PERANCANGAN STRUKTUR BANGUNAN BETON BERTULANG GEDUNG SUPERMARKET 8 LANTAI DI PONTIANAK

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Jurusan Teknik Sipil

Oleh:

ALIF AZHARI

NIM D1011191044



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alif Azhari

NIM : D1011191044

menyatakan bahwa dalam SKRIPSI yang berjudul "Perancangan Struktur Bangunan Beton Bertulang Gedung Supermarket 8 Lantai di Pontianak" 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 Rujukan.

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, 4 Juni 2026

Alif Azhari
NIM. D1011191044

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : http:// Teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN STRUKTUR BANGUANAN BETON BERTULANG GEDUNG SUPERMARKET 8 LANTAI DI PONTIANAK

Jurusan Teknik Sipil
Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Oleh:

ALIF AZHARI
NIM. D1011191044

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 4 Juni 2026 dalam sidang akhir dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Susunan Penguji Skripsi

Dosen Pembimbing Utama	: Ir. Aryanto, S.T., M.T.
	NIP. 197301082000122001
Dosen Pembimbing Kedua	: M. Yusuf, S.T., M.T., IPM
	NIP. 197005201998021001
Dosen Penguji Utama	: Dr. Herwani, S.T., M.T.
	NIP. 197107261998021001
Dosen Penguji Kedua	: Ir. Elvira, M.T., Ph.D., IPM
	NIP. 196707141993031002

Pontianak, 4 Juni 2026

Dekan,

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

Pembimbing Utama,

Ir. Aryanto, S.T., M.T.
NIP. 197301082000122001

Dipindai dengan CamScanner

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahi rabbil ’aalamiin, puji syukur atas nikmat dan ramat yang Allah Subhanahu Wa Ta’ala berikan, karena atas izin-Nya lah penulisan Skripsi yang berjudul “Perancangan Struktur Bangunan Beton Bertulang Gedung *Supermarket* 8 Lantai di Pontianak” ini dapat diselesaikan. Penyusunan tugas akhir skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat dalam meraih gelar Sarjana Teknik S-1 di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura.

Dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan moril maupun materil dari semua pihak baik secara langsung atau tidak langsung yang membantu dalam penyusunan skripsi ini. Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Aryanto, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama, dan Bapak M. Yusuf, S.T., M.T., IPM., selaku dosen pembimbing kedua, yang telah memberikan bimbingan, saran, dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Herwani, S.T., M.T., selaku dosen penguji utama, dan Bapak Ir. Elvira, M.T., Ph.D., IPM., selaku dosen penguji kedua, yang telah memberikan masukan serta saran sebagai bahan perbaikan selama penyelesaian skripsi ini.
3. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama masa studi penulis.
4. Staf dan karyawan Universitas Tanjungpura.
5. Kedua orang tua, keluarga, Endah dan kedua orang tuanya yang selalu mencurahkan kasih sayang, doa dan dukungan untuk penulis.
6. Para Sahabat “ALATAHERENA”, Tasya, Heri, Resti, Nanda, “VVibu Berkelas”, Lilis, Hafiz, Gita, Hanan, Hanif, Mila dan Sandra, yang selalu memberikan semangat, motivasi serta dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman semasa kuliah serta rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil Angkatan 2019.

8. Teman-teman Skripsi Struktur, Hafiz, Lilis, Andrianus, Diah, Najwa, dan Fiqih, tempat untuk berbagi ilmu dan berdiskusi selama proses penulisan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih memiliki berbagai kekurangan yang perlu diperbaiki dan disempurnakan. Hal ini tidak terlepas dari keterbatasan pengetahuan, pengalaman, serta berbagai kendala yang dihadapi selama proses penyusunannya. Oleh karena itu, penulis dengan hati terbuka sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun. Masukan yang diberikan tentunya akan menjadi bahan evaluasi yang sangat berharga dan berguna untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas karya ini di masa mendatang. Penulis mengucapkan terima kasih dan semoga dengan adanya tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya teman-teman mahasiswa jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, sebagai upaya perkembangan dan pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil.

Pontianak, 11 Desember 2026
Penulis,

Alif Azhari
NIM. D1011191044

ABSTRAK

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi yang ada, peraturan yang mengatur dalam perancangan bangunan juga ikut berkembang secara berkala untuk memastikan relevansinya dan kompatibilitasnya dengan teknologi dan teknik konstruksi yang berlaku. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengikuti peraturan yang sudah diperbaharui ketika melakukan merancang suatu bangunan. Dalam standar terbaru, Pontianak terletak di daerah yang jarang terhadap aktivitas seismik atau gempa. Walaupun demikian, sangat penting untuk mempertimbangkan antisipasi gempa bumi ketika merencanakan struktur bangunan, untuk menghindari kegagalan struktur yang merugikan ketika gempa tersebut terjadi. Oleh karena itu, dalam perancangan gedung *Supermarket* 8 lantai di Pontianak ini menggunakan struktur beton bertulang dengan sistem rangka pemikul momen (SRPM). Adapun perhitungan analisis struktur yang dilakukan, yaitu perhitungan pada struktur atas gedung yang terdiri dari pelat lantai, balok, dan kolom, serta struktur bawah gedung, yaitu fondasi. Gedung ini termasuk dalam Kategori Desain Seismik (KDS) C, sehingga penerapan sistem struktur pemikul gaya gempa yang digunakan adalah sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM). Perhitungan analisis struktur dalam perancangan dilakukan dengan bantuan program analisis struktur, seperti *ETABS* dan *SpColoumn*. Dimensi yang digunakan dalam analisis perhitungan gedung ini meliputi pelat lantai setebal 100 mm, balok induk 500/900 mm, balok anak 350/700 mm, balok pendukung lainnya 300/600 mm, 250/500 mm, dan 600/1000, serta kolom utama 1200/1200 mm dan kolom pendukung 300/300 mm. Fondasi dirancang dengan menggunakan tiang pancang beton prategang dengan dimensi 600/600 mm. Semua elemen struktur tersebut dirancang sesuai dengan peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu SNI 2847-2019, SNI 1726-2019, SNI 1727-2020, dan SNI 2052-2017.

Kata Kunci: Perancangan Gedung, Analisis Struktur, Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah

ABSTRACT

The development of existing science and technology has also driven the periodic advancement of regulations governing building design to ensure their relevance and compatibility with current construction technologies and techniques. Therefore, it is very important to follow updated regulations when designing a building. In the latest standards, Pontianak is located in an area with low seismic or earthquake activity. Nevertheless, it is still essential to consider earthquake mitigation when planning building structures to avoid detrimental structural failures when earthquakes occur. Therefore, the design of this 8-story supermarket building in Pontianak uses a reinforced concrete structure with a moment-resisting frame system (SRPM). The structural analysis calculations carried out include calculations for the upper structure of the building consisting of floor slabs, beams, and columns, as well as the lower structure, namely the foundation. This building falls under Seismic Design Category (KDS) C, so the earthquake force-resisting structural system applied is the intermediate moment-resisting frame system (SRPMM). Structural analysis calculations in the design process were conducted with the assistance of structural analysis programs such as ETABS and SpColumn. The dimensions used in the analysis of this building include 100 mm thick floor slabs, main beams measuring 500/900 mm, secondary beams measuring 350/700 mm, other supporting beams measuring 300/600 mm, 250/500 mm, and 600/1000 mm, as well as main columns measuring 1200/1200 mm and supporting columns measuring 300/300 mm. The foundation was designed using prestressed concrete piles with dimensions of 600/600 mm. All structural elements were designed in accordance with Indonesian National Standards (SNI), namely SNI 2847-2019, SNI 1726-2019, SNI 1727-2020, and SNI 2052-2017.

Keywords: *Building Design, Structural Analysis, Intermediate Moment-Resisting Frame System*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PERNYATAAN ..... **ii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iii**
KATA PENGANTAR ..... **iv**
ABSTRAK ..... **vi**
ABSTRACT ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xix**
DAFTAR TABEL ..... **xxxiii**
BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penulisan 2
1.5 Manfaat 3
1.6 Data Gedung 3
1.7 Ruang Lingkup Penulisan 10
1.8 Sistematika Penulisan 11

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **14**

2.1 Spesifikasi Material 14
2.2 Pembebanan 15
2.2.1 Beban Mati 16
2.2.2 Beban Hidup 16
2.2.3 Beban Angin 17
2.2.4 Beban Gempa 17
2.2.4.1 Faktor Keutamaan Gempa dan Kategori Risiko Struktur Bangunan 18
2.2.4.2 Klasifikasi Situs 19
2.2.4.3 Parameter Percepatan Gempa 20

2.2.4.4 Koefisien Situs dan Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCER) 21
2.2.4.5 Parameter Percepatan Spektral Desain 22
2.2.4.6 Spektrum Respons Desain 23
2.2.4.7 Kategori Desain Seismik 28
2.2.4.8 Sistem Struktur Pemikul Gaya Seismik 29
2.2.4.8.1 Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM).... 31
2.2.4.9 Klasifikasi Struktur Beraturan dan Tidak Beraturan 33
2.2.4.10 Redundansi 41
2.2.4.11 Kriteria Pemodelan 41
2.2.4.12 Analisa Beban Gempa 43
2.2.4.12.1 Analisa Gaya Lateral Ekivalen 43
2.2.4.12.2 Analisa Spektrum Respon Gempa 43
2.2.4.12.2.1 Parameter Respons Ragam 44
2.2.4.12.2.2 Skala Nilai Desain Respons Terkombinasi 44
2.2.4.12.2.3 Penskalaan Gaya 44
2.2.4.12.2.4 Penskalaan Simpangan 44
2.2.4.12.2.5 Distribusi Geser Horizontal 45
2.2.4.12.2.6 Pengaruh P-Delta 45
2.2.5 Kombinasi Pembebanan 45
2.3 Pelat Lantai 46
2.3.1 Pelat Satu Arah 47
2.3.2 Pelat Dua Arah 47
2.3.2.1. Tulangan Pelat menggunakan Program Analisis Struktur 50
2.3.2.2. Tulangan Pelat Tangga dan Bordes 52
2.4 Balok 55
2.4.1 Faktor Reduksi Kekuatan 56
2.4.2 Penulangan Lentur 58
2.4.3 Penulangan Geser 59

2.4.4 Penulangan Torsi 61
2.5 Kolom 62
2.6 Fondasi 65
BAB III METODOLOGI PERHITUNGAN 69
3.1 Tinjauan Umum 69
3.2 *Preliminary Design* 69
3.3 Analisis Struktur 69
3.4 Pemeriksaan Perilaku Struktur 70
3.5 Perancangan Tulangan 70
3.6 Perancangan Fondasi 70
3.7 Diagram Alir 71
BAB IV *PRELIMINARY DESIGN* 72
4.1 Pemodelan Awal Dimensi Balok 72
4.2 Pemodelan Awal Dimensi Pelat Lantai 73
4.3 Pemodelan Awal Dimensi Kolom 80
4.4 Pemodelan Tangga 85
4.5 Pemodelan Lift 88
4.6 Pemodelan Eskalator 96
4.7 Pemodelan Awal Sistem Struktur Pemikul Gaya Seismik 101
4.8 Pemodelan Perencanaan Awal dan Pengecekan Awal Ketidakberaturan Horizontal dan Vertikal 113
4.8.1 Pemodelan Awal Perencanaan Struktur Bangunan Gedung 113
4.8.1.1 Pemodelan Material 113
4.8.1.2 Pemodelan Balok, Kolom, dan Pelat 116
4.8.1.3 Pemodelan *Story* dan *Grid* 121
4.8.1.4 Pemodelan Awal Perencanaan Beban 124
4.8.1.5 Pemodelan Fondasi, Kekakuan, Diafragma, dan *Auto Mesh* 128
4.8.1.6 Persiapan agar Pemodelan Siap Analisis (*Run Analysis*) 132
4.8.1.7 Pengecekan Nila Vstatik dan Vdinamik 134
4.8.2 Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal 136

4.8.2.1 Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal tipe 1a dan tipe 1b..... 137
4.8.2.2 Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal tipe 4 140
4.8.2.3 Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal tipe 5 141
4.8.3 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal 142
4.8.3.1 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal tipe 4 143
4.8.3.2 Pengecekan Ketidakberaturan Vaertikal tipe 5b 144
BAB V ANALISIS STRUKTUR 147
5.1 Tinjauan Umum 147
5.2 Pemodelan Pembebanan 147
5.2.1 Beban Mati Tambahan (SIDL) 148
5.2.1.1 SIDL (Dinding) 149
5.2.1.2 SIDL (Lantai) 150
5.2.1.3 SIDL (Tangga)..... 154
5.2.1.4 SIDL (Lift)..... 155
5.2.1.5 SIDL (Eskalator) 156
5.2.2 Beban Hidup (L) dan Beban Hidup Atap (Lr)..... 156
5.2.3 Beban Angin (Wx dan Wy) 159
5.2.3.1 Desain Beban Angin..... 159
5.2.3.2 Parameter yang akan Digunakan..... 160
5.2.3.3 Beban Angin (Sistem Penahan Gaya Angin Utama atau SPGAU) 162
5.2.3.3.1 Lantai Dasar – Lanatai 8 hingga *Machine Room*..... 162
5.2.3.3.2 Teras *Supermarket*..... 163
5.2.3.3.3 Pagar Lantai 8..... 164
5.2.4 Beban Gempa..... 165
5.2.5 Kombinasi Pembebanan 169
BAB VI PEMERIKSAAN PERILAKU STRUKTUR..... 171
6.1 Pemeriksaan Rasio Partisipasi Modal Massa..... 171
6.2 Pemeriksaan Faktor Skala Gaya 173

