

**PERANCANGAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN  
60 LANTAI DI JAKARTA PUSAT DENGAN  
PEMAKAIAN *OUTRIGGER***

Laporan Tugas Akhir  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :  
WARREN TIANUSA  
NPM : 16 02 16551



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
AGUSTUS 2020**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

### **PERANCANGAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN 60 LANTAI DI JAKARTA PUSAT DENGAN PEMAKAIAN *OUTRIGGER***

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiasi dari karya orang lain. Ide, data, hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti di kemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 07 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan



(Warren Tianusa)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERANCANGAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN 60 LANTAI DI  
JAKARTA PUSAT DENGAN PEMAKAIAN *OUTRIGGER***

Oleh :  
WARREN TIANUSA  
NPM. : 16 02 16551

telah disetujui oleh pembimbing

Yogyakarta, .....

Pembimbing

(FX. Junaedi Utomo, Ir., M.Eng., Dr.)

Disahkan oleh:  
Program Studi Teknik Sipil Ketua

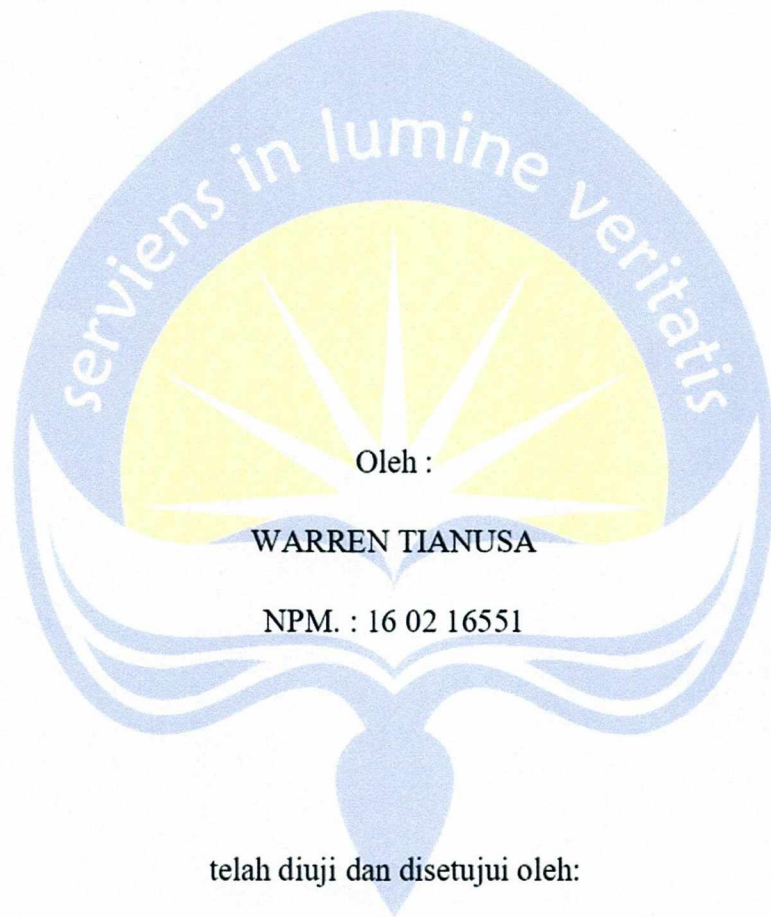


(AY. Harijanto Setiawan, Ir., M.Eng., Ph.D.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERANCANGAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN 60 LANTAI DI  
JAKARTA PUSAT DENGAN PEMAKAIAN *OUTRIGGER***



Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua: FX. Junaedi Utomo, Ir., M.Eng., Dr.	..... 	..... 
Sekretaris: Haryanto YW, Ir, M.T.	..... 	..... 13/11-2020
Anggota: Ferianto Rahajo, S.T., M.T.	..... 	.....

## KATA HANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa karena berkat rahmat dan kuasanya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini untuk memenuhi salah satu syarat untuk lulus strata 1 di Universitas Atma Jaya Yogyakarta tepat pada waktunya.

Penulis berharap tulisan ini dapat menambah wawasan dan memperdalam ilmu dalam bidang Teknik Sipil.

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis sering kali merasa kesulitan dan ingin menyerah. Tidak dapat dipungkiri lagi, tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, tulisan ini tidak dapat diselesaikan. Untuk itu penulis menyampaikan rasa terima kasihnya kepada:

1. Dr.Eng. Luky Handoko, S.T.,M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Johan Ardianto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membimbing selama penulis menempuh pendidikan.
5. Seluruh Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
6. Anggota keluarga yang telah menaruh kepercayaannya terhadap penulis.

7. Teman-teman seperjuangan selama menempuh pendidikan di Universitas Atma Jaya Yogyakarta ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis sadar bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga kritik dan saran akan penulis terima sebagai masukan untuk lebih baik lagi ke depannya. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih dan semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat.



Yogyakarta, 4 Agustus 2020

Warren Tianusa

NPM : 160216551

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA HANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xvi
INTISARI.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Keaslian Tugas Akhir.....	3
1.5 Tujuan Tugas Akhir.....	3
1.6 Manfaat Tugas Akhir.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengenalan <i>Outrigger</i> .....	5
2.2 Keuntungan Penggunaan <i>Outrigger</i> .....	6
2.3 Pertimbangan dalam Menggunakan <i>Outrigger</i> .....	7
2.4 Menentukan Lokasi Ketinggian <i>Outrigger</i> .....	7
2.5 Contoh Penerapan <i>Outrigger</i> .....	8
2.5.1 U.S. Bank Center (formerly First Wisconsin Center).....	8
2.5.2 New York Times Tower.....	9
2.6 Pelat .....	10
2.7 Balok .....	11
2.8 Kolom.....	11
2.9 Dinding Geser.....	11
2.10 Beban .....	11
2.10.1 Beban hidup .....	12
2.10.2 Beban mati .....	12

2.10.3	Beban angin.....	12
2.10.4	Beban gempa.....	12
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>		<b>13</b>
3.1	Perencanaan Pembebanan .....	13
3.1.1	Kuat perlu.....	13
3.2	Perencanaan Beban Gempa .....	14
3.2.1	Metode analisis beban gempa .....	14
3.2.2	Kategori risiko struktur bangunan.....	15
3.2.3	Faktor keutamaan gempa .....	15
3.2.4	Kelas situs .....	16
3.2.5	Koefisien-koefisien situs dan parameter-parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko-tertarget (MCE <sub>R</sub> ) 17	17
3.2.6	Parameter percepatan spektral desain .....	18
3.2.7	Kategori desain seismik .....	18
3.2.8	Struktur penahan beban gempa .....	20
3.2.9	Prosedur gaya lateral ekivalen .....	20
3.2.10	Pengecekan ketidakberaturan struktur .....	23
3.2.11	Redundansi.....	25
3.2.12	Simpangan antar tingkat.....	27
3.2.13	Pengaruh P-Delta .....	28
3.3	Perencanaan Beban Angin.....	29
3.3.1	Faktor arah angin.....	29
3.3.2	Kategori Eksposur.....	30
3.3.3	Faktor tiupan angin .....	31
3.4	Perencanaan Struktur Atas Beton Bertulang .....	31
3.4.1	Kuat desain.....	31
3.4.2	Perencanaan pelat.....	32
3.4.3	Perencanaan balok.....	37
3.4.4	Perencanaan kolom .....	41
3.4.5	Perencanaan dinding geser.....	43
<b>BAB IV METODOLOGI PERANCANGAN .....</b>		<b>46</b>
4.1	Umum.....	46
4.2	Kerangka Perancangan .....	46
4.3	Menentukan Data Struktur .....	48



4.3.1	Lokasi proyek.....	48
4.3.2	Bentuk dan dimensi struktur .....	48
4.3.3	Material struktur.....	53
4.4	Menentukan Pembebanan Struktur .....	53
4.4.1	Beban Mati .....	53
4.4.2	Beban Hidup .....	53
4.4.3	Beban Gempa .....	53
4.4.4	Beban Angin .....	54
4.5	Melakukan Analisis Gempa .....	54
4.6	Melakukan Analisis Beban Angin.....	55
4.7	Pendetailan Elemen Struktur.....	55
4.8	Analisis Penggunaan Outrigger.....	56
<b>BAB V PERANCANGAN STRUKTUR.....</b>		<b>57</b>
5.1	Estimasi Dimensi.....	57
5.2	Perhitungan Berat Satuan .....	57
5.2.1	Beban mati .....	57
5.2.2	Beban Hidup .....	57
5.2.3	Pelat Lantai Perkantoran .....	58
5.2.4	Pelat Atap Perkantoran.....	58
5.3	Estimasi Dimensi Balok .....	59
5.3.1	Pembebanan balok .....	59
5.3.2	Momen lentur akibat beban total berfaktor.....	60
5.3.3	Estimasi dimensi balok .....	60
5.3.4	Kontrol estimasi dimensi balok.....	61
5.4	Estimasi Dimensi Pelat Lantai.....	62
5.4.1	Kategori pelat lantai .....	62
5.4.2	Inersia balok dan pelat lantai.....	62
5.4.3	Rata-rata rasio kekuatan pelat .....	64
5.4.4	Tebal minimum pelat untuk $\alpha_m > 2$ .....	64
5.5	Estimasi Dimensi Kolom.....	65
5.5.1	Kolom Atap.....	65
5.5.2	Kolom lantai 60.....	67
5.5.3	Kolom lantai 40.....	68
5.5.4	Kolom lantai 20.....	69

5.5.5	Kolom lantai dasar .....	71
5.6	Estimasi Dimensi Dinding Geser .....	74
5.6.1	Cek syarat pilar dinding .....	75
5.7	Analisis Gempa .....	76
5.7.1	Menentukan metode analisis beban gempa.....	76
5.7.2	Menentukan nilai parameter $S_s$ dan $S_I$ .....	76
5.7.3	Menentukan kategori resiko bangunan .....	76
5.7.4	Menentukan faktor keutamaan gempa .....	77
5.7.5	Menentukan kelas situs dan nilai koefisien situs $F_a$ dan $F_v$ .....	77
5.7.6	Menentukan Parameter $S_{MS}$ dan $S_{MI}$ .....	77
5.7.7	Menentukan percepatan spektral $S_{DS}$ dan $S_{DI}$ .....	77
5.7.8	Menentukan kategori desain seismik.....	78
5.7.9	Menentukan sistem struktur .....	78
5.7.10	Desain Respon Spektrum .....	78
5.7.11	Menentukan perkiraan periode getar.....	82
5.7.12	Menentukan periode fundamental.....	83
5.7.13	Menentukan faktor respon gempa.....	83
5.7.14	Eksponen k .....	84
5.7.15	Berat Bangunan.....	84
5.7.16	Menentukan gaya geser gempa .....	86
5.7.17	Partisipasi massa .....	88
5.7.18	Cek Ketidakberaturan Struktur .....	89
5.7.19	Redundansi.....	102
5.7.20	Simpangan antar tingkat.....	103
5.7.21	Pengaruh P-Delta .....	106
5.8	Analisis Angin .....	110
5.8.1	Menentukan faktor arah angin ( $K_d$ ).....	110
5.8.2	Menentukan kategori eksposur .....	110
5.8.3	Menentukan efek-tiupan angin.....	110
5.8.4	Analisis beban gempa ETABS.....	111
5.9	Penulangan Pelat .....	111
5.9.1	Pelat lantai dua arah .....	111
5.9.2	Momen pada pelat.....	112
5.9.3	Penulangan pelat lantai .....	114

5.10	Penulangan balok.....	123
5.10.1	Tulangan Longitudinal.....	124
5.10.2	Tulangan transversal.....	135
5.11	Penulangan Kolom.....	142
5.11.1	Kolom dimensi 1000x1000.....	142
5.11.2	Kolom dimensi 1500x1500.....	152
5.11.3	Kolom dimensi 1800x1800.....	163
5.11.4	Hubungan balok kolom.....	175
5.12	Penulangan Dinding Geser.....	178
5.12.1	Cek lapis tulangan.....	179
5.12.2	Tulangan longitudinal.....	179
5.12.3	Tulangan transversal.....	180
5.12.4	Tulangan diagonal.....	181
5.12.5	Cek kebutuhan elemen batas.....	182
5.13	Pengecekan Teori <i>Outrigger</i> .....	185
5.13.1	Letak <i>Outrigger</i> .....	185
5.13.2	Jumlah <i>Outrigger</i> .....	190
5.14	Penggunaan <i>Outrigger</i> .....	195
5.15	Analisis <i>Outrigger</i> .....	196
5.15.1	Periode Fundamental.....	196
5.15.2	Berat bangunan.....	196
5.15.3	Gaya geser dinamik.....	199
5.15.4	Simpangan antar lantai.....	199
5.15.5	Cek syarat simpangan lantai.....	204
5.15.6	Cek P-Delta efek.....	208
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		212
6.1	Kesimpulan.....	212
6.2	Saran.....	213
DAFTAR PUSTAKA.....		214
LAMPIRAN.....		215

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Prosedur analisis yang diizinkan.....	15
Tabel 3. 2 Faktor keutamaan gempa .....	16
Tabel 3. 3 Klasifikasi situs .....	16
Tabel 3. 4 Koefisien situs, $F_a$ .....	17
Tabel 3. 5 Koefisien situs, $F_v$ .....	18
Tabel 3. 6 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek.....	19
Tabel 3. 7 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik .....	19
Tabel 3. 8 Nilai parameter perioda pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	20
Tabel 3. 9 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	21
Tabel 3. 10 Ketidakberaturan horizontal pada struktur.....	23
Tabel 3. 11 Ketidakberaturan vertikal.....	24
Tabel 3. 12 Persyaratan untuk masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35% gaya geser dasar .....	27
Tabel 3. 13 Simpangan antar tingkat izin.....	28
Tabel 3. 14 Faktor arah angin .....	30
Tabel 3. 15 Faktor reduksi kekuatan ( $\phi$ ) untuk momen, gaya aksial, atau kombinasi momen dan gaya aksial .....	32
Tabel 3. 16 Ketebalan minimum pelat solid satu arah nonprategang .....	33
Tabel 3. 17 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang tanpa balok interior (mm)[1] .....	34
Tabel 3. 18 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang dengan balok di antara tumpuan pada semua sisinya .....	35
Tabel 3. 19 Rasio luas tulangan ulir susut dan suhu minimum terhadap luas penampang beton bruto .....	36
Tabel 3. 20 Tinggi minimum balok nonprategang.....	37
Tabel 3. 21 Tulangan transversal untuk kolom-kolom sistem rangka pemikul momen khusus.....	42
Tabel 3. 22 Tebal minimum dinding h.....	44
Tabel 5. 1 Rekapitulasi estimasi dimensi kolom.....	72
Tabel 5. 2 Respon Spektrum .....	79
Tabel 5. 3 Berat Bangunan.....	84
Tabel 5. 4 Gaya geser dinamik.....	87
Tabel 5. 5 Partisipasi Massa.....	88
Tabel 5. 6 Ketidakberaturan torsi.....	89
Tabel 5. 7 Ketidakberaturan tingkat lunak akibat gempa arah x.....	93
Tabel 5. 8 Ketidakberaturan tingkat lunak akibat gempa arah y.....	97
Tabel 5. 9 Ketidakberaturan massa .....	101

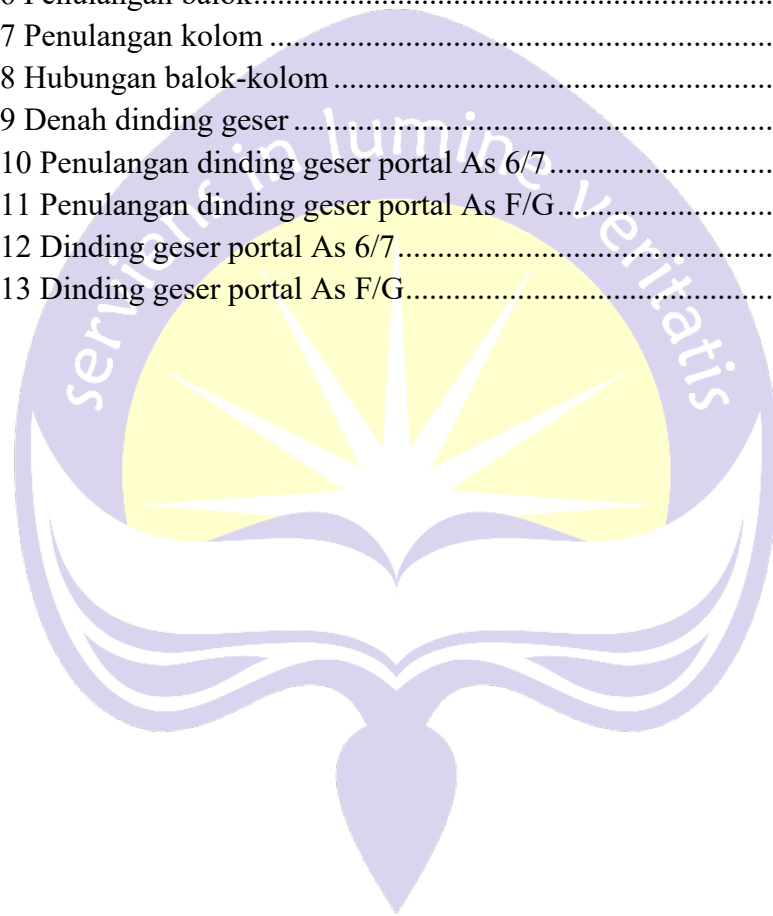
Tabel 5. 10 Pengecekan simpangan antar tingkat akibat gempa arah x.....	103
Tabel 5. 11 Pengecekan simpangan antar tingkat akibat gempa arah y.....	105
Tabel 5. 12 Cek P-Delta efek akibat gempa arah x.....	107
Tabel 5. 13 Cek P-Delta efek akibat gempa arah y.....	108
Tabel 5. 14 Data momen dan geser terbesar balok .....	124
Tabel 5. 15 Output gaya kolom.....	142
Tabel 5. 16 Output gaya kolom.....	152
Tabel 5. 17 Output gaya kolom.....	163
Tabel 5. 18 Output gaya pada dinding geser.....	178
Tabel 5. 19 Output gaya pada dinding kopel .....	181
Tabel 5. 20 Perbandingan periode getar struktur untuk letak outrigger yang berbeda .....	185
Tabel 5. 21 Perbandingan simpangan struktur untuk letak outrigger yang berbeda akibat gempa arah x .....	186
Tabel 5. 22 Perbandingan simpangan struktur untuk letak outrigger yang berbeda akibat gempa arah y .....	188
Tabel 5. 23 Perbandingan simpangan antara 3 sistem penahan lateral outrigger dan 2 sistem penahan lateral outrigger untuk gempa arah x.....	190
Tabel 5. 24 Perbandingan simpangan antara 3 sistem penahan lateral outrigger dan 2 sistem penahan lateral outrigger untuk gempa arah y.....	192
Tabel 5. 25 Perbandingan periode fundamental.....	196
Tabel 5. 26 Berat Bangunan.....	197
Tabel 5. 27 Gaya geser dinamik.....	199
Tabel 5. 28 Perbandingan simpangan struktur akibat gempa x .....	199
Tabel 5. 29 Perbandingan simpangan struktur akibat gempa y .....	201
Tabel 5. 30 Pengecekan simpangan antar lantai akibat gempa arah x.....	204
Tabel 5. 31 Pengecekan simpangan antar lantai akibat gempa arah y.....	206
Tabel 5. 32 Cek P-Delta efek akibat gempa arah x.....	208
Tabel 5. 33 Cek P-Delta efek akibat gempa arah y.....	210

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 U.S. Bank Center.....	8
Gambar 2. 2 Struktur diagram U.S. Bank Center .....	9
Gambar 2. 3 New York Times Tower.....	9
Gambar 2. 4 Sistem lateral New York Times Tower.....	10
Gambar 4. 1 Diagram Alir Perencanaan .....	47
Gambar 4. 2 Lokasi perencanaan proyek (Sumber: google maps) .....	48
Gambar 4. 3 Struktur bangunan .....	49
Gambar 4. 4 Tampak katas bangunan.....	50
Gambar 4. 5 Tampak samping bangunan.....	50
Gambar 4. 6 Outrigger dan belt truss.....	51
Gambar 4. 7 Potongan as 6 dan 7.....	52
Gambar 4. 8 Potongan as F dan G.....	52
Gambar 5. 1 Tributary Area Balok .....	59
Gambar 5. 2 Denah pelat dua arah .....	62
Gambar 5. 3 Balok 800x1000 .....	62
Gambar 5. 4 Tributary Area Kolom.....	65
Gambar 5. 5 Estimasi Dinding Geser.....	75
Gambar 5. 6 Grafik Respon Spektrum.....	80
Gambar 5. 7 Respon Spektrum Arah X .....	81
Gambar 5. 8 Respon Spektrum Arah Y .....	82
Gambar 5. 9 Wind Load Pattern .....	111
Gambar 5. 10 Pelat dua arah .....	112
Gambar 5. 11 Momen pelat lantai 16 searah sumbu x.....	113
Gambar 5. 12 Momen pelat lantai 16 searah sumbu y.....	113
Gambar 5. 13 Penulangan pelat 2 arah.....	123
Gambar 5. 14 Gaya geser balok akibat gravitasi.....	137
Gambar 5. 15 Gaya geser lapangan.....	138
Gambar 5. 16 Potongan memanjang balok .....	141
Gambar 5. 17 Penulangan Balok.....	141
Gambar 5. 18 Diagram interaksi kolom 1000x1000.....	152
Gambar 5. 19 Diagram interaksi kolom 1500x1500.....	163
Gambar 5. 20 Diagram interaksi kolom 1800x1800.....	175
Gambar 5. 21 Penulangan kolom.....	175
Gambar 5. 22 Hubungan balok-kolom.....	178
Gambar 5. 23 Denah tulangan dinding geser.....	183
Gambar 5. 24 Penulangan dinding geser arah y.....	184
Gambar 5. 25 Denah penulangan dinding geser arah x .....	184
Gambar 5. 26 Profil baja outrigger .....	195

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Portal As A/E/1/5 .....	216
Lampiran 2 Denah lantai 1-20.....	217
Lampiran 3 Denah lantai 21-40.....	218
Lampiran 4 Denah lantai 41-60.....	219
Lampiran 5 Penulangan pelat.....	220
Lampiran 6 Penulangan balok.....	221
Lampiran 7 Penulangan kolom .....	222
Lampiran 8 Hubungan balok-kolom .....	223
Lampiran 9 Denah dinding geser .....	224
Lampiran 10 Penulangan dinding geser portal As 6/7.....	225
Lampiran 11 Penulangan dinding geser portal As F/G.....	226
Lampiran 12 Dinding geser portal As 6/7.....	227
Lampiran 13 Dinding geser portal As F/G.....	228



## ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

$A_g$	= luas bruto penampang beton, mm <sup>2</sup>
$A_{sh}$	= luas penampang total tulangan transversal dalam spasi $s$ dan tegak lurus terhadap dimensi $b_c$ , mm <sup>2</sup>
$A_{st}$	= luas total tulangan longitudinal non-prategang, mm <sup>2</sup>
$A_v$	= luas tulangan geser berspasi, mm <sup>2</sup>
$b_w$	= lebar badan ( <i>web</i> ), tebal dinding, atau diameter penampang lingkaran, mm
$c$	= jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral, mm
$C_d$	= faktor amplifikasi defleksi
$C_s$	= koefisien respons gempa
$d$	= jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tekan longitudinal, mm
$D$	= beban mati, atau momen dan gaya dalam yang terkait
$E$	= pengaruh gempa, atau momen dan gaya dalam yang terkait
$E_c$	= modulus elastisitas beton, MPa
$E_{cb}$	= modulus elastisitas beton balok, MPa
$E_{cs}$	= modulus elastisitas beton slab, MPa
$EI$	= kekakuan lentur komponen struktur tekan, MPa
$E_s$	= modulus elastisitas tulangan dan baja struktural, MPa
$f'_c$	= kekuatan tekan beton yang diisyaratkan, MPa
$f_s$	= tegangan tarik yang dihitung dalam tulangan saat beban layan, MPa
$f_y$	= kekuatan leleh tulangan yang diisyaratkan, MPa
$F_a$	= koefisien situs untuk periode pendek (pada periode 0,2 detik)
$F_v$	= koefisien situs untuk periode panjang (pada periode 1 detik)
$F_i, F_x$	= bagian dari gaya geser dasar, $V$ , pada tingkat $i$ atau $x$
$g$	= percepatan gravitasi, dinyatakan dalam meter per detik kuadrat (m/detik <sup>2</sup> )
$h$	= tebal atau tinggi keseluruhan komponen struktur, mm
$h_i, h_x$	= tinggi dari dasar sampai tingkat $i$ atau $x$ dinyatakan dalam (m)
$I$	= momen inersia penampang terhadap sumbu pusat, mm <sup>4</sup>
$I_b$	= momen inersia penampang bruto balok terhadap sumbu pusat, mm <sup>4</sup>
$I_e$	= faktor keutamaan
$I_s$	= momen inersia penampang bruto slab terhadap sumbu pusat yang ditentukan untuk menghitung $\alpha_f$ dan $\beta_t$
$k$	= faktor panjang efektif untuk komponen struktur tekan
$k$	= eksponen yang terkait dengan periode struktur
$l$	= panjang bentang balok atau <i>slab</i> satu arah, proyeksi bersih kantilever, mm
$l_n$	= panjang bentang bersih yang diukur muka ke muka tumpuan, mm
$L$	= beban hidup, atau momen dan gaya dalam yang terkait
$M_n$	= kekuatan lentur nominal pada penampang. Nmm
$M_{nb}$	= kekuatan lentur nominal balok termasuk pelat bilamana tertarik, yang merangka pada <i>joint</i> , Nmm



$M_{nc}$	= kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam <i>joint</i> , yang dihitung untuk gaya aksial terfaktor, konsisten dengan arah gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kuat lentur yang terendah, Nmm
$M_{pr}$	= kekuatan lentur mungkin komponen struktur, dengan atau tanpa beban aksial, yang ditentukan menggunakan properti komponen struktur pada muka <i>joint</i> yang mengasumsikan tegangan tarik dalam batang tulangan longitudinal sebesar paling sedikit $1,25f_y$ dan faktor reduksi kekuatan, $\phi$ sebesar 1, Nmm
$M_u$	= momen terfaktor pada penampang, Nmm
$n$	= jumlah benda, seperti uji kekuatan, batang tulangan, kawat, alat angkur <i>strand</i> tunggal ( <i>monostrand</i> ), angkur, atau lengan kepala geser ( <i>shearhead</i> )
$N_u$	= gaya aksial terfaktor tegak lurus terhadap penampang yang terjadi serentak dengan $V_u$ dan $T_u$ , diambil sebagai positif untuk tekan dan negatif untuk tarik, N
$P_n$	= kekuatan aksial nominal penampang, N
$P_u$	= gaya aksial tak terfaktor, diambil sebagai positif untuk tekan dan negatif untuk tarik, N
$P_x$	= total beban rencana vertikal tidak terfaktor pada dan di atas tingkat $x$
$q_u$	= beban terfaktor per satuan luas
$Q$	= indeks stabilitas untuk suatu tingkat
$r$	= radius girasi penampang komponen struktur tekan, mm
$R$	= koefisien modifikasi respons
$s$	= spasi pusat ke pusat suatu benda, misalnya tulangan longitudinal, tulangan transversal, tendon, kawat atau angkur prategang, mm
$S_s$	= parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode pendek, redaman 5 persen
$S_1$	= parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik, redaman 5 persen
$S_{DS}$	= parameter percepatan respons spektral pada periode pendek, redaman 5 persen
$S_{D1}$	= parameter percepatan respons spektral pada periode 1 detik, redaman 5 persen
$S_{MS}$	= parameter percepatan respons spektral MCE pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
$S_{M1}$	= parameter percepatan respons spektral MCE pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
$\bar{T}$	= periode fundamental bangunan
$V$	= geser desain total di dasar struktur dalam arah yang ditinjau
$V_c$	= kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton, N
$V_n$	= kekuatan geser nominal, N
$V_s$	= kekuatan geser nominal yang disediakan oleh tulangan geser, N
$V_t$	= nilai desain dari gaya geser dasar akibat gempa
$V_x$	= geser gempa desain di tingkat $x$
$V_u$	= gaya geser terfaktor pada penampang, N
$W$	= berat seismik efektif bangunan

$w_c$	= berat terfaktor per satuan panjang beton atau berat volume ekuivalen beton ringan, $\text{kg/m}^3$
$w_i$	= tributari berat sampai tingkat $i$
$W_u$	= beban terfaktor per satuan panjang balok atau pelat satu arah
$\alpha_f$	= rasio kekuatan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur lebar pelat yang dibatasi secara lateral oleh garis pusat panel yang di sebelahnya (jika ada) pada setiap sisi balok
$\alpha_{fm}$	= nilai rata-rata $\alpha_f$ untuk semua balok pada tepi panel
$\beta$	= rasio dimensi panjang terhadap pendek: bentang bersih untuk pelat dua arah, sisi kolom, beban terpusat atau luasan reaksi atau sisi fondasi tapak ( <i>footing</i> )
$\beta_l$	= faktor yang menghubungkan tinggi balok tegangan tekan persegi ekuivalen dengan tinggi sumbu netral
$\Delta$	= simpangan antar lantai tingkat desain
$\Delta_a$	= simpangan antar lantai yang diijinkan
$\epsilon_t$	= regangan tarik neto dalam lapisan terjauh baja tarik longitudinal pada kuat nominal, tidak termasuk regangan akibat dari prategang efektif, rangkai, susut, dan suhu
$\lambda$	= faktor modifikasi yang merefleksikan properti mekanis tereduksi dari beton ringan, semuanya relatif terhadap beton normal dengan kuat tekan yang sama
$\theta$	= koefisien stabilitas untuk pengaruh $P-\Delta$
$\rho$	= faktor redundansi struktur
$\rho_t$	= rasio luas tulangan transversal terdistribusi terhadap luas beton bruto yang luas tegak lurus terhadap tulangan yang dimaksud
$\phi$	= faktor reduksi kekuatan

## INTISARI

**PERANCANGAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN 60 LANTAI DI JAKARTA PUSAT DENGAN PEMAKAIAN *OUTRIGGER***, Warren Tianusa, NPM 160216551, tahun 2020, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Jumlah lahan yang semakin terbatas seiring pertumbuhan penduduk dunia yang semakin meningkat menyebabkan banyak dibangun bangunan tingkat tinggi untuk memanfaatkan lahan yang ada. Tetapi, untuk merancang bangunan tingkat tinggi tersebut harus dipertimbangkan banyak hal, salah satunya adalah pengaruh beban lateral yang memiliki dampak besar pada bangunan tinggi. Berdasarkan pertimbangan tersebut disusun Laporan Tugas Akhir ini untuk merancang bangunan tingkat tinggi 60 lantai dengan sistem penahan lateral menggunakan *outrigger*.

Perancangan elemen struktur meliputi perancangan pelat, balok, kolom, dan dinding geser. Analisis dikerjakan dengan bantuan program ETABS. Material yang digunakan yaitu baja BJ55 dan beton K600. Perancangannya mengacu pada kode SNI terbaru saat Tugas Akhir ini dikerjakan. Untuk pembebanan digunakan SNI 1727:2013, perancangan struktur menggunakan SNI 2847:2019, dan perancangan struktur tahan gempa menggunakan SNI 1726:2019.

Hasil perancangan struktur, didapat dimensi dan detail dari struktur. Balok digunakan dimensi 800x1000. Kolom dengan dimensi 1800x1800, 1500x1500, 1000x1000. Dua bidang dinding geser dengan panjang 7 m dan tebal 40 cm. Dua bidang dinding geser dengan panjang 7 m, tebal 40 cm dan 3 buah bukaan berukuran 1x2,2 m. Pilar dinding geser dihubungkan dengan balok kopel. Penulangan pelat dengan tulangan tumpuan D13-150 mm, tulangan lapangan D13-300 dan tulangan susut D10-150. Penulangan balok 800x1000 dengan tulangan tumpuan atas 9D25, bawah 10D25, dan tulangan lapangan 7D25, tulangan sengkang tumpuan digunakan 9D13-100 mm dan tulangan sengkang lapangan 7D13-150 mm. Penulangan kolom 1800x1800 menggunakan tulangan longitudinal 44D32 dan tulangan transversal 10D16-100 mm, kolom 1500x1500 menggunakan tulangan longitudinal 28D32 dan tulangan transversal 8D16-100 mm, kolom 1000x1000 menggunakan tulangan longitudinal 24D25 dan tulangan transversal 8D13-100 mm. Bidang dinding geser yang tidak memiliki bukaan memiliki tulangan utama 58D25-250 mm. Balok kopel dengan tulangan atas dan bawah 3D25-130 mm dan tulangan diagonal 10D32-150 dengan sudut kemiringan 71°. *Outrigger* yang dipasang mereduksi momen sebesar 24,89% untuk gempa arah x dan 26,16% untuk gempa arah y. *Outrigger* juga mereduksi periode fundamental bangunan dari 9,071 detik menjadi 7,7 detik.

**Kata Kunci** : Perancangan, pelat lantai, balok, kolom, dinding geser, *outrigger*.