

**TUGAS AKHIR**

**PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR BETON BERTULANG  
BERDASARKAN ANALISIS *PUSHOVER* DENGAN ANALISIS  
RIWAYAT WAKTU (STUDI KASUS GEDUNG TREMBESI  
TOWER, SERPONG, BANTEN)**



UNIVERSITAS  
Disusun oleh:  
**Yudha Prawira Bintang**  
41118110037

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**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** : PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR BETON BERTULANG BERDASARKAN ANALISIS *PUSHOVER* DENGAN ANALISIS RIWAYAT WAKTU (STUDI KASUS GEDUNG TREMBESI TOWER, SERPONG, BANTEN)

Disusun oleh :

**Nama** : Yudha Prawira Bintang  
**NIM** : 41118110037  
**Program Studi** : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan **LULUS** sidang sarjana pada tanggal 15 Februari 2023

Pembimbing Tugas Akhir

**Dian Rahmawati, S.T., M.T.**

Mengetahui,

Ketua Penguji

**Ir. Pariatmono Sukamdo, M.Sc., DIC, Ph.D.**

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 : Yudha Prawira Bintang  
Nomor Induk Mahasiswa : 41118110037  
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 kesarjanaannya saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 22 Februari 2023

Yang memberikan pernyataan



**Yudha Prawira Bintang**

UNIVERSI  
MERCU BUANA

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT berkat rahmat-Nya dan izin-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Perbandingan Kinerja Struktur Beton Bertulang berdasarkan Analisis *Pushover* dengan Analisis Riwayat Waktu (Studi Kasus Gedung Trembesi Tower, Serpong, Banten)”.

Tujuan dibuatnya Tugas Akhir ini sebagai syarat dalam rangka memperoleh gelar Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT., yang telah memberikan rahmat dan izin-Nya.
2. Anggota keluarga yang senantiasa memberikan doa, motivasi dan dukungan.
3. Ibu Dian Rahmawati, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, pengarahan dan ilmunya.
4. Bapak/Ibu dosen dan seluruh karyawan/karyawati Departemen Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang telah membantu selama menjalani perkuliahan.
5. Rekan-rekan mahasiswa/i Teknik Sipil Reguler 2 angkatan 33 atas kebersamaan dan kesempatan saling berbagi ilmu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Jakarta, 03 Februari 2023

Yudha Prawira Bintang

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2. Identifikasi Masalah .....	I-4
1.3. Rumusan Masalah .....	I-4
1.4. Tujuan Penelitian .....	I-5
1.5. Manfaat Penelitian .....	I-5
1.6. Pembatasan Masalah .....	I-5
1.7. Sistematika Penulisan.....	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	II-1
2.1. Tinjauan Umum .....	II-1
2.2. Pembebanan .....	II-1
2.3. Analisis Pembebanan .....	II-2
2.4. Pembebanan Gempa.....	II-5
2.5. Respon Spektrum Gempa.....	II-6
2.6. Analisis Statik Linier.....	II-7
2.7. Kategori Risiko Bangunan .....	II-10

2.8.	<i>Analisis Pushover</i> .....	II-13
2.9.	Sendi Plastis .....	II-15
2.10.	Analisis Riwayat Waktu.....	II-16
2.11.	<i>Performance Based Design</i> .....	II-17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		III-1
3.1.	Pendahuluan .....	III-1
3.2.	Pengumpulan Data .....	III-1
3.3.	Pengolahan Data.....	III-1
3.4.	Tahapan Penelitian .....	III-3
BAB IV HASIL DAN ANALISIS .....		IV-1
4.1.	Informasi Umum .....	IV-1
4.2.	Pembebanan .....	IV-2
4.3.	Kombinasi Pembebanan.....	IV-7
4.4.	Pemodelan Struktur.....	IV-8
4.5.	Hasil dan Analisis Pemodelan.....	IV-21
4.6.	Penulangan .....	IV-41
4.7.	<i>Analisis Pushover</i> .....	IV-45
4.8.	Sendi Plastis .....	IV-55
4.9.	Analisis Riwayat Waktu.....	IV-56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		V-1
5.1.	Kesimpulan .....	V-1
5.2.	Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA .....		Pustaka-1
LAMPIRAN.....		Lampiran-1

## DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Kombinasi Beban.....	II-2
Tabel II-2 Faktor Reduksi Kekuatan ( $\Phi$ ).....	II-3
Tabel II-3 Nilai SDS ditentukan berdasarkan kategori risiko bangunan .....	II-8
Tabel II-4 Faktor $R$ , $\Omega$ , $C$ sistem penahan gaya gempa .....	II-9
Tabel II-5 Kategori desain seismik berdasarkan respons kecepatan pada periode pendek .....	II-10
Tabel II-6 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa ....	II-10
Tabel IV-1 Partisipasi Massa Ragam Gedung .....	IV-21
Tabel IV-2 Ragam Getar Struktur Gedung .....	IV-24
Tabel IV-3 Frekuensi dan Periode Struktur Gedung .....	IV-24
Tabel IV-4 Nilai Periode Struktur .....	IV-27
Tabel IV-5 Nilai Koefisien Respon Seismik .....	IV-28
Tabel IV-6 Berat Seismik Efektif .....	IV-28
Tabel IV-7 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Arah-X dan Arah-Y .....	IV-31
Tabel IV-8 Gaya Geser Dasar Hasil Analisis Kombinasi Ragam .....	IV-32
Tabel IV-9 Pengecekan Gaya Geser Dasar Statik dan Dinamik .....	IV-33
Tabel IV-10 Pengecekan Sistem Ganda .....	IV-33
Tabel IV-11 Ketidakberaturan Tingkat Lunak Arah-X .....	IV-34
Tabel IV-12 Ketidakberaturan Tingkat Lunak Arah-Y .....	IV-35
Tabel IV-13 Ketidakberaturan Massa .....	IV-37
Tabel IV-14 Ketidakberaturan Tingkat Lemah .....	IV-38
Tabel IV-15 Ketidakberaturan Torsi.....	IV-40
Tabel IV-16 Rekapitulasi Ketidakberaturan Struktur .....	IV-41
Tabel IV-17 Pola Penulangan Balok 400x800 .....	IV-42
Tabel IV-18 Pola Penulangan Balok 800x800 .....	IV-43
Tabel IV-19 Pola Penulangan Dinding Geser 450mm .....	IV-44
Tabel IV-20 Performance Level ATC-40 Arah-X dan Arah-Y .....	IV-54
Tabel IV-21 Performance Level FEMA 440 Arah-X dan Arah-Y .....	IV-54
Tabel IV-22 Performance Level ATC-40 Arah-X dan Arah-Y .....	IV-64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1 Lokasi Proyek.....	I-2
Gambar I-2 Grafik non-linier struktur terhadap beban gempa besar.....	I-4
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-7
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-7
Gambar II-3 Kurva <i>Pushover</i> .....	II-14
Gambar II-4 Sendi Plastis Pada Balok dan Kolom.....	II-16
Gambar II-5 Ilustrasi Tingkat Kinerja Bangunan.....	II-18
Gambar III-1 Tahapan Penelitian .....	III-3
Gambar IV-1 Spektrum Respon Desain .....	IV-4
Gambar IV-2 Parameter Grafik Desain Spektra .....	IV-5
Gambar IV-3 Data Jenis Material Beton .....	IV-8
Gambar IV-4 Data Penampang Balok dan Kolom .....	IV-9
Gambar IV-5 Data Penampang Plat Lantai dan Dinding Geser .....	IV-9
Gambar IV-6 Key Plan Struktur Kolom Lantai 1 s.d 31 .....	IV-10
Gambar IV-7 Key Plan Struktur Balok Lantai 1 s.d 31 .....	IV-10
Gambar IV-8 Key Plan Struktur Dinding Geser Lantai 1 s.d 30.....	IV-10
Gambar IV-9 3D Struktur Plat Lantai 1 s.d 31.....	IV-11
Gambar IV-10 Pemodelan 3D Struktur Gedung.....	IV-11
Gambar IV-11 Kondisi Perletakan Jepit.....	IV-11
Gambar IV-12 Input Kondisi Perletakan .....	IV-12
Gambar IV-13 Input Berat Sendiri Struktur .....	IV-12
Gambar IV-14 Konversi Berat Model dan Beban Menjadi Massa.....	IV-13
Gambar IV-15 Beban Angin pada Struktur .....	IV-13
Gambar IV-16 Input Beban Angin .....	IV-14
Gambar IV-17 Beban Gempa Statis pada Struktur.....	IV-14
Gambar IV-18 Input Beban Gempa Statis.....	IV-15
Gambar IV-19 Input Beban Tekanan Plat Lantai .....	IV-15



Gambar IV-20 Beban Tekanan Plat Lantai pada Model.....	IV-16
Gambar IV-21 Pembebanan Statik Struktur Gedung .....	IV-16
Gambar IV-22 Input Beban Respon Spektrum.....	IV-16
Gambar IV-23 Cek Kontrol Analisis Ragam.....	IV-17
Gambar IV-24 Input Kekakuan Penampang Kolom.....	IV-17
Gambar IV-25 Input Kekakuan Penampang Balok .....	IV-18
Gambar IV-26 Input Kekakuan Penampang Dinding Geser dan Plat Lantai .....	IV-18
Gambar IV-27 Input Faktor Kombinasi Pembebanan .....	IV-19
Gambar IV-28 Input Jenis Tulangan Beton Bertulang .....	IV-19
Gambar IV-29 Input Dimensi Tulangan Balok, Kolom, dan Dinding Geser Beton Bertulang.....	IV-20
Gambar IV-30 Desain Tulangan Plat Lantai Beton Bertulang .....	IV-20
Gambar IV-31 Tampilan Ragam Getar Pertama (T=4,6739 detik) .....	IV-23
Gambar IV-32 Tampilan Ragam Getar Kedua (T=4,3064 detik).....	IV-23
Gambar IV-33 Tampilan Ragam Getar Ketiga (T=3,1080 detik) .....	IV-23
Gambar IV-35 Desain Luas Tulangan Elemen Struktur Otomatis .....	IV-42
Gambar IV-36 Detail Balok 400x800.....	IV-42
Gambar IV-37 Detail Kolom 800x800 .....	IV-43
Gambar IV-38 Detail Dinding Geser 450mm.....	IV-44
Gambar IV-39 Penulangan Plat Lantai .....	IV-44
Gambar IV-40 Pushover Global Control.....	IV-45
Gambar IV-41 Pushover Load Case .....	IV-46
Gambar IV-42 Pushover Hinge Properties .....	IV-47
Gambar IV-43 Perhitungan Otomatis Properti Sendi FEMA.....	IV-47
Gambar IV-44 Kurva Kapasitas Arah-X .....	IV-48
Gambar IV-45 Kurva Kapasitas Arah-Y .....	IV-49
Gambar IV-46 Kurva Performance Point Arah-X ATC-40.....	IV-50
Gambar IV-47 Kurva Performance Point Arah-Y ATC-40.....	IV-51
Gambar IV-48 Kurva Performance Point Arah-X FEMA 440.....	IV-52
Gambar IV-49 Kurva Performance Point Arah-Y FEMA 440.....	IV-53
Gambar IV-50 Sendi Plastis Pushover Arah-X .....	IV-55
Gambar IV-51 Sendi Plastis Pushover Arah-Y .....	IV-55
Gambar IV-52 Penentuan Material Inelastik Properti .....	IV-56

Gambar IV-53 Penentuan Properti Sendi .....	IV-57
Gambar IV-54 Time History Global Control .....	IV-57
Gambar IV-55 Time History Load Case.....	IV-58
Gambar IV-56 Time History Function .....	IV-58
Gambar IV-57 Input Respon Spektrum Target.....	IV-60
Gambar IV-58 Time Varying Static Load .....	IV-61
Gambar IV-59 Sendi Plastis Riwayat Waktu El Centro Arah-X.....	IV-62
Gambar IV-60 Sendi Plastis Riwayat Waktu El Centro Arah-Y .....	IV-62
Gambar IV-61 Sendi Plastis Riwayat Waktu Mexico City Arah-X.....	IV-62
Gambar IV-62 Sendi Plastis Riwayat Waktu Mexico City Arah-Y .....	IV-63
Gambar IV-63 Sendi Plastis Riwayat Waktu Hyougoken Arah-X.....	IV-63
Gambar IV-64 Sendi Plastis Riwayat Waktu Hyougoken Arah-Y.....	IV-63



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran-I Output Analisis Pushover FEMA .....	Lampiran-1
Lampiran-II Output Analisis Riwayat Waktu Data Gempa El Centro, 1940 ..	Lampiran-5
Lampiran-III Output Analisis Riwayat Waktu Data Gempa Mexico City, 1985 .....	Lampiran-7
Lampiran IV Output Analisis Riwayat Waktu Data Gempa Hyougoken, 1995..... .....	Lampiran-10



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA