

**PERANCANGAN STRUKTUR BETON BERTULANG
GEDUNG PERKULIAHAN ENAM LANTAI DENGAN SISTEM RANGKA
PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)**

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

MUHAMMAD WILDAN

NIM D1011211068



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK

2025



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS
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

**PERANCANGAN STRUKTUR BETON BERTULANG
GEDUNG PERKULIAHAN ENAM LANTAI DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL
MOMEN KHUSUS (SRPMK)**

Jurusan Teknik Sipil
Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Oleh:

MUHAMMAD WILDAN

NIM. D1011211068

Telah dipertahankan didepan Penguji Skripsi pada tanggal 28 Juli 2025 dalam sidang akhir 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	: Ir. Yoke Lestyowati, M.T, IPM (NIP. 196304231989032002)
Dosen Penguji Utama	: Ir. Gatot Setya Budi, S.T., M.T., IPM (NIP. 197211242000121002)
Dosen Penguji Kedua	: Ir. Faisal, M.T (NIP. 196207271992021001)

Pontianak, 28 Juli 2025
Dekan,

Pembimbing Utama,

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

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

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Wildan

NIM : D1011211068

Menyatakan bahwa pada skripsi yang berjudul “Perancangan Struktur Beton Bertulang Gedung Perkuliahan Enam Lantai Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (Srpmk)” sepenuhnya merupakan karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya serupa yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Dengan demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Saya sanggup bertanggung jawab dan menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 08 Juli 2025

Muhammad Wildan

NIM. D1011211068

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan berkat dan Rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan struktur beton bertulang gedung perkuliahan enam lantai dengan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK)” ini dengan baik. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan akhir pada Program Studi S-1 Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis telah mendapat banyak bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ungkapan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Dr. Herwani, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
4. Ibu Dr. Ir. Elsa Tri Mukti, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura,
5. Bapak M. Yusuf, ST, MT, IPM selaku dosen pembimbing akademik.
6. Bapak Ir. Elvira, M.T., Ph.D., IPM. selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Ir. Yoke Lestyowati, M.T, IPM selaku dosen pembimbing kedua.
7. Bapak Ir.Gatot Setya Budi, S.T., M.T., IPM selaku dosen penguji utama dan Bapak Ir. Faisal, M.T., selaku dosen penguji kedua.
8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen pengajar dan staf kampus Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, yang telah memberikan segala ilmu, bimbingan, dan dukungan yang telah diberikan selama penulis menempuh pendidikan.
9. Kedua orang tua, saudara kandung, dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan serta doa yang tiada hentinya sehingga menjadi penguat kepada diri saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, Semoga selalu dalam lindungan Allah.

10. Teman-teman seperjuangan saya dari semester awal hingga akhir yaitu sirkel *Family Friendly* yang terdiri dari 15 orang telah memberikan semangat, dukungan moril yang tak ternilai dan kebersamaan selama proses perkuliahan, semoga kalian semua sehat selalu dan terimakasih banyak telah mengajarkan banyak hal selama saya menjadi anak rantau di tanah Kalimantan ini, selalu diberikan kesehatan dan akal pikiran yang sehat, dijadikan anak muda yang suportif, ulet, tekun, dan tentunya tidak pernah berhenti untuk belajar, sekali lagi saya ucapkan banyak – banyak terimakasih untuk sirkel ini karena 15 orang ini merupakan orang – orang hebat dan sangat berjasa dalam berkembangnya saya di dunia perkuliahan.
11. Teman diskusi saya ketika mengerjakan tugas akhir ini yaitu Devin Salim, semoga sehat selalu dan diberi kemudahan ke depannya. Semoga kita bisa merintis karir jasa *build & design* dan menjadi pelopor utama dalam BIM di wilayah Pontianak, saling *supportif* dan kompak, orang ini selalu menjadi pusat diskusi saya untuk membahas permasalahan yang ada dan sejauh ini frekuensi pikiran selalu selaras.
12. Pacar saya, Tasya Nalurita Hutami, yang telah banyak membantu saya dalam berbagai hal, termasuk dalam menyusun skripsi ini. Terimakasih telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dengan penuh kesungguhan. Semoga ke depannya jalan Tasya dipermudah dalam menyelesaikan skripsinya dan dapat belajar banyak hal di luar mata kuliah. Tetap semangat dan jangan pernah berhenti belajar. Jangan mudah merasa bangga terhadap diri sendiri, karena hal itu bisa membuat seseorang kehilangan fokus pada tujuan yang ingin dicapai.

Dengan kerendahan hati penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan segala kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan Tugas Akhir ini. Atas perhatiannya penulis ucapkan terima kasih.

Hormat,

Muhammad Wildan

ABSTRAK

Indonesia, yang berada di zona Cincin Api Pasifik, memiliki aktivitas seismik yang tinggi. Ini berarti kita harus ekstra hati-hati dalam merancang bangunan, terutama gedung perkuliahan yang menjadi pusat kegiatan bagi ribuan mahasiswa dan staf. Keamanan dan kenyamanan gedung-gedung ini adalah **prioritas utama**. Untuk mencapai hal ini, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) menjadi pilihan yang tepat. Berdasarkan **SNI 1726-2019**, SRPMK dirancang dengan **daktilitas tinggi**, yang memungkinkan pengurangan gaya gempa hingga faktor 8. Desain ini memastikan struktur bangunan **fleksibel** dan mampu beradaptasi dengan beban gempa yang dinamis, sehingga meminimalkan kerusakan dan memudahkan proses evakuasi yang aman saat terjadi kondisi darurat.

SRPMK menerapkan prinsip ***strong-column/weak-beam***, yang secara efektif menyebarkan deformasi di seluruh lantai, mengurangi risiko keruntuhan lokal, dan memungkinkan struktur menahan respons inelastis saat gempa. Meskipun Pontianak bukan daerah yang rentan gempa bumi, jenis **tanah lempung** yang umum di daerah ini tetap memerlukan perhatian khusus. Oleh karena itu, pembangunan gedung perkuliahan 6 lantai dengan SRPMK di Pontianak adalah langkah krusial untuk memastikan bangunan yang **aman dan fungsional** bagi seluruh penggunanya.

Kata kunci: SRPMK, gedung perkuliahan, ketahanan gempa, daktilitas, SNI 1726-2019

ABSTRACT

*Indonesia, situated in the Pacific Ring of Fire, experiences high seismic activity. This necessitates meticulous attention to building design and planning, especially for critical structures like university buildings. These buildings serve as educational hubs and administrative centers for thousands of students and staff daily, making their **safety and comfort paramount**. To address this, the Special Moment Resisting Frame System (SRPMK) is the preferred choice. In accordance with **SNI 1726-2019**, SRPMK is designed with **high ductility**, allowing for a seismic force reduction factor of 8. This design ensures the building structure is **flexible** and capable of adapting to dynamic seismic loads, thereby minimizing damage and facilitating safe evacuation during emergencies.*

*SRPMK implements a **strong-column/weak-beam** principle, effectively distributing deformation across all floors. This reduces the risk of localized collapse and enables the structure to withstand inelastic responses during an earthquake. Although Pontianak isn't a highly earthquake-prone area, the prevalence of **clay soil** in the region still demands careful consideration. Therefore, the construction of the 6-story university building using SRPMK in Pontianak is a crucial step to ensure a **safe and functional** environment for all its occupants.*

Keywords: SRPMK, university building, earthquake resistance, ductility, SNI 1726-2019

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	2
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
1.5 Data Fisik dan Spesifikasi Material Gedung.....	3
1.6 Metode Analisis	10
1.7 Sistematika Penulisan	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1 Uraian Umum.....	12
2.2 Struktur Beton Bertulang	12
2.2.1 Elemen Struktur Sekunder.....	16
2.2.1.1 Elemen Pelat Beton Bertulang	16
2.2.1.2 Elemen Tangga.....	24
2.2.2 Elemen Struktur Primer	26
2.2.2.1 Elemen Balok Induk.....	26
2.2.2.2 Elemen Kolom.....	34
2.2.2.3 Elemen Fondasi	41
2.3 Pembebanan dan Kombinasi.....	46

2.3.1	Beban Mati	46
2.3.2	Beban Hidup	48
2.3.3	Beban Angin	48
2.3.4	Beban Gempa	49
2.3.4.1	Faktor keutamaan dan kategori resiko struktur bangunan.....	52
2.3.4.2	Klasifikasi Situs.....	55
2.3.4.3	Parameter percepatan gempa.....	56
2.3.4.4	Analisa Respon Spektrum	58
2.3.4.5	Periode Fundamental.....	62
2.3.4.6	Sistem Struktur Pemikul Gaya Seismik	63
2.3.4.7	Geser Dasar Seismik	64
2.3.4.8	Klasifikasi struktur beraturan dan tidak beraturan	65
2.3.4.9	Redundansi	72
2.3.4.10	Kriteria Pemodelan.....	73
2.3.4.11	Distribusi Gaya Seismik.....	75
2.3.4.12	Pembesaran Momen Torsi Tak Terduga	75
2.3.4.13	Simpangan Antar Tingkat.....	76
2.3.4.14	Pengaruh p-delta.....	79
2.3.4.15	Rasio Partisipasi Massa	80
2.4	Sistem Rangka Pemikul Momen.....	80
2.4.1	Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB)	81
2.4.2	Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SPRMM)	82
2.4.3	Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)	83
2.4.3.1	Persyaratan Balok SRPMK	84
2.4.3.2	Tulangan Longitudinal Balok.....	86
2.4.3.3	Tulangan Transversal Balok.....	87