6.3 Pemeriksaan Simpangan Antar Tingkat 178
6.4 Pemeriksaan Pengaruh P-Delta 180
6.5 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal dan Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur 182
6.5.1 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal 182
6.5.1.1 Ketidakberaturan Horizontal tipe 1a dan 1b 182
6.5.2 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal 183
6.5.2.1 Ketidakberaturan Vertikal tipe 5b 183
BAB VII PERANCANGAN TULANGAN 184
7.1 Penulangan Pelat Lantai 184
7.1.1 Menghitung Nilai M_R 186
7.1.2 Mencari Nilai Tinggi efektif (d) 188
7.1.3 Menghitung Rasio Tulangan ($\boldsymbol{\rho}$) 188
7.1.4 Menghitung Tulangan Lentur Tumpuan (Tulangan Atas) 188
7.1.5 Menghitung Tulangan Lentur Lapangan (Tulangan Bawah) 190
7.2 Penulangan Pelat Tangga dan Bordes Tangga 194
7.2.1 Tangga Utama (Tangga pada Teras Gedung – Lantai 1) 195
7.2.2.1 Menghitung Nilai M_R 195
7.2.2.2 Mencari Nilai Tinggi efektif (d) 196
7.2.2.3 Menghitung Rasio Tulangan ($\boldsymbol{\rho}$) 196
7.2.2.4 Menghitung Tulangan Lentur Tumpuan (Tulangan Atas) 196
7.2.2.5 Menghitung Tulangan Lentur Lapangan (Tulangan Bawah) 197
7.2.2.6 Menentukan Tulangan Susut dan Suhu (Tulangan Bagi) 198
7.2.2 Tangga Darurat (Tangga Lantai Dasar – Lantai 8) 202
7.2.2.1 Menghitung Nilai M_R 202
7.2.2.2 Mencari Nilai Tinggi efektif (d) 202
7.2.2.3 Menghitung Rasio Tulangan ($\boldsymbol{\rho}$) 202
7.2.2.4 Menghitung Tulangan Lentur Tumpuan (Tulangan Atas) 203
7.2.2.5 Menghitung Tulangan Lentur Lapangan (Tulangan Bawah) 204

7.2.2.6 Menentukan Tulangan Susut dan Suhu (Tulangan Bagi) 204
7.3 Penulangan Balok 208
7.3.1 Pemeriksaan Awal Kecukupan Dimensi Penampang Balok terhadap Gaya Geser dan Gaya Torsi 209
7.3.2 Analisis Kembali Struktur Gedung 219
7.3.2.1 Pemodelan Pelat Lantai 219
7.3.2.2 Pemodelan Kolom 223
7.3.2.3 Pemodelan Beban SIDL Dinding 227
7.3.2.4 Pemeriksaan Rasio Partisipasi Modal Massa 228
7.3.2.5 Pemeriksaan Faktor Skala Gaya 229
7.3.2.6 Pemeriksaan Simpangan Antar Tingkat 230
7.3.2.7 Pemeriksaan Pengaruh P-Delta 230
7.3.2.8 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal dan Vertikal 231
7.3.2.9 Penulangan Pelat 232
7.3.3 Tulangan Lentur 238
7.3.3.1 Tulangan Atas Daerah Tumpuan 239
7.3.3.2 Tulangan Bawah Daerah Tumpuan 242
7.3.3.3 Tulangan Atas Daerah Lapangan 245
7.3.3.4 Tulangan Bawah Daerah Lapangan 248
7.3.3.5 Persyaratan Lentur Balok SRPMM 256
7.3.4 Tulangan Geser 261
7.3.4.1 Tulangan Geser Pada Daerah Tumpuan 263
7.3.4.2 Perancangan Tulangan Geser pada Lapangan 267
7.3.5 Syarat Perlunya Tulangan Torsi pada Balok dan Pemeriksaan Kembali Kecukupan Dimensi Penampang Balok terhadap Gaya Geser dan Gaya Torsi Berdasarkan Tulangan yang Direncanakan 273
7.3.5.1 Syarat Balok memerlukan Tulangan Torsi 274
7.3.5.2 Pemeriksaan Kembali Kecukupan Dimensi Penampang Berdasarkan Tulangan yang Direncanakan 275
7.3.6 Tulangan Torsi 277

7.3.5.1 Tulangan Torsi Transversal 278
7.3.5.2 Tulangan Torsi Longitudinal 286
7.3.7 Rekapitulasi Perancangan Tulangan Balok 293
7.3.8 Perbandingan Luasan Tulangan Perlu pada Balok yang Dihitung Secara Manual dan Luasan Tulangan Perlu dari Hasil Program Analisis Struktur (ETABS) 294
7.3.8.1 Mendesain Tulangan yang Digunakan Pada Pemodelan Struktur294
7.3.8.2 Mendesain Aturan yang Digunakan Pada Pemodelan Struktur .. 295
7.3.8.3 Mendesain Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) Khusus (K)/Menengah (M)/Biasa (B) pada Pemodelan Struktur..... 296
7.3.8.4 Mendesain Kombinasi yang akan Digunakan saat Program Analisis Struktur Melakukan Pengecekan Luasan Tulangan yang Dibutuhkan 298
7.3.8.5 Menampilkan Luasan Tulangan Perlu pada Struktur Balok Menggunakan Program Analisis Struktur (ETABS)..... 299
7.3.8.6 Membandingkan Luasan Tulangan Perlu yang Dihitung secara Manual dengan Luasan Tulangan Perlu yang Dianalisis menggunakan Program Analisis Struktur (ETABS) 303
7.4 Penulangan Kolom..... 313
7.4.1 Kolom Utama 1200 x 1200 mm (Interior atau Di dalam ruangan) 313
7.4.1.1 Pemeriksaan Kelangsingan Kolom..... 315
7.4.1.2 Analisa Perbesaran Momen Portal Bergoyang..... 318
7.4.1.2.1 Menghitung nilai $\boldsymbol{Pu}$ 318
7.4.1.2.2 Menghitung nilai $\boldsymbol{EIeff}$ 318
7.4.1.2.3 Menghitung nilai $\boldsymbol{Pc}$..... 320
7.4.1.2.4 Menghitung Nilai Faktor Pembesaran Momen ($\boldsymbol{\delta s}$) 320
7.4.1.2.5 Menghitung Nilai Pembesaran Momen..... 321
7.4.1.3 Diagram Interaksi Kolom 322
7.4.1.3.1 Diagram Interaksi Menggunakan Program Analisis Struktur berupa (*spColumn*)..... 322

7.4.1.3.2 Diagram Interaksi Secara Manual 333
7.4.1.3.3 Perbandingan Antara Diagram Interaksi Kolom yang Dibuat Menggunakan *spColumn* dan yang Dibuat Secara Manual 349
7.4.1.4 Tulangan Utama Kolom 355
7.4.1.5 Analisa Geser Kolom 355
7.4.1.6 Tulangan Geser Kolom..... 357
7.4.1.6.1 Tulangan Geser Daerah Tumpuan (Zona Sendi Plastis atau *lo*)..... 359
7.4.1.6.2 Tulangan Daerah Lapangan (Luar Zona Sendi Plastis)... 361
7.4.1.7 Rasio Tulangan Kolom ($\boldsymbol{\rho}$)..... 362
7.4.2 Kolom Utama 1200 x 1200 mm (Eksterior atau Di luar ruangan) 365
7.4.2.1 Pemeriksaan Kelangsingan Kolom..... 366
7.4.2.2 Analisa Perbesaran Momen Portal Bergoyang..... 369
7.4.2.2.1 Menghitung nilai $\boldsymbol{Pu}$ 369
7.4.2.2.2 Menghitung nilai $\boldsymbol{EIeff}$ 370
7.4.2.2.3 Menghitung nilai $\boldsymbol{Pc}$..... 371
7.4.2.2.4 Menghitung Nilai Faktor Pembesaran Momen ($\boldsymbol{\delta s}$) 371
7.4.2.2.5 Menghitung Nilai Pembesaran Momen..... 372
7.4.2.3 Diagram Interaksi Kolom 373
7.4.2.3.1 Diagram Interaksi Menggunakan Program Analisis Struktur berupa (*spColumn*)..... 373
7.4.2.3.2 Diagram Interaksi Secara Manual 379
7.4.2.3.3 Perbandingan Antara Diagram Interaksi Kolom yang Dibuat Menggunakan *spColumn* dan yang Dibuat Secara Manual 390
7.4.2.4 Tulangan Utama Kolom 396
7.4.2.5 Analisa Geser Kolom 396
7.4.2.6 Tulangan Geser Kolom..... 398
7.4.2.6.1 Tulangan Geser Daerah Tumpuan (Zona Sendi Plastis atau *lo*)..... 400
7.4.2.6.2 Tulangan Daerah Lapangan (Luar Zona Sendi Plastis)... 401

7.4.2.7 Rasio Tulangan Kolom ($\boldsymbol{\rho}$)..... 403
7.4.3 Kolom 300 x 300 mm (Eksterior atau Di luar ruangan)..... 406
7.4.3.1 Pemeriksaan Kelangsingan Kolom..... 407
7.4.3.2 Analisa Perbesaran Momen Portal Bergoyang..... 410
7.4.3.2.1 Menghitung nilai $\boldsymbol{Pu}$..... 410
7.4.3.2.2 Menghitung nilai $\boldsymbol{EIeff}$..... 410
7.4.3.2.3 Menghitung nilai $\boldsymbol{Pc}$..... 410
7.4.3.2.4 Menghitung Nilai Faktor Pembesaran Momen ($\boldsymbol{\delta s}$)..... 410
7.4.3.2.5 Menghitung Nilai Pembesaran Momen..... 411
7.4.3.3 Diagram Interaksi Kolom..... 412
7.4.3.3.1 Diagram Interaksi Menggunakan Program Analisis Struktur berupa (*spColumn*)..... 412
7.4.3.3.2 Diagram Interaksi Secara Manual..... 418
7.4.3.3.3 Perbandingan Antara Diagram Interaksi Kolom yang Dibuat Menggunakan *spColumn* dan yang Dibuat Secara Manual 428
7.4.3.4 Tulangan Utama Kolom..... 434
7.4.3.5 Analisa Geser Kolom..... 434
7.4.3.6 Tulangan Geser Kolom..... 436
7.4.3.6.1 Tulangan Geser Daerah Tumpuan (Zona Sendi Plastis atau *lo*)..... 438
7.4.3.6.2 Tulangan Daerah Lapangan (Luar Zona Sendi Plastis)... 439
7.4.3.7 Rasio Tulangan Kolom ($\boldsymbol{\rho}$)..... 441
7.5 Perancangan Hubungan Balok-Kolom..... 444
7.5.1 Kolom Utama 1200 x 1200 mm (Interior)..... 444
7.5.1.1 Properti Material dan Penampang..... 446
7.5.1.2 Analisa Kapasitas Balok Pada Hubungan Balok-Kolom..... 446
7.5.1.2.1 Kapasitas Momen Balok Pada Arah X..... 447
7.5.1.2.2 Kapasitas Momen Balok Pada Arah Y..... 448
7.5.1.3 Gaya Geser Kolom Pada Hubungan Balok-Kolom..... 449

7.5.1.4 Gaya Tarik Tulangan Balok Pada Hubungan Balok-Kolom 449
7.5.1.4.1 Perhitungan Gaya Tarik Tulangan Balok Arah X 449
7.5.1.4.2 Perhitungan Gaya Tarik Tulangan Balok Arah Y 449
7.5.1.5 Gaya Geser Pada Hubungan Balok-Kolom 450
7.5.1.5.1 Gaya geser pada inti Hubungan Balok-Kolom arah X 450
7.5.1.5.2 Gaya geser pada inti Hubungan Balok-Kolom arah Y 450
7.5.1.6 Perancangan Tulangan Geser Pada Hubungan Balok-Kolom 451
7.5.2 Kolom Utama 1200 x 1200 mm (Eksterior) 454
7.5.2.1 Properti Material dan Penampang 456
7.5.2.2 Analisa Kapasitas Balok Pada Hubungan Balok-Kolom 456
7.5.2.2.1 Kapasitas Momen Balok Pada Arah X 456
7.5.2.2.2 Kapasitas Momen Balok Pada Arah Y 457
7.5.2.3 Gaya Geser Kolom Pada Hubungan Balok-Kolom 458
7.5.2.4 Gaya Tarik Tulangan Balok Pada Hubungan Balok-Kolom 458
7.5.2.4.1 Perhitungan Gaya Tarik Tulangan Balok Arah X 458
7.5.2.4.2 Perhitungan Gaya Tarik Tulangan Balok Arah Y 459
7.5.2.5 Gaya Geser Pada Hubungan Balok-Kolom 459
7.5.2.5.1 Gaya geser pada inti Hubungan Balok-Kolom arah X 459
7.5.2.5.2 Gaya geser pada inti Hubungan Balok-Kolom arah Y 459
7.5.2.6 Perancangan Tulangan Geser Pada Hubungan Balok-Kolom 460
7.5.3 Kolom 300 x 300 mm (Eksterior) 463

BAB VIII PERRANCANGAN KAIT STANDAR, DIAMETER BENGKOKKAN, PANJANG PENYALURAN, DAN SAMBUNGAN LEWATAN TULANGAN 467

8.1 Data yang Digunakan 467
8.2 Panjang Penyaluran Kondisi Tarik (**ld**) 467
8.3 Sambungan Lewatan pada Kondisi Tarik 468
8.4 Perpanjang Penyaluran pada Kait Standar (**ldh**), Diameter Bengkokkan Kait Standar dan Panjang Kait Standar (l_{ext}) 468

8.5 Panjang Penyaluran Kondisi Tekan (***l*dc**) 469
8.6 Sambungan Lewatan pada Kondisi Tekan..... 470
8.7 Diameter Bengkokkan Kait Standar dan Panjang Kait Standar (l_{ext}) pada Tulangan Sengkang 470
BAB IX PERANCANGAN FONDASI..... 472
9.1 Kolom Utama 1200 x 1200 mm..... 472
9.1.1 Tinjauan Umum 472
9.1.2 Daya Dukung Fondasi 474
9.1.2.1 Daya Dukung Satu Tiang 474
9.1.2.2 Perencanaan Dimensi *Pile Cap* 477
9.1.2.3 Jumlah Tiang Pancang..... 477
9.1.2.4 Daya Dukung Kelompok Tiang..... 478
9.1.2.5 Kapasitas Daya Dukung Izin Blok Tiang Pancang 479
9.1.2.6 Nilai Beban yang Dipikul pada Masing-Masing Tiang 480
9.1.2.7 Pemeriksaan Geser pada *Pile Cap*..... 481
9.1.2.8 Pemeriksaan Kembali Geser pada *Pile Cap* setelah *H* diperbaharui 483
9.1.3 Perencanaan Tulangan pada *Pile Cap* 485
BAB X PENUTUP..... 490
10.1 Kesimpulan 490
10.2 Saran 498
DAFTAR RUJUKAN 500

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Denah Lantai Dasar 4
Gambar 1. 2 Denah Lantai 1..... 4
Gambar 1. 3 Denah Lantai 2..... 5
Gambar 1. 4 Denah Lantai 3..... 5
Gambar 1. 5 Denah Lantai 4..... 6
Gambar 1. 6 Denah Lantai 5..... 6
Gambar 1. 7 Denah Lantai 6..... 7
Gambar 1. 8 Denah Lantai 7..... 7
Gambar 1. 9 Denah *Rooftop* 8
Gambar 1. 10 Tampak Depan..... 8
Gambar 1. 11 Tampak Belakang 9
Gambar 1. 12 Tampak Samping Kanan..... 9
Gambar 1. 13 Tampak Samping Kiri..... 10
Gambar 2. 1 Jarak patahan untuk berbagai lokasi situs proyek..... 21
Gambar 2. 2 Spektrum respons desain 24
Gambar 2. 3 Parameter gerak tanah S_s, gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2 detik (redaman kritis 5%)..... 25
Gambar 2. 4 Parameter gerak tanah, S1, gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2 detik (redaman kritis 5%) 26
Gambar 2. 5 Peta transisi periode panjang, T_L, wilayah Indonesia..... 27
Gambar 2. 6 Ketidakberaturan horizontal..... 37
Gambar 2. 7 Ketidakberaturan vertikal..... 40
Gambar 2. 8 Contoh Gambar Tabel Hasil Output Momen pada Pelat Lantai Program Analisis Struktur..... 51
Gambar 2. 9 Faktor panjang efektif (*k*)..... 65
Gambar 4. 1 Denah Balok Lantai Dasar..... 72
Gambar 4. 2 Denah Pelat Lantai Dasar..... 73
Gambar 4. 3 Pelat Lantai yang ditinjau 74

Gambar 4. 4 Nilai α_f Pelat Lantai yang ditinjau 79
Gambar 4. 5 Denah Kolom Lantai Dasar 80
Gambar 4. 6 Kolom Tinjauan 80
Gambar 4. 7 Tangga tipe 1 86
Gambar 4. 8 Tangga tipe 2 87
Gambar 4. 9 Denah dan potongan lift 92
Gambar 4. 10 Denah balok pengatrol mesin dan balok perletakan mesin 93
Gambar 4. 11 Denah dan potongan lift 95
Gambar 4. 12 Denah balok pengatrol mesin dan balok perletakan mesin 96
Gambar 4. 13 Detail Eskalator tipe30^o 98
Gambar 4. 14 Tampak Depan Eskalator tipe30^o 99
Gambar 4. 15 Detail Eskalator tipe35^o 100
Gambar 4. 16 Tampak Depan Eskalator tipe35^o 101
Gambar 4. 17 Data Bor Log Kota Pontianak dari Lab Mekanika Tanah Teknik Sipil Universitas Tanjungpura 102
Gambar 4. 18 (Lanjutan) Data Bor Log Kota Pontianak dari Lab Mekanika Tanah Teknik Sipil Universitas Tanjungpura 103
Gambar 4. 19 Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode pendek (S_s) 105
Gambar 4. 20 Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode 1,0 detik (S_1) 105
Gambar 4. 21 Spektrum Respon Desain Kota Pontianak dari Kementerian PUPR 106
Gambar 4. 22 Hasil Peta transisi periode panjang 108
Gambar 4. 23 Spektrum Respon Desain Kota Pontianak 110
Gambar 4. 24 Hasil Pemodelan Bangunan Gedung menggunakan Program Analisis Struktur 113
Gambar 4. 25 Define Material 114
Gambar 4. 26 Material Property Data (Beton) 114
Gambar 4. 27 Material Property Data (Baja Tulangan Ulir) 115
Gambar 4. 28 Material Property Data (Baja Tulangan Polos) 115
Gambar 4. 29 Frame Properties dan Frame property Shape Type 116
Gambar 4. 30 Frame Section Property Data (Balok Induk 30/60) 117

Gambar 4. 31 Frame Section Property Data (Balok Anak 25/50)..... 118
Gambar 4. 32 Frame Section Property Data (Kolom 90/90)..... 119
Gambar 4. 33 Slab Properties..... 120
Gambar 4. 34 Slab Property Data (Pelat Lantai 100 mm)..... 120
Gambar 4. 35 Slab Property Data (Tangga Utama 600 mm) 121
Gambar 4. 36 *Slab Property Data (*Tangga Utama 600 mm) 121
Gambar 4. 37 Edit Story and Grid System Data 122
Gambar 4. 38 Pemodelan Strukttur Bangunan Gedung menggunakan Program 123
Gambar 4. 39 Hasil Pemodelan Struktur Gedung Supermarket 8 Lantai..... 123
Gambar 4. 40 Respons Spectrum Function 124
Gambar 4. 41 Define Load Pattern..... 124
Gambar 4. 42 ASCE 7-16 Seismic Loading Direction X..... 125
Gambar 4. 43 ASCE 7-16 Seismic Loading Direction Y..... 125
Gambar 4. 44 Load Cases..... 125
Gambar 4. 45 Load Case Data Response Spectrum Ex dan Ey 126
Gambar 4. 46 Modify Scale Factor Response Spectrum..... 126
Gambar 4. 47 Load Case Data Response Spectrum (After Modify)..... 127
Gambar 4. 48 Mass Source and Mass Source Data..... 127
Gambar 4. 49 Tumpuan Jepit pada Struktur Gedung..... 128
Gambar 4. 50 Select and Rigid Zone Offset..... 129
Gambar 4. 51 Data Diafragma..... 129
Gambar 4. 52 Diafragma pada lantai 1 dan Tampak Diafragma Struktur Gedung 130
Gambar 4. 53 Frame Auto Mesh 131
Gambar 4. 54 Floor Auto Mesh..... 132
Gambar 4. 55 Persiapan sebelum Pemodelan di Analisis 133
Gambar 4. 56 Tampilan Pemodelan Struktur Gedung setelah di Run Analysis 134
Gambar 4. 57 Choose Tables for Display (Base Reactions) 134
Gambar 4. 58 Base Reactions Table..... 135
Gambar 4. 59 Hasil Perbandingan Vstatik dengan Vdinamik..... 135

Gambar 4. 60 Hasil Nilai Faktor Skala Setelah dikalikan dengan $VstatikVdinamik$ 135
Gambar 4. 61 Hasil Vstatik dan Vdinamik setelah dimodifikasi 136
Gambar 4. 62 Ketidakberaturan Horizontal tipe 1a dan tipe 1b 137
Gambar 4. 63 Choose Tables for Display (Story Max Over Avg Drifts)..... 137
Gambar 4. 64 Story Max Over Avg Drifts Table (Direction X) 138
Gambar 4. 65 *Story Max Over Avg Drifts Table (Direction Y)*..... 138
Gambar 4. 66 Ketidakberaturan Horizontal tipe 4 140
Gambar 4. 67 Tampak Kolom (Arah YZ) dari Lantai Dasar hingga Lantai Atap 140
Gambar 4. 68 Ketidakberaturan Horizontal tipe 5 141
Gambar 4. 69 Tampak kolom dari Lantai Dasar hingga Lantai Atap (Rooftop)142
Gambar 4. 70 Ketidakberaturan Vertikal tipe 4 143
Gambar 4. 71 Tampak Kolom (Arah XZ) dari Lantai Dasar hingga Lantai Atap (Rooftop)..... 143
Gambar 4. 72 Ketidakberaturan Vertikal tipe 5b 144
Gambar 4. 73 Choose Tables for Display (Story Forces)..... 144
Gambar 4. 74 Story Forces Table..... 145
Gambar 5. 1 Pemodelan 3 Dimensi Struktur Bangunan Gedung Supermarket 8 Lantai di Pontianak menggunakan Program Analisis Struktur berupa ETABS.... 147
Gambar 5. 2 *Define Load Patterns* dan *Load Cases* 148
Gambar 5. 3 *Define Load Case* Mati (D + SIDL) 148
Gambar 5. 4 Beban SIDL Dinding pada Balok (Portal J) 150
Gambar 5. 5 Beban SIDL Lantai Dasar..... 151
Gambar 5. 6 Beban SIDL Lantai 7 152
Gambar 5. 7 Beban SIDL Lantai 8 153
Gambar 5. 8 Beban SIDL Atap Teras *Supermarket* 153
Gambar 5. 9 Beban Mati Tambahan Pada Pelat dan Bordes Tangga 154
Gambar 5. 10 Beban Lift pada Balok Pengatrol dan Perletakan Mesin 155
Gambar 5. 11 Beban Penahan Atas dan Penahan Bawah Eskalator pada Lantai 5 ke Lantai 6..... 156
Gambar 5. 12 Beban Hidup pada Lantai 7..... 158

Gambar 5. 13 Beban Hujan pada Lantai 8 159
Gambar 5. 14 Kasus 1 (Desain Beban Angin) 159
Gambar 5. 15 Tabel Faktor Arah Angin (Kd) 160
Gambar 5. 16 Tabel Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan (K_z dan K_h) 161
Gambar 5. 17 Tabel Konstanta Eksposur Dataran 161
Gambar 5. 18 Tabel Koefisien Tekanan Internal (GCpi) 162
Gambar 5. 19 Tabel Koefisien Tekanan Dinding (C_p) 162
Gambar 5. 20 Tabel Koefisien Tekanan Neto (C_N) 163
Gambar 5. 21 Beban Angin Arah X pada Struktur Bangunan Gedung Supermarket 8 Lantai 165
Gambar 5. 22 Beban Angin Arah Y pada Struktur Bangunan Gedung Supermarket 8 Lantai 165
Gambar 5. 23 Difine Response Spectrum Functions ASCE 7-16 (Gempa Pontianak) 168
Gambar 5. 24 *Load Case Data* Spec Ex dan Spec Ey 168
Gambar 5. 25 *ASCE 7-16 Seismic Loading Direction X* 168
Gambar 5. 26 *ASCE 7-16 Seismic Loading Direction Y* 169
Gambar 5. 27 Load Combinations 170
Gambar 6. 1 Modal Cases dan Modal Case Data 171
Gambar 6. 2 Tabel Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x 173
Gambar 6. 3 Tabel Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang dihitung ... 173
Gambar 6. 4 Mass Source Data Update 175
Gambar 6.5 Output Nilai Gaya Geser Dasar Dinamik Vt 177
Gambar 6. 6 Load Case Data Scale Factor Spec Ex dan Spec Ey 178
Gambar 6. 7 Output Nilai Gaya Geser Dasar Dinamik Vt 178
Gambar 6. 8 Grafik Simpangan Antar Tingkat (Δ) 180
Gambar 6. 9 Grafik Pemeriksaan Pengaruh P-Delta 181
Gambar 6. 10 Load Case Data Scale Factor Spec Ex dan Spec Ey 229
Gambar 6. 11 Output Nilai Gaya Geser Dasar Dinamik Vt 229
Gambar 6. 12 Grafik Simpangan Antar Tingkat (Δ) 230
Gambar 6. 13 Grafik Pemeriksaan Pengaruh P-Delta 231

Gambar 7. 1 Tabel Hasil Output Momen pada Pelat Lantai Program Analisis Struktur 185
Gambar 7. 2 Perancangan Tulangan Pelat Lantai 192
Gambar 7. 3 Set Toleraces pada Program Analisis Struktur 195
Gambar 7. 4 Hasil Perencanaan Tulangan pada Pelat Tangga dan Bordes Tangga (Tangga Utama) 200
Gambar 7. 5 Hasil Perencanaan Tulangan pada Pelat Tangga dan Bordes Tangga (Tangga Darurat) 206
Gambar 7.6 Aturan Tulangan Balok SRPMM 208
Gambar 7.7 Pelat Lantai yang ditinjau 219
Gambar 7.8 Nilai α_f Pelat Lantai yang ditinjau 222
Gambar 7.9 Kolom Tinjauan 223
Gambar 7.10 Beban SIDL Dinding pada Balok (Portal J) 228
Gambar 7.11 Load Case Data Scale Factor Spec Ex dan Spec Ey 229
Gambar 7.12 Output Nilai Gaya Geser Dasar Dinamik *Vt* 229
Gambar 7.13 Grafik Simpangan Antar Tingkat (Δ) 230
Gambar 7.14 Grafik Pemeriksaan Pengaruh P-Delta 231
Gambar 7. 15 Perancangan Tulangan Pelat Lantai 236
Gambar 7. 16 Hasil Perencanaan Tulangan pada Pelat Tangga dan Bordes Tangga (Tangga Utama dan Tangga Darurat) 236
Gambar 7.17 Gaya Momen Ultimate 238
Gambar 7.18 Distribusi tegangan-regangan pada balok beton bertulang 239
Gambar 7.19 Diagram Momen Balok B6 Lantai 3 239
Gambar 7.20 Tinggi efektif (d) pada balok 240
Gambar 7.21 Distribusi tegangan-regangan balok beton bertulang 242
Gambar 7.22 Diagram Momen Balok B67 Lantai 3 242
Gambar 7.23 Tinggi efektif (d) pada balok 243
Gambar 7.24 Distribusi tegangan-regangan pada balok beton bertulang 245
Gambar 7.25 Diagram Momen Balok B67 Lantai 3 245
Gambar 7.26 Tinggi efektif (d) pada balok 246
Gambar 7.27 Distribusi tegangan-regangan balok beton bertulang 248
Gambar 7.28 Diagram Momen Balok B24 Lantai 4 248

Gambar 7.29 Tinggi efektif (d) pada balok 249
Gambar 7.30 Detail Tulangan Balok B1a 251
Gambar 7.31 Syarat pada tumpuan (muka joint) balok SRPMM 257
Gambar 7.32 Syarat pada sepanjang bentang balok SRPMM..... 257
Gambar 7.33 Gaya Geser Ultimate (Vu) 261
Gambar 7.34 Diagram Geser Balok B6 Lantai 3..... 263
Gambar 7.35 Diagram Geser Balok B67 Lantai 3..... 267
Gambar 7.36 Detail Tulangan Balok B1a 269
Gambar 7.37 Gaya Geser Ultimate (*Vu*) dan Momen Torsi (*T*)..... 273
Gambar 7.38 Momen Torsi (*T*)..... 277
Gambar 7.39 Diagram Torsi pada Tumpuan Balok B23 Lantai 5 dan Diagram Torsi pada Lapangan Balok B28 Lantai 2..... 278
Gambar 7.40 Detail Tulangan Balok B1a 282
Gambar 7.41 Detail Tulangan Balok B1a 288
Gambar 7.42 Reinforcing Bar Sizes 294
Gambar 7.43 Select Common Rebar Set dan Ukuran Tulangan Ulir..... 295
Gambar 7.44 *View/Revise Preferences*..... 296
Gambar 7.45 Penyesuaian Aturan, Kategori dan Nilai yang Digunakan 296
Gambar 7.46 *View/Revise Overwrites* dan Penyesuaian *Framing Type* (SRPM) 297
Gambar 7.47 *Select Design Combinations*..... 298
Gambar 7.48 *Concrete Design/Check* 299
Gambar 7.49 Hasil Pengecekan Luasan Tulangan Perlu menggunakan Program Analisis Struktur 299
Gambar 7.50 *Total Longitudinal Reinforcing* 300
Gambar 7.51 *Concrete Beam Design Information*..... 300
Gambar 7.52 *Design Details* 301
Gambar 7.53 Luasan Tulangan Perlu untuk Tulangan Lentur (*Moment Rebar*) pada Tumpuan Atas dan Tumpuan Bawah Akibat Momen Lentur 304
Gambar 7.54 Luasan Tulangan Perlu untuk Tulangan Lentur (*Moment Rebar*) pada Lapangan Atas dan Lapangan Bawah Akibat Momen Lentur 305

Gambar 7.55 Luasan Tulangan Perlu untuk Tulangan Geser (*Shear Rebar*) pada Tumpuan dan Lapangan Akibat Gaya Geser 306
Gambar 7.56 Tampilan Luasan Tulangan Perlu untuk Tulangan Transversal dan Torsi Longitudinal (*Rebar At* dan *Rebar Al*) 307
Gambar 7.57 *Desain Details* 308
Gambar 7.58 Letak Kolom yang Ditinjau 313
Gambar 7.59 Potongan Arah X 314
Gambar 7.60 Potongan Arah Y 314
Gambar 7.61 Kolom yang Ditinjai pada Arah X 316
Gambar 7.62 Penentuan faktor panjang efektif (k) untuk K1 arah X 316
Gambar 7.63 Kolom yang Ditinjai pada Arah Y 317
Gambar 7.64 Penentuan faktor panjang efektif (k) untuk K1 arah Y 317
Gambar 7.65 *General Information* (*spColumn*) 323
Gambar 7.66 *Material Properties* (*spColumn*) 323
Gambar 7.67 *Reinforcement −Rectangular Section* (*spColumn*) 324
Gambar 7.68 *All Sides Equal* dan *Confinement* (*spColumn*) 324
Gambar 7.69 Tampak Kolom dan Data Kolom yang Dirancang pada *spColumn* 324
Gambar 7.70 *Factored Loads* (*spColumn*) 325
Gambar 7.71 Diagram Interaksi Kolom Terhadap Beban *Pu* dan *Mu* 325
Gambar 7.72 Diagram Interaksi Kolom *M Positive* 326
Gambar 7.73 *General Information* dan *Factored Loads* (*spColumn*) 327
Gambar 7.74 *Input* Data Beban P-M di Berbagai Kondisi (*Note*) 327
Gambar 7.75 *Import Data* (*from text file*) pada *spColumn* 328
Gambar 7.76 *Factored Loads* Beban P-M di Berbagai Kondisi pada *spColumn* 328
Gambar 7.77 Tampak Atas Diagram Interaksi Kolom Hasil *spColumn* 328
Gambar 7.78 *View Interaction* (*spColumn*) 329
Gambar 7.79 Diagram Interaksi Kolom *M Positive* 329
Gambar 7.80 Diagram Interaksi Kolom Kondisi *P max* 329
Gambar 7.81 Diagram Interaksi Kolom *P min* 330
Gambar 7.82 Diagram Interaksi Kolom *M2 max* 330

Gambar 7.83 Diagram Interaksi Kolom *M2 min* 330
Gambar 7.84 Diagram Interaksi Kolom *M3 max* 331
Gambar 7.85 Diagram Interaksi Kolom *M3 min* 331
Gambar 7.86 *Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities* .. 332
Gambar 7.87 Diagram Interaksi Kolom 3D dengan Kapasitas Nominal dan tanpa Kapasitas Nominal 332
Gambar 7.88 Diagram Interaksi Kolom 3D Setal di (*Cut Horizontal*) 333
Gambar 7.89 Diagram Regangan dan Tegangan pada Kolom 1200 x 1200 mm (Interior) 336
Gambar 7.90 *Charts* (*Excel*) 342
Gambar 7.91 *X Y Scatter* pada *Insert Chart* 343
Gambar 7.92 Pengeditan tampilan *Chart* 343
Gambar 7.93 Pengeditan Data P-M pada *Chart* 344
Gambar 7.94 Penyesuaian Data P-M pada *Chart* 344
Gambar 7.95 Penyesuaian Nilai *Pn Mn* pada *Chart* 344
Gambar 7.96 Penyesuaian Nilai $\phi Pn\ \phi Mn$ pada *Chart* 345
Gambar 7.97 Pengeditan Nilai pada Sumbu X atau Sumbu Y pada *Chart* 345
Gambar 7.98 Penyesuaian Tampak Nilai pada Sumbu X *Chart* 345
Gambar 7.99 Hasil Diagram Interaksi Kolom 1200 x 1200 mm (Interior) 346
Gambar 7.100 Diagram Interaksi Kolom terhadap Beban P-M *Ultimate* 347
Gambar 7.101 Diagram Interaksi Kolom terhadap Beban P-M di Berbagai Kondisi 348
Gambar 7.102 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom 349
Gambar 7.103 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom terhadap Beban *Ultimate* 350
Gambar 7.104 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom terhadap Beban P-M di Berbagai Kondisi 351
Gambar 7.105 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom 352
Gambar 7.106 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom Beban *Ultimate* 353
Gambar 7.107 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom terhadap Beban P-M di Berbagai Kondisi 354

Gambar 7.108 Momen kapasitas pada ujung kolom (Berdasarkan gambar R.18.4.2 SNI 2847-2019) 356
Gambar 7.109 Detail Tulangan Kolom 1200 x 1200 mm (Interior) 363
Gambar 7.110 Detail Tulangan Kolom 1200 x 1200 mm (Interior) pada Daerah Tumpuan dan Daerah Lapangan 364
Gambar 7.111 Letak Kolom yang Ditinjau 365
Gambar 7.112 Potongan Arah X 365
Gambar 7.113 Potongan Arah Y 366
Gambar 7.114 Kolom yang Ditinjai pada Arah X 367
Gambar 7.115 Penentuan faktor panjang efektif (k) untuk K2 arah X 367
Gambar 7.116 Kolom yang Ditinjai pada Arah Y 368
Gambar 7.117 Penentuan faktor panjang efektif (k) untuk K2 arah Y 368
Gambar 7.118 Tampak Kolom dan Data Kolom yang Dirancang pada *spColumn* 373
Gambar 7.119 *Factored Loads* (*spColumn*) 374
Gambar 7.120 Diagram Interaksi Kolom Terhadap Beban *Pu* dan *Mu* 374
Gambar 7.121 Diagram Interaksi Kolom *M Positive* 374
Gambar 7.122 *Factored Loads* Beban P-M di Berbagai Kondisi pada *spColumn* 375
Gambar 7.123 Tampak Atas Diagram Interaksi Kolom Hasil *spColumn* 375
Gambar 7.124 Diagram Interaksi Kolom *M Positive* 376
Gambar 7.125 Diagram Interaksi Kolom Kondisi *P max* 376
Gambar 7.126 Diagram Interaksi Kolom *P min* 376
Gambar 7.127 Diagram Interaksi Kolom *M2 max* 377
Gambar 7.128 Diagram Interaksi Kolom *M2 min* 377
Gambar 7.129 Diagram Interaksi Kolom *M3 max* 377
Gambar 7.130 Diagram Interaksi Kolom *M3 min* 378
Gambar 7.131 *Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities* 378
Gambar 7.132 Diagram Interaksi Kolom 3D dengan Kapasitas Nominal dan tanpa Kapasitas Nominal 379
Gambar 7.133 Diagram Interaksi Kolom 3D Setal di (*Cut Horizontal*) 379

Gambar 7.134 Diagram Regangan dan Tegangan pada Kolom 1200 x 1200 mm (Eksterior) 382
Gambar 7.135 Hasil Diagram Interaksi Kolom 1200 x 1200 mm (Eksterior) .. 388
Gambar 7.136 Diagram Interaksi Kolom terhadap Beban P-M *Ultimate* 389
Gambar 7.137 Diagram Interaksi Kolom terhadap Beban P-M di Berbagai Kondisi 389
Gambar 7.138 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom 390
Gambar 7.139 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom terhadap Beban *Ultimate* 391
Gambar 7.140 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom terhadap Beban P-M di Berbagai Kondisi..... 392
Gambar 7.141 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom 393
Gambar 7.142 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom terhadap Beban *Ultimate* 394
Gambar 7.143 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom terhadap Beban P-M di Berbagai Kondisi..... 395
Gambar 7.144 Momen kapasitas pada ujung kolom (Berdasarkan gambar R.18.4.2 SNI 2847-2019)..... 397
Gambar 7.145 Detail Tulangan Kolom 1200 x 1200 mm (Eksterior)..... 404
Gambar 7.146 Detail Tulangan Kolom 1200 x 1200 mm (Eksterior) pada Daerah Tumpuan dan Daerah Lapangan 405
Gambar 7.147 Letak Kolom yang Ditinjau 406
Gambar 7.148 Potongan Arah X 406
Gambar 7.149 Potongan Arah Y 407
Gambar 7.150 Kolom yang Ditinjai pada Arah X..... 408
Gambar 7.151 Penentuan faktor panjang efektif (k) untuk K3 arah X 408
Gambar 7.152 Kolom yang Ditinjai pada Arah Y..... 409
Gambar 7.153 Penentuan faktor panjang efektif (k) untuk K3 arah Y 409
Gambar 7.154 Tampak Kolom dan Data Kolom yang Dirancang pada *spColumn* 412
Gambar 7.155 *Factored Loads* (*spColumn*)..... 413
Gambar 7.156 Diagram Interaksi Kolom Terhadap Beban *Pu* dan *Mu* 413

Gambar 7.157 Diagram Interaksi Kolom *M Positive* 413
Gambar 7.158 *Factored Loads* Beban P-M di Berbagai Kondisi pada *spColumn* 414
Gambar 7.159 Tampak Atas Diagram Interaksi Kolom Hasil *spColumn* 414
Gambar 7.160 Diagram Interaksi Kolom *M Positive* 415
Gambar 7.161 Diagram Interaksi Kolom Kondisi *P max* 415
Gambar 7.162 Diagram Interaksi Kolom *P min* 415
Gambar 7.163 Diagram Interaksi Kolom *M2 max* 416
Gambar 7.164 Diagram Interaksi Kolom *M2 min* 416
Gambar 7.165 Diagram Interaksi Kolom *M3 max* 416
Gambar 7.166 Diagram Interaksi Kolom *M3 min* 417
Gambar 7.167 *Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities* 417
Gambar 7.168 Diagram Interaksi Kolom 3D dengan Kapasitas Nominal dan tanpa Kapasitas Nominal 418
Gambar 7.169 Diagram Interaksi Kolom 3D Setal di (*Cut Horizontal*) 418
Gambar 7.170 Diagram Regangan dan Tegangan pada Kolom 300 x 300 mm (Eksterior) 421
Gambar 7.171 Hasil Diagram Interaksi Kolom 300 x 300 mm (Eksterior) 426
Gambar 7.172 Diagram Interaksi Kolom terhadap Beban P-M *Ultimate* 427
Gambar 7.173 Diagram Interaksi Kolom terhadap Beban P-M di Berbagai Kondisi 427
Gambar 7.174 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom 428
Gambar 7.175 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom terhadap Beban *Ultimate* 429
Gambar 7.176 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom terhadap Beban P-M di Berbagai Kondisi 430
Gambar 7.177 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom 431
Gambar 7.178 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom terhadap Beban *Ultimate* 432
Gambar 7.179 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom terhadap Beban P-M di Berbagai Kondisi 433

Gambar 7.180 Momen kapasitas pada ujung kolom (Berdasarkan gambar R.18.4.2 SNI 2847-2019) 435
Gambar 7.181 Detail Tulangan Kolom 300 x 300 mm (Eksterior)..... 442
Gambar 7.182 Detail Tulangan Kolom 300 x 300 mm (Eksterior) pada Daerah Tumpuan dan Daerah Lapangan 443
Gambar 7.183 Letak Kolom yang Ditinjau dalam Hubungan Balok-Kolom.... 444
Gambar 7.184 Potongan 3 Letak Kolom Tinjauan Hubungan Balok-Kolom ... 444
Gambar 7.185 Potongan C Letak Kolom Tinjauan Hubungan Balok-Kolom .. 445
Gambar 7.186 Ilustrasi Hubungan Balok-Kolom Tinjauan..... 445
Gambar 7.187 Interaksi Gaya Pada Hubungan Balok-Kolom 446
Gambar 7.188 Mekanisme transfer momen balok arah X (gempa kiri)..... 447
Gambar 7.189 Mekanisme transfer momen balok arah X (gempa kanan)..... 447
Gambar 7.190 Mekanisme transfer momen balok arah Y (gempa kiri)..... 448
Gambar 7.191 Mekanisme transfer momen balok arah Y (gempa kanan)..... 448
Gambar 7.192 Analisa gaya geser hubungan balok-kolom pada arah X (akibat gempa kiri) 450
Gambar 7.193 Analisa gaya geser hubungan balok-kolom pada arah Y (akibat gempa kanan) 451
Gambar 7.194 Detail Penulangan Geser Pada Hubungan Balok-Kolom 453
Gambar 7.195 Letak Kolom yang Ditinjau dalam Hubungan Balok-Kolom.... 454
Gambar 7.196 Potongan 2 Letak Kolom Tinjauan Hubungan Balok-Kolom ... 454
Gambar 7.197 Potongan J Letak Kolom Tinjauan Hubungan Balok-Kolom ... 455
Gambar 7.198 Ilustrasi Hubungan Balok-Kolom Tinjauan..... 455
Gambar 7.199 Mekanisme transfer momen balok arah X (gempa kiri)..... 456
Gambar 7.200 Mekanisme transfer momen balok arah X (gempa kanan)..... 457
Gambar 7.201 Mekanisme transfer momen balok arah Y (gempa kiri)..... 457
Gambar 7.202 Mekanisme transfer momen balok arah Y (gempa kanan)..... 458
Gambar 7.203 Analisa gaya geser hubungan balok-kolom pada arah X (akibat gempa kiri) 459
Gambar 7.204 Analisa gaya geser hubungan balok-kolom pada arah Y (akibat gempa kanan) 460
Gambar 7.205 Detail Penulangan Geser Pada Hubungan Balok-Kolom 462

Gambar 7.206 Letak Kolom yang Ditinjau dalam Hubungan Balok-Kolom.... 463
Gambar 7.207 Potongan 2 Letak Kolom Tinjauan Hubungan Balok-Kolom ... 463
Gambar 7.208 Potongan J Letak Kolom Tinjauan Hubungan Balok-Kolom ... 464
Gambar 7.209 Ilustrasi Hubungan Balok-Kolom Tinjauan..... 464
Gambar 7.210 Detail Penulangan Geser Pada Hubungan Balok-Kolom 465
Gambar 7.211 (Lanjutan)-Detail Penulangan Geser Pada Hubungan Balok-Kolom..... 466
Gambar 8.1 Tabel Panjang sambungan lewatan batang ulir dan kawat ulir dalam kondisi Tarik..... 468
Gambar 8.2 Geometri Kait Standar Pada Kondisi Tarik 469
Gambar 8.3 Tabel Diameter Sisi dalam Bengkokkan Minimum dan Geometri Kait Standar untuk Sengkang, Ikat Silang, dan Sengkang Pengekang 470
Gambar 9.1 Denah Fondasi Tinjauan.....472
Gambar 9.2 Data Bor Log Kota Pontianak..... 474
Gambar 9.3 (Lanjutan)-Data Bor Log Kota Pontianak 475
Gambar 9.4 (Lanjutan)-Data Bor Log Kota Pontianak 476
Gambar 9.5 Rencana Konfigurasi Tiang Pancang 478
Gambar 9.6 Dimensi Blok Tiang..... 479
Gambar 9.7 Jarak Tiang Pancang terhadap Titik Berat Fondasi 480
Gambar 9.8 Perencanaan Tulangan Pile Cap Fondasi Tiang Pancang..... 487
Gambar 9.9 Potongan A-A Tulangan Fondasi Tiang Pancang (Arah X)..... 488
Gambar 9.10 Potongan B-B Tulangan Fondasi Tiang Pancang (Arah Y) 489

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batasan Nilai *fc'* 14
Tabel 2. 2 Tulangan Ulir dan Tulangan Polos 15
Tabel 2. 3 Beban Mati Desain Minimum (kN/m^2) 16
Tabel 2. 4 Beban Hidup Merata Minimum (kN/m^2) 17
Tabel 2. 5 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa 18
Tabel 2. 6 (Lanjutan) - Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa 19
Tabel 2. 7 Faktor Keutamaan Gempa 19
Tabel 2. 8 Klasifikasi Situs 20
Tabel 2. 9 Koefisien Situs (F_a) 22
Tabel 2. 10 Koefisien Situs (F_v) 22
Tabel 2. 11 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek 29
Tabel 2. 12 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik 29
Tabel 2. 13 Faktor R, $\Omega 0$, dan Cd untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik Berupa Sistem Rangka Beton Bertulang Pemikul Momen 30
Tabel 2. 14 Persyaratan Spasi Maksimum Tulangan Geser 33
Tabel 2. 15 Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur 34
Tabel 2. 16 Hal yang perlu dilakukan pada setiap ketidakberaturan horizontal ... 35
Tabel 2. 17 Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur 38
Tabel 2. 18 Hal yang perlu dilakukan pada setiap ketidakberaturan vertikal 39
Tabel 2. 19 Prosedur Analisis yang Diizinkan 42
Tabel 2. 20 Ketebalan Minimum Pelat Solid Satu Arah Nonprategang 47
Tabel 2. 21 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang tanpa balok interior 48
Tabel 2. 22 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang dengan Balok di Antara Tumpuan pada Semua Sisinya 49

Tabel 2. 23 Rasio Luas Tulangan Ulir Susut dan Suhu Minimum terhadap Luas Penampang Beton Bruto 54
Tabel 2. 24 Tinggi Minimum Balok Nonprategang 55
Tabel 2. 25 Faktor Reduksi Kekuatan (ϕ) 57
Tabel 2. 26 Nilai β_1 untuk Distribusi Tegangan Beton Persegi Ekuivalen 59
Tabel 2. 27 Kekuatan Aksial Maksimum 64
Tabel 4. 1 Penentuan Dimensi Awal Balok 73
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Beban Ultimit (P_u) untuk Setiap Lantai 83
Tabel 4. 3 Spesifikasi Lift dari Reydindo Mitra Engineering 91
Tabel 4. 4 Spesifikasi Lift dari Reydindo Mitra Engineering 94
Tabel 4. 5 Spesifikasi Eskalator dari OTIS 97
Tabel 4. 6 Spesifikasi Eskalator dari OTIS 99
Tabel 4. 7 Hasil Kategori risiko dan Faktor Keutamaan Gempa 101
Tabel 4. 8 Perhitungan Tahanan Penetrasi Standar Lapangan Rata-Rata (N) ... 104
Tabel 4. 9 Hasil Kategori Kelas Situs 104
Tabel 4. 10 Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek (F_a) 106
Tabel 4. 11 Faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran pada periode 1 detik (F_v) 107
Tabel 4. 12 Perhitungan Nilai *Sa* 109
Tabel 4. 13 Hasil Kategori Risiko berdasarkan Nilai S_{DS} 110
Tabel 4. 14 Hasil Kategori Risiko berdasarkan Nilai S_{D1} 110
Tabel 4. 15 Hasil Sistem Pemikul Gaya Seismik berdasarkan KDS 111
Tabel 4. 16 Hasil Prosedur Analisis Struktur 112
Tabel 4. 17 Ketidakberaturan Horizontal 136
Tabel 4. 18 Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal nomor 1 menggunakan nilai simpangan antar lantai 139
Tabel 4. 19 Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal nomor 1 menggunakan nilai simpangan antar lantai 139
Tabel 4. 20 Ketidakberaturan Vertikal 142
Tabel 4. 21 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal nomor 5b menggunakan Nilai Kekuatan Lateral tiap Lantai 146

Tabel 5. 1 Beban Hidup Pada Setiap Lantai 157
Tabel 5. 2 Beban Angin Arah X dan Arah Y Lantai Dasar - Lantai 8 dan Kolom *Machine Room* 163
Tabel 5. 3 Beban Angin Arah X dan Arah Y Teras *Supermarket* 164
Tabel 5. 4 Beban Angin Arah X dan Arah Y Pagar Lantai 8 164
Tabel 5. 5 Parameter – Parameter yang digunakan untuk Desain Beban Gempa 166
Tabel 5. 6 Nilai S_a 167
Tabel 5.7 Kombinasi Beban 170
Tabel 6. 1 Rasio Partisipasi Modal Massa 172
Tabel 6. 2 Berat Seismik Efektik Struktur dari Arah X dan Arah Y (Satuan Kg) 175
Tabel 6. 3 Simpangan Antar Tingkat Izin $\Delta aa, b$ 179
Tabel 6. 4 Simpangan Antar Tingkat Arah X dan Arah Y 179
Tabel 6. 5 Pemeriksaan Pengaruh P-Delta 181
Tabel 6. 6 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal tipe 1a dan 1b menggunakan Nilai Simpangan Antar Lantai 182
Tabel 6. 7 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal tipe 5b menggunakan Nilai Kekuatan Lateral tiap Lantai 183
Tabel 7. 1 Rekapitulasi Momen pada Pelat Lantai Berdasarkan Data dari Program Analisis Struktur 186
Tabel 7. 2 Rekapitulasi Nilai M_R pada Pelat Lantai 187
Tabel 7. 3 Rekapitulasi Analisis Perhitungan Tulangan pada Pelat Lantai di Setiap Lantai (Tebal Pelat Lantai = 100 mm) 193
Tabel 7. 4 Rekapitulasi Momen pada Pelat Tangga Berdasarkan Data dari Program Analisis Struktur 194
Tabel 7. 5 Rekapitulasi Nilai M_R pada Pelat Tangga Utama 195
Tabel 7. 6 Rasio Luasan Tulangan Ulir Susut dan Suhu 198
Tabel 7. 7 Rekapitulasi Analisis Perhitungan Tulangan pada Pelat Tangga dan Bordes Tangga (Tangga Utama) 201
Tabel 7. 8 Rekapitulasi Nilai M_R pada Pelat Tangga Darurat 202

Tabel 7. 9 Rasio Luasan Tulangan Ulir Susut dan Suhu 205
Tabel 7. 10 Rekapitulasi Analisis Perhitungan Tulangan pada Pelat Tangga dan Bordes Tangga (Tangga Darurat)..... 207
Tabel 7.11 Gaya Dalam Untuk Penulangan pada Balok 209
Tabel 7.12 Rekapitulasi Pemeriksaan Kecukupan Dimensi Penampang Balok. 212
Tabel 7.13 Rekapitulasi Pemeriksaan Kecukupan Dimensi Penampang Balok. 214
Tabel 7.14 Gaya Dalam Untuk Penulangan pada Balok 215
Tabel 7.15 (Lanjutan)-Gaya Dalam Untuk Penulangan pada Balok 216
Tabel 7.16 Rekapitulasi Pemeriksaan Kecukupan Dimensi Penampang Balok. 217
Tabel 7.17 (Lanjutan)-Rekapitulasi Pemeriksaan Kecukupan Dimensi Penampang Balok 218
Tabel 7. 18 Hasil Perhitungan Beban Ultimit (P_u) untuk Setiap Lantai 225
Tabel 7. 19 Rasio Partisipasi Modal Massa 228
Tabel 7. 20 Simpangan Antar Tingkat Arah X dan Arah Y 230
Tabel 7. 21 Pemeriksaan Pengaruh P-Delta 230
Tabel 7. 22 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal tipe 1a dan 1b menggunakan Nilai Simpangan Antar Lantai 231
Tabel 7. 23 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal tipe 5b menggunakan Nilai Kekuatan Lateral tiap Lantai 232
Tabel 7. 24 Rekapitulasi Momen pada Pelat Lantai Berdasarkan Data dari Program Analisis Struktur..... 232
Tabel 7. 25 Rekapitulasi Nilai M_R pada Pelat Lantai 233
Tabel 7. 26 Rekapitulasi Analisis Perhitungan Tulangan pada Pelat Lantai di Setiap Lantai (Tebal Pelat Lantai = 100 mm) 234
Tabel 7. 27 Rekapitulasi Momen pada Pelat Tangga Berdasarkan Data dari Program Analisis Struktur..... 235
Tabel 7. 28 Rekapitulasi Analisis Perhitungan Tulangan pada Pelat Tangga dan Bordes Tangga (Tangga Utama) 235
Tabel 7. 29 Rekapitulasi Analisis Perhitungan Tulangan pada Pelat Tangga dan Bordes Tangga (Tangga Darurat)..... 235
Tabel 7.30 Gaya Dalam pada Balok (Tidak Terpapar Cuaca atau Tanah)
Tabel 7.31 Gaya Dalam pada Balok (Terpapar Cuaca atau Tanah) 237

Tabel 7.32 Rekapitulasi Perancangan Tulangan Lentur pada Balok (Tidak Terpapar Cuaca atau Tanah) 252
Tabel 7.33 (Lanjutan)-Rekapitulasi Perancangan Tulangan Lentur pada Balok (Tidak Terpapar Cuaca atau Tanah)..... 253
Tabel 7.34 Rekapitulasi Perancangan Tulangan Lentur pada Balok (Terpapar Cuaca atau Tanah)..... 254
Tabel 7.35 (Lanjutan)-Rekapitulasi Perancangan Tulangan Lentur pada Balok (Terpapar Cuaca atau Tanah)..... 255
Tabel 7.36 Hasil Pemeriksaan Persyaratan Momen pada Sepanjang Bentang Balok SRPMM (Tidak Terpapar Cuaca atau Tanah)..... 259
Tabel 7.37 Hasil Pemeriksaan Persyaratan Momen pada Sepanjang Bentang Balok SRPMM (Terpapar Cuaca atau Tanah) 260
Tabel 7.38 Hasil Analisis Beban Geser (*V*) pada Setiap Balok (Tidak Terpapar Cuaca atau Tanah)..... 262
Tabel 7.39 Hasil Analisis Beban Geser (*V*) pada Setiap Balok (Terpapar Cuaca atau Tanah)..... 263
Tabel 7.40 Rekapitulasi Perancangan Tulangan Geser pada Balok (Tidak Terpapar Cuaca atau Tanah) 270
Tabel 7.41 Rekapitulasi Perancangan Tulangan Geser pada Balok (Terpapar Cuaca atau Tanah)..... 271
Tabel 7.42 (Lanjutan)-Rekapitulasi Perancangan Tulangan Geser pada Balok (Terpapar Cuaca atau Tanah)..... 272
Tabel 7.43 Rekapitulasi Syarat Perlu Tulangan Torsi dan Pemeriksaan Kecukupan Dimensi Penampang Balok (Tidak Terpapar Cuaca atau Tanah).... 276
Tabel 7.44 Rekapitulasi Syarat Perlu Tulangan Torsi dan Pemeriksaan Kecukupan Dimensi Penampang Balok (Terpapar Cuaca atau Tanah)..... 276
Tabel 7.45 Rekapitulasi Perancangan Tulangan Torsi Transversal pada Balok (Tidak Terpapar Cuaca atau Tanah)..... 283
Tabel 7.46 Rekapitulasi Perancangan Tulangan Torsi Transversal pada Balok (Terpapar Cuaca atau Tanah)..... 284
Tabel 7.47 (Lanjutan)-Rekapitulasi Perancangan Tulangan Torsi Transversal pada Balok (Terpapar Cuaca atau Tanah) 285

Tabel 7.48 Rekapitulasi Perancangan Tulangan Torsi Longitudinal pada Balok (Tidak Terpapar Cuaca atau Tanah)..... 289
Tabel 7.49 (Lanjutan)-Rekapitulasi Perancangan Tulangan Torsi Longitudinal pada Balok (Tidak Terpapar Cuaca atau Tanah)..... 290
Tabel 7.50 Rekapitulasi Perancangan Tulangan Torsi Longitudinal pada Balok (Terpapar Cuaca atau Tanah)..... 291
Tabel 7.51 (Lanjutan)-Rekapitulasi Perancangan Tulangan Torsi Longitudinal pada Balok (Terpapar Cuaca atau Tanah)..... 292
Tabel 7.52 Rekapitulasi Perancangan Tulangan Balok (Tidak Terpapar Cuaca atau Tanah)..... 293
Tabel 7.53 Rekapitulasi Perancangan Tulangan Balok (Terpapar Cuaca atau Tanah) 293
Tabel 7.54 Hasil Luasan Tulangan Perlu Balok B1a (Tidak Terpapar Cuaca atau Tanah) berdasarkan Perhitungan Manual..... 303
Tabel 7.55 Hasil Perbandingan Luasan Tulangan Perlu pada Setiap Balok (Tidak Terpapar Cuaca atau Tanah) Antara Hasil Perhitungan Manual dan ETABS 311
Tabel 7.56 Hasil Perbandingan Luasan Tulangan Perlu pada Setiap Balok (Terpapar Cuaca atau Tanah) Antara Hasil Perhitungan Manual dan ETABS... 312
Tabel 7.57 Beban Pu pada Pada Lantai Tinjauan 318
Tabel 7.58 Beban Pu $1{,}2 + 0{,}2SDSD + 1{,}0L \pm 1{,}0Ex \pm 0{,}3Ey$ 319
Tabel 7.59 Perhitungan βdns..... 319
Tabel 7.60 Perhitungan Pc 320
Tabel 7.61 Momen Kolom Akibat Beban Mati dan Kombinasi LRFD 6.5 321
Tabel 7.62 Beban P-M di Berbagai Kondisi (Hasil *ETABS*)..... 326
Tabel 7.63 Beban P-M di Berbagai Kondisi pada Kurva Kapasitas Kolom 342
Tabel 7.64 Beban P-M di Berbagai Kondisi dan Beban *Ultimate* 346
Tabel 7.65 Gaya dan Momen Kapasitas kolom dengan *spColoumn*..... 356
Tabel 7.66 Pengkategorian Gaya Geser (Vu) 358
Tabel 7.67 Beban Pu pada Pada Lantai Tinjauan 369
Tabel 7.68 Beban Pu $1{,}2 + 0{,}2SDSD + 1{,}0L \pm 1{,}0Ex \pm 0{,}3Ey$ 370
Tabel 7.69 Perhitungan βdns..... 370
Tabel 7.70 Perhitungan Pc 371

Tabel 7.71 Momen Kolom Akibat Beban Mati dan Kombinasi LRFD 6.5 372
Tabel 7.72 Beban P-M di Berbagai Kondisi (Hasil *ETABS*)..... 375
Tabel 7.73 Beban P-M di Berbagai Kondisi pada Kurva Kapasitas Kolom 388
Tabel 7.74 Beban P-M di Berbagai Kondisi dan Beban *Ultimate* 389
Tabel 7.75 Gaya dan Momen Kapasitas kolom dengan *spColoumn*..... 396
Tabel 7.76 Pengkategorian Gaya Geser (*Vu*) 399
Tabel 7.77 Beban Pu pada Pada Lantai Tinjauan 410
Tabel 7.78 Beban Pu $1{,}2 + 0{,}2SDSD + 1{,}0L \pm 1{,}0Ex \pm 0{,}3Ey$ 410
Tabel 7.79 Perhitungan βdns..... 410
Tabel 7.80 Perhitungan Pc 410
Tabel 7.81 Momen Kolom Akibat Beban Mati dan Kombinasi LRFD 6.5 411
Tabel 7.82 Beban P-M di Berbagai Kondisi (Hasil *ETABS*)..... 414
Tabel 7.83 Beban P-M di Berbagai Kondisi pada Kurva Kapasitas Kolom 426
Tabel 7.84 Beban P-M di Berbagai Kondisi dan Beban *Ultimate* 427
Tabel 7.85 Gaya dan Momen Kapasitas kolom dengan *spColoumn*..... 434
Tabel 7.86 Pengkategorian Gaya Geser (*Vu*) 437
Tabel 8.1 Rekapitulasi kait standar, diameter bengkokkan, panjang penyaluran, dan sambungan lewatan tulangan..... 471
Tabel 9.1 Nilai Beban Layan untuk Perencanaan Fondasi.....473
Tabel 9.2 Nilai Beban Ultimit untuk Perencanaan Fondasi 473
Tabel 10. 1 Detail Perancangan Tangga.....491
Tabel 10. 2 Detail Spesifikasi Lift Pengunjung 491
Tabel 10. 3 Detail Spesifikasi Lift Barang 491
Tabel 10. 4 Detail Spesifikasi Eskalator Teras..... 492
Tabel 10. 5 Detail Spesifikasi Eskalator Lantai 1-6 493
Tabel 10. 6 Penulangan Pelat Lantai 494
Tabel 10. 7 Penulangan Pelat Tangga Utama..... 495
Tabel 10. 8 Penulangan Pelat Tangga Darurat 495
Tabel 10. 9 Penulangan Balok (Tidak Terpapar Cuaca) 495
Tabel 10. 10 Penulangan Balok (Terpapar Cuaca)..... 496
Tabel 10. 11 Penulangan Kolom 496
Tabel 10. 12 Penulangan pada Hubungan Balok Kolom (HBK) 496

Tabel 10. 13 Kait Standar Tulangan yang Digunakan pada Struktur..... 497
Tabel 10. 14 Dimensi dan Tulangan pada Fondasi Struktur Gedung..... 497

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan konstruksi bangunan gedung semakin pesat dalam beberapa tahun terakhir. Permintaan akan bangunan gedung tentu juga mengalami peningkatan seiring dengan semakin bertambahnya pertumbuhan penduduk dan juga semakin menipisnya lahan yang dapat digunakan. Pontianak merupakan salah satu kota sekaligus ibu kota di Kalimantan Barat, yang menjadi salah satu daerah yang mengalami pertumbuhan pesat dalam sektor pertumbuhan penduduk, pembangunan gedung dan infrastruktur. Oleh sebab itu, pembangunan gedung menjadi aspek penting yang diperlukan di kota Pontianak.

Bangunan gedung memiliki banyak fungsi, seperti dapat dijadikan sebagai kantor, pertokoan, pusat perbelanjaan, penginapan, tempat mencari ilmu pengetahuan, dan masih banyak lagi yang lainnya, serta dapat menampung banyak orang dalam satu waktu. Bangunan gedung juga sangat membantu dalam hal meminimalisasi penggunaan lahan. Pembangunan gedung yang benar dan tepat akan sangat bermanfaat bagi penduduk disekitarnya. Pembangunan gedung seperti gedung supermarket, pasti akan sangat membantu penduduk sekitarnya, karena dalam satu tempat tersebut, penduduk disekitar dapat menemukan berbagai barang kebutuhan sehari-hari mereka, seperti kebutuhan primer dan sekunder.

Pembangunan gedung *supermarket* bertingkat yang mempunyai fasilitas yang menyediakan kebetuhan penduduk sehari-hari dalam satu tempat, tentu akan sangat bermanfaat, terutama dalam membantu meminamilisasi penggunaan lahan yang lebih banyak untuk fungsi yang sama. Oleh karena itu, perancangan yang baik dan benar menjadi faktor yang penting dalam pembanguanan. Pada perancangan pemabangunan gedung, penggunaan teknologi dan perangkat lunak komputer berupa program analisis struktur menjadi hal penting dalam perancangan struktur bangunan beton yang kuat, efisien dan aman. Mengingat kemajuan teknologi sudah semakin maju dan akan terus berkembang, serta akan semakin membantu memudahkan manusia dalam segala kegiatan ataupun pekerjaan di kehidupan sehari-hari.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, permasalahan yang dapat dirumuskan dalam perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja Standar Nasional Indonesia (SNI) yang digunakan dalam perancangan gedung *supermarket* 8 lantai ini?
2. Apa saja tahapan perhitungan yang perlu dilakukan dalam merancangkan gedung *supermarket* 8 lantai ini?
3. Bagaimana cara menganalisis struktur gedung *supermarket* 8 lantai ini?
4. Bagaimana cara merancangkan fondasi untuk gedung *supermarket* 8 lantai ini?

1.3 Batasan Masalah

Perhitungan struktur gedung memiliki permasalahan yang kompleks, maka dari itu, pada tugas akhir ini diberi batasan masalah dalam perancangan gedung *supermarket* 8 lantai ini, satu diantaranya ialah perancangan tidak mencakup segi arsitektural dan mekanikal elektrikal (ME). Batasan lebih lanjut, akan disebutkan pada ruang lingkup penulisan.

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan ini atau tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan ini, yaitu:

1. Mengetahui Standar Nasional Indonesia (SNI) dan aturan yang akan digunakan dalam perancangan gedung bertingkat.
2. Mengetahui dan mampu melakukan perhitungan yang perlu dilakukan dalam perancangan gedung bertingkat.
3. Mengetahui cara menganalisis dan mampu menganalisis struktur gedung bertingkat.
4. Mengetahui dan mampu merancangkan fondasi untuk bangunan berupa gedung bertingkat.

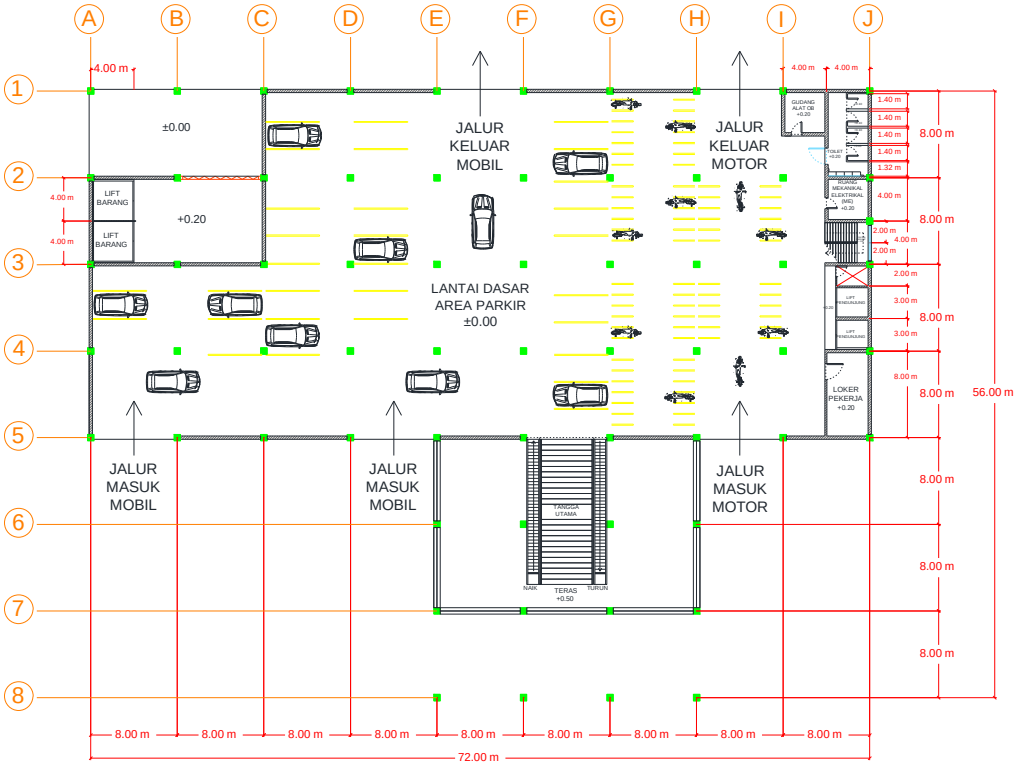
1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dalam penyusunan tugas akhir ini adalah untuk memberikan pengetahuan dan pengalaman tentang merancangkan, menghitung, dan menganalisis struktur bangunan gedung bertingkat berupa struktur bangunan beton bertulang yang mampu memikul beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa (sebagai paremeter) dan dengan menggunakan aplikasi pemodelan struktur sebagai perangkat pendukung dalam membantu perhitungan analisis bangunan, serta mengembangkan daya pikir pada pengaplikasian ilmu-ilmu yang dipelajari pada masa perkuliahan. Tugas akhir ini juga bermanfaat untuk memenuhi persyaratan terakhir pada Program Studi S-1 Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak.

