar IV-7 <i>Check Model</i>	IV-15
Gambar IV-8 <i>Column P-M-M Interaction Ratio</i>	IV-16
Gambar IV-9 Hasil Verifikasi <i>Design Check</i>	IV-16
Gambar IV-10 Simpangan Antar Lantai.....	IV-28
Gambar IV-11 Pengaruh P-Delta.....	IV-30
Gambar IV-12 Ketidakberaturan Torsi	IV-31
Gambar IV-13 Ketidakberaturan Sudut Dalam	IV-33
Gambar IV-14 Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma	IV-34
Gambar IV-15 Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus Terhadap Bidang. IV-35	
Gambar IV-16 Ketidakberaturan Sistem Nonparalel.....	IV-35
Gambar IV-17 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak	IV-36
Gambar IV-18 Ketidakberaturan Berat (Massa).....	IV-37
Gambar IV-19 Ketidakberaturan Geometri Vertikal.....	IV-38
Gambar IV-20 Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang Pada Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral	IV-39
Gambar IV-21 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat.....	IV-40
Gambar IV-22 Tingkatan Plastifikasi Sendi Plastis.....	IV-42
Gambar IV-23 Kurva Kapasitas <i>Pushover</i> Arah X.....	IV-43
Gambar IV-24 Kurva Kapasitas <i>Pushover</i> Arah Y.....	IV-44
Gambar IV-25 <i>Performance Point Pushover</i> Arah X Metode FEMA 356	IV-48
Gambar IV-26 <i>Performance Point Pushover</i> Arah Y Metode FEMA 356	IV-49

Gambar IV-27 <i>Performance Point Pushover</i> Arah Y Metode FEMA 440	IV-50
Gambar IV-28 <i>Performance Point Pushover</i> Arah Y Metode FEMA 440	IV-51
Gambar IV-29 Sendi Plastis <i>Pushover</i> Arah X <i>Step</i> 13	IV-52
Gambar IV-30 Sendi Plastis <i>Pushover</i> Arah X <i>Step</i> 14	IV-52
Gambar IV-31 Sendi Plastis <i>Pushover</i> Arah X <i>Step</i> 15	IV-53
Gambar IV-32 Sendi Plastis <i>Pushover</i> Arah X <i>Step</i> 16	IV-53
Gambar IV-33 Sendi Plastis <i>Pushover</i> Arah X <i>Step</i> 17	IV-54
Gambar IV-34 Sendi Plastis <i>Pushover</i> Arah X <i>Step</i> 18	IV-54
Gambar IV-35 Sendi Plastis <i>Pushover</i> Arah X <i>Step</i> 19	IV-55
Gambar IV-36 Sendi Plastis <i>Pushover</i> Arah X <i>Step</i> 20	IV-55
Gambar IV-37 Sendi Plastis <i>Pushover</i> Arah Y <i>Step</i> 14	IV-56
Gambar IV-38 Sendi Plastis <i>Pushover</i> Arah Y <i>Step</i> 15	IV-57
Gambar IV-39 Sendi Plastis <i>Pushover</i> Arah Y <i>Step</i> 16	IV-57
Gambar IV-40 Sendi Plastis <i>Pushover</i> Arah Y <i>Step</i> 17	IV-58
Gambar IV-41 Sendi Plastis <i>Pushover</i> Arah Y <i>Step</i> 18	IV-58
Gambar IV-42 Sendi Plastis <i>Pushover</i> Arah Y <i>Step</i> 19	IV-59
Gambar IV-43 Output <i>SPColumn</i> Arah X	IV-93
Gambar IV-44 Output <i>SPColumn</i> Arah Y	IV-94
Gambar IV-45 Mekanisme SCWB Kolom C12	IV-96
Gambar IV-46 Sketsa Sumbu Mayor dan Sumbu Minor Kolom	IV-96
Gambar IV-47 Diagram Interaksi Kolom K800-C12 Arah X	IV-97
Gambar IV-48 Diagram Interaksi Kolom K800-C12 Arah Y	IV-97
Gambar IV-49 Diagram Interaksi Kolom K800-C12 Arah X ($f_s = 1.25 f_y$)	IV-103
Gambar IV-50 Diagram Interaksi Kolom K800-C12 Arah Y ($f_s = 1.25 f_y$)	IV-104
Gambar IV-51 Skema Geser pada <i>Joint</i>	IV-113

DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa.....	II-6
Tabel II-2 Lanjutan Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa.....	II-7
Tabel II-3 Faktor keutamaan gempa.....	II-8
Tabel II-4 Koefisien Situs, F_a	II-10
Tabel II-5 Koefisien Situs, F_V	II-10
Tabel II-6 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek.....	II-12
Tabel II-7 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik.....	II-12
Tabel II-8 Faktor R , Ω_0 , C_d sistem penahan gaya gempa.....	II-13
Tabel II-9 Nilai parameter C_t dan x	II-15
Tabel II-10 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	II-15
Tabel II-11 Simpangan antar lantai ijin $(\Delta a)^{a,b}$	II-19
Tabel II-12 Tingkat Kerusakan Struktur.....	II-22
Tabel II-13 Evaluasi Batas Simpangan Berbasis Kinerja Sesuai ATC-40.....	II-24
Tabel IV-1 Beban Mati Tambahan pada Lantai Atap.....	IV-2
Tabel IV-2 Beban Mati Tambahan pada Lantai Tipikal.....	IV-2
Tabel IV-3 Beban Hidup.....	IV-3
Tabel IV-4 Output Respon Spektral.....	IV-5
Tabel IV-5 Koefisien Situs, F_a	IV-5
Tabel IV-6 Koefisien Situs, F_v	IV-5
Tabel IV-7 Kategori Desain Seismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek.....	IV-6

