

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 33 LANTAI
TOWER 9 APARTEMEN TOKYO RIVERSIDE
PANTAI INDAH KAPUK 2**

Disusun guna memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir pada Program Studi
Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta

Oleh:

NAMA : FADLY MAULANA

NPM : 1910015211095



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI
TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 33 LANTAI
TOWER 9 APARTEMEN TOKYO RIVERSIDE
PANTAI INDAH KAPUK 2**

Oleh:

FADLY MAULANA
1910015211095



Disetujui Oleh :

Pembimbing



Rita Anggraini, S.T., M.T.

Penguji I



Ir. Taufik, M.T.

Penguji II



Redha Arima R.M., S.T., M.T.

**LEMBAR PENGESAHAN INSTITUSI
TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 33 LANTAI
TOWER 9 APARTEMEN TOKYO RIVERSIDE
PANTAI INDAH KAPUK 2**

Oleh:

FADLY MAULANA
1910015211095



Disetujui Oleh :

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'R' followed by a horizontal line and a small 'A' with a dot above it.

Rita Anggraini, S.T., M.T

Plt. Dekan FTSP



Dr. Al Busyra Fuadi, S.T.,M.Sc

Ketua Prodi Teknik Sipil

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'I' followed by a horizontal line and a small 'K' with a dot above it.

Indra khaidir, S.T., M.T.

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mahasiswa di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung hatta.

Nama Mahasiswa : Fadly Maulana
Nomor Pokok Mahasiswa : 1910015211095

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis Tugas Akhir yang saya buat dengan judul **“PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 33 LANTAI TOWER 9 APARTEMEN TOKYO RIVERSIDE PANTAI INDAH KAPUK 2”** adalah:

- 1) Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan data-data hasil pelaksanaan dan perencanaan sesuai dengan metoda kespilalan.
- 2) Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapat gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan di atas, maka Tugas Akhir ini batal.

Padang, 5 Maret 2024

Yang membuat pernyataan



Fadly Maulana

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 33 LANTAI
TOWER 9 APARTEMEN TOKYO RIVERSIDE
PANTAI INDAH KAPUK 2**

Fadly Maulana¹⁾, Rita Anggraini²⁾

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta

Email : ¹⁾fadli.maulana2810@gmail.com, ²⁾rita.anggraini@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan beton pracetak pada gedung bertingkat saat ini mulai banyak digunakan, salah satunya terdapat pada proyek pembangunan Tower 9 Apartemen Tokyo Riverside. Namun, elemen struktur beton pracetak yang tidak dicor secara monolit pada struktur mempunyai risiko keruntuhan lebih besar pada bagian sambungan yang merupakan titik lemah dari sistem struktur. Tujuan dari perencanaan ini yaitu merencanakan struktur gedung Tower 9 Apartemen Tokyo Riverside menggunakan metode konvensional. Metode perencanaan struktur berpedoman kepada SNI 2847:2019, SNI 1720:2020 dan SNI 1726:2019. Analisis beban gempa dilakukan dengan analisis respons spektrum. Hasil yang diperoleh berdasarkan perencanaan yaitu sistem struktur menggunakan sistem ganda serta didapatkan dimensi elemen struktur untuk balok yaitu 200 x 400 mm hingga 450 x 700 mm, ketebalan pelat lantai 150 mm, ketebalan dinding geser 400 mm, dimensi kolom 600 x 900 mm hingga 850 x 1500 mm dan ketebalan pondasi 1600 mm dengan 9 tiang pondasi berdiameter 1000 mm. Adapun penulangan pada elemen struktur didapatkan 18 tipe penulangan balok, 4 tipe penulangan pelat, 13 tipe penulangan kolom, 31 tipe penulangan dinding geser.

Kata kunci : Perencanaan, Konvensional, Gedung, Sistem Ganda.

Pembimbing



Rita Anggraini, S.T., M.T.

**STRUCTURAL PLANNING OF 33-STORY BUILDING
TOWER 9 TOKYO RIVERSIDE APARTEMENT
PANTAI INDAH KAPUK 2**

Fadly Maulana¹⁾, Rita Anggraini²⁾

Civil Engineering Study Program, Faculty of Civil Engineering and Planning, Bung Hatta
University

Email : ¹⁾fadli.maulana2810@gmail.com, ²⁾rita.anggraini@bunghatta.ac.id

ABSTRACT

The use of precast concrete in high-rise buildings is increasingly common nowadays, one example being in the construction project of Tower 9 Tokyo Riverside Apartement. However, precast concrete structural elements that are not cast monolithically in the structure pose a greater risk of failure at the connections, which are the weak points of the structural system. The aim of this design is to plan the structure of Tower 9 Tokyo Riverside Apartement using conventional methods. The structural design method follows the guidelines of SNI 2847:2019, SNI 1720:2020, and SNI 1726:2019. Seismic load analysis is conducted using spectrum response analysis. Based on the design, the structural system employs a dual system, and the dimensions of the structural elements are as follows: beam dimensions range from 200 x 400 mm to 450 x 700 mm, floor slab thickness is 150 mm, shear wall thickness is 400 mm, column dimensions range from 600 x 900 mm to 850 x 1500 mm, and foundation thickness is 1600 mm using 9 foundation piles with a diameter of 1000 mm. The reinforcement details for the structural elements include 18 types of beam reinforcement, 4 types of slab reinforcement, 13 types of column reinforcement, and 31 types of shear wall reinforcement.