2.4.3.4 Kekuatan Geser Balok.....	89
2.4.3.5 Persyaratan Kolom SRPMK.....	91
2.4.3.6 Perencanaann Lentur	92
2.4.3.7 Tulangan Longitudinal Kolom	93
2.4.3.8 Tulangan Transversal Kolom	94
2.4.3.9 Kekuatan Geser Kolom	96
2.4.3.10 <i>Joint</i> SRPMK	97
2.4.3.11 Tulangan Transversal	97
2.4.3.12 Kekuatan Geser	97
2.4.3.13 Penyaluran Tulangan Tarik	99
BAB III METODOLOGI	104
3.1 Tinjauan Umum	104
3.2 Desain Pendahuluan (<i>Preliminary Design</i>).....	104
3.3 Pemodelan Struktur dan Analisis Struktur.....	104
3.4 Evaluasi Desain Struktur.....	104
3.5 Desain Penulangan Elemen Struktur.....	105
3.6 Desain Fondasi.....	105
3.7 Diagram Alir	106
BAB IV <i>PRELIMINARY DESIGN</i>	108
4.1 Perancangan Awal Dimensi Balok	108
4.2 Perancangan Awal Dimensi Pelat	131
4.3 Perancangan Awal Dimensi Kolom	140
4.4 Perancangan Awal Dimensi Tangga	148
4.5 Perencanaan kebutuhan tandon air.....	151
4.6 Perancangan <i>Lift</i>	153
4.7 Perancangan Awal Perhitungan Gempa.....	154

BAB V ANALISIS DAN PEMODELAN STRUKTUR.....	163
5.1 Uraian Umum.....	163
5.2 Spesifikasi Material	164
5.3 Pemodelan Struktur.....	167
5.3.1 Pemodelan Balok.....	167
5.3.2 Pemodelan Kolom	170
5.3.3 Pemodelan Pelat	171
5.3.4 Pemodelan Tangga	174
5.3.5 Pemodelan <i>Lift</i>	175
5.4. Komponen Pembebanan	177
5.4.1 Beban Mati	178
5.4.2 Beban Hidup.....	185
5.4.3 Beban Angin.....	187
5.4.4 Beban Gempa	196
5.5 Kombinasi Pembebanan.....	198
5.6 Asumsi pada pemodelan struktur.....	201
BAB VI PENGECEKAN PRILAKU STRUKTUR	204
6.1 Pemeriksaan <i>Ratio</i> Partisipasi Modal Massa	204
6.2 Faktor Skala Gaya Gempa	205
6.2.1 Periode Fundamental Struktur (T).....	205
6.2.2 Koefisien Respons Seismik (Cs)	206
6.2.3 Berat Seismik Efektif Struktur (W).....	207
6.2.4 Penentuan Faktor Skala Gaya Gempa (V/V_t).....	209
6.3 Analisis Pengaruh Torsi.....	212
6.3.1 Analisis Torsi Bawaan.....	213
6.3.2 Analisis Torsi Tak Terduga	216

6.4	Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur.....	220
6.4.1	Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a (Ketidakberaturan Torsi)	220
6.4.2	Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1b (Ketidakberaturan Torsi Berlebih)	222
6.4.3	Ketidakberaturan Horizontal Tipe 2 (Ketidakberaturan Sudut Dalam)....	223
6.4.4	Ketidakberaturan Horizontal Tipe 3 (Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma)	224
6.4.5	Ketidakberaturan Horizontal Tipe 4 (Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus Terhadap Bidang).....	226
6.4.6	Ketidakberaturan Horizontal Tipe 5 (Ketidakberaturan Sistem Non Paralel)	226
6.5	Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal	227
6.5.1	Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a (Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak)	227
6.5.2	Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1b (Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan).....	229
6.5.3	Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 (Ketidakberaturan Berat/Massa)...	231
6.5.4	Ketidakberaturan Vertikal Tipe 3 (Ketidakberaturan Geometri Vertikal)	232
6.5.5	Ketidakberaturan Vertikal Tipe 4 (Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang Pada Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral)	233
6.5.6	Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a (Ketidakberaturan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat).....	234
6.5.7	Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5b (Ketidakberaturan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat).....	235
6.6	Konsekuensi Ketidakberaturan Horizontal & Vertikal.....	236
6.7	Pemeriksaan Simpanan Antar Tingkat.....	244

6.8 Pemeriksaan Pengaruh P-Delta.....	247
BAB VII PERANCANGAN TULANGAN	250
7.1 Tulangan Pelat (<i>Slabs</i>)	250
7.2 Rekapitan Momen Pelat Lantai	251
7.3 Perhitungan Tulangan Pelat Lantai	253
7.4 Desain Tulangan Balok.....	262
7.4.1 Desain Tulangan Lentur Balok.....	263
7.4.2 Desain Tulangan Geser Balok	285
7.4.3 Perencanaan Tulangan Torsi	297
7.5 Panjang Penyaluran Balok	313
7.5.1 <i>Pull-Out Failure</i> (Kegagalan Tarik Keluar).....	313
7.5.2 <i>Splitting Failure</i> (Kegagalan Retak Pecah).....	313
7.5.3 Panjang Penyaluran Balok Kondisi Tarik	314
7.5.4 Panjang Penyaluran Kondisi Tekan.....	315
7.5.5 Panjang Penyaluran Kait Standar (L_{dh}) 90°	315
7.5.6 Sambungan Lewatan.....	317
7.5.7 Pemotongan Tulangan (<i>cutt of point</i>)	318
7.6 Perancangan Tulangan Kolom.....	322
7.6.1 Perencanaan tulangan longitudinal.....	323
7.6.2 Analisa strong column weak beam.....	331
7.6.2.1 Analisa Kapasitas momen balok yang merangka pada K1A	332
7.6.2.2 Kontrol Persyaratan Stong Column Weak Beam	337
7.6.3 Analisa Geser Kolom SRPMK	346
7.6.3.1 Gaya geser desain (V_e) Kolom SRPMK.....	346
7.6.3.2 Penentuan Panjang Sendi Plastis l_o Pada Ujung Kolom.....	352
7.6.3.3 Perhitungan Spasi tulangan Geser Kolom SRPMK	353

7.6.3.4	Perhitungan tulangan geser kolom SRPMK.....	354
7.6.3.5	Sambungan Lewatan pada Kolom SRPMK	357
7.6.3.6	Panjang penyaluran kolom pada Pondasi untuk SRPMK	359
7.6.4	Desain Hubungan Balok – Kolom (HBK) SRPMK	361
7.6.4.1	Syarat dimensi balok – kolom (HBK) SRPMK	361
7.6.4.2	Analisa Kapasitas Balok pada HBK.....	361
7.6.4.3	Perhitungan Gaya Tarik Tulangan Balok HBK	362
7.6.4.4	Perhitungan Geser Nominal (V_u) HBK.....	364
BAB VIII	PERANCANGAN FONDASI.....	380
8.1	Tinjauan Umum	380
8.2	Perhitungan Daya Dukung Fondasi	388
8.3	Pemeriksaan Geser pada <i>Pile Cap</i>	406
8.4	Perancangan Penulangan <i>Pile Cap</i>	414
BAB IX	PENUTUP	424
9.1	Kesimpulan	424
9.2	Saran.....	425
DAFTAR PUSTAKA		427

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lendutan yang Terjadi pada Pelat 1 Arah (<i>One Way</i>)	16
Gambar 2. 2 Pola Momen yang Terjadi pada Pelat Satu Arah dalam Memikul Beban Gravitasi	17
Gambar 2. 3 Deformasi yang Terjadi pada Pelat Dua Arah	20
Gambar 2. 4 Kontruksi <i>Flat Slab</i> dan <i>Flate Plate</i>	20
Gambar 2. 5 <i>Bar</i> dan <i>Shearhead</i> pada <i>Flat Plate</i>	21
Gambar 2. 6 Tulangan Penyusun Balok	27
Gambar 2. 7 Kondisi Tegangan – Regangan Balok Saat Kuat Lentur Tercapai ...	29
Gambar 2. 8 Jenis Kolom Berdasarkan Tipe Penulangan	35
Gambar 2. 9 Struktur Kolom Bergoyang dan Tak Bergoyang	37
Gambar 2. 10 Diagram Interaksi P – M Elemen Kolom	39
Gambar 2. 11 Faktor Panjang Efektif, K	40
Gambar 2. 12 Ilustrasi 8D dan 4D	42
Gambar 2. 13 lustrasi Q_p dan Q_s	43
Gambar 2. 14 a) Analisis Dinamik, b) Gaya horizontal ekivalen statik	50
Gambar 2. 15 Spektrum Respons Desain	58
Gambar 2. 16 Parameter Gerak Tanah S_s , Gempa Maksium yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCER) Wilayah Indonesia untuk Spektrum Respons 0,2-Detik (Redaman Kritis 5 %).	59
Gambar 2. 17 Parameter Gerak Tanah, S_1 , Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCER) Wilayah Indonesia untuk Spektrum Respons 0,2- Detik (Redaman Kritis 5 %).	60
Gambar 2. 18 Peta Transisi Periode Panjang, T_L , Wilayah Indonesia	61
Gambar 2. 19 Ketidakberaturan Horizontal	68
Gambar 2. 20 Ketidakberaturan Vertical	71
Gambar 2. 21 Faktor Perbesaran Torsi, A_x	76
Gambar 2. 22 Penentuan Simpangan antar Tingkat	77
Gambar 2. 23 Kurva perilaku struktur elastik dan yang diharapkan serta beban .	82
Gambar 2. 24 Kurva perilaku struktur elastik dan yang diharapkan serta beban desain gempa pada SRPMM	82

Gambar 2. 25 Kurva perilaku struktur elastik dan yang diharapkan serta beban desain gempa pada SRPMK.....	83
Gambar 2. 26 Bentang Bersih In.....	85
Gambar 2. 27 Lebar Efektif Maksimum Balok dan Persyaratan Tulangan Transversal.....	85
Gambar 2. 28 Persyaratan Tulangan Longitudinal.....	86
Gambar 2. 29 Persyaratan Sambungan Lewatan.....	87
Gambar 2. 30 Persyaratan Tulangan Transversal.....	88
Gambar 2. 31 Contoh Sengkang Tertutup (<i>Hoop</i>) yang Dipasang Bertumpuk	88
Gambar 2. 32 Bentang Bersih Kolom dan Balok.....	90
Gambar 2. 33 Diagram Gaya Geser Desain (V_e) Balok.....	91
Gambar 2. 34 Persyaratan Dimensi Kolom.....	91
Gambar 2. 35 Konsep <i>Strong Column-Weak Beam</i>	92
Gambar 2. 36 Sambungan Lewatan pada Kolom.....	93
Gambar 2. 37 Persyaratan Kekangan untuk Sengkang Persegi	94
Gambar 2. 38 Contoh Penulangan Transversal pada Kolom	95
Gambar 2. 39 Diagram Gaya Geser Desain (V_e) Kolom.....	96
Gambar 2. 40 Geser Horizontal pada Hubungan Balok-Kolom	98
Gambar 2. 41 Luas Efektif Hubungan Balok-Kolom	99
Gambar 2. 42 Standar Kait 90°	100
Gambar 3. 1 Diagram Alir Perancangan dan Perhitungan Gedung Perkuliahan	106
Gambar 3. 2 Diagram alir software ETABS	107
Gambar 4.1 Ilustrasi Persyaratan Dimensi Balok SRPMK.....	109
Gambar 4.2 Persyaratan C Dimensi Balok SRPMK.....	111
Gambar 4.3 Tinjauan Area Kontrol Dimensi Awal Balok B1	111
Gambar 4.4 Ilustrasi Pembebanan pada Balok B1	112
Gambar 4.5 <i>Free body</i> diagram pada Balok B1	113
Gambar 4.6 Momen Primer Metode Soemono	114
Gambar 4.7 Pembagian Beban Terpusat dan Jarak Beban untuk Mencari	114
Gambar 4.8 Reaksi Tumpuan Akibat Beban Sendiri	115
Gambar 4.9 Pembagian Beban Terpusat dan Jarak Beban Untuk Mencari Momen Maksimum.....	116

Gambar 4.10 Beban Yang Bekerja Pada Balok B3	119
Gambar 4.11 Beban Ekivalen Dari Segitiga Dan Trapesium.....	120
Gambar 4.12 Acuan Mencari Nilai P dan Momen <i>Max</i>	121
Gambar 4.13 Beban Ekivalent Segitiga dan Trapesium.....	122
Gambar 4.14 Reaksi Tumpuan Beban Equivalent.....	122
Gambar 4.15 Reaksi Momen Lapangan.....	123
Gambar 4.16 Reaksi Tumpuan Akibat Beban Sendiri	124
Gambar 4.17 Pembagian Beban Terpusat dan Jarak Beban Untuk Mencari Momen Maksimum.....	124
Gambar 4.18 Pembebanan yang Terjadi Akibat Balok Anak.....	125
Gambar 4.19 Reaksi yang Terjadi pada Balok Induk Akibat Beban Balok Anak.....	126
Gambar 4.20 Pembagian Beban Terpusat dan Jarak Beban untuk Mencari Momen Maksimum.....	126
Gambar 4. 21 Denah Balok.....	130
Gambar 4.22 Denah Pelat	132
Gambar 4. 23 Denah Pelat yang Ditinjau.....	133
Gambar 4. 24 Denah Pelat P5 yang Ditinjau	133
Gambar 4. 25 Denah Kolom yang Ditinjau	141
Gambar 4. 27 Kegunaan Ruang Lantai 1	142
Gambar 4. 28 Kegunaan Ruang Lantai 2	142
Gambar 4. 29 Kegunaan Ruang Lantai 3 – Lantai 6.....	142
Gambar 4. 30 Tangga Tampak Atas	148
Gambar 4. 31 Tangga Tampak Samping	149
Gambar 4. 32 Spesifikasi Tandon Berdasarkan Market.....	153
Gambar 5. 1 Pemodelan Gedung Perkuliahan	163
Gambar 5. 2 <i>Define Material Property Data</i> (Beton $f_c' = 30$ MPa).....	164
Gambar 5. 3 <i>Define Material Property Data</i> (BJTS 420A).....	165
Gambar 5. 4 <i>Define Material Property Design Data</i> (BJTS 420B).....	165
Gambar 5. 5 <i>Define Material Property Data</i> (BJTP 280).....	166
Gambar 5. 6 <i>Define Material Property Design Data</i> (BJTS 420B).....	166
Gambar 5. 7 <i>Frame Section Property Data</i> (Balok B1 50/25)	168
Gambar 5. 8 Momen Inersia yang Diizinkan pada Balok.....	168

Gambar 5. 9 <i>Frame Section Property Reinforcement Data</i>	168
Gambar 5. 10 Pemodelan Balok Lantai 1	169
Gambar 5.11 <i>Frame Section Property Data</i> (Kolom K1 650/650)	170
Gambar 5.12 Momen Inersia pada Kolom	170
Gambar 5.13 <i>Frame Section Property Reinforcement Data</i>	171
Gambar 5.15 Dimensi Pelat	171
Gambar 5.16 Inersia Pelat	172
Gambar 5. 17 Pemodelan Pelat Lantai pada Struktur Bangunan Gedung Kuliah	173
Gambar 5.18 Pemodelan Tangga	174
Gambar 5. 19 <i>Define frame section tangga</i>	174
Gambar 5.20 Tipe <i>Lift</i> Hyundai	175
Gambar 5. 21 Pembebanan Terpusat Balok Sisi Depan <i>Lift</i>	176
Gambar 5. 22 Pembebanan Terpusat Balok Sisi Belakang <i>Lift</i>	176
Gambar 5. 23 <i>Define Load Patterns</i>	177
Gambar 5. 24 <i>Define Load Case</i>	177
Gambar 5. 25 <i>Load Case</i> Beban Mati (<i>Dead</i>).....	178
Gambar 5. 26 <i>Load Case</i> Beban Mati Tambahan (<i>SIDL</i>).....	178
Gambar 5. 27 <i>SIDL</i> pada Pelat Lantai 1	179
Gambar 5. 28 Beban Mati Tambahan Pelat Lantai 2 - 6	180
Gambar 5. 29 Beban Mati Pada Lantai Dak	181
Gambar 5. 31 Beban Mati Tambahan pada Balok	183
Gambar 5. 32 Pemodelan Tangga pada <i>Software</i> Etabs	184
Gambar 5.33 Beban Hidup Lantai 1	186
Gambar 5. 34 Kasus III Beban Angin	187
Gambar 5.35 HB 212 - 2002 Kecepatan Angin Dasar	187
Gambar 5. 36 Faktor Arah Angin	188
Gambar 5. 37 Kategori Eksposur Berdasarkan SNI11727 – 2020	188
Gambar 5.38 GC_{pi} dalam Struktur Gedung	189
Gambar 5.39 Koefisien Eksposur Tekanan Velositas, K_z	189
Gambar 5.40 Koefisien Tekanan Eksternal, C_p	191
Gambar 5.41 Beban Angin Arah X	195

Gambar 5.42 Beban Angin Arah Y	195
Gambar 5.43 Skala Awal Eqx Dan Eqty	198
Gambar 5.44 <i>Input</i> Kombinasi Pembebanan Menggunakan <i>Interactive Database</i> pada <i>Software</i> Etabs	200
Gambar 5. 45 <i>Define Load Kombinasi</i> pada Etabs	200
Gambar 5. 46 Perletakan Jepit	201
Gambar 5.47 Partisipasi Massa > 90 % pada modal ke 25	201
Gambar 5. 48 <i>Mass Source</i> pada <i>Software</i> Etabs.....	202
Gambar 5. 49 Nilai <i>Rigid Factor</i>	202
Gambar 5. 51 <i>Rigid</i>	203
Gambar 5. 52 <i>Define Auto Mesh</i> pada Etabs.....	203
Gambar 6.1 Hasil Analisa Etabs untuk Gempa Statik.....	210
Gambar 6.2 Skala Arah X	211
Gambar 6.3 Skala Arah Y	211
Gambar 6.4 Hasil dari Pen Skalaan Gaya Gempa.....	212
Gambar 6.5 Pengaruh Eksentrisitas terhadap Torsi	213
Gambar 6.6 <i>Free Body</i> Pemodelan Eksentrisitas	216
Gambar 6.7 Menambah Eksentrisitas Sebesar 5% Sesuai dengan SNI Pasal 7.8.4.2	216
Gambar 6.8 <i>Mass Source</i> yang Dibutuhkan.....	217
Gambar 6.9 <i>Load Case</i> untuk Titik +X(M).....	217
Gambar 6.10 <i>Modal Cases</i> untuk Titik +X.....	218
Gambar 6.11 <i>Load Case</i> untuk Beban <i>Response Spectrum</i> Arah x	218
Gambar 6.12 Ketidakberaturan Torsi (Tipe 1a)	220
Gambar 6. 13 Ketidakberaturan Torsi (Tipe 1b)	222
Gambar 6. 14 Ketidakberaturan Sudut Dalam (Tipe 2)	223
Gambar 6.15 Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma (Tipe 3).....	224
Gambar 6.16 Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus Terhadap Bidang	226
Gambar 6.17 Ketidakberaturan Sistem Non-Paralel.....	226
Gambar 6.18 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak	227
Gambar 6.19 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan.....	229

Gambar 6.20 Ketidakberaturan Berat / Massa	231
Gambar 6.21 Ketidakberaturan Geometri Vertikal	232
Gambar 6.22 Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang Pada Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral.....	233
Gambar 6.23 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat	234
Gambar 6.24 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat	235
Gambar 6.25 Pemodelan Full 3D (<i>Active Degrees of Freedom</i>)	240
Gambar 6.26 Eksentrisitas Akibat Pembesaran Nilai Momen Torsi Tak Terduga (Arah Y _(-x))	242
Gambar 6.27 Nilai Eksentrisitas Akibat Pembesaran Nilai Momen Torsi Tak Terduga (Arah Y _(+x)).....	242
Gambar 7. 1 Sketsa Perencanaan Tulangan Pelat	253
Gambar 7. 2 Pembagian Daerah Tumpuan dan Lapangan Balok SRPMK.....	263
Gambar 7. 3 Acuan Dimensi Balok.....	265
Gambar 7. 4 Tulangan Tumpuan Momen Negatif (Tumpuan Bagian Atas)	270
Gambar 7. 5 Tulangan Tumpuan Momen Positif (Tumpuan Bagian Bawah)....	272
Gambar 7. 6 Tulangan Lapangan Momen Negatif (Lapangan Bagian Atas).....	274
Gambar 7. 7 Tulangan Lapangan Momen Positif (Lapangan Bagian Bawah) ..	276
Gambar 7. 8 Tulangan yang Digunakan pada B1 5,5m	277
Gambar 7. 9 Gempa Kiri Mengakibatkan Struktur ke Arah Kanan.....	288
Gambar 7. 10 Gempa Kanan Mengakibatkan Struktur ke Arah Kiri	288
Gambar 7. 11 Tulangan Geser Sepanjang 2h dari Muka Tumpuan	291
Gambar 7. 12 Detail Penulangan Balok (B15,5 M) Muka Tumpuan.....	291
Gambar 7. 13 Tulangan Geser Sepanjang 2h Dari Muka Tumpuan	293
Gambar 7. 14 Detail Penulangan Balok (B15,5 m) Lapangan.....	293
Gambar 7. 15 Ruang Lingkup Perhitungan A _{oh}	299
Gambar 7. 16 Detail Penulangan B1 5,5 m.....	308
Gambar 7.17 Acuan kait standar 90°	316
Gambar 7.18 Sketsa Penampang pada Lokasi <i>Cut of point</i>	319
Gambar 7.19 <i>Point Of Inflection</i> pada Balok B1 Terjadi pada Jarak 1,3m.....	320

Gambar 7.20 Balok B1 Panjang Penyaluran.....	321
Gambar 7.21 3D Balok B1 Tampak Atas.....	321
Gambar 7.22 3D B1 Tampak Samping	321
Gambar 7.23 3D Balok B1.....	321
Gambar 7. 24 <i>Setting General Information</i> pada <i>Sp Column</i>	324
Gambar 7. 25 Menentukan <i>Material Properties</i>	325
Gambar 7. 26 Menentukan <i>Material Properties</i>	326
Gambar 7.27 <i>Setting</i> Beban pada Kolom.....	326
Gambar 7. 28 Diagram P-M <i>Angle Positive Output Etabs</i> No 6	327
Gambar 7. 29 Diagram P-M <i>Angle Positive Output Etabs</i> No 4	327
Gambar 7. 30 Diagram P-M <i>Angle Positive Output Etabs</i> No 3	328
Gambar 7.31 Diagram P-M <i>Angle Positive Output Etab1</i> No , 2 & 5.....	328
Gambar 7. 32 3D Tampak Atas	329
Gambar 7.33 3D Tampak Samping.....	329
Gambar 7.34 Potongan 3D Tampak Samping.....	329
Gambar 7.35 <i>Output</i> dari Analisa <i>Sp Column</i>	330
Gambar 7. 36 Acuan dalam Mengambil Momen Nominal Kolom.....	331
Gambar 7. 37 Denah Kolom K1 A yang Dilingkari Hitam.....	332
Gambar 7.38 Gempa Arah Kiri Struktur Bergoyang ke Kanan	332
Gambar 7.39 Gempa Arah Kanan Struktur Bergoyang ke Kiri	333
Gambar 7.40 Gempa Arah Kiri Struktur Bergoyang ke Kanan	335
Gambar 7.41 Gempa Arah Kanan Struktur Bergoyang ke Kiri	335
Gambar 7.42 Analisa <i>Strong Column Weak Beam</i> Arah – X.....	338
Gambar 7.43 Analisa <i>Strong Column Weak Beam</i> Arah – Y	339
Gambar 7. 44 Mpr yang Digunakan Kolom.....	346
Gambar 7.45 Momen Kapasitas Kolom K1 dengan 1,25fy	347
Gambar 7.46 Ilustrasi Sambungan Lewatan Kolom	358
Gambar 7.47 Ilustrasi Panjang Penyaluran	360
Gambar 7.48 Detail Kait Khusus 90°	360
Gambar 7.49 Analisa Gaya pada HBK Arah X Akibat Gempa Kiri	363
Gambar 7.50 Analisa Gaya pada HBK Arah Y Akibat Gempa Kiri	363
Gambar 7.51 Tinjauan Mendapatkan Nilai Aj	364

Gambar 7. 52 Ilustrasi HBK pada <i>Joint</i>	367
Gambar 8.1 Denah Titik Fondasi Tertinjau	380
Gambar 8.2 Perencanaan <i>Pile Cap</i> dan Tiang Pancang	381
Gambar 8.3 Ilustrasi 8D dan 4D	389
Gambar 8.4 Ilustrasi Qp dan Qs	391
Gambar 8.5 Rancangan Konfigurasi Tiang Pancang	394
Gambar 8.6 Potongan <i>Pile Cap</i> untuk Tinggi Efektif Arah X Dany.....	406
Gambar 8.7 Tinjauan Fondasi terhadap Geser Satu Arah	407
Gambar 8.8 Aksial Kondisi Dua Arah.....	408
Gambar 8.9 Tinjauan Fondasi terhadap Geser di Sekitar Tiang.....	409
Gambar 8.10 Analisa Momen Ultimate pada <i>Pile Cap</i>	414
Gambar 8.11 Analisa Perhitungan Momen My Arah (X+)	416
Gambar 8.12 Analisa Perhitungan Momen My Arah (X-).....	417
Gambar 8.13 Analisa Perhitungan Momen Mx Arah (Y+)	418
Gambar 8.14 Analisa Perhitungan Momen Mx Arah (Y-)	419

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batasan Nilai f_c'	13
Tabel 2. 2 Ketebalan Selimut Beton (Non-Prategang; Cor Ditempat).....	14
Tabel 2. 3 Tulangan Ulir Nonprategang	15
Tabel 2. 4 Tulangan Polos Nonprategang	15
Tabel 2. 5 Ketebalan Minimum Pelat Solid Satu Arah (Non – Prategang).....	18
Tabel 2. 6 Nilai Luasan Minimum, A_{smin} untuk Pelat Satu Arah Non-Prategang.	18
Tabel 2. 7 Rasio (P_{min}) Tulangan Susut dan Suhu Minimum	19
Tabel 2. 8 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang Tanpa Balok Interior	22
Tabel 2. 9 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang dengan Balok di Antara Tumpuan pada Semua Sisinya.....	22
Tabel 2. 10 Injakan dan Tanjakan Tangga.....	25
Tabel 2. 11 Tinggi Minimum Balok	27
Tabel 2. 12 Faktor Reduksi Kekuatan	28
Tabel 2. 13 Faktor Reduksi Kekuatan (<i>Lanjutan</i>)	28
Tabel 2. 14 Nilai β_1 untuk Distribusi Tegangan Beton Persegi Ekvivalen.....	30
Tabel 2. 15 Kekuatan Aksial Maksimum	38
Tabel 2. 16 Koefisien Tanah K (Decourt & Quaresma,1978; Decourt dkk,1996)	42
Tabel 2. 17 Koefisien Dasar Tiang α (Decourt & Quaresma,1978; Decourt dkk,1996)	43
Tabel 2. 18 Koefisien Selimut Tiang β (Decourt & Quaresma,1978; Decourt,1996)	44
Tabel 2. 19 Berat Jenis Bahan Bangunan.....	47
Tabel 2. 20 Berat Sendiri Material Komponen Bangunan	47
Tabel 2. 21 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum	48
Tabel 2. 22 Kategori Resiko.....	52
Tabel 2. 23 Jenis Pemanfaatan dan Kategori Resiko	52
Tabel 2. 24 Jenis Pemanfaatan dan Kategori Resiko (<i>Lanjutan</i>)	53
Tabel 2. 25 Jenis Pemanfaatan dan Kategori Resiko (<i>Lanjutan</i>)	54
Tabel 2. 26 Klasifikasi Situs.....	55
Tabel 2. 27 Koefisien Situs F_a	57

Tabel 2. 28 Koefisien Situs F_v	57
Tabel 2. 29 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung	62
Tabel 2. 30 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan X	62
Tabel 2. 31 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan X (<i>lanjutan</i>).....	63
Tabel 2. 32 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik.....	64
Tabel 2. 33 Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur	66
Tabel 2. 34 Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur (<i>Lanjutan</i>)	67
Tabel 2. 35 Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur	69
Tabel 2. 36 Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur (<i>Lanjutan</i>).....	70
Tabel 2. 37 Prosedur Analisis yang Diizinkan	74
Tabel 2. 38 Simpangan antar Lantai Izin, Δ^{aa}, b	78
Tabel 2. 39 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek	81
Tabel 2. 40 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik	81
Tabel 2. 41 Persyaratan Struktur Tahan Gempa	84
Tabel 2. 42 Diameter Sisi dalam Bengkokan Minimum dan Geometri Kait Standar untuk Sengkang, Ikat Silang, dan Sengkang Pengekang	89
Tabel 2. 43 Luas Tulangan Transversal.....	95
Tabel 2. 44 Perbedaan Aturan Balok SRPMK, SRPMM, SRPMB.....	101
Tabel 2. 45 Perbedaan Aturan Balok SRPMK, SRPMM, SRPMB (<i>lanjutan</i>)	102
Tabel 2. 46 Perbedaan Aturan Kolom SRPMK, SRPMM, SRPMB (<i>lanjutan</i>)...	102
Tabel 4. 1 <i>Preliminary</i> Balok	108
Tabel 4.2 Persyaratan a Dimensi Balok SRPMK.....	110
Tabel 4.3 Persyaratan b Dimensi Balok SRPMK.....	110
Tabel 4.4 Komponen Pembebanan yang Terjadi pada Balok B1	112
Tabel 4.5 <i>Resume</i> Perhitungan Balok Induk B1	116
Tabel 4.6 <i>Resume</i> Perhitungan Balok Induk B3.....	127
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Tebal Pelat	139
Tabel 4. 8 Beban Mati yang Digunakan untuk Kolom.....	143
Tabel 4. 9 Beban Hidup yang Digunakan untuk Kolom	144
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Beban Ultimit Kolom	146

Tabel 4. 11 Kebutuhan Air Berdasarkan Pemanfaatan Gedung	151
Tabel 4. 12 Kategori Risiko Bangunan	155
Tabel 4. 13 Faktor Keutamaan Gempa Gedung	155
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Nilai N – SPT	156
Tabel 4. 15 Penentuan Klasifikasi Situs	157
Tabel 4. 16 Kurva Respon Spektrum Desain	160
Tabel 5. 1 Dimensi Balok Gedung Perkuliahan	164
Tabel 5. 2 Beban Hidup pada Gedung Perkuliahan	182
Tabel 5. 3 Konstanta Eksposur Dataran.....	187
Tabel 5. 4 Nilai Koefisitas K_z	187
Tabel 5. 5 Tekanan Velositas (Q_z).....	188
Tabel 5. 6 Nilai Tekanan Angin Arah X	190
Tabel 5. 7 Nilai Tekanan Angin Arah Y	190
Tabel 5. 8 Beban Angin Arah X	191
Tabel 5. 9 Beban Angin Arah Y	191
Tabel 5. 10 Kategori Desain Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek.....	194
Tabel 5. 11 Kategori Desain Seisnik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik	194
Tabel 5. 12 Sistem Gaya Pemikul Seismik	194
Tabel 5. 13 Rekapitulasi Faktor Pengali Kombinasi	196
Tabel 6.1 Rasio Partisipasi Modal Massa	204
Tabel 6.2 Berat Struktur Efektif dengan Beban $D_I + S_{IDL}$	207
Tabel 6.3 Berat Struktur Hanya Beban Hidup	208
Tabel 6.4 Kontrol Berat Efektif dengan Beban Hidup Struktur	208
Tabel 6.5 Berat Efektif Struktur Yang Digunakan	209
Tabel 6.6 Nilai V_t	209
Tabel 6.7 Nilai Koordinat <i>Center of Mass</i> (CM) dan <i>Center of Rigidity</i> (CR)...	214
Tabel 6.8 Hasil Torsi Bawaan Spec X.....	215
Tabel 6.9 Hasil Torsi Bawaan Spec Y	215
Tabel 6.10 Hasil Torsi RS-X(+Y)	219
Tabel 6.11 Hasil Torsi RS-X (-Y).....	219

Tabel 6.12 Hasil Torsi RS-Y (+X).....	219
Tabel 6.13 Hasil torsi RS-Y (-X).....	219
Tabel 6.14 Analisa Ketidakberaturan Analisa Beban Horizontal 1a Beban Gempa Arah X dan Y	220
Tabel 6.15 Akibat Beban yang Ditambah Eksentrisitas 5 %.....	221
Tabel 6.16 Analisa Ketidakberaturan Horizontal Tipe 2	223
Tabel 6.17 Analisa Ketidakberaturan Horizontal Tipe 3	224
Tabel 6. 18 Analisa Ketidakberaturan Horizontal Tipe 3 (<i>Lanjutan</i>).....	225
Tabel 6.19 Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a (Beban Statik X).....	228
Tabel 6.20 Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a (Beban Statik Y).....	228
Tabel 6. 21 Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a (Beban Statik Y) (<i>lanjutan</i>)	229
Tabel 6.22 Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1b (Beban Statik X)	230
Tabel 6. 23 Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1b (Beban Statik X) (<i>lanjutan</i>)	230
Tabel 6.24 Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1b (Beban Statik Y).....	230
Tabel 6.25 Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2	231
Tabel 6.26 Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 3	233
Tabel 6.27 Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a (Gempa Arah X).....	234
Tabel 6.28 Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a (Gempa Arah Y)	235
Tabel 6.29 Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5b (Gempa Arah X).....	235
Tabel 6.30 Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5b (Gempa Arah Y).....	236
Tabel 6.31 Rekapitulasi Hasil Analisa Ketidakberaturan Horizontal.....	237
Tabel 6.32 Rekapitulasi Hasil Analisa Ketidakberaturan Vertikal	238
Tabel 6.33 Nilai Eksentrisitas Akibat Pembesaran Nilai Momen Torsi Tak Terduga (Arah Y _(-x))	241
Tabel 6.34 Nilai Eksentrisitas Akibat Pembesaran Nilai Momen Torsi Tak Terduga (Arah Y _(+x)).....	241
Tabel 6.35 Prosedur Analisa yang Diizinkan	243
Tabel 6.36 Hasil Pemeriksaan Simpangan antar Tingkat.....	245
Tabel 6.37 Hasil Pemeriksaan Pengaruh P-Delta Arah X dan Arah Y.....	248

Tabel 7. 1 <i>Output</i> Etabs untuk Momen Pelat Lantai	251
Tabel 7. 2 <i>Output</i> Etabs untuk Momen Pelat Lantai (<i>Lanjutan</i>)	252
Tabel 7. 3 Rekap Tulangan Pelat Lantai.....	258
Tabel 7. 4 Rekap Momen Tumpuan dan Lapangan.....	264
Tabel 7. 5 Rekap Tulangan Lentur Balok Induk	278
Tabel 7. 6 Rekap Tulangan Lentur Balok Induk (<i>Lanjutan</i>)	279
Tabel 7. 7 Rekap Tulangan Lentur Balok Induk (<i>Lanjutan</i>)	280
Tabel 7. 8 Rekap Tulangan Lentur Balok Induk (<i>Lanjutan</i>)	281
Tabel 7. 9 Rekap Tulangan Lentur Balok Induk (<i>Lanjutan</i>)	282
Tabel 7. 10 Rekap Tulangan Lentur Balok Induk (<i>Lanjutan</i>)	283
Tabel 7. 11 Pengecekan Kapasitas Momen Muka <i>Joint</i>	284
Tabel 7. 12 Pengecekan Kapasitas Momen Keseluruhan.....	284
Tabel 7.13 Rekap Gaya Geser Balok.....	285
Tabel 7.14 Rekap Tulangan Geser Balok Induk.....	294
Tabel 7. 15 Rekap Tulangan Geser Balok Induk (<i>Lanjutan</i>)	295
Tabel 7. 16 Rekap Tulangan Geser Balok Induk (<i>Lanjutan</i>)	296
Tabel 7. 17 Rekap Penulangan Torsi.....	309
Tabel 7. 18 Rekap Penulangan Torsi (<i>Lanjutan</i>)	310
Tabel 7. 19 Rekap Penulangan Torsi (<i>Lanjutan</i>)	311
Tabel 7. 20 Rekap Penulangan Balok	312
Tabel 7. 21 Rekap Gaya untuk <i>SP column</i>	322
Tabel 7. 22 Momen Kapasitas Kolom K1 650 X 650	330
Tabel 7.23 Rekap Tulangan Longitudinal Kolom	331
Tabel 7. 24 Momen Kapasitas Colum Berdasarkan Gaya Aksial	337
Tabel 7. 25 Pengecekan SCWB	340
Tabel 7. 26 Pengecekan SCWB (<i>Lanjutan</i>)	341
Tabel 7. 27 Pengecekan SCWB (<i>Lanjutan</i>)	342
Tabel 7. 28 Pengecekan SCWB (<i>Lanjutan</i>)	343
Tabel 7. 29 Pengecekan SCWB (<i>Lanjutan</i>)	344
Tabel 7. 30 Pengecekan SCWB (<i>Lanjutan</i>)	345
Tabel 7.31 Momen Kapasitas Kolom dengan 1,25 Fy dan $\Phi = 1$	347

Tabel 7. 32 Gaya Geser Kolom, Panjang Penyaluran, Sambungan Lewatan & HBK	368
Tabel 7. 33 Gaya Geser Kolom, Panjang Penyaluran, Sambungan Lewatan & HBK (<i>Lanjutan</i>).....	369
Tabel 7. 34 Gaya Geser Kolom, Panjang Penyaluran, Sambungan Lewatan & HBK (<i>Lanjutan</i>).....	370
Tabel 7. 35 Gaya Geser Kolom, Panjang Penyaluran, Sambungan Lewatan & HBK (<i>Lanjutan</i>).....	371
Tabel 7. 36 Gaya Geser Kolom, Panjang Penyaluran, Sambungan Lewatan & HBK (<i>Lanjutan</i>).....	372
Tabel 7. 37 Gaya Geser Kolom, Panjang Penyaluran, Sambungan Lewatan & HBK (<i>Lanjutan</i>).....	373
Tabel 7. 38 Gaya Geser Kolom, Panjang Penyaluran, Sambungan Lewatan & HBK (<i>Lanjutan</i>).....	374
Tabel 7. 39 Gaya Geser Kolom, Panjang Penyaluran, Sambungan Lewatan & HBK (<i>Lanjutan</i>).....	375
Tabel 7. 40 Gaya Geser Kolom, Panjang Penyaluran, Sambungan Lewatan & HBK (<i>Lanjutan</i>).....	376
Tabel 7. 41 Gaya Geser Kolom, Panjang Penyaluran, Sambungan Lewatan & HBK (<i>Lanjutan</i>).....	377
Tabel 7. 42 Gaya Geser Kolom, Panjang Penyaluran, Sambungan Lewatan & HBK (<i>Lanjutan</i>).....	378
Tabel 7. 43 Gaya Geser Kolom, Panjang Penyaluran, Sambungan Lewatan & HBK (<i>Lanjutan</i>).....	379
Tabel 8.1 <i>Output</i> Gaya dari Beban Layan untuk Fondasi	382
Tabel 8. 2 <i>Output</i> Gaya dari Beban Layan untuk Fondasi	383
Tabel 8. 3 <i>Output</i> Gaya dari Beban Layan untuk Fondasi	384
Tabel 8.4 <i>Output</i> Gaya dari Beban Ultimit untuk <i>Pile Cap</i>	385
Tabel 8. 5 <i>Output</i> Gaya dari Beban Ultimit untuk <i>Pile Cap</i>	386
Tabel 8. 6 <i>Output</i> Gaya dari Beban Ultimit untuk <i>Pile Cap</i>	387
Tabel 8.7 Nilai N-SPT	388
Tabel 8.8 Koefisien Tanah K (Decourt & Quaresma,1978; Decourt dkk,1996). 390	

Tabel 8.9 Koefisien dasar tiang α (Decourt & Quaresma,1978; Decourt dkk,1996)	390
Tabel 8.10 Koefisien Selimut Tiang β (Decourt & Quaresma,1978; Decourt,1996)	391
Tabel 8.11 Nilai N_s Sepanjang Tiang	392
Tabel 8.12 Pemeriksaan Daya Dukung Kelompok Tiang	396
Tabel 8.13 Pemeriksaan Daya Dukung Kelompok Tiang (<i>Lanjutan</i>)	397
Tabel 8.14 Pemeriksaan Daya Dukung Kelompok Tiang (<i>Lanjutan</i>)	398
Tabel 8.15 Pemeriksaan Daya Dukung Kelompok Tiang (<i>Lanjutan</i>)	399
Tabel 8.16 Pemeriksaan Daya Dukung Kelompok Tiang (<i>Lanjutan</i>)	400
Tabel 8.17 Ukuran Dimensi <i>Pile Cap</i>	401
Tabel 8.18 Pemeriksaan Daya Dukung Individu Tiang	402
Tabel 8.19 Pemeriksaan Daya Dukung Individu Tiang (<i>Lanjutan</i>)	403
Tabel 8.20 Pemeriksaan Daya Dukung Individu Tiang (<i>Lanjutan</i>)	404
Tabel 8.21 Pemeriksaan Daya Dukung Individu Tiang (<i>Lanjutan</i>)	405
Tabel 8.22 Pemeriksaan Geser dua Arah	410
Tabel 8.23 Pemeriksaan Geser Dua Arah (<i>Lanjutan</i>)	411
Tabel 8.24 Pemeriksaan Geser Dua Arah (<i>Lanjutan</i>)	412
Tabel 8.25 Pemeriksaan Geser Dua Arah (<i>Lanjutan</i>)	413
Tabel 8.26 Perhitungan Gaya Tekan Tiang Pancang (Beban <i>Ultimate</i>)	415

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan Tingkat aktivitas *seismic* yang tinggi karena berada di zona cincin api Pasifik. Kondisi ini menuntut adanya perhatian khusus terhadap perencanaan dan desain struktur bangunan, terutama untuk gedung – gedung penting seperti gedung perkuliahan. Gedung perkuliahan tidak berfungsi sebagai tempat belajar mengajar, tetapi juga sebagai sarana yang mendukung kegiatan akademik dan administrasi bagi ribuan mahasiswa dan staf setiap harinya. Oleh karena itu, keamanan dan kenyamanan gedung perkuliahan menjadi prioritas utama.

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) adalah desain struktur beton bertulang yang memiliki tingkat daktilitas yang tinggi. Dalam SRPMK, berdasarkan SNI 1726 – 2019, faktor reduksi gaya gempa diambil sebesar 8. Hal ini disebabkan struktur SRPMK didesain memiliki sifat fleksibilitas dengan daktilitas yang tinggi sehingga bisa direncanakan dengan gaya gempa rencana minimum (Honarto, 2019).

Penggunaan SRPMK dalam perancangan gedung perkuliahan tidak hanya bertujuan untuk memenuhi standar keselamatan, seperti yang diatur dalam SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung, tetapi juga memastikan bahwa gedung memiliki fleksibilitas yang cukup untuk beradaptasi dengan beban dinamis akibat gempa. Dengan penerapan SRPMK, diharapkan risiko kerusakan struktural dapat diminimalisir dan proses evakuasi dalam situasi darurat dapat dilakukan dengan aman.

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) menggunakan prinsip *strong-column/weak-beam* yang bekerja menyebar di sebagian besar lantai dan tidak terjadi kegagalan geser pada balok, kolom dan *joint*. Ketika terjadi gempa distribusi simpangan antar lantai terjadi di sebagian besar lantai sehingga keruntuhan lokal di satu lantai dapat diminimalkan. Dengan prinsip tersebut SRPMK mampu menahan siklus respon *inelastis* pada saat menerima beban gempa rencana.

Namun, penerapan SRPMK dalam gedung perkuliahan juga memerlukan analisis yang cermat terhadap berbagai faktor, seperti ketinggian bangunan, distribusi beban dan jenis tanah. Kota Pontianak bukan merupakan daerah rawan gempa namun permasalahan yang sering dihadapi adalah jenis tanah lempung. Oleh karena itu demi mengantisipasi terjadinya gempa maka gedung perkuliahan 6 lantai dibangun dengan sistem SRPMK untuk mendukung tercapainya bangunan yang aman dan fungsional.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana tahapan dalam merancang struktur bangunan beton bertingkat yang dalam perancangannya mempertimbangkan parameter gempa sesuai peraturan yang berlaku?
2. Bagaimana merancang struktur bangunan beton bertingkat yang aman dan ekonomis sesuai peraturan yang berlaku?
3. Bagaimana melakukan pemodelan bangunan gedung beton bertulang yang sesuai dengan kaidah – kaidah analisa struktur pada program analisa struktur?
4. Bagaimana mengolah hasil *software* analisis struktur ke dalam perancangan komponen struktur utama, sekunder dan bawah?

1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini yang ingin dicapai oleh penulis adalah sebagai berikut :

1. Menguasai tahapan dalam merancang struktur bangunan beton bertingkat yang dalam perancangannya mempertimbangkan parameter gempa sesuai peraturan yang berlaku.
2. Merancang struktur bangunan beton bertingkat yang aman dan ekonomis sesuai peraturan yang berlaku.
3. Dapat memanfaatkan teknologi *software* analisis struktur dalam perancangan struktur bangunan beton bertingkat.
4. Dapat mengolah hasil *software* analisis struktur ke dalam perancangan komponen struktur utama, sekunder dan bawah.

1.4 Pembatasan Masalah

Dikarenakan dalam perencanaan struktur Gedung bertingkat sangatlah rumit dan kompleks, serta kemampuan penulis yang terbatas, maka ada beberapa batasan yang diambil dalam perencanaan struktur ini antara lain :

1. Struktur yang digunakan adalah beton bertulang dengan sistem rangka pemikul momen.
2. Perencanaan struktur dan beban yang digunakan berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) :
 - a. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, SNI 2847-2019.
 - b. Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung Struktur atau Non-Struktur, SNI 1727-2020
 - c. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung, SNI 1726-2019
3. Perhitungan struktur bangunan meliputi struktur utama (balok, kolom, pelat), struktur sekunder (tangga), dan struktur bawah (tiang pancang dan poer).
4. Perencanaan bangunan ini dianalisis dengan menggunakan bantuan perangkat lunak (*software*) Analis Struktur.

1.5 Data Fisik dan Spesifikasi Material Gedung

Adapun data-data fisik dari gedung ini adalah :

1. Struktur : Beton Bertulang
2. Jumlah Lantai : 6 Tingkat + 1 lantai DAK
3. Panjang Bangunan : 59,5 m
4. Lebar Bangunan : 21 m
5. Tinggi Lantai : 1 m (lantai 1)
4,50 m (Lantai 2 – lantai dak)
3,50 meter (Penutup *lift*)
6. Lokasi Perencanaan : Pontianak
7. Tinggi Total Bangunan : 31,5 meter
8. Spesifikasi Material
 - Mutu beton (f_c') : 28 MPa
 - Mutu Baja ulir (f_y) : 420 Mpa
 - Mutu Baja Polos (f_y) : 280 Mpa

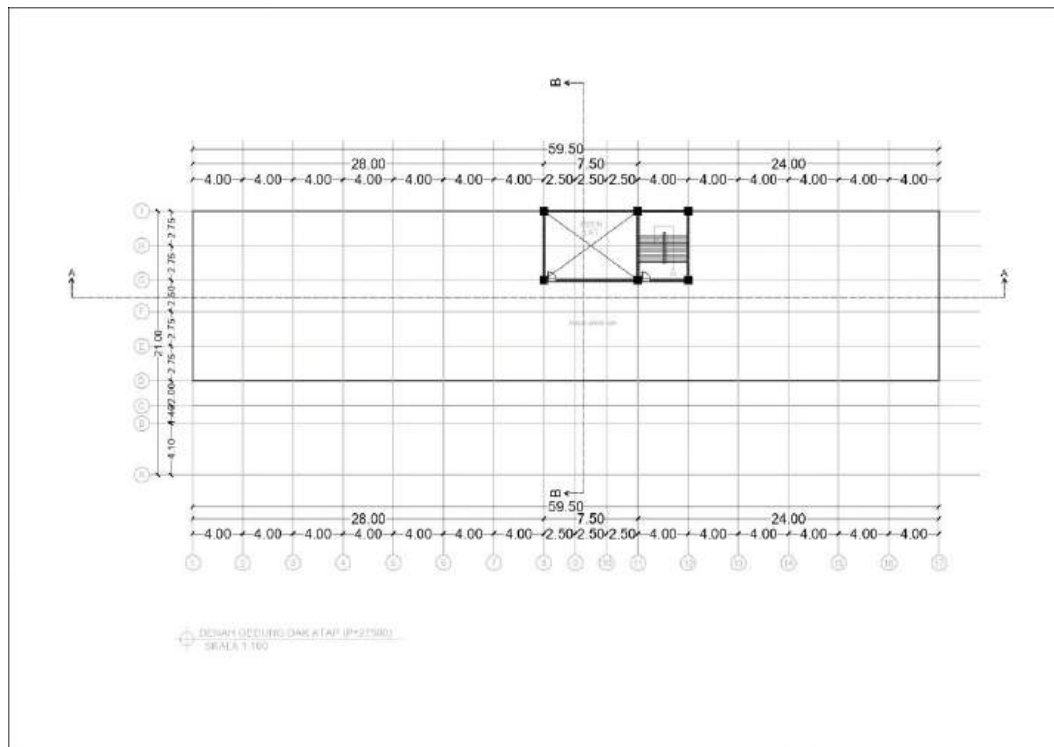
The architectural drawing is a detailed floor plan of the first floor of a building labeled "RUMAH KUBUH T. 2 (P=5000)". The plan is oriented horizontally and features a central corridor or open area. On the left side, there are several large rectangular tables arranged in rows, likely for dining or meetings. To the right of the central area, there are smaller, more irregularly shaped spaces, possibly for service or storage. The drawing includes numerous dimension lines indicating the width and length of various sections. At the bottom left, there is a north arrow pointing towards the top left corner of the page.

Gambar 1. 2 Denah Lantai 2

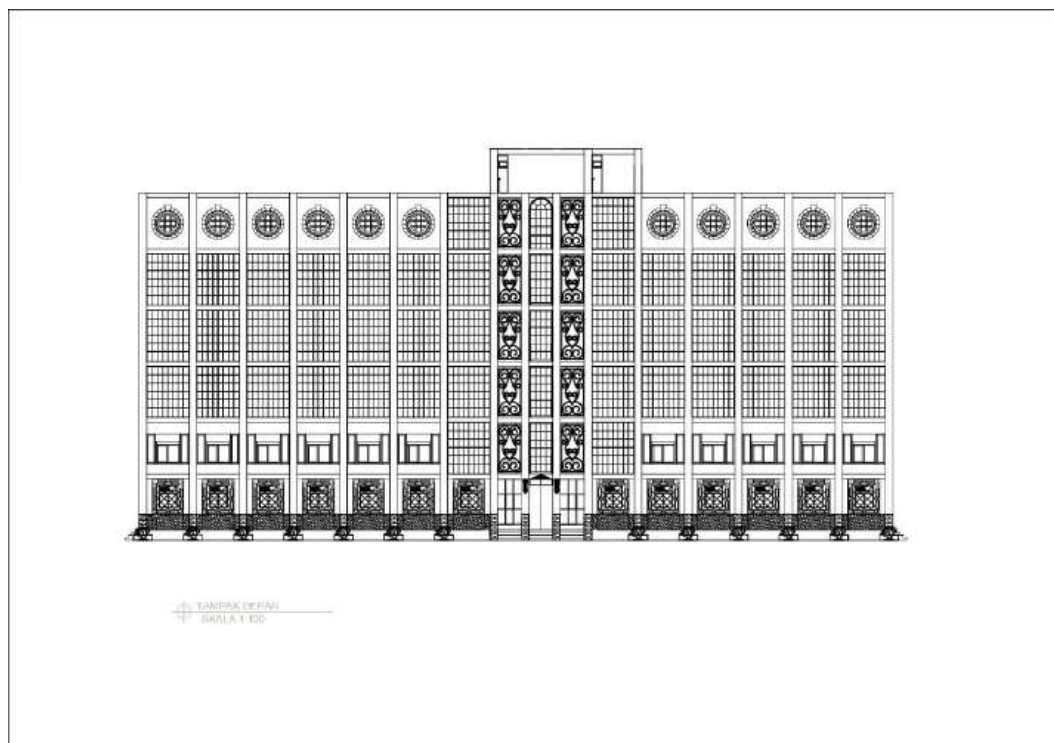
Gambar 1. 4 Denah Lantai 4

Architectural floor plan of a building with a grid system. The plan shows a rectangular layout with a central corridor and various rooms. Dimensions are provided for the grid lines and room areas. The grid lines are labeled 1 through 17 horizontally and A through 7 vertically. The plan includes a title block at the bottom left with the text "DEBARI DEURHO KULIAH LT. 0 (P=23000)" and "SKALA 1:100".

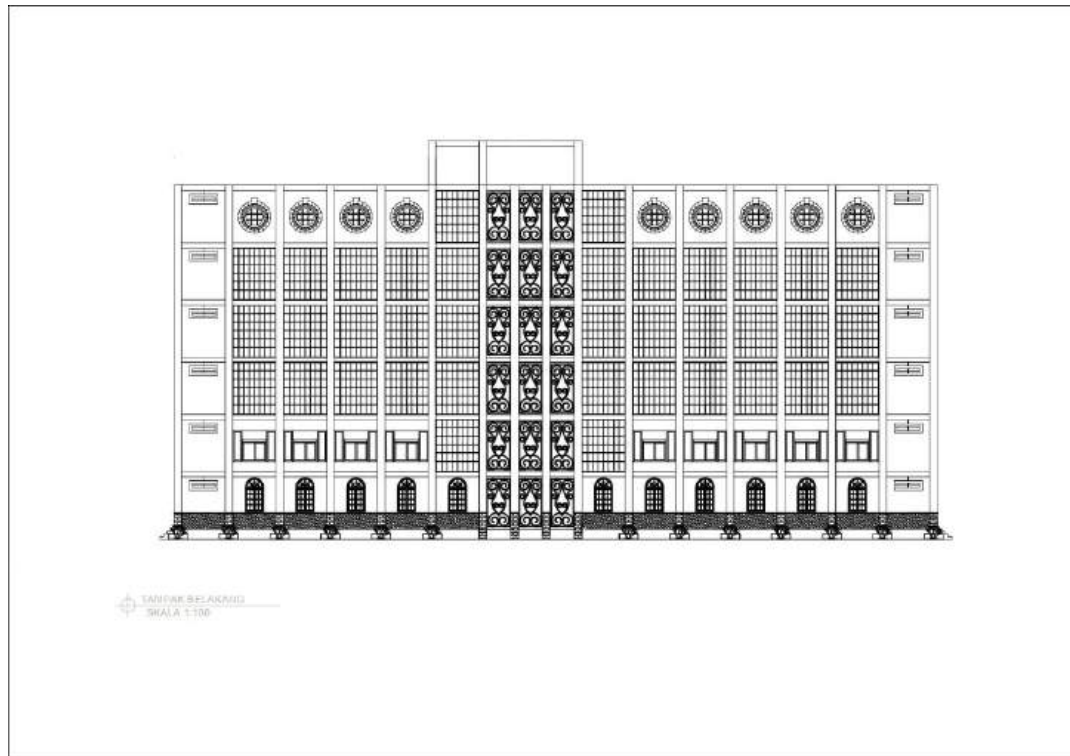
Gambar 1. 6 Denah Lantai 6



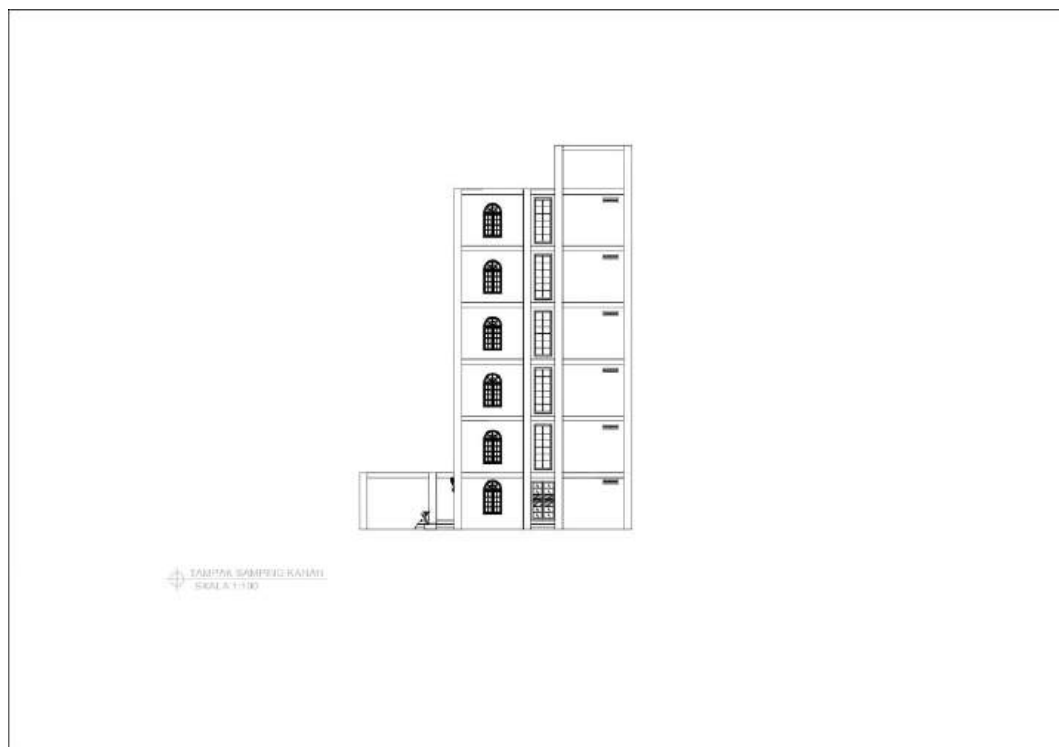
Gambar 1. 7 Denah Dak Atap



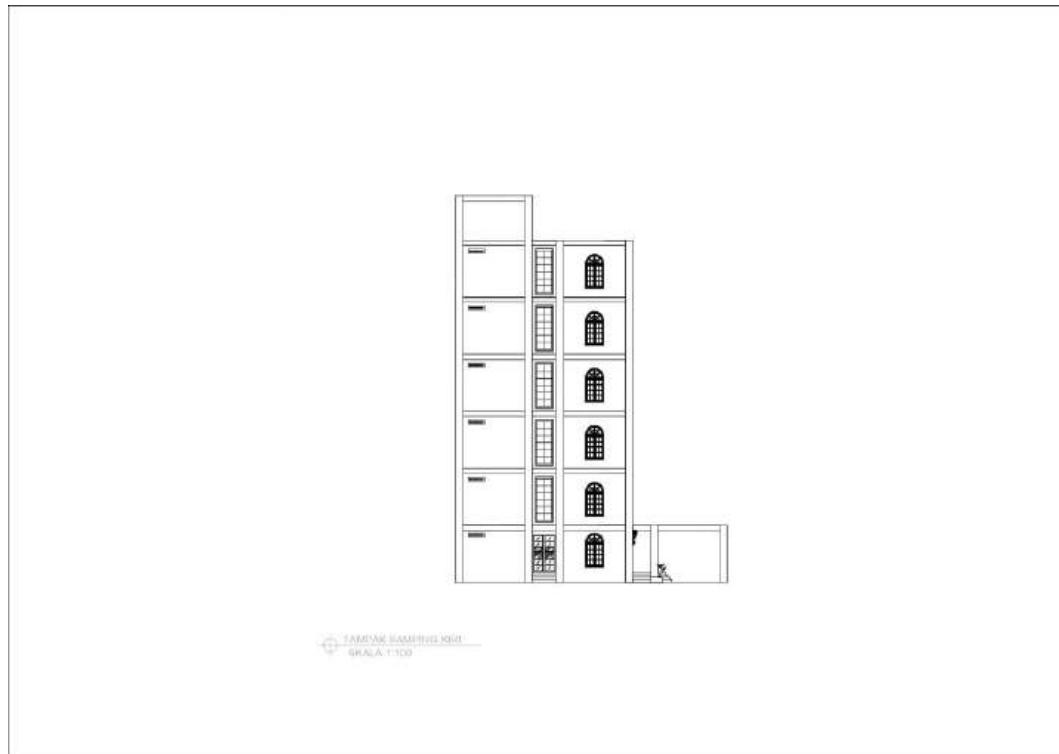
Gambar 1. 8 Tampak Depan



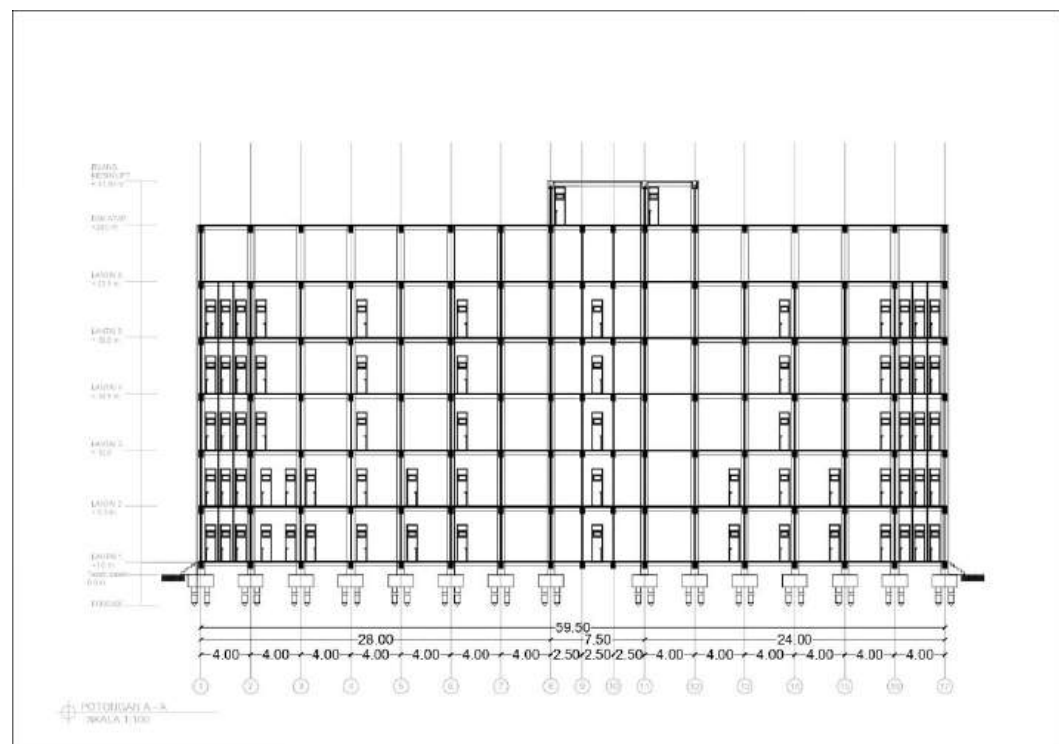
Gambar 1. 9 Tampak Belakang



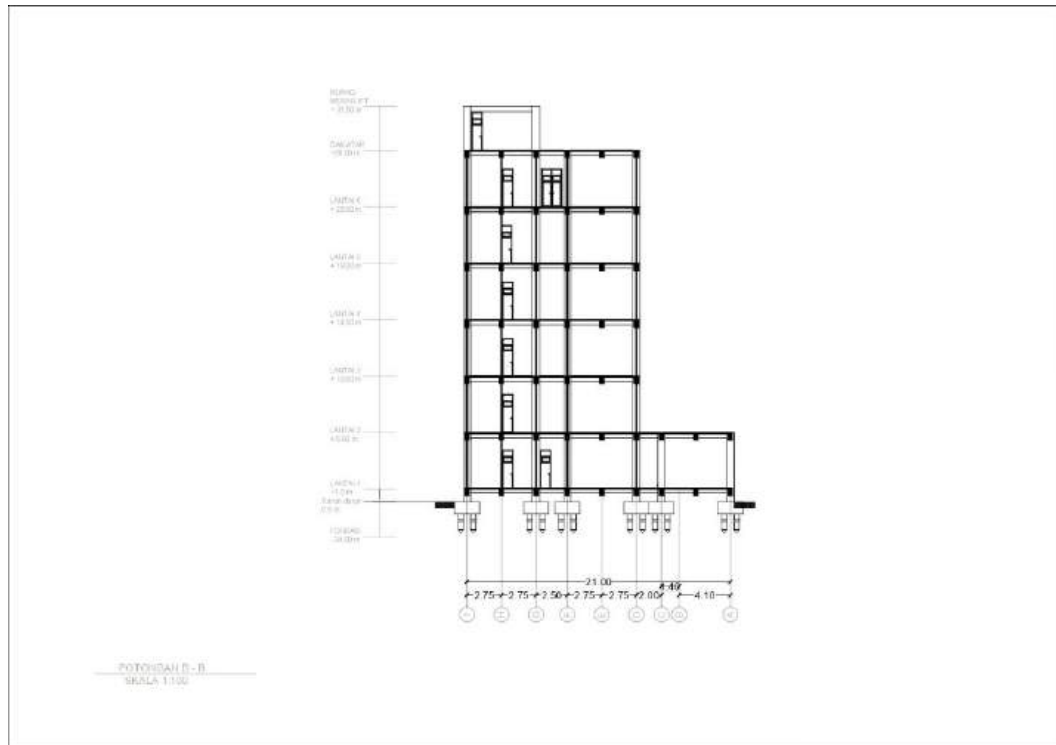
Gambar 1. 10 Tampak Samping Kanan



Gambar 1. 11 Tampak Samping Kiri



Gambar 1. 12 Potongan A – A



Gambar 1. 13 Potongan B – B

1.6 Metode Analisis

Secara garis besar, metode yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini terbagi menjadi dua, yaitu :

1. Studi Pustaka, merupakan metode yang digunakan untuk mendapatkan pengetahuan-pengetahuan dasar mengenai topik yang diangkat. Dalam pelaksanaannya, penulis mendapatkan literatur yang dijadikan sebagai referensi dari buku panduan, makalah, jurnal, bacaan lain serta ilmu yang diperoleh di bangku perkuliahan.
2. Analisa gaya gempa berdasarkan SNI 1726 tahun 2019 menggunakan bantuan program analisa struktur ETABS.
3. Pengecekan respon struktur serta ketidakberaturan horizontal dan vertikal akibat gaya gempa berdasarkan SNI 1726 tahun 2019.
4. Perhitungan gaya-gaya dalam berdasarkan SNI 1726 tahun 2019 menggunakan bantuan program analisa struktur ETABS.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini dilakukan dengan membagi topik pembahasan ke dalam beberapa bab sebagai berikut :

BAB I	PENDAHULUAN
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA
BAB III	METODOLOGI PERHITUNGAN
BAB IV	<i>PRELIMINARY DESIGN</i>
BAB V	ANALISIS PEMODELAN STRUKTUR
BAB VI	PENGECEKAN PERILAKU STRUKTUR
BAB VII	PERANCANGAN TULANGAN
BAB VIII	PERANCANGAN FONDASI
BAB IX	PENUTUP
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	