Tabel IV-8 Kategori Desain Seismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik	IV-6
Tabel IV-9 Spektrum Respon Desain Wilayah Yogyakarta untuk Kelas Situs Tanah Lunak	IV-7
Tabel IV-10 Tinggi Minimum Balok Nonprategang	IV-8
Tabel IV-11 Rekapitulasi Dimensi Awal Balok	IV-9
Tabel IV-12 Jenis Pelat	IV-9
Tabel IV-13 Jenis Pelat yang Digunakan	IV-9
Tabel IV-14 Ketebalan Minimum Pelat Satu Solid Satu Arah Nonprategang	IV-10
Tabel IV-15 Tebal Pelat yang Digunakan	IV-10
Tabel IV-16 Beban pada Lantai Atap untuk <i>Tributary Area I</i>	IV-11
Tabel IV-17 Beban pada Lantai Tipikal untuk <i>Tributary Area I</i>	IV-11
Tabel IV-18 Dimensi Awal Kolom yang Digunakan	IV-13
Tabel IV-19 Output ETABS Partisipasi Massa Rasio	IV-17
Tabel IV-20 Lanjutan Output ETABS Partisipasi Massa Rasio	IV-18
Tabel IV-21 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	IV-18
Tabel IV-22 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	IV-19
Tabel IV-23 Nilai Periode Struktur	IV-19
Tabel IV-24 Koefisien Respon Seismik	IV-21
Tabel IV-25 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Arah X	IV-23
Tabel IV-26 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Arah Y	IV-23
Tabel IV-27 Pengecekan Gaya Gempa	IV-24
Tabel IV-28 Cek Sistem Ganda	IV-25
Tabel IV-29 Simpangan antar tingkat izin, Δa	IV-26
Tabel IV-30 Simpangan Arah X	IV-26

Tabel IV-31 Simpangan Arah Y	IV-27
Tabel IV-32 Pengaruh P-Delta Arah X.....	IV-29
Tabel IV-33 Pengaruh P-Delta Arah Y	IV-30
Tabel IV-34 Ketidakberaturan Torsi Arah X.....	IV-32
Tabel IV-35 Ketidakberaturan Torsi Arah Y.....	IV-32
Tabel IV-36 Pengecekan Ketidakberaturan Sudut Dalam	IV-33
Tabel IV-37 Pengecekan Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma.....	IV-34
Tabel IV-38 Pengecekan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak	IV-36
Tabel IV-39 Pengecekan Ketidakberaturan Berat (Massa)	IV-37
Tabel IV-40 Ketidakberaturan Geometri Vertikal	IV-38
Tabel IV-41 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat.....	IV-40
Tabel IV-42 Rekapitulasi Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal Dan Vertikal ..	IV-41
Tabel IV-43 <i>Output Pushover</i> Arah X.....	IV-44
Tabel IV-44 <i>Output Pushover</i> Arah Y.....	IV-45
Tabel IV-45 Kriteria <i>Performance Level</i> ATC-40.....	IV-46
Tabel IV-46 <i>Base Shear vs Monitored Displacement Pushover</i> Arah X.....	IV-46
Tabel IV-47 <i>Base Shear vs Monitored Displacement Pushover</i> Arah Y.....	IV-47
Tabel IV-48 <i>Performance Level</i> Struktur Gedung dengan Metode ATC-40	IV-47
Tabel IV-49 Kriteria <i>Performance Level</i> FEMA 356.....	IV-48
Tabel IV-50 <i>Performance Point</i> dengan Metode FEMA 356	IV-49
Tabel IV-51 Kriteria <i>Performance Level</i> FEMA 440.....	IV-50
Tabel IV-52 <i>Performance Point</i> dengan Metode FEMA 440	IV-51
Tabel IV-53 Sendi Plastis Pushover Arah X.....	IV-56
Tabel IV-54 Sendi Plastis Pushover Arah Y.....	IV-59

Tabel IV-55 Data Material dan Penampang B550/800.....	IV-60
Tabel IV-56 Syarat Gaya dan Geometri Struktur Tahan Gempa.....	IV-61
Tabel IV-57 Rekapitulasi Penulangan Balok Primer.....	IV-76
Tabel IV-58 Data Material dan Penampang Balok Sekunder.....	IV-77
Tabel IV-59 Rekapitulasi Penulangan Balok Sekunder.....	IV-90
Tabel IV-60 Data Material dan Penampang K800	IV-91
Tabel IV-61 Gaya Aksial K800-C12	IV-92
Tabel IV-62 Gaya Geser K800-C12	IV-92
Tabel IV-63 Nilai M_{nc} Kolom K800-C12.....	IV-98
Tabel IV-64 Data M_{nb}	IV-98
Tabel IV-65 Nilai M_{prc} Kolom K800-C12.....	IV-104
Tabel IV-66 Rekapitulasi Penulangan Kolom.....	IV-113



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Gambar AutoCAD.....	Lampiran-1
Lampiran B <i>Output</i> Gaya Dalam ETABS v.18.....	Lampiran-2
Lampiran C <i>Output Pushover Analysis</i> ETABS v.18.....	Lampiran-3
Lampiran D <i>Output spColumn</i>	Lampiran-4

