

**PERHITUNGAN STRUKTUR BETON GEDUNG PERKULIAHAN
WIDYA DHARMA II SEPULUH LANTAI DENGAN
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)**

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil

Oleh:

DEVIN EDGAR WILLIAM

NIM. D1011181068



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Devin Edgar William

NIM : D1011181068

menyatakan bahwa dalam tugas akhir yang berjudul “Perhitungan Struktur Beton Gedung Perkuliahan Widya Dharma II Sepuluh Lantai dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)” tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, Mei 2023



Devin Edgar William
NIM. D1011181068



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186 Email : ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

**PERHITUNGAN STRUKTUR BETON GEDUNG PERKULIAHAN
WIDYA DHARMA II SEPULUH LANTAI DENGAN SISTEM RANGKA
PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)**

Jurusan Teknik Sipil
Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Oleh :

DEVIN EDGAR WILLIAM
NIM. D1011181068

Telah dipertahankan didepan Penguji Skripsi pada tanggal 19 Mei 2023 dalam sidang secara *offline* dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Susunan Penguji Skripsi :

Dosen Pembimbing Utama	: Ir. Elvira, M.T., Ph.D., IPM. (NIP. 196707141993031002)
Dosen Pembimbing Kedua	: Asep Supriyadi, S.T., M.T. (NIP. 197503011999031001)
Dosen Penguji Utama	: M. Yusuf, S.T., M.T., IPM. (NIP. 197005201998021001)
Dosen Penguji Kedua	: Aryanto. S.T., M.T. (NIP. 197301082000121002)



Pontianak, 5 Juni 2023

Dekan,

Dr. Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM.
NIP. 196712231992031002

Pembimbing Utama,

Ir. Elvira, M.T., Ph.D., IPM.
NIP. 196707141993031002

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan berkat dan kehendak-Nya, maka perhitungan dan penulisan skripsi dengan judul “Perhitungan Struktur Beton Gedung Perkuliahan Widya Dharma II Sepuluh Lantai dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus” ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis banyak menjumpai kesulitan yang dikarenakan keterbatasan pengetahuan penulis dalam bidang konstruksi. Namun berkat adanya bimbingan dari Dosen Pembimbing, penulis dapat menyelesaikan laporan ini dan berhasil mengatasi kesulitan tersebut. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Segenap Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura beserta staf.
2. Segenap Pimpinan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura beserta staf.
3. Bapak Ir. Safaruddin M. Nuh, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Bapak Ir. Elvira, M.T., Ph.D., IPM., dan Bapak Asep Supriyadi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran, masukan, arahan, serta dorongan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Bapak M. Yusuf, S.T., M.T., IPM., dan Bapak Aryanto, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang telah banyak memberikan arahan dan masukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura yang telah memberikan pengajaran, berbagi pengalaman, dan memotivasi selama perkuliahan dari awal hingga saat ini.
7. Kedua orang tua dan saudara yang selalu memberikan doa dan motivasi untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura yang telah banyak memberikan bantuan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
9. Pihak lainnya yang telah memberikan saran dan dorongan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya masukan dan koreksi guna menyempurnakan tugas akhir ini. Akhir kata, besar harapan penulis dimana penelitian ini dapat bermanfaat untuk kita semua dalam bidang konstruksi.

Pontianak, Mei 2023

Penulis

ABSTRAK

Perkembangan pendidikan belakangan ini terus menjadi fokus utama, khususnya di Kota Pontianak itu sendiri. Perkembangan ini ditandai dengan dilakukannya pembangunan sarana pendidikan sesuai dengan ketentuan yang berlaku saat ini. Melalui Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726-2019, Kota Pontianak sendiri termasuk dalam zona gempa ringan sehingga setiap perancangan dan perhitungan struktur yang ada harus dilakukan perhitungan parameter gempa. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan struktur beton bertulang pada Gedung Perkuliahan II Widya Dharma (WD) Pontianak dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan dibatasi hanya untuk perancangan struktur sekunder (tangga dan pelat lantai), struktur utama (kolom dan balok), serta struktur bawah (fondasi dan *poer*). Analisis struktur dilakukan dengan bantuan program analisis struktur berbasis elemen hingga terhadap pembebanan yang bekerja sesuai dengan SNI 1727-2020. Struktur yang dirancang dilakukan desain penulangan secara manual berdasarkan hasil *output* dari program analisis struktur berbasis elemen hingga dengan mengacu pada SNI 2847-2019. Pada struktur gedung yang dianalisa, memiliki ketidakberaturan horizontal berupa ketidakberaturan sudut dalam serta ketidakberaturan vertikal berupa ketidakberaturan massa. Adapun setiap komponen struktur yang dirancang sudah memenuhi persyaratan yang terdapat dalam SNI dan dapat menjadi acuan untuk pembangunan gedung di Kota Pontianak yang memperhitungkan parameter gempa.

Kata Kunci: struktur beton bertulang, sistem rangka pemikul momen khusus, analisis struktur.

ABSTRACT

Development of education in recent times continues to be the main focus, especially in Pontianak City itself. This development is marked by the construction of educational facilities in accordance with current regulations. Based on the Indonesian Standard (SNI) 1726-2019, Pontianak City itself is included in the mild earthquake zone so that every step on designing and calculating structures must also requires the earthquake force parameters. Therefore, the calculation of reinforced concrete structures of Widya Dharma (WD) II Pontianak lecture building is being analyse and calculated with a Special Moment Resisting Frame (SMRF) system, and structure analysis is limited to the design of secondary structures (stairs and floor slabs), main structures (column and beams), and also the lower structures (foundation and poer). Structural analysis is being analyse with the help of a finite element structural analysis programme to all load that works according to SNI 1727-2020. The designed structure is designed based on finite element structural analysis programme output force that refers to SNI 2847-2019. The structure building that been analysed has horizontal irregularities in form of interior angle irregularities and also vertical irregularities in form of mass irregularities. As for with all designed structural component have already meets the requirements contained based on SNI and can be used as a reference for construction of building in Pontianak City that take earthquake force parameters to be counted.

Keywords: reinforced concrete structures, special moment resisting frame system, structural analysis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR GRAFIK	xxii
DAFTAR TABEL.....	xxiii
BAB I – PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Data dan Spesifikasi Material Gedung	5
1.6 Sistem Pembebanan	9
1.7 Standar yang Digunakan	9
1.8 Metode Penulisan	10
1.9 Sistematika Penulisan	10
BAB II – TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Beton Bertulang	13
2.2 Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)	14
2.3 Pembebanan dan Kombinasi Pembebanan	15
2.3.1 Beban Mati	16
2.3.2 Beban Hidup	16
2.3.3 Beban Angin	18
2.3.4 Beban Gempa	19
2.3.4.1 Faktor Keutamaan Gempa dan Kategori Risiko Struktur Bangunan	20

2.3.4.2	Parameter Percepatan Gempa	23
2.3.4.3	Klasifikasi Situs	24
2.3.4.4	Kecepatan Rata-Rata Gelombang Geser	26
2.3.4.5	Tahanan Penetrasi Standar Lapangan Rata-Rata dan Tahanan Penetrasi Standar Rata-Rata untuk Lapisan Tanah Non Kohesif	26
2.3.4.6	Kuat Geser Niralir Rata-Rata	27
2.3.4.7	Koefisien Situs dan Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko- Tertarget (MCE_R)	28
2.3.4.8	Spektrum Respons Desain	30
2.3.4.9	Kategori Desain Seismik	34
2.3.4.10	Sistem Struktur Pemikul Gaya Seismik	35
2.3.4.11	Klasifikasi Struktur Beraturan dan Tidak Beraturan	35
2.3.4.12	Redundansi	41
2.3.4.13	Kriteria Pemodelan	42
2.3.4.14	Geser Dasar Seismik	44
2.3.4.15	Periode Fundamental Struktur	45
2.3.4.16	Distribusi Gaya Seismik	47
2.3.4.17	Pembesaran Momen Torsi Tak Terduga	48
2.3.4.18	Simpangan Antar Tingkat	49
2.3.4.19	Pemisahan Struktur	51
2.3.4.20	Pengaruh P-delta	52
2.3.4.21	Rasio Partisipasi Massa	53
2.3.5	Kombinasi Pembebanan	54
2.4	Perencanaan Struktur Utama Bangunan	55
2.4.1	Balok	55
2.4.1.1	Faktor Reduksi kekuatan	57
2.4.1.2	Desain Balok Akibat Lentur	59
2.4.1.3	Desain Balok Akibat Geser	60
2.4.1.4	Desain Balok Akibat Torsi	63
2.4.2	Kolom	65

2.4.2.1	Desain Kolom dengan Beban Aksial	67
2.4.2.2	Batasan Rasio Kelangsingan	67
2.5	Perencanaan Struktur Sekunder Bangunan	69
2.5.1	Pelat Lantai	69
2.5.1.1	Pelat Satu Arah	70
2.5.1.2	Pelat Dua Arah	71
2.5.1.3	Penulangan Pelat Berdasarkan Analisis Elemen Hingga	74
2.5.2	Tangga	75
2.5.2.1	Perencanaan Dimensi Tangga	76
2.5.2.2	Pembebanan Tangga	77
2.6	Perencanaan Struktur Bawah Bangunan	77
2.6.1	Fondasi Tiang Pancang	78
2.6.1.1	Kapasitas Daya Dukung Tiang	78
2.6.1.2	Kapasitas Daya Dukung Kelompok Tiang	79
2.6.2	Perencanaan dan Penulangan <i>Pile Cap</i> Fondasi	81
2.6.2.1	Geser Satu Arah	82
2.6.2.2	Geser Dua Arah	83
2.6.2.3	Momen Lentur <i>Pile Cap</i>	84
2.7	Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)	86
2.7.1	Spesifikasi Material	86
2.7.2	Persyaratan Balok SRPMK	88
2.7.2.1	Tulangan Longitudinal Balok	89
2.7.2.2	Tulangan Transversal Balok	91
2.7.2.3	Kekuatan Geser Balok	93
2.7.3	Persyaratan Kolom SRPMK	95
2.7.3.1	Perencanaan Lentur	96
2.7.3.2	Tulangan Longitudinal Kolom	97
2.7.3.3	Tulangan Transversal Kolom	98
2.7.3.4	Kekuatan Geser Kolom	100
2.7.4	<i>Joint</i> SRPMK	101
2.7.4.1	Tulangan Transversal	101

2.7.4.2 Kekuatan Geser	102
2.7.4.3 Penyaluran Tulangan Tarik	104
BAB III – METODOLOGI	
3.1 Tinjauan Umum	105
3.2 <i>Preliminary Design</i>	105
3.3 Analisis dan Pemodelan Struktur	106
3.4 Pemeriksaan Perilaku Struktur	106
3.5 Perencanaan Tulangan	106
3.6 Perencanaan Fondasi	106
3.7 Diagram Alir	107
BAB IV – <i>PRELIMINARY DESIGN</i>	
4.1 Perancangan Awal Dimensi Pelat	110
4.2 Perancangan Awal Dimensi Balok	113
4.3 Perancangan Awal Dimensi Kolom	120
4.4 Perancangan Awal Dimensi Tangga	129
4.5 Perancangan <i>Lift</i>	136
4.6 Perancangan Tandon Air / <i>Reservoir</i>	140
BAB V – ANALISIS DAN PEMODELAN STRUKTUR	
5.1 Tinjauan Umum	143
5.2 Spesifikasi Material	144
5.3 Pemodelan Struktur	147
5.3.1 Pemodelan Balok	147
5.3.2 Pemodelan Kolom	151
5.3.3 Pemodelan Pelat Lantai	154
5.3.4 Pemodelan Tangga	156
5.3.5 Pemodelan Elevator/ <i>Lift</i>	157
5.4 Pemodelan Pembebanan	158
5.4.1 Beban Mati	160
5.4.2 Beban Hidup	164
5.4.3 Beban Hujan	166
5.4.4 Beban Angin	166
5.4.5 Beban Gempa	178

5.4.6	Kombinasi Pembebanan	187
5.5	Asumsi Perancangan dalam Program Analisis Struktur	189
5.6	Analisis Struktur	197
5.6.1	Periode Fundamental Struktur (T)	197
5.6.2	Koefisien Repons Seismik (C_s)	199
5.6.3	Gaya Geser Seismik (V)	199
5.6.4	Analisis Gaya Dalam	202
BAB VI – PEMERIKSAAN PERILAKU STRUKTUR		
6.1	Pemeriksaan Rasio Partisipasi Modal Massa	205
6.2	Pemeriksaan Simpangan antar Tingkat (<i>Story Drift</i>)	207
6.3	Pemeriksaan Pengaruh P-Delta	209
6.4	Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal	211
6.4.1	Pemeriksaan Ketidakberaturan Torsi (Tipe 1a dan 1b)	212
6.4.1.1	Torsi Bawaan dan Torsi Tak Terduga	212
6.4.1.2	Perhitungan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b	215
6.4.2	Pemeriksaan Ketidakberaturan Sudut Dalam (Tipe 2)	216
6.4.2.1	Konsekuensi Ketidakberaturan Pasal 7.3.3.4	218
6.4.2.2	Konsekuensi Ketidakberaturan Tabel 16	218
6.4.3	Pemeriksaan Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma (Tipe 3)	219
6.4.4	Pemeriksaan Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus terhadap Bidang (Tipe 4)	219
6.4.5	Pemeriksaan Ketidakberaturan Sistem Non Paralel (Tipe 5)	220
6.4.6	Rekapitulasi Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal	221
6.5	Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal	221
6.5.1	Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak (Tipe 1a dan 1b)	221
6.5.2	Pemeriksaan Ketidakberaturan Berat (Massa) Tipe 2	224
6.5.3	Pemeriksaan Ketidakberaturan Geometri Vertikal (Tipe 3)	225
6.5.4	Pemeriksaan Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang pada Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral (Tipe 4)	226

6.5.5 Pemeriksaan Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat (Tipe 5a dan 5b)	227
6.5.6 Rekapitulasi Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal	229
BAB VII – PERANCANGAN TULANGAN	
7.1 Perancangan Tulangan Pelat Lantai	230
7.2 Perancangan Tulangan Pelat Tangga dan Bordes	239
7.3 Perancangan Tulangan Balok (<i>Beam</i>)	243
7.3.1 Perancangan Tulangan Lentur Balok	244
7.3.2 Perancangan Tulangan Geser Balok	259
7.3.3 Perancangan Tulangan Torsi Balok	270
7.3.4 Rekapitulasi Perancangan Penulangan Balok	284
7.4 Perancangan Tulangan Kolom	284
7.4.1 Kelangsingan Kolom	285
7.4.2 Pembesaran Momen Rangka Bergoyang	305
7.4.3 Perancangan Tulangan Longitudinal dan Diagram Interaksi Kolom	331
7.4.4 Perancangan Tulangan Transversal Kolom	363
7.4.5 Pemeriksaan Syarat <i>Strong Column Weak Beam</i> (SCWB)	376
7.4.6 Perhitungan Kekuatan Geser	388
7.5 Panjang Penyaluran, Sambungan, dan <i>Cut Off Point</i>	392
7.6 <i>Joint</i> Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)	401
BAB VIII – PERANCANGAN FONDASI	
8.1 Tinjauan Umum	416
8.2 Perhitungan Daya Dukung Fondasi	418
8.3 Pemeriksaan Geser pada <i>Pile Cap</i>	425
8.4 Perancangan Penulangan <i>Pile Cap</i>	430
8.5 Perancangan Penulangan <i>Sloof</i>	433
8.5.1 Perancangan Tulangan Lentur	433
8.5.2 Perancangan Tulangan Geser	441
8.5.3 Rekapitulasi Perancangan Penulangan <i>Sloof</i>	447
BAB IX – PENUTUP	

9.1 Kesimpulan	448
9.2 Saran	450
DAFTAR PUSTAKA	451
LAMPIRAN	453

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Denah Lantai 1	5
Gambar 1.2	Denah Lantai 2	6
Gambar 1.3	Denah Lantai 3	6
Gambar 1.4	Denah Lantai 4	6
Gambar 1.5	Denah Lantai 5	7
Gambar 1.6	Denah Lantai 6	7
Gambar 1.7	Denah Lantai 7	7
Gambar 1.8	Denah Lantai 8	8
Gambar 1.9	Denah Lantai 9	8
Gambar 1.10	Denah Lantai 10	8
Gambar 1.11	Denah Mesin Lift (DAK)	9
Gambar 2.1	Peta Respon Spektra Percepatan 0,2 detik (S_s) untuk Probabilitas Terlampau 2% dalam 50 tahun	23
Gambar 2.2	Peta Respon Spektra Percepatan 1 detik (S_I) untuk Probabilitas Terlampau 2% dalam 50 tahun	24
Gambar 2.3	Spektrum Respons Desain	31
Gambar 2.4	PGA. Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Rata-Rata Geometrik (MCE_G) Wilayah Indonesia	32
Gambar 2.5	Peta Transisi Periode Panjang, T_L , Wilayah Indonesia	33
Gambar 2.6	Ketidakteraturan Horizontal	38
Gambar 2.7	Ketidakteraturan Vertikal	40
Gambar 2.8	Ketidakteraturan Vertikal (Lanjutan)	41
Gambar 2.9	Faktor Perbesaran Torsi, A_x	49
Gambar 2.10	Penentuan Simpangan Antar Tingkat	50
Gambar 2.11	Faktor Panjang Efektif, k	69
Gambar 2.12	Potongan Penampang Balok yang Dicor Monolit dengan Pelat ..	71
Gambar 2.13	Contoh Susunan Tiang	80
Gambar 2.14	<i>Pile Cap</i>	82
Gambar 2.15	<i>Pile Cap</i> terhadap Geser Satu Arah	83
Gambar 2.16	<i>Pile Cap</i> terhadap Geser Dua Arah	84