Keywords: Planning, Conventional, Building, Dual System

Mentor



Rita Anggraini, S.T., M.T.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Swt atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir dengan judul **“PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG 33 LANTAI TOWER 9 APARTEMEN TOKYO RIVERSIDE PANTAI INDAH KAPUK 2”** ini ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu di Universitas Bung Hatta, Padang.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan serta doa dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak akan diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

- 1) Allah SWT, karena dengan berkat dan anugerah-Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini
- 2) Bapak Prof. Dr. Ir. Nasfryzal Carlo, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta
- 3) Ibu Rita Anggraini, S.T., M.T. selaku Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan dan pengalaman beliau dalam penulisan Tugas Akhir ini kepada penulis
- 4) Bapak Indra khaidir, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bung Hatta
- 5) Seluruh dosen dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta
- 6) Kedua orang tua penulis yang luar biasa. Berkat doa, motivasi dan dukungan yang tak terkira telah menjadikan penulis semangat sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini
- 7) Kepada kakak penulis, Ofi Sofiani, S.H. serta keluarga yang telah banyak mendukung penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
- 8) Kepada teman-teman penulis, Nurul Hafizhah, Mohd Hafiz, Natasya Febdina dan Guspita Dewi yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini

- 9) Kepada semua pihak yang telah mendukung penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini namun satu persatu tidak bisa saya sebutkan.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan pada Tugas Akhir ini. Sehingga, kritik dan saran yang diberikan pembaca akan sangat berguna bagi penulis untuk kedepannya. Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan ilmu pengetahuan dan informasi yang bermanfaat bagi pembaca.

Padang, 5 Maret 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Fadly Maulana', with a horizontal line underneath the name.

Fadly Maulana

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI	ii
LEMBAR PENGESAHAN INSTITUSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR PERSAMAAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Tugas Akhir	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Pendahuluan	4
2.2 Material	4
2.2.1 Beton	5
2.2.2 Baja Tulangan	6
2.3 Standar Perencanaan	7
2.3.1 Metode Pekerjaan Beton	7
2.3.2 Pembebanan Struktur	9
2.3.3 Kombinasi Pembebanan	10
2.4 Teori Struktur Atas	10
2.4.1 Menentukan Kategori Risiko Bangunan	11
2.4.2 Menentukan Faktor Keutamaan Bangunan	11
2.4.3 Menentukan Parameter Respon Spektral Percepatan	11
2.4.4 Menentukan Klasifikasi Situs	12

2.4.5 Menentukan Koefisien Situs	12
2.4.6 Parameter percepatan Spektral Desain	13
2.4.7 Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS)	14
2.4.8 Menentukan Waktu Getar Alami	15
2.4.9 Menentukan Respon Desain Spektrum Percepatan	16
2.4.10 Menentukan Sistem dan Parameter Struktur	17
2.4.11 Menentukan Klasifikasi Struktur Beraturan dan Tidak Beraturan	22
2.4.12 Faktor Redundansi	26
2.4.13 Pengaruh Beban Gempa	28
2.4.14 Menghitung Koefisien Respons Gempa	28
2.4.15 Menentukan Simpangan Antar Tingkat	29
2.4.16 Menentukan Distribusi Vertikal Gaya Gempa	30
2.4.17 Menghitung Distribusi Horizontal Gaya Gempa	30
2.4.18 Pengaruh P-Delta	31
2.5 Analisis <i>Software</i> Etabs	32
2.6 Perencanaan Struktur Atas	32
2.6.1 Balok	32
2.6.1.2 Faktor Reduksi Kekuatan	33
2.6.1.3 Jenis Keruntuhan Balok	34
2.6.1.4 Analisis Balok Persegi	35
2.6.1.5 Analisis Balok-T Tulangan Tunggal	42
2.6.1.6 Analisis Balok-T Tulangan Rangkap	46
2.6.1.7 Perencanaan Geser Balok	52
2.6.1.8 Penulangan Balok	53
2.6.2 Pelat	54
2.6.2.1 Perletakan Pelat	54
2.6.2.2 Ketebalan Pelat	55
2.6.2.3 Penulangan Pelat	56
2.6.3 Kolom	57
2.6.3.1 Beban Aksial Pada Penampang Kolom	57
2.6.3.2 Ketentuan Persyaratan	58
2.6.3.3 Penulangan Kolom	59

2.6.4 Dinding Geser (<i>Shear wall</i>).....	60
2.6.4.1 Batasan Desain	60
2.7 Teori Struktur Bawah.....	61
2.7.1 Data Tanah.....	62
2.7.2 Daya Dukung Tanah	62
2.7.3 Jenis-jenis Pondasi	63
2.8 Pondasi Tiang.....	64
2.8.1 Daya Dukung Pondasi Tiang.....	64
2.8.1.1 Daya Dukung Izin Tekan	64
2.8.1.2 Daya Dukung Izin Tarik	65
2.8.2 Jumlah Tiang Pondasi	65
2.8.3 Efisiensi Kelompok Tiang	66
2.8.4 Beban Maksimum Tiang Pada Kelompok Tiang	66
2.8.5 Pile Cap.....	67
2.8.5.1 Dimensi Pile Cap	67
2.8.5.2 Kuat Geser Pile Cap	68
2.8.5.3 Penulangan Pile Cap	69
BAB III METODOLOGI PERENCANAAN	70
3.1 Dasar Perencanaan	70
3.2 Metode Perhitungan	70
3.3 Diagram Alir Perencanaan	71
3.4 Menghitung Beban Rencana	71
3.5 Menghitung Beban Gempa	72
3.6 Menghitung Penulangan Struktur	72
3.6.1 Penulangan Balok	72
3.6.2 Penulangan Pelat	74
3.6.3 Penulangan Kolom	74
3.6.4 Penulangan <i>Shear wall</i>	75
3.6.5 Penulangan Pondasi	76
BAB IV PERENCANAAN STRUKTUR.....	77
4.1 Pendahuluan.....	77
4.2 Data Perencanaan.....	77

4.2.1 Gambar Perencanaan	78
4.3 <i>Preliminary Design</i>	78
4.3.1 Perencanaan Dimensi Balok	78
4.3.2. Perencanaan Dimensi Pelat	80
4.3.3 Perencanaan Dinding Geser	86
4.3.4 Perencanaan Dimensi Kolom	87
4.4 Beban Gempa	91
4.4.1 Menentukan Kategori Risiko Bangunan	91
4.4.2 Menentukan Faktor Keutamaan Gempa	91
4.4.3 Menentukan Klasifikasi Situs	92
4.4.4 Menentukan Koefisien Situs F_a dan F_v	93
4.4.5 Menentukan Percepatan Spektra Desain	94
4.4.6 Menentukan Kategori Desain Seismik	94
4.4.7 Menentukan Sistem dan Parameter Struktur	95
4.4.8 Kombinasi Pembebanan	95
4.5 Beban Akibat Gaya Gravitasi	96
4.6 Pemodelan Struktur	100
4.7 Analisis Struktur Atas	102
4.7.1 Rasio Partisipasi Massa	102
4.7.2 Pusat Massa dan Pusat Kekakuan Struktur	102
4.7.3 Periode Struktur	104
4.7.4 Koefisien Respon Seismik	105
4.7.5 Gaya Geser Dasar	105
4.7.6 Simpangan Antar Tingkat	106
4.7.7 Efek P-Delta	109
4.7.8 Ketidakberaturan Struktur	111
4.7.8.1 Ketidakberaturan Horizontal	111
4.7.8.2 Ketidakberaturan Vertikal	114
4.7.9 Kontribusi Rangka Dalam Memikul Beban Gempa	120
4.8 Desain Struktur Atas	120
4.8.1 Penulangan Pelat	120

4.8.2 Penulangan Balok	126
4.8.2.1 Properti Material dan Penampang Balok	126
4.8.2.2 Batasan Dimensi Balok	126
4.8.2.3 Penulangan Lentur Balok	127
4.8.2.4 Penulangan Geser Balok	134
4.8.3 Penulangan Kolom	140
4.8.3.1 Properti Penampang dan Material	140
4.8.3.2 Batasan Dimensi	141
4.8.3.3 Penulangan Longitudinal Kolom	141
4.8.3.4 Pemeriksaan Kapasitas Kolom	142
4.8.4 Penulangan Dinding Geser	164
4.9 Desain Struktur Bawah	170
4.9.1 Perencanaan Pondasi Bor Pile	170
4.9.1.1 Daya Dukung Izin Tiang	171
4.9.1.2 Kebutuhan Tiang Pondasi	172
4.9.1.3 Ukuran Pondasi Pile Cap	173
4.9.1.4 Panjang Penyaluran Tulangan Kolom	174
4.9.1.5 Tebal Pondasi Pile Cap	174
4.9.1.6 Pemeriksaan Ulang Jumlah Tiang Pondasi	174
4.9.1.7 Efisiensi Kelompok Tiang	174
4.9.1.8 Perhitungan Ulang Pondasi	175
4.9.1.9 Gaya Tekan Pada Tiang	176
4.9.1.10 Kapasitas Geser Pondasi	179
4.9.1.11 Analisa Momen Pondasi	185
4.9.1.12 Penulangan Pile Cap	189
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	193
5.1 Kesimpulan	193
5.2 Saran	195
DAFTAR PUSTAKA	197
LAMPIRAN	199

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan tegangan dan regangan tekan beton	5
Gambar 2.2 Hubungan tegangan dan regangan tarik baja tulangan	7
Gambar 2.3 Peta parameter respons spektral percepatan gempa	11
Gambar 2.4 Spektrum respons desain	17
Gambar 2.5 Ketidakberaturan horizontal pada struktur	24
Gambar 2.6 Ketidakberaturan vertikal pada struktur	25
Gambar 2.7 Simpangan antar lantai	30
Gambar 2.8 Lebar sayap efektif balok	33
Gambar 2.9 Distribusi regangan ultimit keruntuhan lentur	35
Gambar 2.10 Tegangan dan regangan pada balok persegi tulangan tunggal	35
Gambar 2.11 Tegangan dan regangan pada balok persegi tulangan rangkap	39
Gambar 2.12 Garis netral jatuh di daerah sayap (<i>flens</i>)	42
Gambar 2.13 Garis netral jatuh di daerah badan (<i>web</i>)	43
Gambar 2.14 Diagram regangan-tegangan balok Tulangan rangkap	47
Gambar 2.15 Jenis perletakan pelat	55
Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan Struktur	71
Gambar 4.1 Denah bangunan Apartemen Tokyo Riverside Tower 9	78
Gambar 4.2 Pelat yang ditinjau	81
Gambar 4.3 Potongan balok tipe B4 Kiri	81
Gambar 4.4 Potongan balok tipe B4 Atas	83
Gambar 4.5 Potongan balok tipe B4 kanan	84
Gambar 4.6 Potongan balok tipe B4 bawah	85
Gambar 4.7 Tributary area kolom tinjauan	87
Gambar 4.8 Distribusi pembebanan pada balok interior B1 9 meter	96
Gambar 4.9 Pembebanan balok B1 9 meter pada area A	97
Gambar 4.10 Pembebanan balok B1 9 meter pada area B	97
Gambar 4.11 Pembebanan balok anak B3 area C	98
Gambar 4.12 Pembebanan balok anak B4 area D	98
Gambar 4.13 Pemodelan gedung lantai atap	100
Gambar 4.14 Pemodelan gedung lantai GF - Lt. 32	101

Gambar 4.15	Pemodelan Struktur gedung 3 dimensi	101
Gambar 4.16	Pemeriksaan Ketidakberaturan horizontal tipe 2	113
Gambar 4.17	Pelat dua arah yang ditinjau	120
Gambar 4.18	Detail penulangan balok tipe B1-1	138
Gambar 4.19	Grafik interaksi kolom untuk penentuan rasio tulangan	142
Gambar 4.20	Diagram regangan dan tegangan terkontrol tekan	143
Gambar 4.21	Diagram regangan dan tegangan kondisi seimbang	145
Gambar 4.22	Diagram regangan dan tegangan terkontrol tarik	148
Gambar 4.23	Diagram interaksi P-My kolom K6 horizontal	151
Gambar 4.24	Analisa SCWB arah X gempa kiri	154
Gambar 4.25	Analisa SCWB arah X gempa kanan	155
Gambar 4.26	Analisa SCWB arah Y gempa kiri	156
Gambar 4.27	Analisa SCWB arah Y gempa kanan	156
Gambar 4.28	Detail penulangan kolom tipe K6-1	164
Gambar 4.29	Detail penulangan dinding geser SW1 $f_c'30\text{MPa}$	170
Gambar 4.30	Ukuran pondasi pilecap dengan 6 tiang	173
Gambar 4.31	Ukuran pondasi pilecap dengan 9 tiang	176
Gambar 4.32	Posisi tiang pondasi pilecap	177
Gambar 4.33	Analisis geser satu arah potongan x	181
Gambar 4.34	Analisis geser satu arah potongan y	182
Gambar 4.35	Analisis geser dua arah	185
Gambar 4.36	Analisa momen pondasi area X+	186
Gambar 4.37	Analisa momen pondasi area X-	187
Gambar 4.38	Analisa momen pondasi area Y+	187
Gambar 4.39	Analisa momen pondasi area Y-	188
Gambar 4.40	Detail pondasi potongan arah x	191
Gambar 4.41	Detail pondasi potongan arah y	192

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batasan nilai f_c'	5
Tabel 2.2 Berat sendiri bangunan dan komponen gedung	9
Tabel 2.3 Beban hidup minimum terdistribusi merata	9
Tabel 2.4 Faktor keutamaan gempa	11
Tabel 2.5 Klasifikasi situs	12
Tabel 2.6 Koefisien situs F_a	13
Tabel 2.7 Koefisien situs F_v	13
Tabel 2.8 Kategori Desain Seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek	14
Tabel 2.9 Kategori Desain Seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1,0 detik	15
Tabel 2.10 Nilai parameter perioda pendekatan C_t dan x	15
Tabel 2.11 Faktor R , C_d dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa	17
Tabel 2.12 Ketidakberaturan horizontal pada struktur	22
Tabel 2.13 Ketidakberaturan vertikal pada struktur	24
Tabel 2.14 Persyaratan untuk masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35% gaya geser dasar	26
Tabel 2.15 Tinggi Minimum Balok	33
Tabel 2.16 Batasan dimensi lebar sayap efektif balok	33
Tabel 2.17 Momen nominal penampang balok keruntuhan tarik	37
Tabel 2.18 Momen nominal penampang balok keruntuhan tekan	38
Tabel 4.1 Tinggi dan fungsi lantai bangunan	77
Tabel 4.2 Tinggi dan fungsi lantai bangunan	77
Tabel 4.3 Perhitungan dimensi balok	79
Tabel 4.4 Resume dimensi balok	80
Tabel 4.5 Perhitungan beban <i>tributary area</i> kolom lantai 32	88
Tabel 4.6 Perhitungan beban <i>tributary area</i> kolom lantai 31	89
Tabel 4.7 Rekap dimensi penampang kolom	90
Tabel 4.8 Kategori risiko bangunan	91
Tabel 4.9 Faktor keutamaan gempa	91
Tabel 4.10 Perhitungan Nilai SPT rata-rata	92

Tabel 4.11 Klasifikasi situs	92
Tabel 4.12 Koefisien situs, F_a	93
Tabel 4.13 Koefisien situs, F_v	93
Tabel 4.14 KDS berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek	94
Tabel 4.15 KDS berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1,0 detik	94
Tabel 4.16 Kombinasi pembebanan struktur	95
Tabel 4.17 Rasio partisipasi massa	102
Tabel 4.18 Pusat massa dan pusat kekakuan struktur	103
Tabel 4.19 Parameter periode pendekatan C_t dan x	104
Tabel 4.20 Koefisien untuk batas atas periode yang dihitung	104
Tabel 4.21 Berat bangunan perlantai	106
Tabel 4.22 Batas Simpangan Antar Tingkat	107
Tabel 4.23 Simpangan antar lantai desain	107
Tabel 4.24 Perhitungan pengaruh P-Delta arah X	109
Tabel 4.25 Perhitungan pengaruh P-Delta arah Y	110
Tabel 4.26 Pemeriksaan ketidakberaturan horizontal tipe 1a dan 1b	112
Tabel 4.27 Pemeriksaan ketidakberaturan vertikal tipe 1a dan 1b	114
Tabel 4.28 Pemeriksaan ketidakberaturan vertikal tipe 2	116
Tabel 4.29 Pemeriksaan ketidakberaturan vertikal tipe 3	117
Tabel 4.30 Pemeriksaan ketidakberaturan vertikal tipe 5a dan 5b	118
Tabel 4.31 Pemeriksaan kontribusi sistem rangka dalam memikul gaya seismik	120
Tabel 4.32 Resume detail penulangan balok	138
Tabel 4.33 Output gaya dalam kolom K6 horizontal	141
Tabel 4.34 P_n dan M_n kolom kondisi terkontrol tekan	144
Tabel 4.35 P_n dan M_n kolom kondisi seimbang	147
Tabel 4.36 P_n dan M_n kolom kondisi terkontrol tarik	149
Tabel 4.37 Hasil analisis kolom K6 horizontal tulangan 20D19	151
Tabel 4.38 Hasil analisis kolom K6 horizontal tulangan 22D22	153
Tabel 4.39 Kekuatan lentur M_{pr} kolom K6 horizontal	159

Tabel 4.40 Gaya pada dinding geser	167
Tabel 4.41 Panjang zona tekan dinding geser, c	167
Tabel 4.42 Tegangan pada dinding geser	168
Tabel 4.43 Parameter x_i dan y_i pondasi tiang	177
Tabel 4.44 Gaya tekan pada masing-masing tiang pondasi	179
Tabel 4.45 Perhitungan momen pada pilecap	188

DAFTAR PERSAMAAN

2.1 Modulus elastisitas beton (E_c).....	6
2.2 Modulus elastisitas beton normal (E_c).....	6
2.3 Gaya geser dasar seismik (V).....	10
2.4 Parameter respons spektral percepatan periode pendek (S_{MS}).....	11
2.5 Parameter respons spektral percepatan periode 1 detik (S_{M1}).....	12
2.6 Parameter percepatan spektral desain periode pendek (S_{DS}).....	13
2.7 Parameter percepatan spektral desain periode 1 detik (S_{D1}).....	13
2.8 Periode fundamental pendekatan (T_a).....	14
2.9 Periode fundamental pendekatan alternatif (T_a)	15
2.10 Spektrum respons percepatan desain (S_a) untuk $T \leq T_0$	15
2.11 Spektrum respons percepatan desain (S_a) untuk $T_s \leq T \leq T_0$	17
2.12 Spektrum respons percepatan desain (S_a) untuk $T_L < T$	16
2.13 Beban gempa (E) pada kombinasi beban 6.....	24
2.14 Beban gempa (E) pada kombinasi beban 7	26
2.15 Beban gempa horizontal (E_h).....	28
2.16 Beban gempa vertikal (E_v).....	28
2.17 Koefisien respons seismik (C_s).....	28
2.18 Batas nilai koefisien respons seismik (C_s) untuk $T \leq T_L$	38
2.19 Batas nilai koefisien respons seismik (C_s) untuk $T > T_L$	29
2.20 Batas nilai koefisien respons seismik (C_s).....	29
2.21 Batas nilai koefisien respons seismik (C_s) untuk $S_1 \geq 0,6g$	29
2.22 Simpangan pusat massa (δ_x).....	29
2.23 Gaya gempa lateral (F_x).....	30
2.24 Faktor distribusi vertikal (C_{vx}).....	30
2.25 Geser tingkat desain seismik (V_x).....	31
2.26 Koefisien stabilitas (θ)	31
2.27 Koefisien stabilitas maksimum (θ_{max}).....	31
2.28 Nilai β_1 untuk $28 < f_c' \leq 55$ MPa.....	36
2.29 Resultan gaya tarik tulangan (T_s).....	17
2.30 Resultan gaya tekan beton (C_c).....	36

2.31 Tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekuivalen (a).....	37
2.32 Regangan baja tulangan (ϵ_s).....	37
2.33 Tegangan leleh baja tulangan tarik (f_s).....	37
2.34 Tinggi garis netral kondisi keruntuhan seimbang (c_b).....	38
2.35 Tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekuivalen kondisi keruntuhan seimbang (a_b).....	37
2.36 Rasio baja tulangan balok kondisi keruntuhan seimbang (ρ_b).....	38
2.37 Regangan baja tulangan tekan (ϵ_s').....	41
2.38 Tegangan leleh baja tulangan tekan (f_s').....	41
2.39 Nilai a balok persegi kondisi tulangan tekan belum leleh.....	41
2.40 Kapasitas nominal penampang balok tulangan rangkap kondisi tulangan tekan belum leleh (M_n).....	41
2.41 Nilai a balok persegi kondisi tulangan tekan sudah leleh.....	41
2.42 Kapasitas nominal penampang balok tulangan rangkap kondisi tulangan tekan sudah leleh (M_n).....	42
2.43 Tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekuivalen (a) balok T.....	1
2.44 Kapasitas Balok T tulangan tunggal (M_n).....	42
2.45 Kapasitas gaya tekan sayap balaok T (C_{cf}).....	43
2.46 Faktor momen pikul (K).....	43
2.47 Faktor momen pikul maksimal (K_{max}).....	43
2.48 Tinggi blok tegangan beton tekan ekuivalen balok T (a).....	43
2.49 Luas tulangan tarik balok T tulangan tunggal (A_s).....	44
2.50 Luas transformasi sayap balok T (A_f).....	44
2.51 Momen nominal sayap balok T (M_{nf}).....	44
2.52 Momen nominal balok T bagian badan (M_{nw}).....	44
2.53 Faktor momen pikul bagian badan balok T (K_w).....	44
2.54 Tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekuivalen bagian badan (a).....	44
2.55 Luas baja tulangan (A_1).....	45
2.56 Luas baja tulangan perlu (A_s).....	45
2.57 Jumlah kebutuhan baja tulangan (n).....	45
2.58 Tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekuivalen (a).....	45
2.59 Rasio tulangan balok T tulangan tunggal (ρ).....	45

2.60 Rasio tulangan maksimum (ρ_{max}).....	45
2.61 Nilai a maksimum untuk kondisi baja tulangan tarik harus leleh.....	45
2.62 Momen nominal balok T tulangan tunggal kondisi $a < h_f$ (M_n).....	46
2.63 Momen rencana balok T tulangan tunggal (M_r).....	46
2.64 Rasio baja tulangan balok T tulangan tunggal kondisi $a > h_f$ (ρ).....	46
2.65 Tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekivalen (a) Balok T tulangan tunggal kondisi $a > h_f$	46
2.66 Momen nominal bagian badan balok T tulangan tunggal kondisi $a < h_f$ (M_{nw}).....	46
2.67 Momen nominal balok T tulangan tunggal kondisi $a > h_f$ (M_n).....	46
2.68 Tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekivalen (a) Balok T Tulangan rangkap.....	47
2.69 Luas baja tulangan (A_1) balok T tulangan rangkap kondisi $a < h_f$	48
2.70 Luas baja tulangan (A_2) balok T tulangan rangkap kondisi $a < h_f$	48
2.71 Luas baja tulangan tarik perlu (A_s) balok T tulangan rangkap kondisi $a < h_f$	48
2.72 Luas baja tulangan tekan perlu (A_s') balok T tulangan rangkap kondisi $a < h_f$	48
2.73 Luas baja tulangan (A_2) balok T tulangan rangkap kondisi $a > h_f$	48
2.74 Luas baja tulangan tarik perlu (A_s) balok T tulangan rangkap kondisi $a > h_f$	49
2.75 Luas baja tulangan tekan perlu (A_s') balok T tulangan rangkap kondisi $a > h_f$	49
2.76 Tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekivalen (a) Balok T Tulangan rangkap.....	49
2.77 Rasio baja tulangan balok T tulangan rangkap kondisi $a < h_f$ (ρ).....	49
2.78 Batas leleh baja tulangan tekan (a_{min} leleh).....	49
2.79 Momen nominal beton tekan (M_{nc}) kondisi $a_1 \geq a_{min}$ leleh.....	50
2.80 Momen nominal tulangan tarik (M_{ns}) kondisi $a_1 \geq a_{min}$ leleh.....	50
2.81 Momen nominal balok T tulangan rangkap (M_n) kondisi $a_1 \geq a_{min}$ leleh.....	50
2.82 Nilai p balok T tulangan rangkap kondisi $a_1 < a_{min}$ leleh.....	50
2.83 Nilai q balok T tulangan rangkap kondisi $a_1 < a_{min}$ leleh.....	50

2.84 Nilai a balok T tulangan rangkap kondisi $a_1 < a_{\text{min leleh}}$	50
2.85 Tegangan leleh baja tulangan tekan balok T tulangan rangkap kondisi $a_1 < a_{\text{min leleh}}$	50
2.86 Momen nominal beton tekan (M_{nc}) kondisi $a_1 < a_{\text{min leleh}}$	50
2.87 Momen nominal tulangan tarik (M_{ns}) kondisi $a_1 < a_{\text{min leleh}}$	50
2.88 Momen nominal balok T tulangan rangkap (M_n) kondisi $a_1 < a_{\text{min leleh}}$	50
2.89 Tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekivalen (a) pada kondisi $a_1 > h_f$	51
2.90 Momen nominal balok T tulangan rangkap (M_n) kondisi $a_1 \geq a_{\text{min leleh}}$	51
2.91 Nilai p balok T tulangan rangkap kondisi $a_1 < a_{\text{min leleh}}$	51
2.92 Nilai q balok T tulangan rangkap kondisi $a_1 < a_{\text{min leleh}}$	52
2.93 Gaya geser rencana balok (V_r).....	52
2.94 Kuat geser nominal (V_n).....	52
2.95 Kuat geser nominal beton (V_c).....	52
2.96 Rasio tulangan (ρ).....	53
2.97 Kuat geser baja tulangan (V_s).....	53
2.98 Spasi tulangan geser (s).....	53
2.99 Luas tulangan geser minimum ($A_{v \text{ min}}$).....	54
2.100 Tebal pelat dua arah kondisi $0,2 \leq \alpha_{fm} \leq 2,0$ (h).....	55
2.101 Tebal pelat kondisi $\alpha_{fm} \geq 2,0$ (h).....	55
2.102 Rasio tulangan pelat kondisi seimbang (ρ_b).....	56
2.103 Kuat tekan kolom kondisi beban sentris (P_0).....	57
2.104 Syarat kuat tekan kolom.....	58
2.105 Luas tulangan longitudinal kolom (A_s).....	59
2.106 Batas kuat geser dinding struktural khusus (V_n).....	60
2.107 Syarat kuat geser dinding geser.....	61
2.108 Daya dukung izin tanah ($\bar{\sigma}$).....	62
2.109 Daya dukung izin tekan pondasi data sondir (P_a).....	64
2.110 Daya dukung izin tekan pondasi data N-SPT (P_a).....	64
2.111 Daya dukung izin tarik pondasi data sondir (P_a).....	65
2.112 Daya dukung izin tarik pondasi data N-SPT (P_a).....	65
2.113 Jumlah kebutuhan pondasi tiang (n_p).....	65

2.114 Efisiensi kelompok tiang (E_g).....	66
2.115 Spasi antar tiang pondasi (s).....	66
2.116 Beban maksimum tiang pondasi (P_{max}).....	67
2.117 Gaya geser satu arah pilecap.....	68
2.118 Kuat geser beton rencana.....	68
2.119 Gaya geser dua arah pilecap.....	68
2.120 Kuat geser beton geser dua arah (a).....	68
2.121 Kuat geser beton geser dua arah (b).....	68
2.122 Kuat geser beton geser dua arah (c).....	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan gedung bertingkat pada saat ini sangat banyak dilakukan dalam rangka mengembangkan sebuah kawasan yang lebih maju dan modern ditengah terbatasnya jumlah lahan. Gedung bertingkat menjadi salah satu solusi untuk bangunan dengan kapasitas daya guna besar akan tetapi memiliki luas lahan yang kurang memadai. Selain itu, pembangunan gedung tingkat tinggi merupakan salah satu simbol yang menunjukkan kemajuan fasilitas, teknologi maupun ekonomi pada suatu kawasan.

Pembangunan gedung bertingkat pada berbagai fasilitas seperti perkantoran, pusat perbelanjaan, rumah sakit, maupun apartemen banyak menggunakan konstruksi beton bertulang. Konstruksi beton bertulang merupakan struktur yang terbuat dari gabungan beton dan baja tulangan dimana kombinasi antara beton yang kuat terhadap gaya tekan serta baja tulangan yang memperkuat beton saat terjadinya kondisi tarik menjadikan beton bertulang sebagai bahan konstruksi yang kuat, tahan lama, dan mampu menahan beban yang besar.

Pada saat ini, metode dalam proses pekerjaan struktur pada konstruksi beton bertulang dilakukan secara konvensional (*cast in situ*) dan sudah mulai banyak menggunakan metode pracetak (*precast*). Metode *cast in situ* merupakan metode dalam pembangunan struktur bangunan dengan menggunakan elemen struktur yang proses pekerjaan penulangan hingga proses pengecoran dilakukan langsung di lokasi proyek. Sedangkan metode *precast* merupakan metode dalam pembangunan struktur bangunan dengan menggunakan elemen struktur yang telah diproduksi di pabrik kemudian dikirim ke lokasi proyek.

Penggunaan beton pracetak (*precast*) pada proyek konstruksi memiliki risiko keruntuhan yang cukup besar pada area sambungan yang merupakan titik lemah pada struktur (Jinhu Zheng, 2023). Salah satu faktor terjadinya keruntuhan pada area sambungan yaitu akibat proses penginstallan elemen struktur dilakukan dengan cara yang kurang benar serta penggunaan metode sambungan yang tidak tepat. Selain itu, penggunaan metode beton pracetak membutuhkan anggaran awal yang lebih tinggi

daripada metode konvensional (Wulfram, 2006). Sehingga, pekerjaan beton pracetak yang tidak teliti akan berisiko menjadikan proyek mengalami lebih banyak biaya tambahan untuk perbaikan beton ataupun untuk melakukan pembuatan elemen struktur yang baru jika beton mengalami kerusakan yang parah.

Bangunan Gedung Tower 9 Apartemen Tokyo riverside merupakan salah satu bentuk perkembangan infrastruktur pada kawasan Pantai Indah kapuk 2 dimana dalam perencanaan strukturnya didominasi oleh elemen struktur beton pracetak (*precast*). Berdasarkan hal tersebut, penulis bermaksud untuk melakukan perencanaan gedung Tower 9 Apartemen Tokyo Riverside yang terdiri dari merencanakan dimensi elemen struktur menggunakan beton bertulang secara konvensional dengan perencanaan sendiri. Maka dari itu, judul dari Tugas Akhir ini adalah “**Perencanaan Struktur Gedung 33 Lantai Tower 9 Apartemen Tokyo Riverside Pantai Indah Kapuk 2**” yang berlokasi di Pantai Indah Kapuk 2, Banten.

1.2 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari Tugas Akhir ini yaitu untuk melakukan perencanaan gedung bertingkat dengan merencanakan elemen struktur beton bertulang menggunakan metode konvensional dengan berpedoman kepada Standard Nasional Indonesia (SNI).

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari terjadinya penyimpangan pada pembahasan Tugas Akhir, maka penulis membuat batasan masalah pada penulisan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Elemen struktur yang direncanakan yaitu balok, pelat, kolom, *shear wall* dan pondasi.
2. Struktur gedung yang direncanakan memiliki fungsi sebagai bangunan apartemen
3. Perencanaan Struktur gedung berpedoman kepada beberapa peraturan, yaitu:
 - a) SNI 2847:2019 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung
 - b) SNI 1727:2020 tentang Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya
 - c) SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung

4. Data tanah serta denah gedung bersumber dari proyek gedung Apartemen Tokyo Riverside
5. Tidak memperhitungkan jangka waktu pelaksanaan konstruksi
6. Tidak memperhitungkan analisa rencana anggaran biaya

1.5 Metodologi Penulisan

Metodologi yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini yaitu studi literatur dikarenakan perhitungan yang dilakukan berpedoman kepada peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan buku-buku referensi lainnya yang berkaitan dengan perencanaan gedung.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini agar teratur dan sistematis adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan mengenai latar belakang Tugas Akhir, maksud dan tujuan, batasan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Menjelaskan secara umum mengenai teori-teori serta rumus yang digunakan sebagai pedoman dalam melakukan perencanaan.

BAB III METODOLOGI PERENCANAAN

Menjelaskan gambaran tentang penyelesaian Tugas Akhir yang terdiri dari metodologi secara umum serta tahapan perencanaan.

BAB IV PERHITUNGAN STRUKTUR

Menjelaskan proses perhitungan serta analisis struktur akibat pembebanan vertikal dan pembebanan horizontal menggunakan software analisis struktur.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Menjelaskan tentang kesimpulan serta saran dari keseluruhan isi Tugas Akhir.