

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN ULANG GEDUNG BERTINGKAT TINGGI DENGAN MENGUNAKAN SISTEM *OUTRIGGER*

Studi kasus: Apartemen Bekasi 50 Lantai

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



Dosen Pembimbing:

Jef Franklyn Sinulingga, ST, MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2022

	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 : PERANCANGAN ULANG GEDUNG BERTINGKAT
TINGGI DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM
OUTRIGGER**


Studi kasus: Apartemen Bekasi 50 Lantai

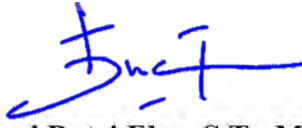
Disusun oleh :

Nama : Adhie Fajar Sugiantoro
NIM : 41118110099
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan **LULUS** sidang sarjana pada tanggal 24 September 2022

Pembimbing Tugas Akhir Mengetahui, Ketua Penguji


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


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 : Adhie Fajar Sugiantoro
Nomor Induk Mahasiswa : 41118110099
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 kesarjanaannya saya.

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

Jakarta, 9 September 2022

Yang memberikan pernyataan,



Adhie Fajar Sugiantoro

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayat, dan karunia-Nya, tidak lupa shalawat serta salam yang selalu tercurah kepada panutan kita Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tugas akhir ini. Selama proses penyusunan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak bimbingan, dukungan dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat yang besar penulis menyampaikan rasa terimakasih yang tulus dan sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua yang telah membesarkan, membimbing dengan sabar dan mendoakan tiada henti.
2. Bapak Jef Franklyn Silinunga, ST, MT. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar mengarahkan dan telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing penulis.
3. Ibu Ir. Sylvia Indriany, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.
4. Segenap Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik yang telah memberikan ilmunya yang bermanfaat selama proses perkuliahan.
5. Bapak Junaedi Masil, ST. selaku Direktur PT. Jasa Merancang Andalan yang telah membantu memberikan dukungan selama proses perkuliahan dan memberikan teloransi waktu sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Zardi Anefi, ST. selaku *Engineering Manager* PT. Jasa Merancang Andalan yang membantu memberikan saran dan arahan dalam penyusunan tugas akhir ini.

7. Rekan-rekan staf PT. Jasa Merancang Andalan yang memberikan dukungan dalam proses pembuatan tugas akhir ini.
8. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil yang selalu memberikan dukungan dalam proses pembuatan tugas akhir ini.
9. Semua pihak yang membantu kelancaran penulisan yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan keberkahan kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun dan menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih belum sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk membantu dalam perbaikan penulis di kemudian hari. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak. Aamiin.



Jakarta, 9 September 2022

Adhie Fajar Sugiantoro

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I.....	I-1
PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah.....	I-3
1.3 Perumusan Masalah.....	I-3
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-4
1.6 Batasan dan Ruang Lingkup Masalah.....	I-4
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-5
BAB II.....	II-1
TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERFIKIR.....	II-1
2.1 Uraian Umum.....	II-1

2.2	Konsep Desain	II-2
2.3	Struktur Beton Bertulang	II-3
2.3.1	Kolom	II-6
2.3.2	Balok.....	II-6
2.3.3	Pelat	II-7
2.3.4	Dinding Geser.....	II-8
2.4	Ketentuan Perencanaan Pembebanan	II-9
2.4.1	Analisa Pembebanan	II-9
2.4.2	Kombinasi Pembebanan	II-17
2.5	Wilayah Gempa Bumi di Indonesia.....	II-19
2.6	Respon Struktur	II-20
2.7	Sistem <i>Outrigger</i>	II-21
2.7.1	Lokasi Optimal <i>Outrigger</i>	II-23
2.7.2	Elemen Struktur Sistem <i>Outrigger</i>	II-24
2.8	Kerangka Berfikir	II-26
2.9	Penelitian Terdahulu	II-27
BAB III		III-1
METODOLOGI PENELITIAN		III-1
3.1	Diagram Alir Perencanaan Struktur Bangunan	III-1
3.2	Pengumpulan Data.....	III-3
3.3	Analisa Pembebanan.....	III-5

3.4.1	Beban Mati	III-5
3.4.2	Beban Hidup	III-6
3.4.3	Beban Gempa	III-6
3.4	Pemodelan Struktur.....	III-6
3.4.4	Lingkup Perencanaan	III-6
3.4.5	Deskripsi Model Bangunan	III-7
3.5	Analisa Gaya Dalam	III-7
BAB IV		IV-1
ANALISA DAN PEMBAHASAN.....		IV-1
4.1	Data Perencanaan.....	IV-1
4.2	<i>Preliminary Design</i>	IV-2
4.2.1	Perencanaan Dimensi Balok.....	IV-2
4.2.2	Perencanaan Dimensi Pelat	IV-5
4.2.3	Perencanaan Dimensi Kolom	IV-9
4.2.4	Perencanaan Dimensi <i>Corewall</i> dan Balok <i>Outrigger</i>	IV-14
4.3	Pembebanan dan Analisa Struktur.....	IV-17
4.3.1	Pemodelan Struktur	IV-17
4.3.2	Pembebanan.....	IV-18
4.3.3	Analisa Struktur.....	IV-23
4.3.4	Berat Sendiri Bangunan.....	IV-23
4.3.5	Jumlah Respon Ragam	IV-27

4.3.6	Perioda Struktur dan Skala Gaya Gempa	IV-28
4.3.7	Simpangan Bangunan (<i>Drift</i>)	IV-32
4.3.8	Pengaruh P-Delta.....	IV-36
4.3.9	Pengecekan Kontribusi Minimum 25% pada <i>Frame</i>	IV-41
4.4	Perencanaan Struktur Primer	IV-41
4.4.1	Balok Induk	IV-41
4.4.2	Kolom.....	IV-61
4.4.3	<i>Corewall</i>	IV-72
4.4.4	<i>Outrigger</i>	IV-82
BAB V	V-1
KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.1.1	Perioda Struktur dan Skala Gaya Gempa.....	V-1
5.1.2	Simpangan Bangunan (<i>Drift</i>)	V-2
5.1.3	Pengaruh P-Delta.....	V-2
5.1.4	Pengecekan Kontribusi Minimum 25% pada <i>Frame</i>	V-2
5.1.5	Penulangan Struktur Primer	V-3
5.2	Saran	V-6
DAFTAR PUSTAKA	Pustaka-1
LAMPIRAN	Lampiran-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 *Outrigger* Konvensional (kiri) dan *Outrigger* Virtual (kanan)..... I-2

Gambar 2.1 Spektrum Respon Desain II-14

Gambar 2.2 Peta transisi periode panjang, TL, wilayah Indonesia II-15

Gambar 2.3 Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-
tertarget (MCER) wilayah Indonesia II-19

Gambar 2.4 Parameter gerak tanah, S_1 , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-
tertarget (MCER) wilayah Indonesia II-20

Gambar 2.5 *Outrigger* pada puncak bangunan II-22

Gambar 2.6 *Outrigger* pada 1/4 ketinggian bangunan II-22

Gambar 2.7 *Outrigger* pada 1/2 ketinggian bangunan II-22

Gambar 2.8 *Outrigger* pada 3/4 ketinggian bangunan II-23

Gambar 2.9 Kerangka berfikir II-26

Gambar 3.1 Diagram Alir Tugas Akhir III-2

Gambar 3.2 Gambar Struktural Apartemen Bekasi 50 Lantai III-4

Gambar 4.1 Denah struktur Apartemen Bekasi 50 Lantai IV-2

Gambar 4.2 Balok induk yang ditinjau IV-3

Gambar 4.3 Balok anak yang ditinjau IV-4

Gambar 4.4 Balok anak yang ditinjau IV-6

Gambar 4.5 Daerah pembebanan kolom.....	IV-10
Gambar 4.6 Desain <i>shearwall</i> yang ditinjau.....	IV-15
Gambar 4.7 <i>Outrigger</i> yang ditinjau.....	IV-16
Gambar 4.8 Pemodelan desain modifikasi struktur Apartemen Bekasi 50 Lantai	IV-17
Gambar 4.9 Kurva respon spektrum desain.....	IV-22
Gambar 4.10 Grafik simpangan antar tingkat.....	IV-35
Gambar 4.11 Grafik simpangan akibat pengaruh P-Delta.....	IV-40
Gambar 4.12 Sket tulangan balok BI-1	IV-60
Gambar 4.13 Diagram interaksi (Kondisi-1)	IV-63
Gambar 4. 14 Diagram interaksi (Kondisi-2)	IV-64
Gambar 4.15 Diagram interaksi (Kondisi-3)	IV-64
Gambar 4.16 Diagram interaksi (Kondisi-4)	IV-65
Gambar 4.17 Diagram interaksi (Kondisi-5)	IV-65
Gambar 4.18 Diagram interaksi (Kondisi-6)	IV-66
Gambar 4.19 Sket tulangan kolom 1200 mm x 1200 mm.....	IV-71
Gambar 4.20 Diagram interaksi (Kondisi-1)	IV-74
Gambar 4.21 Diagram interaksi (Kondisi-2)	IV-75
Gambar 4.22 Diagram interaksi (Kondisi-3)	IV-75
Gambar 4.23 Diagram interaksi (Kondisi-4)	IV-76
Gambar 4.24 Diagram interaksi (Kondisi-5)	IV-76
Gambar 4.25 Diagram interaksi (Kondisi-6)	IV-77
Gambar 4.26 Sket tulangan <i>corewall</i>	IV-81
Gambar 4.27 Sket tulangan balok <i>outrigger</i>	IV-91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ketebalan selimut beton untuk komponen struktur beton nonprategang yang dicor ditempat	II-5
Tabel 2.2 Tinggi minimum balok nonprategang	II-6
Tabel 2.3 Ketebalan minimum pelat solid satu arah nonprategang	II-7
Tabel 2.4 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang tanpa balok interior (mm)	II-8
Tabel 2.5 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa	II-11
Tabel 2.6 Faktor keutamaan gempa	II-12
Tabel 2.7 Klasifikasi situs	II-13
Tabel 2.8 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	II-17
Tabel 2.9 Penelitian Terdahulu	II-27
Tabel 4.1 Rekapitulasi dimensi balok	IV-5
Tabel 4.2 Titik berat balok T terhadap tepi atas (y)	IV-7
Tabel 4.3 Momen inersia pelat & balok	IV-7
Tabel 4.4 Beban mati tributari area lantai apartemen	IV-10
Tabel 4.5 Beban mati tributari area lantai atap apartemen	IV-11
Tabel 4.6 Rekapitulasi dimensi kolom rencana	IV-14
Tabel 4.7 Data NSPT BH-1	IV-19
Tabel 4.8 Rekapitulasi nilai N tiap titik	IV-20

Tabel 4.9 <i>Output</i> nilai-nilai parameter gempa	IV-21
Tabel 4.10 Spektrum respon percepatan desain.....	IV-21
Tabel 4.11 Berat tiap lantai perhitungan manual	IV-25
Tabel 4.12 Berat sendiri total (<i>Output</i> ETABS)	IV-27
Tabel 4.13 Jumlah respon ragam dan partisipasi massa	IV-27
Tabel 4.14 Arah dan besaran periode struktur	IV-29
Tabel 4. 15 <i>VDinamik</i> <i>output</i> ETABS.....	IV-31
Tabel 4. 16 <i>VDinamik</i> <i>output</i> ETABS setelah dikali skala	IV-32
Tabel 4.17 Simpangan antar lantai arah X dan Y	IV-34
Tabel 4.18 Pengaruh P-Delta arah X	IV-37
Tabel 4.19 Pengaruh P-Delta arah Y	IV-38
Tabel 4.20 Rasio gaya geser dasar <i>frame</i> untuk gempa arah X dan Y	IV-41
Tabel 4.21 Rekapitulasi hasil desain balok BI-1	IV-59
Tabel 4.22 Gaya dalam aksial-lentur kolom 1200 mm x 1200 mm	IV-62
Tabel 4.23 Kapasitas aksial-lentur.....	IV-63
Tabel 4.24 Rekapitulasi hasil desain kolom 1200 mm x 1200 mm.....	IV-71
Tabel 4.25 Gaya dalam aksial-lentur	IV-72
Tabel 4.26 Kapasitas aksial-lentur <i>corewall</i>	IV-74
Tabel 4.27 Rekapitulasi hasil desain <i>corewall</i>	IV-80
Tabel 4.28 Rekapitulasi hasil desain balok <i>outrigger</i>	IV-90

Tabel 5.1 <i>VDinamik</i> output ETABS setelah dikali skala	V-1
Tabel 5.2 Rasio gaya geser dasar <i>frame</i> untuk gempa arah X dan Y	V-2
Tabel 5.3 Rekapitulasi hasil desain balok BI-1	V-3
Tabel 5.4 Rekapitulasi hasil desain kolom 1200 mm x 1200 mm.....	V-3