Gambar 2.17	Momen Lentur pada <i>Pile Cap</i>	85
Gambar 2.18	Bentang Bersih l_n	89
Gambar 2.19	Lebar Efektif Maksimum Balok dan Persyaratan Tulangan Transversal	89
Gambar 2.20	Persyaratan Tulangan Longitudinal	90
Gambar 2.21	Persyaratan Sambungan Lewatan	91
Gambar 2.22	Persyaratan Tulangan Transversal	92
Gambar 2.23	Contoh Sengkang Tertutup (<i>hoop</i>) yang Dipasang Bertumpuk ...	92
Gambar 2.24	Bentang Bersih Kolom dan Balok	94
Gambar 2.25	Diagram Gaya Geser Desain (V_n) Balok	95
Gambar 2.26	Persyaratan Dimensi Kolom	95
Gambar 2.27	Konsep <i>Strong Column</i>	96
Gambar 2.28	Sambungan Lewatan pada Kolom	97
Gambar 2.29	Persyaratan Kekangan untuk Sengkang Persegi	98
Gambar 2.30	Contoh Penulangan Transversal pada Kolom	99
Gambar 2.31	Diagram Gaya Geser Desain (V_e) Kolom	101
Gambar 2.32	Geser Horizontal pada Hubungan Balok-Kolom	103
Gambar 2.33	Luas Efektif Hubungan Balok-Kolom	103
Gambar 2.34	Standar Kait 90°	104
Gambar 3.1	Diagram Alir Perancangan dan Pehitungan Gedung Perkuliahan Widya Dharma II Sepuluh Lantai	109
Gambar 4.1	Denah Balok Tinjauan Lantai 3 Gedung Widya Dharma II Pontianak	112
Gambar 4.2	Denah Pelat Tinjauan Lantai 3 Gedung Widya Dharma II Pontianak	114
Gambar 4.3	Pelat Lantai yang Ditinjau	115
Gambar 4.4	Denah Kolom Tinjauan Lantai 3 Gedung Widya Dharma II Pontianak	121
Gambar 4.5	Kolom yang Ditinjau	122
Gambar 4.6	Dimensi Tangga Tipe 1	133
Gambar 4.7	Dimensi Tangga Tipe 2	133
Gambar 4.8	Dimensi Tangga Tipe 3	134

Gambar 4.9	Dimensi Tangga Tipe 4	134
Gambar 4.10	Dimensi Tangga Tipe 5	135
Gambar 4.11	Dimensi Tangga Tipe 6	135
Gambar 4.12	Tandon Air <i>Penguin</i> (TB 220)	142
Gambar 5.1	Pemodelan Struktur Gedung Perkuliahan Widya Dharma II	143
Gambar 5.2	<i>Define Material Property Data</i> (Beton $f_c' = 30$ MPa)	144
Gambar 5.3	<i>Define Material Property Design Data</i> ($f_c' = 30$ MPa)	145
Gambar 5.4	<i>Define Material Property Data</i> (BJTS 420B)	145
Gambar 5.5	<i>Define Material Property Design Data</i> (BJTS 420B)	146
Gambar 5.6	<i>Define Material Property Data</i> (BJTP 280)	146
Gambar 5.7	<i>Define Material Property Design Data</i> (BJTP 280)	147
Gambar 5.8	<i>Frame Section Property Data</i> (Balok B1 30/60)	148
Gambar 5.9	<i>Frame Section Property Reinforcement Data</i>	148
Gambar 5.10	Momen Inersia yang Diizinkan untuk Analisis Beban Terfaktor pada Balok	149
Gambar 5.11	Denah Pemodelan Balok Lantai 3 Gedung Widya Dharma II Pontianak	150
Gambar 5.12	<i>Frame Section Property Data</i> (Kolom K1 75/75)	151
Gambar 5.13	<i>Frame Section Property Reinforcement Data</i>	152
Gambar 5.14	Momen Inersia yang Diizinkan untuk Analisis Beban Terfaktor pada Kolom	152
Gambar 5.15	Denah Pemodelan Kolom Lantai 3 Gedung Widya Dharma II Pontianak	153
Gambar 5.16	<i>Slab Property Data</i> (Pelat $t = 10$ cm)	154
Gambar 5.17	Momen Inersia yang Diizinkan untuk Analisis Beban Terfaktor pada Pelat Lantai	154
Gambar 5.18	Denah Pemodelan Pelat Lantai pada Lantai 3 Gedung Widya Dharma II Pontianak	155
Gambar 5.19	<i>Slab Property Data</i> (Pelat Tangga $t = 18$ cm)	156
Gambar 5.20	Momen Inersia yang Diizinkan untuk Analisis Beban Terfaktor pada Pelat Tangga	156
Gambar 5.21	Pembebanan Balok Pengatrol Mesin <i>Lift</i>	157

Gambar 5.22	Pembebanan Balok Perletakan Mesin <i>Lift</i> Bagian Depan	158
Gambar 5.23	Pembebanan Balok Perletakan Mesin <i>Lift</i> Bagian Belakang	158
Gambar 5.24	<i>Define Load Patterns</i>	159
Gambar 5.25	<i>Define Load Cases</i>	159
Gambar 5.26	<i>Load Case Data</i> untuk Beban Mati (<i>D</i>)	160
Gambar 5.27	Beban Mati Tambahan (Lantai 1)	161
Gambar 5.28	Beban Mati Tambahan (Lantai 4)	161
Gambar 5.29	Beban Mati Tambahan (Lantai DAK)	162
Gambar 5.30	Beban Mati Tambahan (Portal A)	163
Gambar 5.31	Beban Hidup (Lantai 6)	165
Gambar 5.32	Beban Genangan Air Hujan (<i>R</i>)	166
Gambar 5.33	Langkah Penentuan Beban Angin SPGAU	167
Gambar 5.34	Kategori Risiko Bangunan untuk Beban Angin	168
Gambar 5.35	Nilai Kecepatan Angin Dasar	168
Gambar 5.36	Faktor Arah Angin, K_d	169
Gambar 5.37	Kategori Eksposur	169
Gambar 5.38	Faktor Topografi, K_{zt}	169
Gambar 5.39	Faktor Elevasi Permukaan Tanah, K_e	170
Gambar 5.40	Faktor Efek Hembusan Angin, G	170
Gambar 5.41	Klasifikasi Ketertutupan	170
Gambar 5.42	Koefisien Tekanan Internal, $G_{C_{pi}}$	171
Gambar 5.43	Koefisien Eksposur Tekanan Velositas, K_z	171
Gambar 5.44	Konstanta Eksposur Dataran, z_g dan α	172
Gambar 5.45	Koefisien Tekanan Eksternal, C_p	174
Gambar 5.46	Beban Angin Arah y (W_y)	177
Gambar 5.47	Beban Angin Arah x (W_x)	177
Gambar 5.48	<i>Define Response Spectrum Function</i>	183
Gambar 5.49	<i>Define Load Case</i> Beban Gempa (E_x)	186
Gambar 5.50	<i>Define Load Case</i> Beban Gempa (E_y)	187
Gambar 5.51	<i>Define Load Combinations</i>	189
Gambar 5.52	<i>Define Load Combination Data</i> (Kombinasi 3.1)	189
Gambar 5.53	<i>Joint Assignment</i> untuk Jepit	190

Gambar 5.54	Asumsi Perancangan Fondasi Jepit	190
Gambar 5.55	Ketentuan Jumlah Ragam pada Analisis Struktur	191
Gambar 5.56	<i>Modal Case</i>	191
Gambar 5.57	Ketentuan Berat Seismik Efektif, W	192
Gambar 5.58	<i>Define Mass Source Data</i>	192
Gambar 5.59	<i>Input Rigid Zone Factor</i>	193
Gambar 5.60	Tingkat Kekakuan Balok – Kolom	193
Gambar 5.61	Nilai <i>Rigid Zone Factor</i>	194
Gambar 5.62	Diafragma Lantai 5 (D5)	194
Gambar 5.63	<i>Diaphragm Definition (Rigid)</i>	195
Gambar 5.64	<i>Frame Auto Mesh</i>	195
Gambar 5.65	<i>Floor Auto Mesh</i>	195
Gambar 5.66	<i>Analysis Options – Active Degrees of Freedom</i>	196
Gambar 5.67	<i>Set Load Cases to Run</i>	196
Gambar 5.68	Penentuan Nilai Pendekatan C_t dan α	197
Gambar 5.69	<i>Deformed Shape Modal</i>	202
Gambar 5.70	<i>Axial Force Modal</i>	203
Gambar 5.71	<i>Shear 2-2 Modal</i>	203
Gambar 5.72	<i>Moment 3-3 Modal</i>	204
Gambar 6.1	<i>Undeformed Mode Shape</i> Lantai 3	206
Gambar 6.2	<i>Mode Shape 1</i> Lantai 3 (Translasi U_x , $T = 2,05$ detik)	206
Gambar 6.3	<i>Mode Shape 2</i> Lantai 3 (Translasi U_y , $T = 1,98$ detik)	207
Gambar 6.4	<i>Mode Shape 3</i> Lantai 3 (Translasi R_z , $T = 1,744$ detik)	207
Gambar 6.5	Ketidakteraturan Horizontal Tipe 1a dan 1b	212
Gambar 6.6	Eksentrisitas 5% pada Beban Gempa	213
Gambar 6.7	Eksentrisitas 5% pada <i>Load Case Data</i> Gempa	213
Gambar 6.8	Ketidakteraturan Horizontal Tipe 2	217
Gambar 6.9	Ketidakteraturan Horizontal Tipe 3	219
Gambar 6.10	Ketidakteraturan Horizontal Tipe 4	220
Gambar 6.11	Ketidakteraturan Horizontal Tipe 5	220
Gambar 6.12	Ketidakteraturan Vertikal Tipe 1a dan 1b	222
Gambar 6.13	Ketidakteraturan Vertikal Tipe 2	224

Gambar 6.14	Ketidakteraturan Vertikal Tipe 3	225
Gambar 6.15	Ketidakteraturan Vertikal Tipe 4	226
Gambar 6.16	Ketidakteraturan Vertikal Tipe 5a dan 5b	227
Gambar 7.1	Tinggi Efektif Pelat Lantai	232
Gambar 7.2	Penulangan Pelat Lantai Tertinjau (Lantai 5)	236
Gambar 7.3	Tinggi Efektif Pelat Tangga dan Bordes	240
Gambar 7.4	Pembagian Daerah Tumpuan dan Lapangan Balok SRPMK	244
Gambar 7.5	Tinggi Efektif Balok	246
Gambar 7.6	Tinggi Efektif Balok B3 untuk Tulangan Atas	249
Gambar 7.7	Denah Kolom Lantai 3 Tertinjau (C4)	287
Gambar 7.8	Portal As – A Kolom C4 Tertinjau	288
Gambar 7.9	Kolom K1 Tertinjau Arah x	288
Gambar 7.10	Penentuan Faktor Panjang Efektif (k) untuk K1	289
Gambar 7.11	Kolom K1 Tinjauan Arah y	290
Gambar 7.12	Penentuan Faktor Panjang Efektif (k) untuk K1	291
Gambar 7.13	Denah Kolom Lantai 6 Tertinjau (C3)	292
Gambar 7.14	Portal As – A Kolom C3 Tertinjau	292
Gambar 7.15	Kolom K2 Tinjauan Arah x	293
Gambar 7.16	Penentuan Faktor Panjang Efektif (k) untuk K2	294
Gambar 7.17	Kolom K2 Tinjauan Arah y	294
Gambar 7.18	Penentuan Faktor Panjang Efektif (k) untuk K2	295
Gambar 7.19	Denah Kolom Lantai 10 Tertinjau (C7)	296
Gambar 7.20	Portal As – A Kolom C7 Tertinjau	297
Gambar 7.21	Kolom K3 Tinjauan Arah x	297
Gambar 7.22	Penentuan Faktor Panjang Efektif (k) untuk K3	298
Gambar 7.23	Kolom K3 Tertinjau Arah y	299
Gambar 7.24	Penentuan Faktor Panjang Efektif (k) untuk K3	300
Gambar 7.25	Denah Kolom Lantai 4 Tertinjau (C8)	301
Gambar 7.26	Portal As – A Kolom C8 Tertinjau	301
Gambar 7.27	Kolom K4 Tinjauan Arah x	302
Gambar 7.28	Penentuan Faktor Panjang Efektif (k) untuk K4	303
Gambar 7.29	Kolom K4 Tinjauan Arah y	303

Gambar 7.30	Penentuan Faktor Panjang Efektif (k) untuk K4	304
Gambar 7.31	Diagram Tegangan dan Regangan pada Kolom	332
Gambar 7.32	Rancangan Penulangan Kolom K1	332
Gambar 7.33	Gaya yang Bekerja pada Tulangan Kolom	335
Gambar 7.34	Rancangan Penulangan Kolom K2	339
Gambar 7.35	Rancangan Penulangan Kolom K3	345
Gambar 7.36	Rancangan Penulangan Kolom K4	352
Gambar 7.37	Rancangan Penulangan Kolom KP	358
Gambar 7.38	Kolom K1 Tinjauan (Titik C4) Lantai 4	376
Gambar 7.39	Goyangan Kolom K1 Tertinjau pada Arah x	377
Gambar 7.40	Goyangan Kolom K1 Tertinjau pada Arah y	378
Gambar 7.41	Kolom K2 Tinjauan (Titik C3) Lantai 7	379
Gambar 7.42	Goyangan Kolom K2 Tertinjau pada Arah x	380
Gambar 7.43	Goyangan Kolom K2 Tertinjau pada Arah y	381
Gambar 7.44	Kolom K3 Tinjauan (Titik C7) Lantai 10	382
Gambar 7.45	Goyangan Kolom K3 Tertinjau pada Arah x	383
Gambar 7.46	Goyangan Kolom K3 Tertinjau pada Arah y	384
Gambar 7.47	Kolom K4 Tinjauan (Titik C32) Lantai 3	385
Gambar 7.48	Goyangan Kolom K4 Tertinjau pada Arah x	386
Gambar 7.49	Goyangan Kolom K4 Tertinjau pada Arah y	387
Gambar 7.50	Sketsa Lokasi Penampang pada <i>Cut Off Point</i>	398
Gambar 7.51	<i>Point of Inflection</i> pada Balok B4	400
Gambar 8.1	Denah Titik Fondasi Tertinjau	416
Gambar 8.2	Rancangan Konfigurasi Tiang Pancang	422
Gambar 8.3	Jarak Tiang Pancang terhadap Titik Berat Fondasi	424
Gambar 8.4	Tinjauan Fondasi terhadap Geser Satu Arah	426
Gambar 8.5	Tinjauan Fondasi terhadap Geser Dua Arah	427
Gambar 8.6	Tinjauan Fondasi terhadap Geser di Sekitar Tiang	428
Gambar 8.7	Momen Lentur pada <i>Pile Cap</i> Tertinjau	431
Gambar 8.8	Denah <i>Sloof</i> Tertinjau	433
Gambar 8.9	Tinggi Efektif Balok	433

DAFTAR GRAFIK

Grafik 5.1	Kurva Respons Spektrum Desain	183
Grafik 6.1	Pemeriksaan Simpangan antar Lantai (<i>Story Drift</i>)	209
Grafik 6.2	Pemeriksaan Pengaruh P-Delta	211
Grafik 7.1	Diagram Interaksi Kolom K1	338
Grafik 7.2	Diagram Interaksi Kolom K2	344
Grafik 7.3	Diagram Interaksi Kolom K3	351
Grafik 7.4	Diagram Interaksi Kolom K4	357
Grafik 7.5	Diagram Interaksi Kolom KP	363
Grafik 7.6	Diagram Interaksi Nilai ϕM_n Kolom K1 Tertinjau	377
Grafik 7.7	Diagram Interaksi Nilai ϕM_n Kolom K2 Tertinjau	380
Grafik 7.8	Diagram Interaksi Nilai ϕM_n Kolom K3 Tertinjau	383
Grafik 7.9	Diagram Interaksi Nilai ϕM_n Kolom K4 Tertinjau	386
Grafik 7.10	Diagram Interaksi Kolom ($1,25f_y$)	389

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ketentuan Sistem Rangka Pemikul Momen	15
Tabel 2.2	Berat Jenis Bahan Bangunan	16
Tabel 2.3	Berat Sendiri Material Komponen Bangunan	16
Tabel 2.4	Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum	17
Tabel 2.5	Faktor Elemen Beban Hidup, K_{LL}	18
Tabel 2.6	Jenis Pemanfaatan dan Kategori Risiko	20
Tabel 2.7	Jenis Pemanfaatan dan Kategori Risiko (Lanjutan)	21
Tabel 2.8	Jenis Pemanfaatan dan Kategori Risiko (Lanjutan)	22
Tabel 2.9	Faktor Keutamaan Gempa	23
Tabel 2.10	Klasifikasi Situs	25
Tabel 2.11	Koefisien Situs, F_a	29
Tabel 2.12	Koefisien Situs, F_v	29
Tabel 2.13	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek	34
Tabel 2.14	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik	35
Tabel 2.15	Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik	35
Tabel 2.16	Ketidakteraturan Horizontal pada Struktur	36
Tabel 2.17	(Lanjutan) – Ketidakteraturan Horizontal pada Struktur	37
Tabel 2.18	Ketidakteraturan Vertikal pada Struktur	39
Tabel 2.19	(Lanjutan) – Ketidakteraturan Vertikal pada Struktur	40
Tabel 2.20	Prosedur Analisis yang Diizinkan	43
Tabel 2.21	Koefisien untuk Batas Atas Periode yang Dihitung	45
Tabel 2.22	Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	46
Tabel 2.23	Simpangan Antar Lantai Izin, $\Delta_a^{a,b}$	51
Tabel 2.24	Tinggi Minimum Balok Non Prategang	56
Tabel 2.25	Ketebalan Selimut Beton untuk Komponen Struktur Beton Non Prategang yang Dicor di Tempat	57
Tabel 2.26	Faktor Reduksi Kekuatan (ϕ)	58
Tabel 2.27	Nilai β_1 untuk Distribusi Tegangan Beton Persegi Ekuivalen	59

Tabel 2.28	Kekuatan Aksial Maksimum	67
Tabel 2.29	Ketebalan Minimum Pelat Solid Satu Arah Non Prategang	70
Tabel 2.30	Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Non Prategang Tanpa Balok Interior (mm)	72
Tabel 2.31	Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Non Prategang dengan Balok di Antara Tumpuan pada Semua Sisinya	73
Tabel 2.32	Injakan dan Tanjakan Tangga	76
Tabel 2.33	Persyaratan Struktur Tahan Gempa	86
Tabel 2.34	Batasan Nilai f_c'	87
Tabel 2.35	Tulangan Ulir Non Prategang	87
Tabel 2.36	Tulangan Polos Non Prategang	88
Tabel 2.37	Diameter Sisi dalam Bengkokan Minimum dan Geometri Kait Standar untuk Sengkang, Ikat Silang, dan Sengkang Pengekang	93
Tabel 2.38	Luas Tulangan Transversal	99
Tabel 4.1	Penentuan Dimensi Balok	110
Tabel 4.2	Penentuan Dimensi Balok (Lanjutan)	111
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Beban Ultimit (P_u)	127
Tabel 4.4	Perancangan Awal Dimensi Tangga	132
Tabel 4.5	Kriteria Waktu Tunggu Rata-Rata	138
Tabel 4.6	Spesifikasi <i>Lift</i> Hitachi Elevator Asia Pte., Ltd.	140
Tabel 5.1	Dimensi Balok Gedung Perkuliahan Widya Dharma II	148
Tabel 5.2	Dimensi Kolom Gedung Perkuliahan Widya Dharma II	151
Tabel 5.3	Beban Hidup Terdistribusi Merata	165
Tabel 5.4	Perhitungan Nilai Koefisien Tekanan Velositas, K_z	172
Tabel 5.5	Perhitungan Nilai Tekanan Velositas, q_z	173
Tabel 5.6	Perhitungan Nilai Tekanan Angin, p Arah x	175
Tabel 5.7	Perhitungan Nilai Tekanan Angin, p Arah y	176
Tabel 5.8	Beban Angin yang Dipergunakan untuk Arah x dan y	176
Tabel 5.9	Kategori Risiko Bangunan Gedung Widya Dharma II	178
Tabel 5.10	Faktor Keutamaan Gempa Gedung Widya Dharma II	179
Tabel 5.11	Hasil Perhitungan Nilai $N - SPT$	179
Tabel 5.12	Penentuan Klasifikasi Situs	180

Tabel 5.13	Rekapitulasi Perhitungan Nilai S_a	184
Tabel 5.14	Faktor R , C_d , dan Ω_o SRPMK Beton Bertulang	185
Tabel 5.15	Rekapitulasi Faktor Pengali Kombinasi Pembebanan	187
Tabel 5.16	Koefisien Respons Seismik (C_s)	199
Tabel 5.17	Berat Struktur (W)	200
Tabel 5.18	Nilai V_t (Gaya Geser Dasar dari Program Analisis)	201
Tabel 5.19	Nilai V_t dengan Faktor Skala Gaya Gempa Baru	202
Tabel 6.1	Rasio Partisipasi Modal Massa	205
Tabel 6.2	Pemeriksaan Simpangan antar Tingkat Arah x	208
Tabel 6.3	Pemeriksaan Simpangan antar Tingkat Arah y	208
Tabel 6.4	Pemeriksaan Pengaruh P-Delta Arah x	210
Tabel 6.5	Pemeriksaan Pengaruh P-Delta Arah y	210
Tabel 6.6	Perhitungan Pembesaran Momen Torsi (A_x) Arah x	214
Tabel 6.7	Perhitungan Pembesaran Momen Torsi (A_x) Arah y	215
Tabel 6.8	Ketidakteraturan Horizontal Tipe 1a dan 1b Arah x	216
Tabel 6.9	Ketidakteraturan Horizontal Tipe 1a dan 1b Arah y	216
Tabel 6.10	Pemeriksaan Ketidakteraturan Sudut Dalam (Tipe 2)	217
Tabel 6.11	Pemeriksaan Ketidakteraturan Horizontal (Tipe 3)	219
Tabel 6.12	Hasil Pemeriksaan Ketidakteraturan Horizontal	221
Tabel 6.13	Pemeriksaan Ketidakteraturan Tipe 1a Arah x	222
Tabel 6.14	Pemeriksaan Ketidakteraturan Tipe 1a Arah y	223
Tabel 6.15	Pemeriksaan Ketidakteraturan Tipe 1b Arah x	223
Tabel 6.16	Pemeriksaan Ketidakteraturan Tipe 1b Arah y	223
Tabel 6.17	Pemeriksaan Ketidakteraturan Vertikal (Tipe 2)	224
Tabel 6.18	Pemeriksaan Ketidakteraturan Vertikal Tipe 3	226
Tabel 6.19	Pemeriksaan Ketidakteraturan Vertikal Tipe 5a	228
Tabel 6.20	Pemeriksaan Ketidakteraturan Vertikal Tipe 5b	228
Tabel 6.21	Hasil Pemeriksaan Ketidakteraturan Vertikal	229
Tabel 7.1	Hasil Pengolahan Gaya Dalam Pelat Lantai	231
Tabel 7.2	Rekapitulasi Penulangan Pelat Lantai 1 – 6	237
Tabel 7.3	Rekapitulasi Penulangan Pelat Lantai 7 – 10 dan Atap	238
Tabel 7.4	Hasil Pengolahan Gaya Dalam Pelat Tangga dan Bordes	239

Tabel 7.5	Rekapitulasi Penulangan Pelat Tangga dan Bordes	243
Tabel 7.6	Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam M_3	245
Tabel 7.7	Rekapitulasi Perancangan Tulangan Balok	255
Tabel 7.8	Rekapitulasi Perancangan Tulangan Balok (Lanjutan)	256
Tabel 7.9	Rekapitulasi Perancangan Tulangan Balok (Lanjutan 2)	257
Tabel 7.10	Pengecekan Kapasitas Momen Muka <i>Joint</i>	258
Tabel 7.11	Pengecekan Kapasitas Momen Keseluruhan	259
Tabel 7.12	Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam V_2	260
Tabel 7.13	Rekapitulasi Perhitungan Momen <i>Probable</i> (M_{pr}) Balok	262
Tabel 7.14	Rekapitulasi Perhitungan Gaya Geser Desain	264
Tabel 7.15	Pengecekan Syarat Gaya Tekan Aksial (P_u)	265
Tabel 7.16	Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Geser Balok	268
Tabel 7.17	Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Geser Balok (Lanjutan)	269
Tabel 7.18	Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam T	270
Tabel 7.19	Rekapitulasi Penulangan Torsi Balok	278
Tabel 7.20	Rekapitulasi Pemeriksaan Tulangan Transversal terhadap Pengaruh Torsi	279
Tabel 7.21	Rekapitulasi Pemeriksaan Tulangan Transversal terhadap Pengaruh Torsi (Lanjutan)	280
Tabel 7.22	Rekapitulasi Pemeriksaan Tulangan Longitudinal terhadap Pengaruh Torsi	281
Tabel 7.23	Rekapitulasi Pemeriksaan Tulangan Longitudinal terhadap Pengaruh Torsi (Lanjutan 1)	282
Tabel 7.24	Rekapitulasi Pemeriksaan Tulangan Longitudinal terhadap Pengaruh Torsi (Lanjutan 2)	283
Tabel 7.25	Rekapitulasi Perancangan Penulangan Balok	284
Tabel 7.26	<i>Output</i> Gaya Dalam Kolom K1 Tertinjau	305
Tabel 7.27	<i>Output</i> Gaya Dalam Kolom K1 Tertinjau (Lanjutan)	306
Tabel 7.28	<i>Output</i> Gaya Dalam Kolom K1 Tertinjau (Lanjutan 2)	307
Tabel 7.29	<i>Output</i> Gaya Dalam Kolom K1 Tertinjau (Lanjutan 3)	308
Tabel 7.30	Perhitungan Nilai ΣP_u dan ΣP_c Kolom K1 Tertinjau	309
Tabel 7.31	Rekapitulasi Perhitungan Pembesaran Momen K1	309

Tabel 7.32	<i>Output Gaya Dalam Kolom K2 Tertinjau</i>	310
Tabel 7.33	<i>Output Gaya Dalam Kolom K2 Tertinjau (Lanjutan)</i>	311
Tabel 7.34	<i>Output Gaya Dalam Kolom K2 Tertinjau (Lanjutan 2)</i>	312
Tabel 7.35	Perhitungan Nilai ΣP_u dan ΣP_c Kolom K2 Tertinjau	314
Tabel 7.36	Rekapitulasi Perhitungan Pembesaran Momen K2	314
Tabel 7.37	<i>Output Gaya Dalam Kolom K3 Tertinjau</i>	315
Tabel 7.38	<i>Output Gaya Dalam Kolom K3 Tertinjau (Lanjutan)</i>	316
Tabel 7.39	<i>Output Gaya Dalam Kolom K3 Tertinjau (Lanjutan 2)</i>	317
Tabel 7.40	Perhitungan Nilai ΣP_u dan ΣP_c Kolom K3 Tertinjau	319
Tabel 7.41	Rekapitulasi Perhitungan Pembesaran Momen K3	319
Tabel 7.42	<i>Output Gaya Dalam Kolom K4 Tertinjau</i>	320
Tabel 7.43	<i>Output Gaya Dalam Kolom K4 Tertinjau (Lanjutan)</i>	321
Tabel 7.44	<i>Output Gaya Dalam Kolom K4 Tertinjau (Lanjutan 2)</i>	322
Tabel 7.45	Perhitungan Nilai ΣP_u dan ΣP_c Kolom K4 Tertinjau	324
Tabel 7.46	Rekapitulasi Perhitungan Pembesaran Momen K4	324
Tabel 7.47	<i>Output Gaya Dalam Kolom KP Tertinjau</i>	325
Tabel 7.48	<i>Output Gaya Dalam Kolom KP Tertinjau (Lanjutan)</i>	326
Tabel 7.49	<i>Output Gaya Dalam Kolom KP Tertinjau (Lanjutan 2)</i>	327
Tabel 7.50	<i>Output Gaya Dalam Kolom KP Tertinjau (Lanjutan 3)</i>	328
Tabel 7.51	<i>Output Gaya Dalam Kolom KP Tertinjau (Lanjutan 4)</i>	329
Tabel 7.52	Perhitungan Nilai ΣP_u dan ΣP_c Kolom KP Tertinjau	330
Tabel 7.53	Rekapitulasi Perhitungan Pembesaran Momen KP	331
Tabel 7.54	Hasil Perhitungan Diagram Interaksi Kolom K1	337
Tabel 7.55	Gaya Dalam P_u dan M_u Kolom K1 (Tertinjau)	338
Tabel 7.56	Hasil Perhitungan Diagram Interaksi Kolom K2	344
Tabel 7.57	Gaya Dalam P_u dan M_u Kolom K2 (Tertinjau)	344
Tabel 7.58	Hasil Perhitungan Diagram Interaksi Kolom K3	350
Tabel 7.59	Gaya Dalam P_u dan M_u Kolom K3 (Tertinjau)	351
Tabel 7.60	Hasil Perhitungan Diagram Interaksi Kolom K4	356
Tabel 7.61	Gaya Dalam P_u dan M_u Kolom K4 (Tertinjau)	357
Tabel 7.62	Hasil Perhitungan Diagram Interaksi Kolom KP	362
Tabel 7.63	Gaya Dalam P_u dan M_u Kolom KP (Tertinjau)	362

Tabel 7.64	Rekapitulasi Penulangan Kolom	392
Tabel 7.65	Bengkokan Minimum dan Perpanjangan Lurus	395
Tabel 7.66	Kait Standar untuk Penyaluran Batang Ulir Kondisi Tarik	395
Tabel 8.1	<i>Output</i> Nilai Beban Layan untuk Perancangan Fondasi	417
Tabel 8.2	<i>Output</i> Nilai Beban Ultimit untuk Perancangan Fondasi	418
Tabel 8.3	Pemeriksaan Daya Dukung Kelompok Tiang	423
Tabel 8.4	Ukuran Dimensi <i>Pile Cap</i>	423
Tabel 8.5	Pemeriksaan Daya Dukung Individu Tiang	425
Tabel 8.6	Pemeriksaan Geser Satu Arah	429
Tabel 8.7	Rekapitulasi Penulangan <i>Pile Cap</i>	432
Tabel 8.8	Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Lentur <i>Sloof</i>	439
Tabel 8.9	Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Lentur <i>Sloof</i> (Lanjutan).....	440
Tabel 8.10	Rekapitulasi Perhitungan Momen <i>Probable</i> (M_{pr})	442
Tabel 8.11	Rekapitulasi Perhitungan Gaya Geser Desain	443
Tabel 8.12	Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Geser <i>Sloof</i>	446
Tabel 8.13	Rekapitulasi Perancangan Penulangan <i>Sloof</i>	447



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan merupakan salah satu aspek terpenting dalam kehidupan manusia saat ini. Pendidikan sendiri sejatinya menjadikan manusia sebagai makhluk sosial yang mempunyai dasar-dasar pemikiran logis untuk dapat terus berkembang memberikan dampak berupa perilaku dan sikap positif dalam diri setiap manusia yang ada, khususnya bagi para generasi muda saat ini. Dalam rangka memajukan bangsa Indonesia tentunya perlu didukung dengan tersedianya sarana dan prasarana pendukung bagi para generasi muda untuk mendapatkan pendidikan yang layak dan mampu memberikan pikiran serta dedikasinya dalam memajukan bangsa dan negara. Oleh karena itu, berbagai universitas yang ada di Indonesia mulai melakukan perubahan dalam sarana dan prasarana pendukung pendidikan, tanpa terkecuali di Kota Pontianak itu sendiri.

Hingga saat ini, pengembangan dan pembangunan gedung-gedung perkuliahan di Kota Pontianak semakin memberikan dampak positif bagi generasi muda yang ada di kota tersebut. Adapun salah satu universitas yang melakukan hal tersebut bernama Universitas Widya Dharma. Universitas Widya Dharma Pontianak (UWDP) sendiri didirikan pada tanggal 26 Agustus 2019 dengan tujuan dasar yakni sebagai suatu komunitas berbudaya pencerdasan holistik mendidik tenaga-tenaga profesional, dedikatif bagi nusa dan bangsa, serta bersaudara dengan semua makhluk ciptaan. Universitas ini berlokasi di Jalan H.O.S. Cokroaminoto No. 445, Pontianak, Kalimantan Barat dan telah memiliki dua fakultas, yaitu Fakultas Teknologi Informasi serta Fakultas Ekonomi dan Bisnis.

Pada awalnya Widya Dharma sendiri didirikan dengan hanya memiliki program diploma saja. Namun melihat banyaknya mahasiswa yang ingin melanjutkan perkuliahan pada jenjang strata satu (S1), Widya Dharma kemudian mulai mengembangkan sarana pendidikannya dengan membangun gedung-gedung penunjang serta meningkatkan dan mencanangkan adanya

program S1 pada tahun 2019. Pada tahun 2018 UWDP telah berhasil membangun gedung perkuliahan Widya Dharma I sepuluh lantai, yang mana hal ini menjadikan UWDP sebagai satu-satunya kampus yang memiliki gedung perkuliahan bertingkat tinggi di Kota Pontianak dan pada tahun 2022 ini, pihak Yayasan Widya Dharma berencana untuk kembali melakukan pembangunan gedung baru perkuliahan Widya Dharma II sepuluh lantai dalam rangka menunjang para mahasiswa/i yang melakukan perkuliahan di UWDP sendiri.

Dalam melakukan perhitungan dan perencanaan Gedung Perkuliahan Widya Dharma II sepuluh lantai ini tentunya diperlukannya suatu analisis struktur guna menentukan dan menghasilkan bangunan yang tepat guna dan aman untuk dapat dipergunakan dengan baik. Pada tugas akhir ini sendiri, penulis akan melakukan analisis perhitungan struktur beton gedung perkuliahan Widya Dharma II sepuluh lantai sesuai dengan segala ketentuan beserta denah perencanaan yang ada.

Adapun proses analisis yang dilakukan akan berpedoman sepenuhnya pada Standar Nasional Indonesia (SNI 2847-2019) mengenai Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung serta (SNI 1726-2019) mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Ketahanan gempa pada tugas akhir ini disertakan karena saat Kota Pontianak telah masuk dalam kategori zona gempa ringan. Oleh karena itu, dalam melakukan perencanaan setiap bangunan yang ada di Kota Pontianak harus memperhitungkan parameter ini dengan tujuan untuk melakukan antisipasi kerusakan yang disebabkan oleh gempa di kemudian hari.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dalam perancangan struktur beton gedung perkuliahan Widya Dharma II sepuluh lantai dengan sistem rangka pemikul momen khusus, adapun permasalahan yang ditinjau antara lain:

a. Permasalahan Utama

Bagaimana merancang struktur beton gedung Widya Dharma II sepuluh lantai beserta fondasinya dengan sistem rangka pemikul momen khusus sesuai ketentuan yang berlaku?

b. Detail Permasalahan

1. Apa saja pembebanan yang bekerja pada gedung perkuliahan Widya Dharma II?
2. Bagaimana merancang struktur utama bangunan yang meliputi perhitungan balok dan kolom?
3. Bagaimana merancang struktur sekunder bangunan yang meliputi perhitungan pelat lantai dan tangga?
4. Bagaimana merancang struktur bawah bangunan yang meliputi tiang pancang dan *poer*?
5. Bagaimana memodelkan dan mengaplikasikan perancangan struktur bangunan menggunakan *software* analisis struktur?

1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

a. Tujuan Utama

Dapat merancang struktur beton gedung perkuliahan Widya Dharma II sepuluh lantai beserta fondasinya dengan sistem rangka pemikul momen khusus sesuai ketentuan yang berlaku.

b. Detail Tujuan

1. Dapat menentukan semua pembebanan yang bekerja pada gedung perkuliahan Widya Dharma II.

2. Dapat merancang struktur utama bangunan yang meliputi perhitungan balok dan kolom.
3. Dapat merancang struktur sekunder bangunan yang meliputi perhitungan pelat lantai dan tangga.
4. Dapat merancang struktur bawah bangunan yang meliputi tiang pancang dan *poer*.
5. Dapat memodelkan dan mengaplikasikan perancangan struktur bangunan menggunakan *software* analisis struktur.

1.4 Batasan Masalah

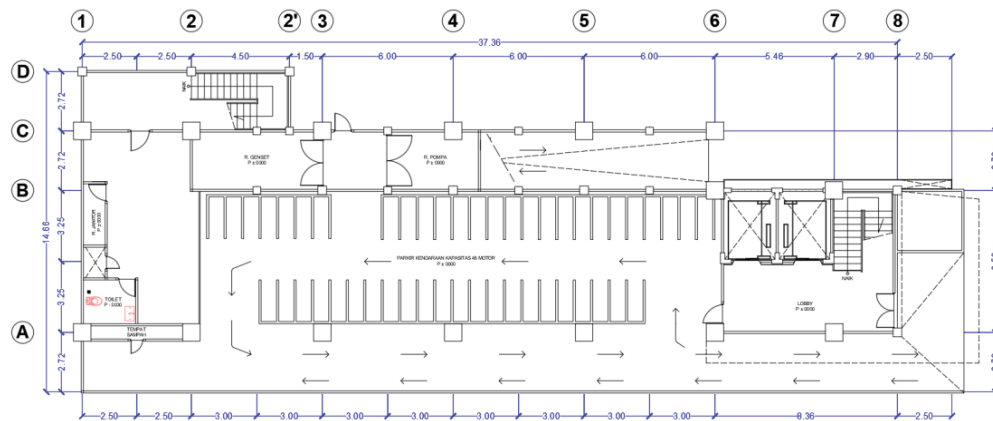
Pembatasan masalah dalam tugas akhir ini bertujuan untuk menghindari penyimpangan atau perluasan pokok permasalahan yang dibahas. Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini meliputi:

1. Perancangan gedung perkuliahan ini merupakan salah satu bahan studi sehingga pada tugas akhir ini tidak memperhitungkan aspek ekonomi.
2. Perhitungan struktur bangunan meliputi struktur utama (balok dan kolom), struktur sekunder (pelat dan tangga), dan struktur bawah (tiang pancang dan *poer*).
3. Perhitungan ketahanan gempa yang digunakan adalah beton bertulang dengan sistem rangka pemikul momen khusus.
4. Perancangan struktur serta beban yang bekerja diperhitungkan berdasarkan standar yang berlaku, sebagai berikut:
 - Desain struktur beton bertulang berdasarkan SNI 2849-2019.
 - Pembebanan bangunan berdasarkan SNI 1727-2020.
 - Perhitungan ketahanan gempa berdasarkan SNI 1726-2019.
5. Perancangan gedung perkuliahan ini tidak membahas detail metode pelaksanaan.
6. Perancangan dilakukan dengan menggunakan data gambar arsitektural gedung serta data penyelidikan tanah pada gedung.

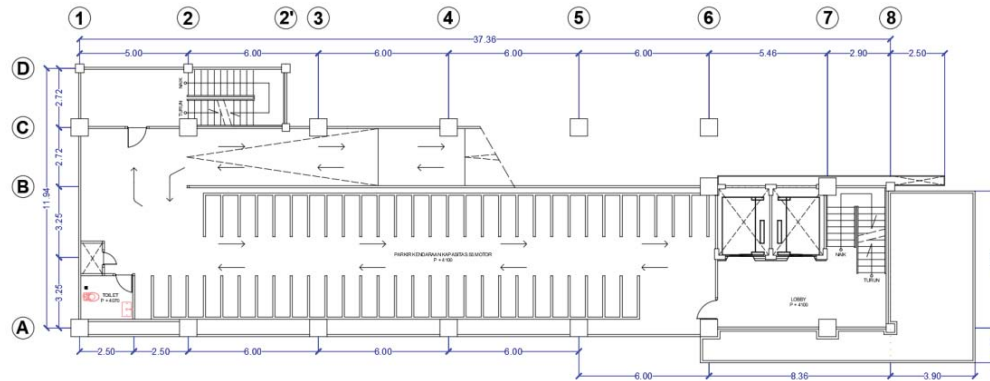
1.5 Data dan Spesifikasi Material Gedung

Adapun data-data yang dipergunakan dalam melakukan perancangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

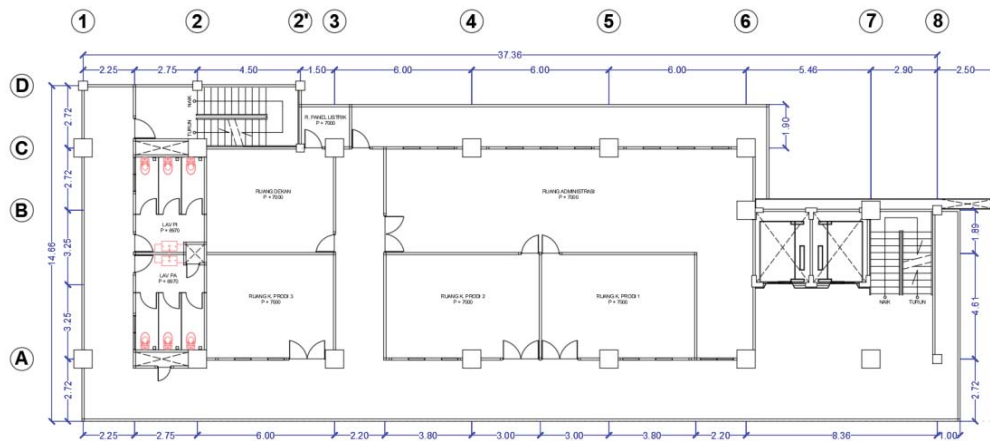
- Jenis Struktur = Beton Bertulang
- Fungsi Gedung = Gedung Perkuliahan
- Jumlah Lantai = 10 Lantai + 1 Lantai DAK
- Panjang Bangunan = 37,36 meter
- Lebar Bangunan = 14,66 meter
- Tinggi Lantai = 4,10 meter (Lantai 1)
2,90 meter (Lantai 2)
4,00 meter (Lantai 3-10)
3,50 meter (DAK)
- Tinggi Total Bangunan = 42,50 meter
- Spesifikasi Material = Mutu Beton (f_c') = 30 MPa
Mutu Baja Ulir (f_y) = 420 MPa
Mutu Baja Polos (f_y) = 280 MPa



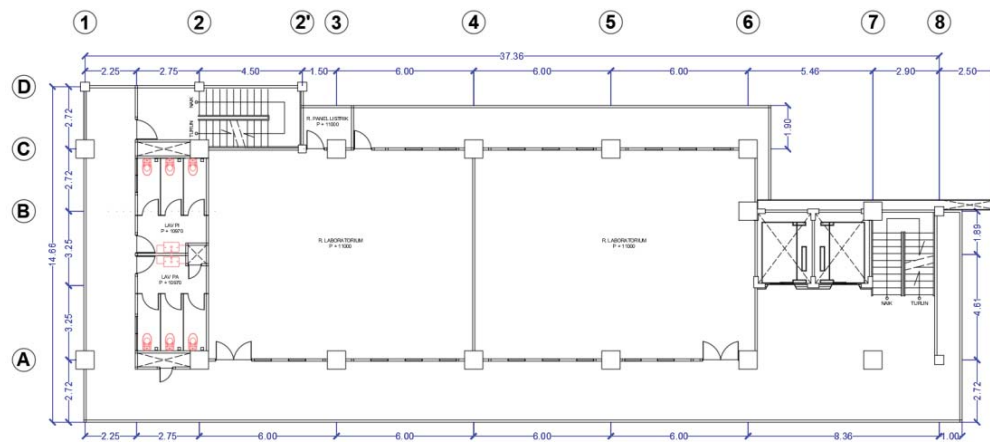
Gambar 1.1 Denah Lantai 1



Gambar 1.2 Denah Lantai 2

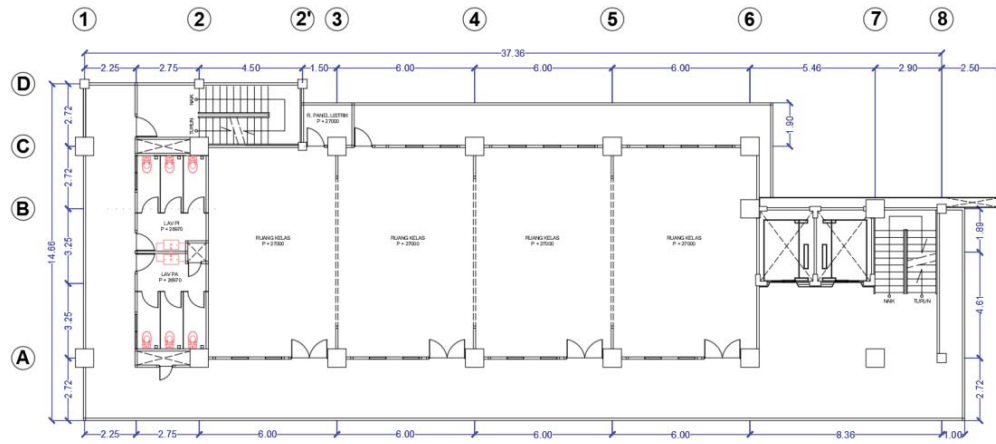


Gambar 1.3 Denah Lantai 3

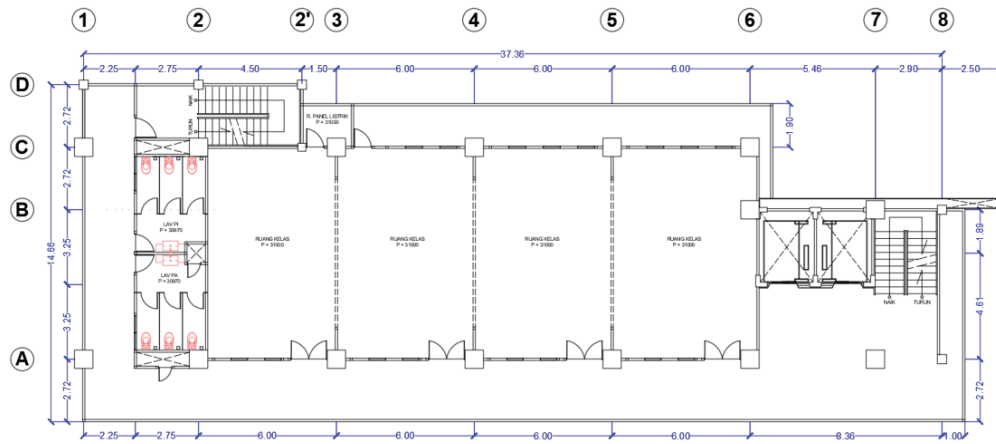


Gambar 1.4 Denah Lantai 4

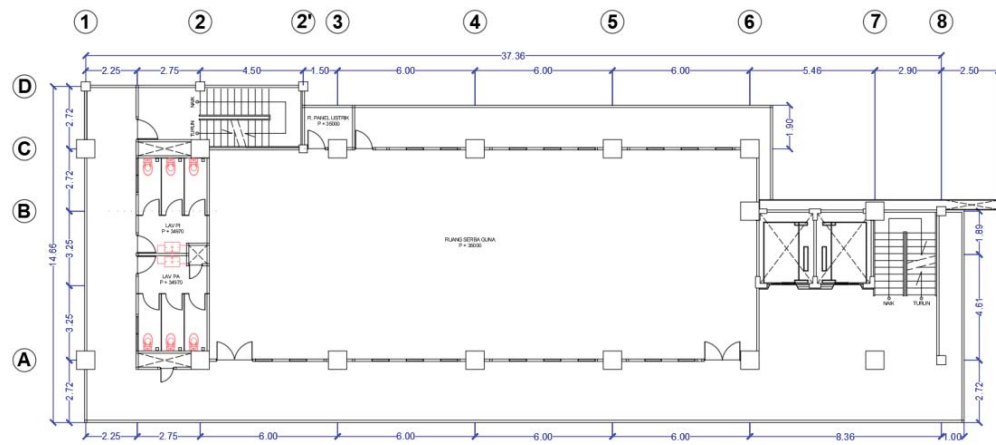
Gambar 1.7 Denah Lantai 7



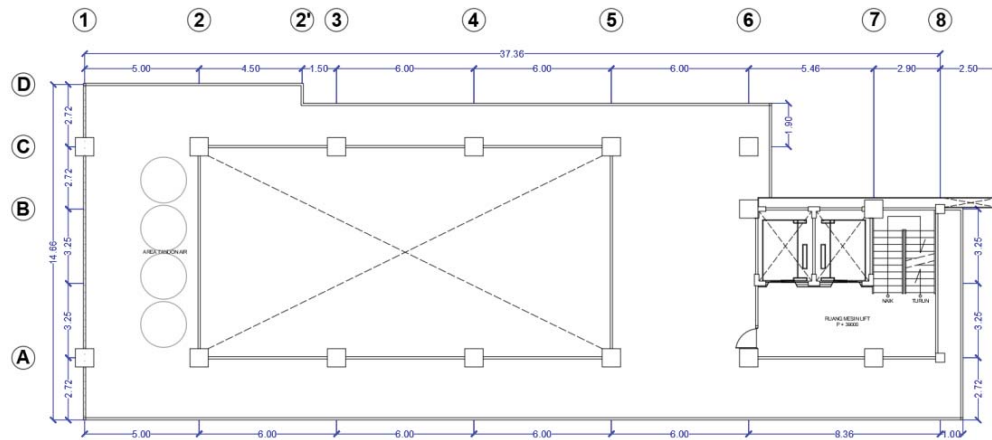
Gambar 1.8 Denah lantai 8



Gambar 1.9 Denah lantai 9



Gambar 1.10 Denah Lantai 10



Gambar 1.11 Denah Mesin Lift (DAK)

1.6 Sistem Pembebanan

Adapun sistem pembebanan yang digunakan dalam perhitungan, antara lain:

1. Beban mati, berupa berat sendiri struktur serta berat komponen lainnya yang berhubungan dan bersifat permanen atau tetap.
2. Beban hidup, berupa disebabkan oleh penggunaan bangunan sesuai dengan fungsinya dan bersifat sementara atau tidak tetap.
3. Beban gempa, berupa beban yang disebabkan akibat adanya pergerakan tanah yang terjadi karena adanya gempa bumi.
4. Beban angin, berupa tekanan angin di luar bangunan yang tertahan oleh struktur bangunan.

1.7 Standar yang Digunakan

Adapun beberapa standar perhitungan sesuai dengan ketetapan dan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang dipergunakan dalam tugas akhir ini, antara lain:

1. SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
2. SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
3. SNI 1727-2020 tentang Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.

1.8 Metode Penulisan

Adapun metode penulisan yang dipergunakan dalam penulisan tugas akhir ini meliputi:

1. Studi Pustaka

Referensi yang dipergunakan sebagai dasar dan acuan dalam menyelesaikan perancangan dan perhitungan dalam tugas akhir ini. Adapun referensi yang dipergunakan berupa buku panduan, jurnal, makalah, literatur, serta ilmu yang didapat selama proses perkuliahan maupun melalui internet.

2. Program Analisa Struktur

Adapun pembebanan yang dipergunakan dalam perhitungan struktur bangunan ini berupa beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), beban angin (*wind load*), dan beban gempa (*earthquake*) yang di analisis menggunakan bantuan *software* analisis struktur berbasis elemen hingga.

1.9 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa pokok pembahasan, yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah, data dan spesifikasi material gedung yang dipergunakan, sistem pembebanan, standar yang dipergunakan, metode penulisan, serta sistematika penulisan yang dipergunakan dalam penyusunan tugas akhir ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas mengenai pedoman dan dasar teori yang dipergunakan dalam melakukan perancangan struktur beton bertulang beserta ketahanannya terhadap gempa berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI).

BAB III METODOLOGI

Membahas mengenai tahapan dan alur dalam melakukan perhitungan struktur gedung yang terdiri dari *preliminary design*, analisis dan pemodelan struktur, pemeriksaan perilaku struktur, perancangan tulangan, perancangan fondasi, serta diagram alir perhitungan.

BAB IV *PRELIMINARY DESIGN*

Membahas mengenai perkiraan awal dimensi balok, tebal pelat lantai, kolom, tangga, elevator (*lift*), serta tandon air (*water tank*).

BAB V ANALISIS DAN PEMODELAN STRUKTUR

Membahas mengenai pemodelan struktur yang mencakup struktur utama dan sekunder bangunan, melakukan penetapan terhadap beban-beban yang bekerja pada elemen struktur beserta kombinasinya untuk memperoleh gaya dalam yang terjadi, serta dilakukan analisis struktur menggunakan *software* analisis struktur berbasis elemen hingga.

BAB VI PEMERIKSAAN PERILAKU STRUKTUR

Membahas mengenai tinjauan dan pemeriksaan perilaku struktur terhadap analisis struktur akibat beban yang bekerja pada struktur gedung terkait.

BAB VII PERANCANGAN TULANGAN

Membahas mengenai perancangan tulangan pada setiap elemen struktur bangunan yang ada, meliputi penulangan pelat lantai, balok, kolom, dan tangga pada Gedung Perkuliahan Widya Dharma II Pontianak.

BAB VIII PERANCANGAN FONDASI

Membahas mengenai perancangan fondasi bangunan yang meliputi evaluasi data tanah, perancangan tiang pancang (fondasi) dan *poer* beserta penulangannya.

BAB IX PENUTUP

Membahas mengenai kesimpulan dari seluruh pembahasan yang dilakukan pada tugas akhir ini beserta pemberian saran yang berguna dalam pengembangan perancangan struktur gedung beton bertulang yang didesain tahan terhadap pengaruh gempa.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi literatur dan sumber data yang dipergunakan sebagai acuan ataupun pendukung dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

LAMPIRAN

Berisi data tanah, gambar desain detail struktur beserta penulangannya, beserta gambar-gambar kerja struktur bangunan Gedung Perkuliahan Widya Dharma II Pontianak lainnya.