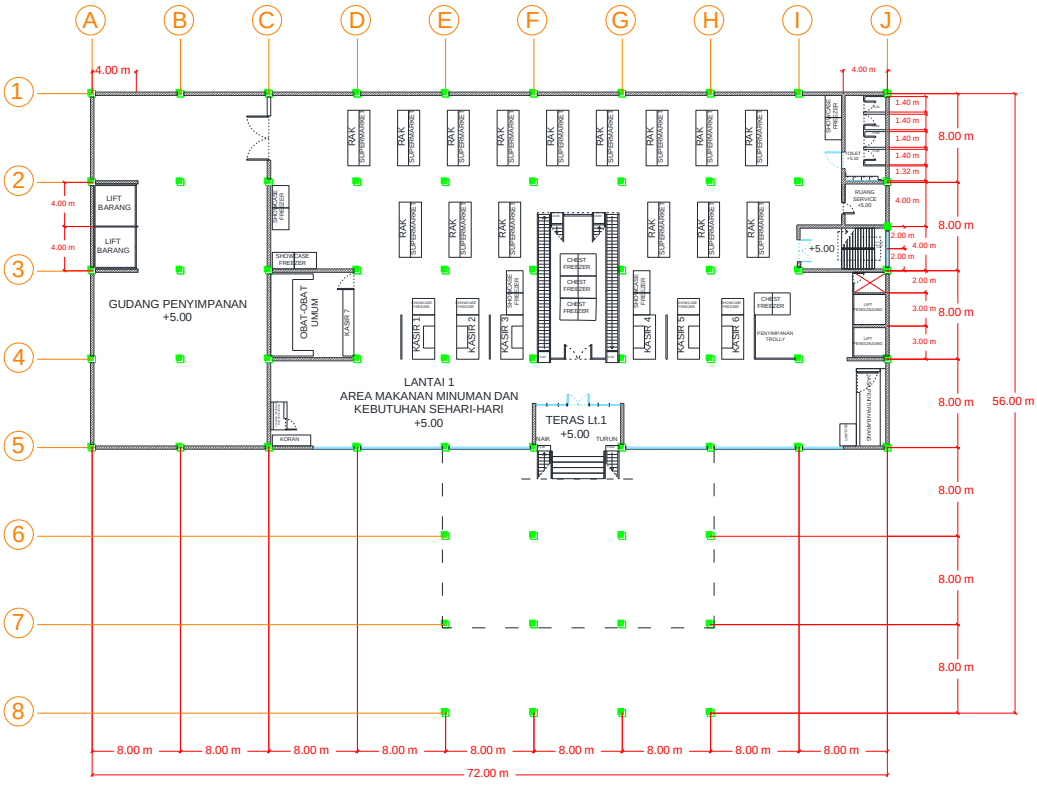
1.6 Data Gedung

Data-data fisik yang digunakan dalam perhitungan struktur gedung *supermarket* 8 lantai ini, sebagai berikut:

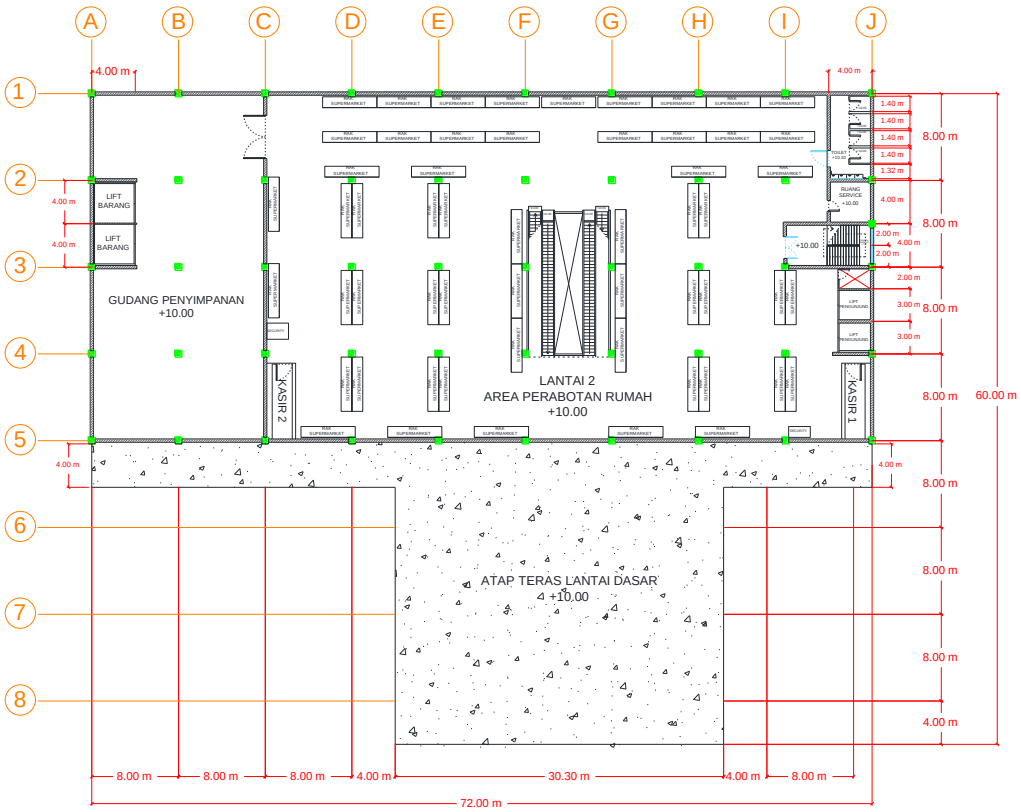
1. Struktur Bangunan : Bangunan Beton Bertulang
2. Jumlah Lantai : 8 Lantai
3. Panjang Bangunan : 72 meter
4. Lebar Bangunan : 32 meter
5. Tinggi Antar Lantai : 5 meter
6. Tinggi Bangunan : 40 meter
7. Spesifikasi Material :
   - Mutu Beton (*fc'*) = 30 MPa
   - Mutu Baja Tulangan Longitudinal (*fy*) = 420 Mpa
   - Mutu Baja Tulangan Sengkang (*fy*) = 280 Mpa
   - **Tulangan yang digunakan adalah tulangan ulir (D)**
8. Gambar Bangunan Gedung



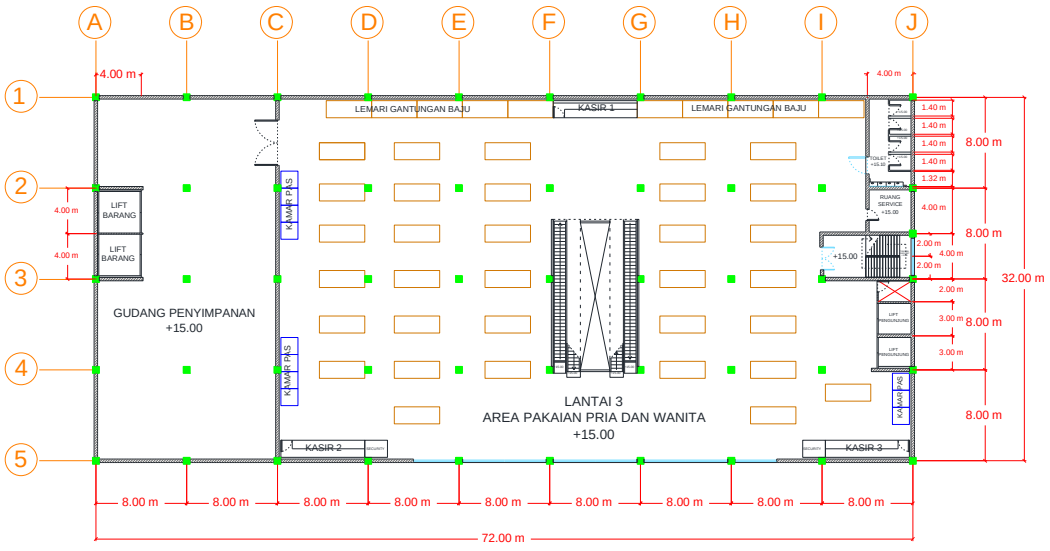
Gambar 1. 1 Denah Lantai Dasar



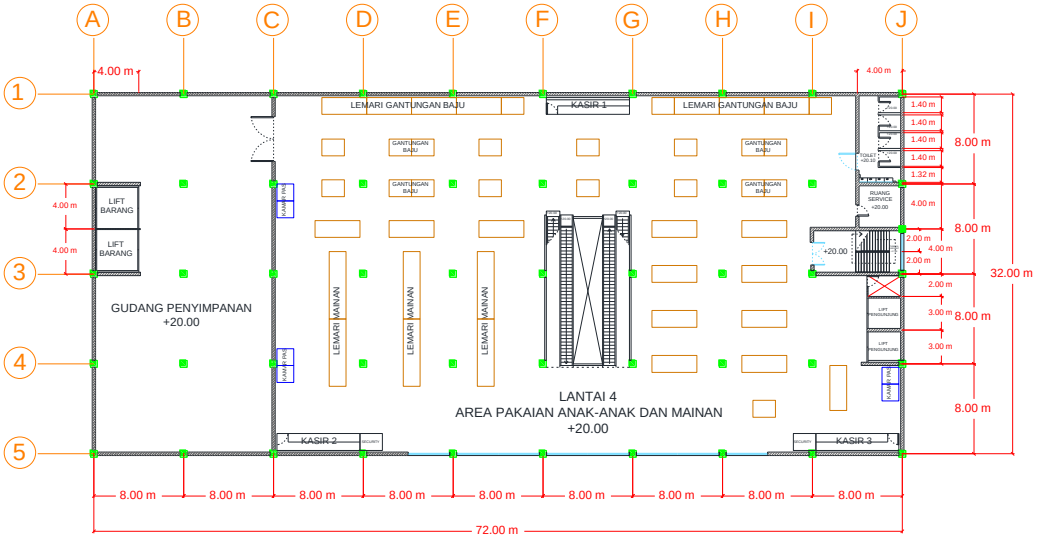
Gambar 1. 2 Denah Lantai 1



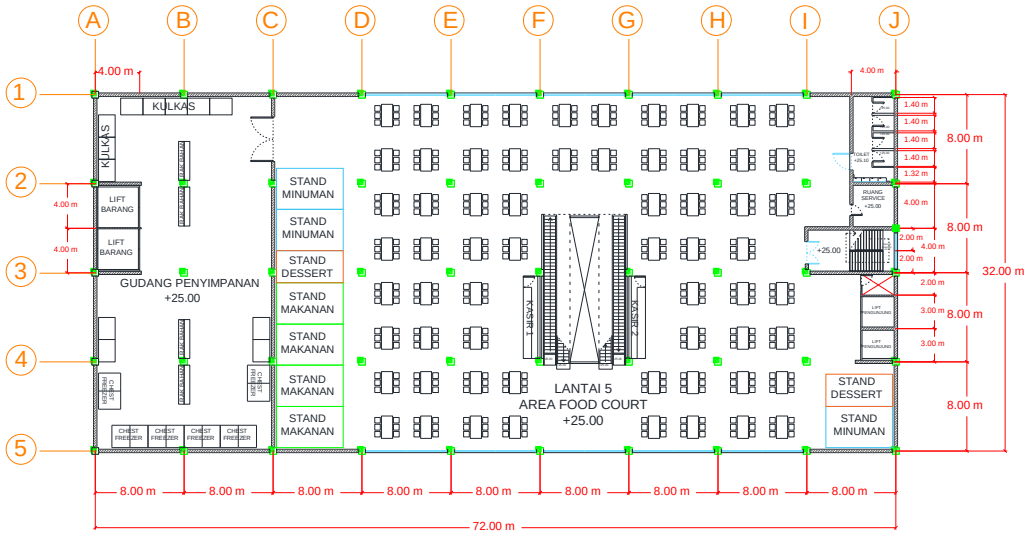
Gambar 1. 3 Denah Lantai 2



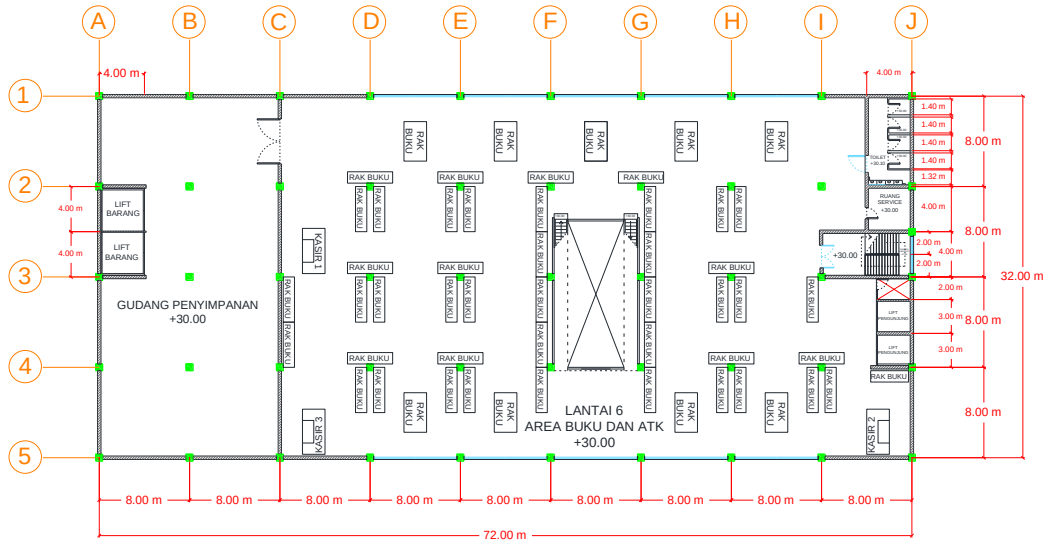
Gambar 1. 4 Denah Lantai 3



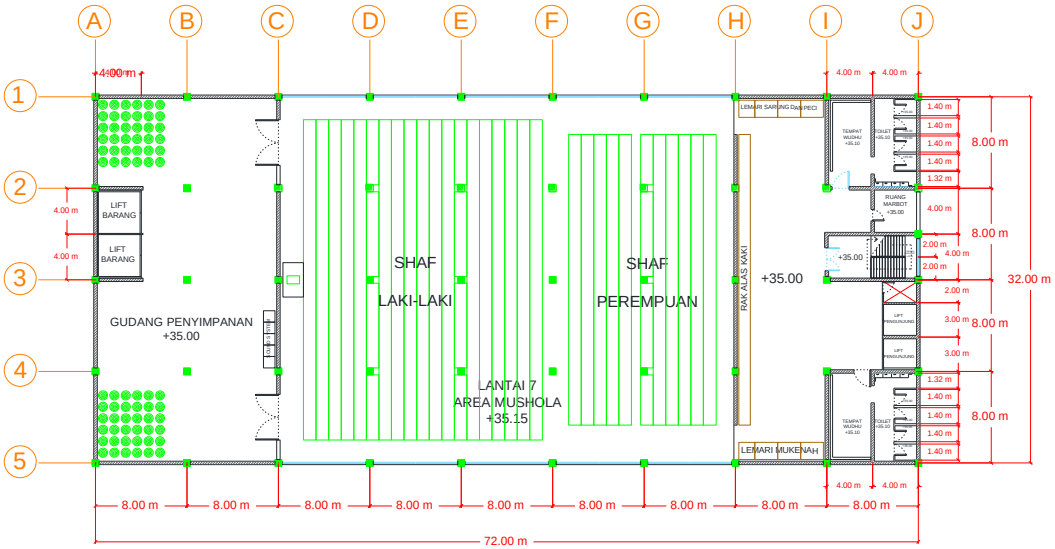
Gambar 1. 5 Denah Lantai 4



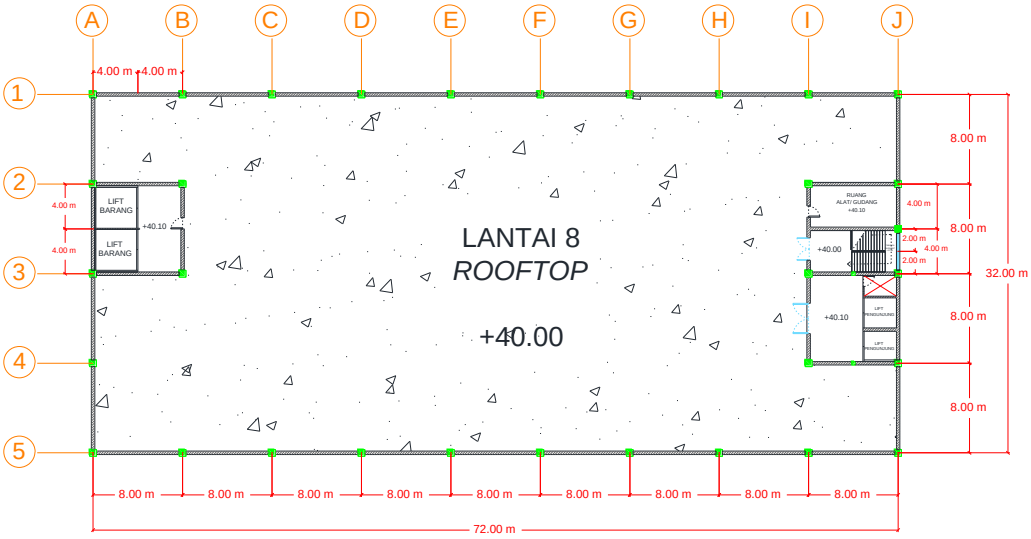
Gambar 1. 6 Denah Lantai 5



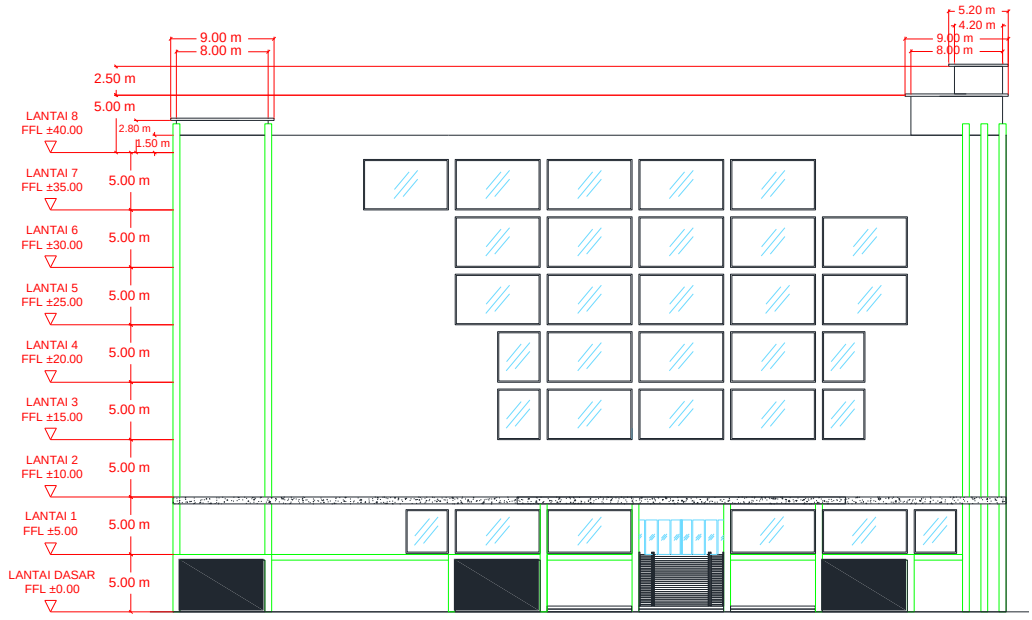
Gambar 1. 7 Denah Lantai 6



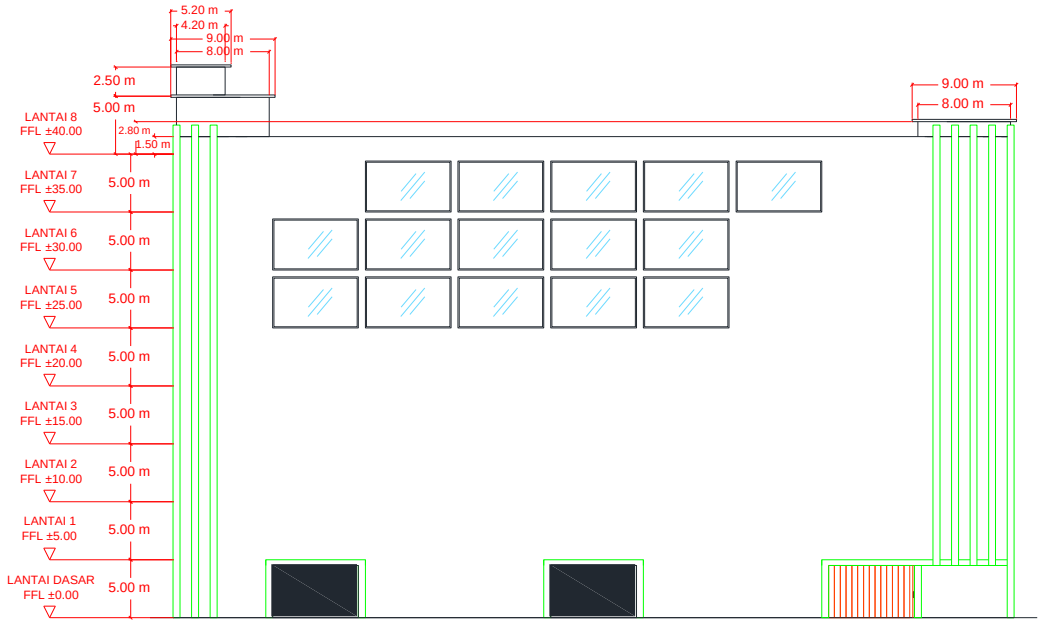
Gambar 1. 8 Denah Lantai 7



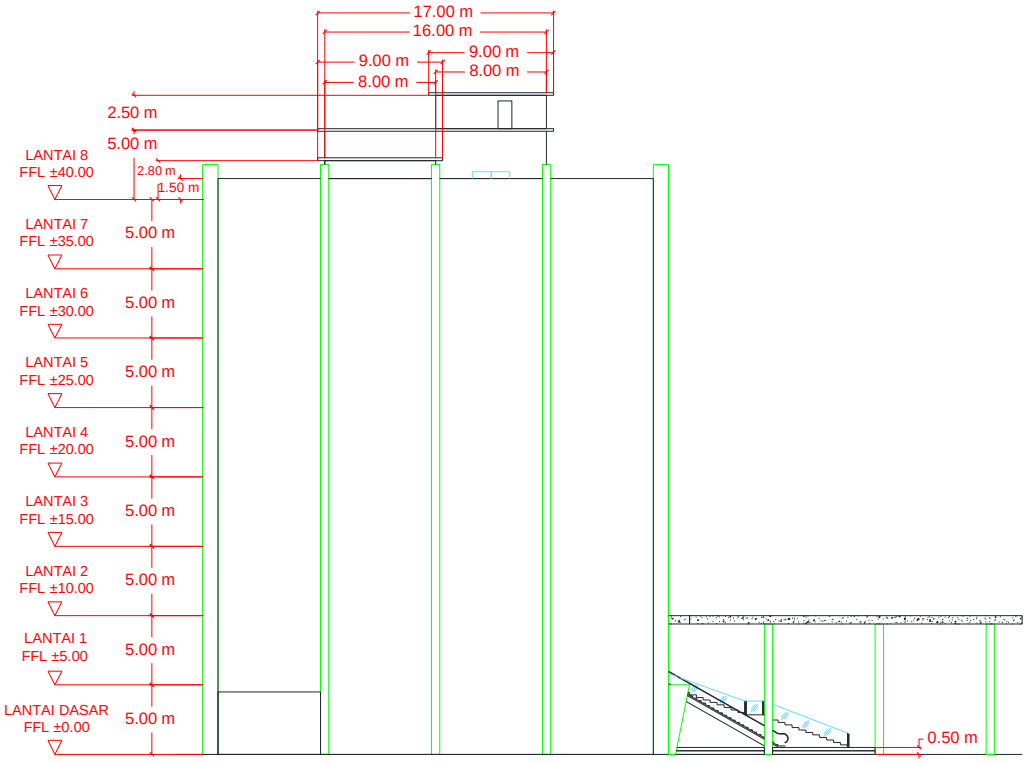
Gambar 1. 9 Denah Lantai 8



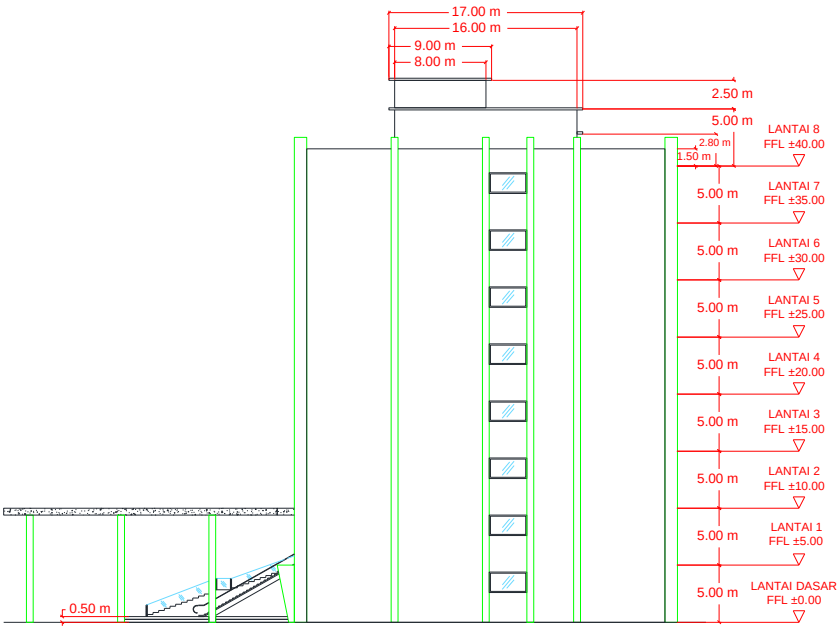
Gambar 1. 10 Tampak Depan



Gambar 1. 11 Tampak Belakang



Gambar 1. 12 Tampak Samping Kanan



Gambar 1. 13 Tampak Samping Kiri

1.7 Ruang Lingkup Penulisan

Mengingat cakupan permasalahan terkait perhitungan struktur untuk gedung bertingkat cukup banyak, maka diperlukan ruang lingkup penulisan agar penulisan skripsi ini dapat terarah dan terencana. Adapun ruang lingkup yang diambil, yaitu:

1. Struktur yang digunakan adalah struktur beton bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM).
2. Perhitungan struktur beton bertulang yang terdiri dari struktur bawah bangunan berupa perhitungan fondasi, dan struktur atas bangunan berupa perhitungan kolom, perhitungan balok, serta perhitungan pelat.
3. Perancangan tidak mencakup pada segi arsitektural, mekanikal elektrikal, saluran drainase, serta analisis anggaran biaya.
4. Struktur yang dirancangkan dihitung dengan menggunakan sistem pembebanan vertikal yang terdiri dari beban mati dan beban hidup, menggunakan sistem pembebanan horizontal yang terdiri dari beban angin dan beban gempa.
5. Perancangan struktur dan beban yang diperhitungkan merujuk pada standar yang berlaku di Indonesia, yaitu Badan Standar Indonesia (BSN) dan Standar Nasional Indonesia (SNI), yang terdiri dari: