PERANCANGAN STRUKTUR BETON BERTULANG GEDUNG APARTEMEN DELAPAN LANTAI DENGAN SRPMK DI KABUPATEN KUBU RAYA

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil

Oleh :
FAGAN RESHA SANTANA
NIM. D1011201044

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fagan Resha Santana

NIM : D1011201044

menyatakan bahwa dalam SKRIPSI yang berjudul "Perancangan Struktur Beton Bertulang Gedung Apartemen Delapan Lantai dengan SRPMK di Kabupatan Kubu Raya" 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, 31 Juli 2025



Fagan Resha Santana
NIM. D1011201044

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 BETON BERTULANG GEDUNG APARTEMEN DELAPAN LANTAI DENGAN SRPMK DI KABUPATEN KUBU RAYA

Jurusan Teknik Sipil
Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Oleh:

FAGAN RESHA SANTANA
NIM. D1011201044

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 31 Juli 2025 dalam sidang akhir dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Susunan Penguji Skripsi

Dosen Pembimbing Utama	: Ir. Gatot Setya Budi, S.T., M.T., IPM. NIP. 197211242000121002
Dosen Pembimbing Kedua	: M. Yusuf, S.T., M.T., IPM. NIP. 197005201998021001
Dosen Penguji Utama	: Ir. Elvira, M.T., Ph.D., IPM. NIP. 196707141993031002
Dosen Penguji Kedua	: Ir. Yoke Lestyowati, M.T., IPM. NIP. 196304231989032002

Pontianak, 31 Juli 2025

Dekan,

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

Pembimbing Utama,

Ir. Gatot Setya Budi, S.T., M.T., IPM.
NIP. 197211242000121002

Dipindai dengan CamScanner

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang berjudul "Perancangan Struktur Beton Bertulang Gedung Apartemen Delapan Lantai dengan SRPMK di Kabupatan Kubu Raya" ini dengan baik. Penyusunan tugas akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan akhir pada Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.

Selama proses penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. -Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak;
2. Bapak Dr. Herwani, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak;
3. Ibu Dr. Elsa Tri Mukti, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak;
4. Bapak Dr. Ing. Ir. Eka Priadi, MT., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
5. Bapak Ir. Gatot Setya Budi, S.T., M.T., IPM.,selaku dosen pembimbing utama dan Bapak M. Yusuf, S.T., M.T., IPM.,selaku dosen pembimbing kedua;
6. Bapak Ir. Elvira, M.T., Ph.D., IPM.,selaku dosen penguji utama dan Ibu Ir. Yoke Lestyowati, M.T., IPM.,selaku dosen penguji kedua;
7. Kedua orang tua, saudari kandung, dan keluarga besar yang telah membantu dan mendukung secara moril, material dan doa selama penyusunan tugas akhir ini;
8. Pihak-pihak lain yang secara langsung dan tidak langsung membantu penulis dalam menyusun tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan pada tugas akhir ini dengan keterbatasan ilmu pengetahuan, kemampuan, dan pengalaman yang diperoleh inilah hasil maksimal yang dapat penulis berikan, untuk itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan, guna penyempurnaan dalam penulisan Tugas akhir ini.

Demikian kata pengantar ini disampaikan, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga dengan adanya skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya mahasiswa jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak, terutama untuk perkembangan ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil.

Pontianak, 31 Juli 2025

Penulis,



Fagan Resha Santana

ABSTRAK

Pertumbuhan ekonomi dan perkembangan penduduk selalu menjadi topik pembicaraan dalam waktu ke waktu. Salah satu daerah dengan pertumbuhan ekonomi yang tinggi di Kalimantan Barat berada di Kabupaten Kubu Raya. Dengan pertumbuhan ekonomi yang tinggi pasti berdampak pada pembangunan fasilitas dan infrastruktur. Apalagi dengan berjalannya pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN) diproyeksikan perekonomian di Kalimantan terutama di Kabupaten Kubu Raya akan menjadi wilayah dengan pertumbuhan ekonomi yang cukup pesat. Pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN) juga akan berdampak pada perpindahan penduduk dari pulau Jawa menuju Kalimantan. Sehingga peranan tempat tinggal akan menjadi penting dan sangat krusial dalam pertumbuhan ekonomi. Dengan adanya Apartemen maka diharapkan dapat menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan keterbatasan lahan. Selain itu, juga diharapkan dapat membantu dalam meningkatkan ekonomi Kabupaten Kubu Raya.

Perancangan tugas akhir ini dilakukan pada Gedung Apartemen Delapan Lantai Tahan Gempa di Kabupaten Kubu Raya. Perancangan gedung ini menggunakan struktur beton bertulang, untuk peraturan yang dipakai mengacu pada Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI 2847:2019) dan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung (SNI 1726:2019). Karena terdapat beban gempa pada perancangan gedung ini maka gedung harus dirancang untuk menahan gaya gempa dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen. Analisis dan perhitungan struktur akan dibantu dengan bantuan program analisis struktur ETABS, sekaligus untuk memeriksa hasil perhitungan manual dan hasil perhitungan dari program.

Gedung Apartemen Delapan Lantai di Kabupaten Kubu Raya termasuk dalam Kategori Desain Seismik (KDS) C sehingga sistem struktur pemikul gaya seismik yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Hasil dari desain dan analisis struktur berupa dimensi balok, kolom, pelat lantai, dan *Pile Cap* yang telah memenuhi syarat desain SRPMK. Dimensi yang digunakan dalam perancangan gedung yaitu pelat lantai menggunakan tebal pelat 120 mm, untuk pelat tangga dan bordes menggunakan tebal pelat 150 mm. Penulangan pelat lantai 1 – 4 menggunakan *wiremesh* M8 – 100 mm dan M8 – 150 mm, sedangkan pada lantai 5 – atap menggunakan *wiremesh* M8 – 150 mm. Untuk perancangan balok diperoleh 7 dimensi balok yaitu, B1 (350 × 650 mm), B2 (350 × 600 mm), B3 (250 × 500 mm), B4 (300 × 500 mm), B5 (200 × 400 mm), B6 (250 × 450 mm), B7 Bordes (300 × 500 mm) dengan menggunakan tulangan longitudinal D19 dan tulangan geser Ø12. Untuk Kolom menggunakan dimensi 700 × 700 mm dengan tulangan longitudinal 16D25 dan tulangan geser Ø13. Untuk *Pile Cap* menggunakan fondasi tiang pancang dan diperoleh 2 jenis dimensi *pile cap* yang akan digunakan yaitu P1 (2800 × 2800 × 800 mm) dengan tulangan D29 dan P2 (2800 × 1400 × 800 mm) dengan tulangan D22. Dimensi dan tulangan pada setiap komponen struktur sudah memenuhi persyaratan yang terdapat pada Standar Nasional Indonesia (SNI).

Kata Kunci: perancangan gedung apartemen, struktur beton bertulang, sistem rangka pemikul momen khusus, analisis struktur

ABSTRACT

Economic growth and population development have consistently been topics of discussion over time. One of the regions experiencing significant economic growth in West Kalimantan is Kubu Raya Regency. Such economic growth inevitably impacts the development of facilities and infrastructure. Moreover, with the ongoing development of the new capital city, Nusantara (IKN), the economy in Kalimantan particularly in Kubu Raya is projected to grow rapidly. The construction of IKN is also expected to lead to a migration of the population from Java to Kalimantan, making housing an essential and crucial factor in supporting economic growth. The development of apartment buildings is anticipated to help address land limitations and contribute to the economic improvement of Kubu Raya Regency.

This final project focuses on the structural design of an Eight-Story Earthquake Resistant Apartment Building located in Kubu Raya Regency. The building is designed using reinforced concrete structures, in accordance with the standards: Requirements for Structural Concrete for Buildings (SNI 2847:2019) and Earthquake Resistance Planning Guidelines for Building and Non-Building Structures (SNI 1726:2019). Due to the seismic load considerations, the building is designed to resist earthquake forces using a Moment Resisting Frame System. Structural analysis and calculations are conducted using the ETABS software, which also serves to verify the results of manual calculations.

The Eight-Story Apartment Building in Kubu Raya falls under Seismic Design Category (KDS) C. Therefore, the seismic force-resisting system used is a Special Moment Resisting Frame (SRPMK). The results of the structural design and analysis include the dimensions of beams, columns, floor slabs, and pile caps, all of which meet the SRPMK design criteria. The structural components are as follows: the floor slab is designed with a thickness of 120 mm, while the stair slab and landings use a thickness of 150 mm. Reinforcement for slabs from floors 1 to 4 consists of wiremesh M8 – 100 mm and M8 – 150 mm, while floors 5 to the roof use M8 – 150 mm wiremesh. The beam design includes seven types: B1 (350 × 650 mm), B2 (350 × 600 mm), B3 (250 × 500 mm), B4 (300 × 500 mm), B5 (200 × 400 mm), B6 (250 × 450 mm), and B7 Stair Landing Beam (300 × 500 mm), reinforced with D19 longitudinal bars and Ø12 stirrups. The columns use dimensions of 700 × 700 mm with 16D25 longitudinal bars and Ø13 stirrups. The pile cap foundation uses driven piles, and two types of pile caps are used: P1 (2800 × 2800 × 800 mm) with D29 reinforcement and P2 (2800 × 1400 × 800 mm) with D22 reinforcement. The dimensions and reinforcement of each structural component comply with the Indonesian National Standards (SNI).

***Keywords**: apartment building design, reinforced concrete structure, special moment-resisting frame system, structural analysis.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN i
HALAMAN PENGESAHAN ii
KATA PENGANTAR iii
ABSTRAK v
ABSTRACT vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR xvi
DAFTAR TABEL xxviii
DAFTAR GRAFIK xxxv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Perancangan 3
1.4 Pembatasan Masalah 4
1.5 Sistematika Penulisan 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Uraian Umum 6
2.2 Beton Bertulang 6
2.3 Bangunan Gedung 8
2.4 Gedung Apartemen 9
2.5 Pembebanan 12
2.5.1 Beban Mati 13
2.5.2 Beban Hidup 17
2.5.3 Beban Gempa 21
2.5.3.1 Faktor Keutamaan Gempa Dan Kategori Risiko Struktur Bangunan 23
2.5.3.2 Klasifikasi Situs 24
2.5.3.3 Kecepatan Rata-Rata Gelombang Geser, $\bar{V}_s$ 26

2.5.3.4 Tahanan Penetrasi Standar Lapangan Rata-Rata, $\bar{N}$, dan Tahanan Penetrasi Standar Rata-Rata untuk Lapisan Tanah Nonkohesif, $\bar{N}_{ch}$.....26
2.5.3.5 Kuat Geser Niralir Rata-Rata, $\bar{S}_u$.....27
2.5.3.6 Parameter Percepatan Gempa.....28
2.5.3.7 Koefisien-Koefisien Situs dan Paramater-Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R).....28
2.5.3.8 Parameter Percepatan Spektral Desain.....30
2.5.3.9 Spektrum Respons Desain.....30
2.5.3.10 Kategori Desain Seismik.....35
2.5.3.11 Sistem Struktur Pemikul Gaya Seismik.....36
2.5.3.11.1 Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB).....37
2.5.3.11.2 Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM).....38
2.5.3.11.3 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).....41
2.5.3.12 Klasifikasi Struktur Beraturan dan Tidak Beraturan.....44
2.5.3.12.1 Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur..44
2.5.3.12.2 Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur.....47
2.5.3.13 Redudansi.....49
2.5.3.14 Kriteria Pemodelan.....51
2.5.3.15 Gaya Dasar Seismik.....52
2.5.3.16 Periode Fundamental Struktur.....53
2.5.3.17 Distribusi Vertikal Gaya Seismik.....54
2.5.3.18 Distribusi Horizontal Gaya Seismik.....55
2.5.3.19 Pembesaran Momen Torsi Tak Terduga.....55
2.5.3.20 Penentuan Simpangan Antar Tingkat.....56
2.5.3.21 Pengaruh P-delta.....58
2.5.3.22 Analisis Spektrum Respons Ragam.....59
2.5.3.22.1 Jumlah Ragam.....59

2.5.3.22.2 Parameter Respons Ragam 60
2.5.3.22.3 Parameter Respons Terkombinasi 60
2.5.3.22.4 Skala Nilai Desain Untuk Respons Terkombinasi 60
2.5.3.22.5 Penskalaan Gaya 60
2.5.3.22.6 Penskalaan Simpangan 61
2.5.3.22.7 Distribusi Geser Horizontal 61
2.5.3.22.8 Pengaruh P-delta 61
2.5.3.22.9 Pemodelan Struktur 61
2.5.3.23 Pemisahan Struktur 62
2.5.4 Beban Angin 62
2.5.5 Kombinasi Pembebanan 63
2.6 Perancangan Pelat Lantai 65
2.6.1 Pelat Satu Arah 65
2.6.2 Pelat Dua Arah 67
2.6.3 Penulangan Pelat Lantai 70
2.7 Perancangan Balok 71
2.7.1 Faktor Reduksi Kekuatan 73
2.7.2 Penulangan Lentur 75
2.7.3 Penulangan Geser 76
2.7.4 Penulangan Torsi 78
2.8 Perancangan Kolom 80
2.8.1 Kolom Pendek 82
2.8.2 Kolom Langsing 83
2.8.2.1 Rangka Portal Bergoyang 84
2.8.2.2 Rangka Portal Tak Bergoyang 84
2.9 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) 86
2.9.1 Persayaratan Balok SRPMK 90
2.9.1.1 Persyaratan Tulangan Longitudinal Balok SRPMK 91
2.9.1.2 Persyaratan Tulangan Transversal Balok SRPMK 93
2.9.1.3 Kekuatan Geser Balok SRPMK 95
2.9.2 Persayaratan Kolom SRPMK 97

2.9.2.1 Kekuatan Lentur Minimum Kolom.....97
2.9.2.2 Persyaratan Tulangan Longitudinal Kolom SRPMK.....99
2.9.2.3 Persyaratan Tulangan Transversal Kolom SRPMK.....99
2.9.2.4 Kekuatan Geser Kolom SRPMK.....103
2.9.3 Persyaratan Hubungan Balok-Kolom (HBK) SRPMK.....105
2.9.3.1 Persyaratan Tulangan Transversal Hubungan Balok-Kolom (HBK) SRPMK.....105
2.9.3.2 Persyaratan Kekuatan Geser Hubungan Balok-Kolom (HBK) SRPMK.....106
2.9.3.3 Persyaratan Penyaluran Tulangan Tarik Hubungan Balok-Kolom (HBK) SRPMK.....108
2.10 Perancangan Fondasi.....109
2.10.1 Fondasi Tiang Pancang.....109
2.10.2 Daya Dukung Blok Tiang.....111
2.10.3 *Pile Cap*.....113
2.10.3.1 Geser Satu Arah.....114
2.10.3.2 Geser Dua Arah.....115
BAB III PROSEDUR PERANCANGAN.....117
3.1 Peraturan yang Digunakan.....117
3.2 Beban yang Bekerja.....117
3.3 Data Geometri Bangunan.....118
3.4 Data Spesifikasi Material.....134
3.5 Perencanaan Awal Gempa.....134
3.5.1 Menentukan Kategori Risiko Struktur Bangunan Gedung.....135
3.5.2 Menentukan Nilai Faktor Keutamaan Gempa (I_e) Struktur Bangunan Gedung.....135
3.5.3 Menentukan Nilai N-SPT untuk Menentukan Klasifikasi Situs Tanah.....136
3.5.4 Menentukan Nilai Parameter Percepatan Gempa Terpetakan.....138
3.5.5 Menentukan Nilai Koefisien Situs dan Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R).....139

3.5.6 Menentukan Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa (MCE_R) 140
3.5.7 Menggambarkan Kurva Spektrum Respons Desain 141
3.5.8 Menentukan Kategori Desain Seismik Gempa 144
3.5.9 Menentukan Sistem Struktur Penahan Gaya Gempa 145
3.6 Perencanaan Awal Dimensi Balok 146
3.7 Perencanaan Awal Dimensi Pelat Lantai 148
3.8 Pengecekan Dimensi Balok 159
3.8.1 Komponen Beban 159
3.8.2 Kontrol Awal Balok Anak (B3) 250 × 500 161
3.8.3 Penulangan Lentur Balok Anak (B3) 250 × 500 166
3.9 Perencanaan Awal Dimensi Kolom 174
3.9.1 Kontrol Awal Kolom 181
3.9.2 Diagram Interaksi Kolom 184
3.10 Rekapitulasi Elemen-Elemen Struktur 193
3.11 Perencanaan Utilitas Bangunan 193
3.11.1 Perencanaan Tangga 193
3.11.1.1 Tangga Tipe 1 194
3.11.2 Perencanaan Lift 196
3.12 Pemodelan Struktur 203
3.12.1 Pemodelan Balok 207
3.12.2 Pemodelan Kolom 211
3.12.3 Pemodelan Pelat Lantai 214
3.12.4 Pemodelan Pelat Tangga 216
3.12.5 Pemodelan *Lift* 217
3.13 Pemodelan Pembebanan 218
3.13.1 Beban Mati 220
3.13.2 Beban Mati Tambahan 223
3.13.3 Beban Hidup 234
3.13.4 Beban Angin 241
3.13.5 Beban Gempa 255
3.13.6 Kombinasi Pembebanan 259

3.14 Asumsi Perancangan dalam Program Analisis Struktur 261
3.15 Pemeriksaan Perilaku Struktur.....268
3.15.1 Pemeriksaan Rasio Partisipasi Modal Massa.....269
3.15.2 Faktor Skala Gaya Gempa 270
3.15.3 Pemeriksaan Simpangan Antar Tingkat (*Story Drift*) 276
3.15.4 Pemeriksaan Pengaruh P-Delta.....278
3.15.5 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal.....279
3.15.5.1 Pemeriksaan Ketidakberaturan Torsi (Tipe 1a dan 1b)280
3.15.5.2 Pemeriksaan Ketidakberaturan Sudut Dalam (Tipe 2).286
3.15.5.3 Pemeriksaan Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma (Tipe 3).....287
3.15.5.4 Pemeriksaan Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus Terhadap Bidang (Tipe 4) 288
3.15.5.5 Pemeriksaan Ketidakberaturan Sistem Nonparalel (Tipe 5) 389
3.15.6 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal 290
3.15.6.1 Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak dan Tingkat Lunak Berlebihan (Tipe 1a dan 1b) 290
3.15.6.2 Pemeriksaan Ketidakberaturan Berat / Massa (Tipe 2)293
3.15.6.3 Pemeriksaan Ketidakberaturan Geometri Vertikal (Tipe 3) 294
3.15.6.4 Pemeriksaan Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang pada Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral (Tipe 4) 295
3.15.6.5 Pemeriksaan Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat (Tipe 5a dan 5b) 296
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....298
4.1 Perancangan Tulangan Pelat Lantai 298
4.1.1 Perhitungan Momen Pelat Lantai Metode Koefisien Langsung 305
4.1.2 Perancangan Tulangan Pelat Lantai 309
4.2 Penulangan Pelat Tangga dan Bordes 319

4.2.1 Penulangan Pelat Tangga.....319
4.2.2 Penulangan Pelat Bordes.....323
4.2.3 Perhitungan Momen Pelat Tangga dan Bordes Dengan 2 Dimensi 328
4.2.4 Perancangan Tulangan Pelat Tangga.....331
4.2.5 Perancangan Tulangan Pelat Bordes 334
4.3 Perancangan Tulangan Balok.....339
4.3.1 Perancangan Tulangan Balok B1, Label B15, Lantai 3 343
4.3.1.1 Perancangan Tulangan Longitudinal Balok.....346
4.3.1.2 Perancangan Tulangan Transversal Balok 364
4.3.1.3 Perancangan Tulangan Torsi Balok.....379
4.3.2 Rekap Jumlah Kebutuhan Tulangan.....388
4.3.2.1 Jumlah Tulangan Longitudinal Terpasang 389
4.3.2.2 Perhitungan Kapasitas Momen Tulangan Longitudinal Terpasang 391
4.3.2.3 Pengecekan Syarat Tulangan Longitudinal Balok SRPMK 401
4.3.2.4 Jumlah Tulangan Transversal Terpasang 405
4.3.2.5 Perhitungan Kapasitas Geser Tulangan Transversal Terpasang 408
4.3.2.6 Persyaratan dan Detail Pemasangan Tulangan Balok..412
4.3.3 Rekap Penulangan Balok 419
4.3.3.1 Rekapitulasi Penulangan Balok B1 350 × 650 420
4.3.3.2 Rekapitulasi Penulangan Balok B2 350 × 600 424
4.3.3.3 Rekapitulasi Penulangan Balok B3 250 × 500 428
4.3.3.4 Rekapitulasi Penulangan Balok B4 300 × 500 431
4.3.3.5 Rekapitulasi Penulangan Balok B5 200 × 400 433
4.3.3.6 Rekapitulasi Penulangan Balok B6 250 × 450 435
4.3.3.7 Rekapitulasi Penulangan Balok B7 Bordes 300 × 500 437
4.4 Perancangan Tulangan Kolom 439
4.4.1 Pengecekan Kelangsingan Kolom.....442
4.4.2 Pembesaran Momen Portal Bergoyang.....452

4.4.3 Perancangan Tulangan Longitudinal.....457
4.4.4 Diagram Interaksi Kolom.....458
4.4.5 Pemeriksaan Syarat *Strong Column Weak – Beam* (SCWB).....468
4.4.6 Perancangan Tulangan Transversal.....474
4.4.7 Perancangan Panjang Penyaluran Tulangan.....485
4.4.8 Rekap Penulangan Kolom.....489
4.5 Desain Hubungan Balok – Kolom (HBK).....490
4.5.1 Analisis Kapasitas Balok pada HBK.....492
4.5.2 Perhitungan Gaya Geser Kolom pada HBK.....498
4.5.3 Perhitungan Gaya Tarik Tulangan Balok pada HBK.....498
4.5.4 Perhitungan Gaya Geser pada HBK.....499
4.5.5 Perhitungan Geser Nominal HBK.....501
4.5.6 Perhitungan Tulangan Geser pada HBK.....502
4.5.7 Rekapitulasi Penulangan HBK.....511
4.5.7.1 Rekapitulasi Penulangan HBK *Joint* 1.....512
4.5.7.2 Rekapitulasi Penulangan HBK *Joint* 2.....517
4.5.7.3 Rekapitulasi Penulangan HBK *Joint* 3.....521
4.5.7.4 Rekapitulasi Penulangan HBK *Joint* 4.....526
4.5.7.5 Rekapitulasi Penulangan HBK *Joint* 5.....530
4.5.7.6 Rekapitulasi Penulangan HBK *Joint* 6.....534
4.5.7.7 Rekapitulasi Penulangan HBK *Joint* 7.....538
4.5.7.8 Rekapitulasi Penulangan HBK *Joint* 8.....542
4.5.7.9 Rekapitulasi Penulangan HBK *Joint* 9.....546
4.6 Perancangan Fondasi.....550
4.6.1 Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data N-SPT.....558
4.6.2 Kebutuhan Tiang Fondasi.....560
4.6.3 Daya Dukung Kelompok Tiang.....565
4.6.4 Daya Dukung Blok Tiang.....570
4.6.5 Daya Dukung Individu Tiang.....576
4.6.6 Pemeriksaan Geser pada *Pile Cap*.....583
4.6.6.1 Tinjauan Gaya Geser 1 Arah.....583
4.6.6.2 Tinjauan Gaya Geser 2 Arah.....587

4.6.7 Perancangan Tulangan Lentur *Pile Cap*.....590
BAB V PENUTUP.....603
5.1 Kesimpulan.....603
5.2 Saran.....606
DAFTAR PUSTAKA.....608
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jarak Patahan untuk Berbagai Lokasi Situs Proyek 28

Gambar 2.2 Spektrum Respons Desain 31

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%) 32

Gambar 2.4 Parameter Gerak Tanah, S_1, Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R) Wilayah Indonesia untuk Spektrum Respons 0,2 Detik (Redaman Kritis 5%) 33

Gambar 2.5 Peta Transisi Periode Panjang, T_L, Wilayah Indonesia 34

Gambar 2.6 Ketidakberaturan Horizontal 46

Gambar 2.7 Ketidakberaturan Vertikal 48

Gambar 2.8 Faktor Pembesaran Torsi, A_x 56

Gambar 2.9 Simpangan Antar Tingkat 57

Gambar 2.10 Potongan Penampang Balok yang Dicor Monolit dengan Pelat ..67

Gambar 2.11 Ilustrasi Gaya Dalam yang Terjadi pada Pelat Dua Arah 71

Gambar 2.12 Faktor Panjang Efektif, *k* 86

Gambar 2.13 Bentang Bersih dan Dimensi Penampang Balok SRPMK 90

Gambar 2.14 Lebar Efektif Maksimum Balok Lebar (*Wide Beam*) dan Persyaratan Tulangan Transversal 91

Gambar 2.15 Persyaratan Tulangan Longitudinal Balok SRPMK 92

Gambar 2.16 Persyaratan Sambungan Lewatan Balok SRPMK 92

Gambar 2.17 Persyaratan Tulangan Transversal Balok SRPMK 94

Gambar 2.18 Contoh Sengkang Tertutup (*Hoop*) yang dipasang Bertumpuk dan Ilustrasi Batasan Maksimum Spasi Horizontal Penumpu Batang Longitudinal 94

Gambar 2.19 Bentang Bersih untuk Balok 96

Gambar 2.20 Geser Desain untuk Balok 96

Gambar 2.21 Persyaratan Dimensi Kolom 97

Gambar 2.22 Konsep *Strong Column-Weak Beam* 98

Gambar 2.23 Contoh Penulangan Transversal pada Kolom 100

Gambar 2.24 Contoh Penulangan Transversal pada Kolom dengan $P_u > 0{,}3A_g f_c'$ atau $f_c' > 70$ Mpa 101
Gambar 2.25 Persyaratan Tulangan Kolom SRPMK 103
Gambar 2.26 Geser Desain untuk Kolom 104
Gambar 2.27 Luas *Joint* Efektif 107
Gambar 2.28 Kelompok Tiang yang Bekerja Sebagai Blok 112
Gambar 2.29 Sistem Fondasi Dalam dengan Tiang Pancang dan *Pile Cap* 113
Gambar 3.1 Denah Lantai 1 119
Gambar 3.2 Denah Lantai 2 120
Gambar 3.3 Denah Lantai 3 121
Gambar 3.4 Denah Lantai 4 122
Gambar 3.5 Denah Lantai 5 123
Gambar 3.6 Denah Lantai 6 124
Gambar 3.7 Denah Lantai 7 125
Gambar 3.8 Denah Lantai 8 126
Gambar 3.9 Denah Lantai DAK 127
Gambar 3.10 Tampak Depan 128
Gambar 3.11 Tampak Kanan 129
Gambar 3.12 Tampak Kiri 130
Gambar 3.13 Tampak Belakang 131
Gambar 3.14 Potongan B-B 132
Gambar 3.15 Potongan A-A 133
Gambar 3.16 Data Bor Log 136
Gambar 3.17 Hasil S_S dan S_1 Menggunakan Desain Spektra Indonesia 139
Gambar 3.18 Hasil Respons Spektrum Desain Menggunakan Desain Spektra Indonesia 141
Gambar 3.19 Denah Lantai 2 yang Ditinjau 147
Gambar 3.20 Pelat No. 1 yang Ditinjau 148
Gambar 3.21 Denah Pelat Lantai 150
Gambar 3.22 Tinjauan Pelat pada Panel No. 1 151
Gambar 3.23 Balok L B2; α_1 (350 × 600 mm) 151
Gambar 3.24 Balok T B1; α_3 (350 × 650 mm) 152

Gambar 3.25 Balok L B1; α_2 (350 × 650 mm).....153
Gambar 3.26 Balok T B3; α_5 (250 × 500 mm).....154
Gambar 3.27 Tinjauan Area Kontrol Dimensi Awal Balok Pada Lantai 2.....159
Gambar 3.28 Ilustrasi Beban pada Balok B3.....161
Gambar 3.29 *Free body* diagram Balok B3 161
Gambar 3.30 Pembagian Beban Terpusat dan Jarak Beban Untuk Mencari Momen Maksimum 163
Gambar 3.31 Reaksi Tumpuan dan beban yang bekerja akibat berat sendiri ..164
Gambar 3.32 Pembagian Beban Terpusat dan Jarak Beban Untuk Mencari Momen Maksimum 165
Gambar 3.33 Hasil Perhitungan Momen Balok B3 Menggunakan Program SAP2000 165
Gambar 3.34 Gambar Penulangan Balok B3 168
Gambar 3.35 Rekap Penulangan Balok 173
Gambar 3.36 *Tributary Area* Kolom K1 175
Gambar 3.37 Area Tinjauan *Tributary Area* pada Kolom 1.....176
Gambar 3.38 Dimensi Kolom 180
Gambar 3.39 Perencanaan Desain Kolom K1.....182
Gambar 3.40 Diagram Regangan dan Tegangan pada Kolom 184
Gambar 3.41 Potongan Tangga.....196
Gambar 3.42 Denah dan Potongan Lift 202
Gambar 3.43 Pemodelan Struktur Gedung Apartemen 8 Lantai.....203
Gambar 3.44 *Define Material Property Data* (Beton f_c' 30 Mpa) 204
Gambar 3.45 *Define Material Property Design Data* (Beton f_c' 30 Mpa).....205
Gambar 3.46 *Define Material Property Data* (BJTS 420A).....205
Gambar 3.47 *Define Material Property Design Data* (BJTS 420A) 206
Gambar 3.48 *Define Material Property Data* (BJTP 280).....206
Gambar 3.49 *Define Material Property Design Data* (BJTP 280) 207
Gambar 3.50 *Frame Section Property Data* (B1 350 × 650 mm).....208
Gambar 3.51 *Frame Section Property Reinforcement Data* (B1 350 × 650 mm) 208

Gambar 3.52 Momen Inersia yang Diizinkan untuk Analisis Beban Terfaktor pada Balok (B1 350 × 650 mm) 209
Gambar 3.53 Denah Pemodelan Balok pada Lantai 2 210
Gambar 3.54 *Frame Section Property Data* (K1 700 × 700 mm).....211
Gambar 3.55 *Frame Section Property Reinforcement Data* (K1 700 × 700 mm) 212
Gambar 3.56 Momen Inersia yang Diizinkan untuk Analisis Beban Terfaktor pada Kolom (K1 700 × 700 mm).....212
Gambar 3.57 Denah Pemodelan Kolom pada Lantai 2.....213
Gambar 3.58 *Slab Property Data* (Pelat Lantai 120 mm).....214
Gambar 3.59 Momen Inersia yang Diizinkan untuk Analisis Beban Terfaktor pada Pelat Lantai (Pelat Lantai 120 mm) 214
Gambar 3.60 Denah Pemodelan Pelat Lantai pada Lantai 2.....215
Gambar 3.61 *Slab Property Data* (Pelat Tangga 150 mm) 216
Gambar 3.62 Momen Inersia yang Diizinkan untuk Analisis Beban Terfaktor pada Pelat Tangga (Pelat Tangga 150 mm) 216
Gambar 3.63 Pemodelan Pelat Tangga 217
Gambar 3.64 Pembebanan Balok Perletakan Mesin Lift Bagian Belakang (R1 dan R4) 218
Gambar 3.65 Pembebanan Balok Perletakan Mesin Lift Bagian Depan (R2 dan R3).....218
Gambar 3.66 *Define Load Patterns* 219
Gambar 3.67 *Define Load Cases* 219
Gambar 3.68 *Load Case Data* untuk Beban Mati (D) 220
Gambar 3.69 Denah pada Lantai 2.....221
Gambar 3.70 Beban Mati Tambahan pada Pelat Lantai (Lantai 1).....224
Gambar 3.71 Beban Mati Tambahan pada Pelat Lantai (Lantai 2).....225
Gambar 3.72 Beban Mati Tambahan pada Pelat Lantai (Lantai 3 - 8).....226
Gambar 3.73 Beban Mati Tambahan pada Pelat Lantai (Lantai Atap) 227
Gambar 3.74 Beban Mati Tambahan pada Balok (Lantai 1).....229
Gambar 3.75 Beban Mati Tambahan pada Balok (Lantai 2).....230
Gambar 3.76 Beban Mati Tambahan pada Balok (Lantai 3 - 8) 231

Gambar 3.77 Beban Mati Tambahan pada Balok (Lantai Atap) 232
Gambar 3.78 Beban Mati Tambahan pada Tangga 233
Gambar 3.79 Beban Hidup pada Lantai 1 236
Gambar 3.80 Beban Hidup dan Beban Hidup Atap (L_r) pada Lantai 2 237
Gambar 3.81 Beban Hidup pada Lantai 3 – 8 238
Gambar 3.82 Beban Hidup dan Beban Hidup Atap (L_r) pada Lantai Atap 239
Gambar 3.83 Beban Hidup pada Tangga 240
Gambar 3.84 Langkah Penentuan Beban Angin SPGAU 241
Gambar 3.85 Nilai Kecepatan Angin Dasar 243
Gambar 3.86 Peta Wilayah Nilai Kecepatan Angin 243
Gambar 3.87 Kategori Eksposur 244
Gambar 3.88 Faktor topografi, K_{zt} 245
Gambar 3.89 Faktor efek hembusan angin, G 245
Gambar 3.90 Klasifikasi Ketertutupan 246
Gambar 3.91 Beban Angin Arah x (W_x) 253
Gambar 3.92 Beban Angin Arah y (W_y) 254
Gambar 3.93 *Define Response Spectrum Function* 257
Gambar 3.94 *Define Load Case* Beban Gempa (E_x) 258
Gambar 3.95 *Define Load Case* Beban Gempa (E_y) 258
Gambar 3.96 *Define Load Combinations* 260
Gambar 3.97 *Define Load Combination Data* (Kombinasi 3.1) 260
Gambar 3.98 *Joint Assigment* untuk Tumpuan Jepit 261
Gambar 3.99 Asumsi Perancangan Fondasi Jepit 261
Gambar 3.100 Ketentuan Jumlah Ragam pada Analisis Struktur 262
Gambar 3.101 *Modal Case* 262
Gambar 3.102 Ketentuan Berat Seismik Efektif, W 263
Gambar 3.103 *Define Mass Source Data* 263
Gambar 3.104 Input *Rigid Zone Factor* 264
Gambar 3.105 Tingkat Kekakuan Balok – Kolom 264
Gambar 3.106 Diafragma Lantai 2 (D2) 265
Gambar 3.107 *Diaphragm Definition* (*Rigid*) 266
Gambar 3.108 *Frame Auto Mesh* 266

Gambar 3.109 *Floor Auto Mesh*.....266
Gambar 3.110 *Analysis Options – Active Degrees of Freedom*.....267
Gambar 3.111 *Set Load Cases to Run*.....268
Gambar 3.112 Faktor Skala Gaya Gempa (V/V_t) *Define Load Case* Beban Gempa (E_x).....274
Gambar 3.113 Faktor Skala Gaya Gempa (V/V_t) *Define Load Case* Beban Gempa (E_Y).....275
Gambar 3.114 Ketidakberaturan Torsi (Tipe 1a dan 1b).....280
Gambar 3.115 Eksentrisitas 5% pada Beban Gempa Arah *x*.....281
Gambar 3.116 Eksentrisitas 5% pada Beban Gempa Arah *y*.....281
Gambar 3.117 Eksentrisitas 5% pada *Load Case Data* Gempa Arah *x*.....282
Gambar 3.118 Eksentrisitas 5% pada *Load Case Data* Gempa Arah *y*.....283
Gambar 3.119 Ketidakberaturan Horizontal Sudut Dalam (Tipe 2).....286
Gambar 3.120 Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma (Tipe 3).....287
Gambar 3.121 Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus Terhadap Bidang (Tipe 4).....288
Gambar 3.122 Ketidakberaturan Sistem Nonparalel (Tipe 5).....289
Gambar 3.123 Ketidakberaturan Kekauan Tingkat Lunak dan Tingkat Lunak Berlebihan (Tipe 1a dan 1b).....290
Gambar 3.124 Ketidakberaturan Berat / Massa (Tipe 2).....293
Gambar 3.125 Ketidakberaturan Geometri Vertikal (Tipe 3).....294
Gambar 3.126 Ketidakberaturan Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang pada Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral (Tipe 4).....295
Gambar 3.127 Pemeriksaan Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat (Tipe 5a dan 5b) 296
Gambar 4.1 Output yang dihasilkan dari Program Analisis Struktur untuk M_{11} pada Lantai 3 Kombinasi $1{,}2DL + 1{,}6LL + 0{,}5L_r$.....300
Gambar 4.2 Output yang dihasilkan dari Program Analisis Struktur untuk M_{22} pada Lantai 3 Kombinasi $1{,}2DL + 1{,}6LL + 0{,}5L_r$.....301
Gambar 4.3 Output yang dihasilkan dari Program Analisis Struktur untuk M_{12} pada Lantai 3 Kombinasi $1{,}2DL + 1{,}6LL + 0{,}5L_r$.....302

Gambar 4.4 Output yang dihasilkan dari Program Analisis Struktur untuk M_{11} Momen Negatif Terbesar dan Momen Positif Terbesar Pada Lantai 3.....303
Gambar 4.5 Output yang dihasilkan dari Program Analisis Struktur untuk M_{22} Momen Negatif Terbesar dan Momen Positif Terbesar Pada Lantai 3.....303
Gambar 4.6 Tinggi Efektif Pelat Lantai.....304
Gambar 4.7 Denah Pelat Lantai yang Ditinjau (No. 1).....305
Gambar 4.8 Penulangan *Wiremesh* M8-150 mm 313
Gambar 4.9 Potongan A-A (Penampang Arah x).....314
Gambar 4.10 Potongan B-B (Penampang Arah y).....314
Gambar 4.11 Penulangan *Wiremesh* M8-100 mm 314
Gambar 4.12 Potongan A-A (Penampang Arah x).....315
Gambar 4.13 Potongan B-B (Penampang Arah y).....315
Gambar 4.14 Detail Penulangan Pelat Pada Lantai 3 – Lantai 4 (Tipikal).....317
Gambar 4.15 Detail Pelat Lantai.....317
Gambar 4.16 Potongan A-A Detail Pelat Lantai (Penampang Arah x).....318
Gambar 4.17 Potongan B-B Detail Pelat Lantai (Penampang Arah y).....318
Gambar 4.18 Output yang dihasilkan dari Program Analisis Struktur untuk M_{22} pada Pelat Tangga Tipe 1 Kombinasi $1{,}2DL + 1{,}6LL + 0{,}5L_r$..320
Gambar 4.19 Output yang dihasilkan dari Program Analisis Struktur untuk M_{12} pada Pelat Tangga Tipe 1 Kombinasi $1{,}2DL + 1{,}6LL + 0{,}5L_r$..321
Gambar 4.20 Tinggi Efektif Pelat Tangga.....322
Gambar 4.21 Output yang dihasilkan dari Program Analisis Struktur untuk M_{11} Momen Tumpuan (Tulangan Atas) pada Pelat Bordes Tipe 1 Kombinasi $1{,}2586DL + 1LL + 1E_x + 0{,}3E_y$.....324
Gambar 4.22 Output yang dihasilkan dari Program Analisis Struktur untuk M_{11} Momen Lapangan (Tulangan Bawah) pada Pelat Bordes Tipe 1 Kombinasi $0{,}8414DL + 1E_x + 0{,}3E_y$ 325
Gambar 4.23 Output yang dihasilkan dari Program Analisis Struktur untuk M_{12} pada Pelat Bordes Tipe 1.....326
Gambar 4.24 Tinggi Efektif Pelat Bordes.....327

Gambar 4.25 Pemodelan Pelat Tangga dan Bordes dengan Sap2000.....330
Gambar 4.26 Hasil *Output* Momen Pelat Lantai dan Bordes dengan Kombinasi $1{,}2DL + 1{,}6LL$ 330
Gambar 4.27 Detail Penulangan Tangga.....338
Gambar 4.28 Pembagian Daerah Tumpuan dan Lapangan Balok SRPMK.....339
Gambar 4.29 3D Model Balok yang ditinjau pada Lantai 3 (B15).....340
Gambar 4.30 Balok yang ditinjau pada Portal B Lantai 3 (B15).....341
Gambar 4.31 Balok yang ditinjau pada Lantai 3 (B15).....342
Gambar 4.32 Tinggi Efektif Balok.....344
Gambar 4.33 Penamaan Lokasi pada Program Analisis Struktur 349
Gambar 4.34 Gaya Dalam P_u Maksimum pada Balok B1 (B105) pada Lantai 2 367
Gambar 4.35 Hasil dari Program SAP2000 untuk Gaya Geser Akibat Beban Gravitasi 369
Gambar 4.36 Gaya Geser Desain Akibat Beban Gravitasi 370
Gambar 4.37 Gaya Geser Desain Akibat Beban Gempa dari Arah Kiri 371
Gambar 4.38 Gaya Geser Desain Akibat Beban Gempa dari Arah Kanan.....373
Gambar 4.39 Luas Tulangan Longitudinal Perlu Daerah Tumpuan Kiri, *End-I* 389
Gambar 4.40 Luas Tulangan Longitudinal Perlu Daerah Lapangan, *Middle* ..390
Gambar 4.41 Luas Tulangan Longitudinal Perlu Daerah Tumpuan Kanan, *End-J* 391
Gambar 4.42 Penampang Balok Daerah Tumpuan.....391
Gambar 4.43 Diagram Regangan dan Tegangan Balok Daerah Tumpuan Atas 392
Gambar 4.44 Penampang Balok Daerah Tumpuan.....393
Gambar 4.45 Diagram Regangan dan Tegangan Balok Daerah Tumpuan Bawah 394
Gambar 4.46 Penampang Balok Daerah Lapangan.....395
Gambar 4.47 Diagram Regangan dan Tegangan Balok Daerah Lapangan Atas 396
Gambar 4.48 Penampang Balok Daerah Lapangan.....397

Gambar 4.49 Diagram Regangan dan Tegangan Balok Daerah Lapangan Bawah 398
Gambar 4.50 Kondisi Balok Akibat Gempa dari Arah Kiri ke Kanan.....403
Gambar 4.51 Kondisi Balok Akibat Gempa dari Arah Kanan ke Kiri.....404
Gambar 4.52 Detail Penyaluran Kait Standar.....417
Gambar 4.53 Detail Penulangan Balok B1 (B15) pada Lantai 3.....418
Gambar 4.54 Detail Potongan Balok B1 (B15) pada Lantai 3.....419
Gambar 4.55 Penomoran Label Balok B1 pada Lantai 1 - Lantai Atap 420
Gambar 4.56 Detail Tulangan Balok B1.....423
Gambar 4.57 Penomoran Label Balok B2 pada Lantai 1 - Lantai Atap 424
Gambar 4.58 Detail Tulangan Balok B2.....427
Gambar 4.59 Penomoran Label Balok B3 pada Lantai 1 - Lantai Atap 428
Gambar 4.60 Detail Tulangan Balok B3.....430
Gambar 4.61 Penomoran Label Balok B4 pada Lantai 2.....431
Gambar 4.62 Detail Tulangan Balok B4.....432
Gambar 4.63 Penomoran Label Balok B5 pada Lantai 1 – Lantai Atap.....433
Gambar 4.64 Detail Tulangan Balok B5.....434
Gambar 4.65 Penomoran Label Balok B6 pada Lantai 1 – Lantai Atap.....435
Gambar 4.66 Detail Tulangan Balok B6.....436
Gambar 4.67 Penomoran Label Balok B7 Bordes pada Lantai 1 – Lantai Atap 437
Gambar 4.68 Detail Tulangan Balok B7 Bordes.....438
Gambar 4.69 Kolom yang ditinjau pada Lantai 2 (C94).....440
Gambar 4.70 Kolom yang ditinjau pada Portal C Lantai 2 (C94) 441
Gambar 4.71 Kolom yang ditinjau pada Portal 5 Lantai 2 (C94).....441
Gambar 4.72 Potongan Kolom yang Ditinjau.....446
Gambar 4.73 K1 yang ditinjau pada Arah x 448
Gambar 4.74 Penentuan Faktor Panjang Efektif (k) untuk K1 arah x.....449
Gambar 4.75 K1 yang ditinjau pada Arah y 450
Gambar 4.76 Penentuan Faktor Panjang Efektif (k) untuk K1 arah y 451
Gambar 4.77 Diagram Regangan dan Tegangan pada Kolom 700 × 700 mm.458

Gambar 4.78 Diagram Interaksi Kolom 700 × 700 mm (C94) pada Lantai 2 oleh Program 467
Gambar 4.79 Kolom 700 × 700 mm (C94) pada Lantai 2 468
Gambar 4.80 Skema Perhitungan Kapasitas Momen Balok Arah x (Struktur bergoyang ke kanan) 468
Gambar 4.81 Skema Perhitungan Kapasitas Momen Balok Arah x (Struktur bergoyang ke kiri) 469
Gambar 4.82 Skema Perhitungan Kapasitas Momen Balok Arah y (Struktur bergoyang ke kanan) 469
Gambar 4.83 Skema Perhitungan Kapasitas Momen Balok Arah y (Struktur bergoyang ke kiri) 469
Gambar 4.84 Diagram Regangan Balok B2A (Tulangan Tarik Atas) 470
Gambar 4.85 Nilai Gaya Aksial Terfaktor (P_u) Kolom Atas dan Bawah 473
Gambar 4.86 Diagram Regangan Balok B2A (Tulangan Tarik Atas) 476
Gambar 4.87 Detail Penulangan Kolom 700 × 700 mm 484
Gambar 4.88 Sambungan Mekanis Kolom 700 × 700 mm 488
Gambar 4.89 *Joint* yang ditinjau pada Lantai 3 491
Gambar 4.90 Ilustrasi *Joint* yang ditinjau pada Lantai 3 492
Gambar 4.91 Skema Perhitungan Kapasitas Momen Balok Arah x (Struktur bergoyang ke kanan) 493
Gambar 4.92 Skema Perhitungan Kapasitas Momen Balok Arah x (Struktur bergoyang ke kiri) 493
Gambar 4.93 Skema Perhitungan Kapasitas Momen Balok Arah y (Struktur bergoyang ke kanan) 494
Gambar 4.94 Skema Perhitungan Kapasitas Momen Balok Arah y (Struktur bergoyang ke kiri) 494
Gambar 4.95 Diagram Regangan Balok B2A (Tulangan Tarik Atas) 494
Gambar 4.96 Ilustrasi Gaya Geser HBK arah x (struktur bergoyang ke kanan) 500
Gambar 4.97 Ilustrasi Gaya Geser HBK arah y (struktur bergoyang ke kanan) 500
Gambar 4.98 Ilustrasi Penulangan HBK pada *Joint* yang ditinjau 508

Gambar 4.99 Tampak Atas Penulangan HBK pada *Joint* yang ditinjau.....508
Gambar 4.100 Detail Penulangan HBK pada *Joint* ditinjau Arah x.....509
Gambar 4.101 Detail Penulangan HBK pada *Joint* ditinjau Arah y.....510
Gambar 4.102 Letak Tinjauan HBK.....511
Gambar 4.103 *Joint* 1 yang ditinjau pada Lantai 2.....512
Gambar 4.104 Tampak Atas Penulangan HBK pada *Joint* 1.....514
Gambar 4.105 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 1 Arah x.....515
Gambar 4.106 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 1 Arah y.....516
Gambar 4.107 *Joint* 2 yang ditinjau pada Lantai 2.....517
Gambar 4.108 Tampak Atas Penulangan HBK pada *Joint* 2.....519
Gambar 4.109 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 2 Arah x.....519
Gambar 4.110 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 2 Arah y.....520
Gambar 4.111 *Joint* 3 yang ditinjau pada Lantai 2.....521
Gambar 4.112 Tampak Atas Penulangan HBK pada *Joint* 3.....523
Gambar 4.113 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 3 Arah x.....524
Gambar 4.114 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 3 Arah y.....525
Gambar 4.115 *Joint* 4 yang ditinjau pada Lantai 3.....526
Gambar 4.116 Tampak Atas Penulangan HBK pada *Joint* 4.....528
Gambar 4.117 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 4 Arah x.....528
Gambar 4.118 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 4 Arah y.....529
Gambar 4.119 *Joint* 5 yang ditinjau pada Lantai 2.....530
Gambar 4.120 Tampak Atas Penulangan HBK pada *Joint* 5.....532
Gambar 4.121 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 5 Arah x.....532
Gambar 4.122 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 5 Arah y.....533
Gambar 4.123 *Joint* 6 yang ditinjau pada Lantai 2.....534
Gambar 4.124 Tampak Atas Penulangan HBK pada *Joint* 6.....536
Gambar 4.125 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 6 Arah x.....536
Gambar 4.126 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 6 Arah y.....537
Gambar 4.127 *Joint* 7 yang ditinjau pada Lantai 2.....538
Gambar 4.128 Tampak Atas Penulangan HBK pada *Joint* 7.....540
Gambar 4.129 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 7 Arah x.....540
Gambar 4.130 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 7 Arah y.....541

Gambar 4.131 *Joint* 8 yang ditinjau pada Lantai 2 542
Gambar 4.132 Tampak Atas Penulangan HBK pada *Joint* 8 544
Gambar 4.133 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 8 Arah x 544
Gambar 4.134 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 8 Arah y 545
Gambar 4.135 *Joint* 9 yang ditinjau pada Lantai 2 546
Gambar 4.136 Tampak Atas Penulangan HBK pada *Joint* 9 548
Gambar 4.137 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 9 Arah x 548
Gambar 4.138 Detail Penulangan HBK pada *Joint* 9 Arah y 549
Gambar 4.139 Titik Fondasi yang ditinjau 551
Gambar 4.140 Beban Tidak Terfaktor dan Momen yang Bekerja Fondasi Titik 27 556
Gambar 4.141 Data Bor Log 557
Gambar 4.142 Spesifikasi *Square Pile* dari WIKA Beton 559
Gambar 4.143 Kelompok Tiang sebagai Blok Tiang pada Fondasi 570
Gambar 4.144 Denah Fondasi 575
Gambar 4.145 Jarak Pile terhadap Titik Berat Fondasi P1 577
Gambar 4.146 Jarak Pile terhadap Titik Berat Fondasi P2 578
Gambar 4.147 Geser 1 Arah pada Arah x 583
Gambar 4.148 Geser 1 Arah pada Arah y 585
Gambar 4.149 Geser 2 Arah Disekitar Kolom 587
Gambar 4.150 Jarak Pile terhadap Titik Berat Fondasi P2 590
Gambar 4.151 Analisa Momen *Ultimate* pada *Pile Cap* 591
Gambar 4.152 Analisa perhitungan momen M_y arah (+X) 592
Gambar 4.153 Analisa perhitungan momen M_y arah (-X) 593
Gambar 4.154 Analisa perhitungan momen M_x arah (+Y) 595
Gambar 4.155 Analisa perhitungan momen M_x arah (-Y) 596

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beban Mati Desain Minimum (kN/m^2) 13
Tabel 2.2 Densitas Minimum untuk Beban Desain dari Material 15
Tabel 2.3 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum, L_o Dan Beban Hidup Terpusat Minimum 18
Tabel 2.4 Kategori Risiko Bangunan Gedung Dan Nongedung Untuk Beban Gempa 23
Tabel 2.5 Faktor Keutamaan Gempa 24
Tabel 2.6 Klasifikasi Situs 25
Tabel 2.7 Koefisien Situs, F_a 29
Tabel 2.8 Koefisien Situs, F_v 29
Tabel 2.9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek 35
Tabel 2.10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik 35
Tabel 2.11 Faktor R, C_d, dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik 36
Tabel 2.12 Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur 45
Tabel 2.13 Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur 47
Tabel 2.14 Persyaratan untuk Masing-Masing Tingkat yang Menahan Lebih dari 35% Gaya Geser Dasar 50
Tabel 2.15 Prosedur Analisis yang Diizinkan 51
Tabel 2.16 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung 53
Tabel 2.17 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x 54
Tabel 2.18 Simpangan Antar Tingkat Izin, $\Delta_a^{a,b}$ 58
Tabel 2.19 Ketebalan Minimum Pelat Solid Satu Arah Nonprategang 66
Tabel 2.20 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang Tanpa Balok Interior (mm)[1] 68
Tabel 2.21 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang dengan Balok di antara Tumpuan pada Semua Sisinya 69
Tabel 2.22 Tinggi Minimum Balok Nonprategang 72
Tabel 2.23 Faktor Reduksi Kekuatan (ϕ) 74

Tabel 2.24 Nilai β_1 untuk Distribusi Tegangan Beton Persegi Ekuivalen 76
Tabel 2.25 Kekuatan Aksial Maksimum 82
Tabel 2.26 Pasal-Pasal Dalam SNI 2847 : 2019 untuk Desain Beton Bertulang..87
Tabel 2.27 Batasan Nilai f_c' 88
Tabel 2.28 Diameter Sisi Dalam Bengkokan Minimum dan Geometri Kait Standar Untuk Sengkang, Ikat Silang, dan Sengkang Pengekang.....95
Tabel 2.29 Tulangan Transversal Untuk Kolom-Kolom Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.....102
Tabel 2.30 Kekuatan Geser Nominal *Joint* V_n 106
Tabel 2.31 Perhitungan V_c Untuk Geser Dua Arah.....115
Tabel 3.1 Kategori Resiko Bangunan Gedung Apartemen 135
Tabel 3.2 Faktor Keutamaan Gempa.....135
Tabel 3.3 Nilai N-SPT.....137
Tabel 3.4 Penentuan Klasifikasi Tanah 138
Tabel 3.5 Koefisien Situs, F_a 139
Tabel 3.6 Koefisien Situs, F_v 140
Tabel 3.7 Spektrum Respons Percepatan Desain, S_a 143
Tabel 3.8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan S_{DS} 144
Tabel 3.9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan S_{D1} 144
Tabel 3.10 Faktor R, C_d, dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik 145
Tabel 3.11 Penentuan Dimensi Balok 146
Tabel 3.12 Perhitungan Rasio Bentang Pelat 149
Tabel 3.13 Rasio Kekakuan Balok Terhadap Pelat Lantai 157
Tabel 3.14 Hasil Perhitungan Perencanaan Awal Tebal Pelat 158
Tabel 3.15 Berat Sendiri Bangunan.....159
Tabel 3.16 Berat Sendiri Komponen Bangunan.....159
Tabel 3.17 Beban Hidup.....160
Tabel 3.18 Resume Perhitungan Momen Balok B3 165
Tabel 3.19 Perhitungan Pengecekan dimensi Balok B1 dan B4 169
Tabel 3.20 Perhitungan Pengecekan Dimensi Balok B2, B3, B6 dan B7 170
Tabel 3.21 Perhitungan Pengecekan Dimensi Balok B5.....171
Tabel 3.22 Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Pada Balok.....172

Tabel 3.23 Pembebanan dan Hasil Perhitungan P_u pada *Tributary Area*.....179
Tabel 3.24 Hasil Perhitungan Perencanaan Dimensi Kolom 180
Tabel 3.25 Pengecekan Kuat Tekan Nominal dan Rasio Penulangan pada Kolom 183
Tabel 3.26 Segmen Tulangan pada Kolom K1.....186
Tabel 3.27 Hasil Perhitungan F_{si} dan M_{si} dengan Berbagai Nilai c 190
Tabel 3.28 Rekapitulasi Elemen-Elemen Struktur.....193
Tabel 3.29 *Minimum Handling Capacities* (HC) 197
Tabel 3.30 Spesifikasi Lift dari Hyundai Elevator Co., Ltd.....201
Tabel 3.31 Spesifikasi Lift dari Hyundai Elevator Co., Ltd Berdasarkan Brosur 201
Tabel 3.32 Dimensi Balok.....207
Tabel 3.33 Dimensi Kolom 211
Tabel 3.34 Perhitungan Beban Mati Akibat Berat Sendiri (DL) pada Lantai 2...222
Tabel 3.35 Perhitungan Beban Mati Akibat Berat Sendiri (DL) pada Tiap Lantai 223
Tabel 3.36 Beban Mati Tambahan ($SIDL$) pada Komponen Struktur.....223
Tabel 3.37 Beban Hidup Tiap Lantai 234
Tabel 3.38 Kategori Risiko Bangunan dan Struktur Lainnya untuk Beban Banjir, Angin, Salju, Gempa, Dan Es.....242
Tabel 3.39 Nilai Kecepatan Angin 243
Tabel 3.40 Faktor arah angin, K_d 244
Tabel 3.41 Faktor elevasi permukaan tanah, K_e.....245
Tabel 3.42 Koefisien tekanan internal, GC_{pi} 246
Tabel 3.43 Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan, K_h dan K_z 247
Tabel 3.44 Konstanta Eksposur Dataran 248
Tabel 3.45 Perhitungan Nilai Koefisien Tekanan Velositas, K_z 248
Tabel 3.46 Perhitungan Nilai Tekanan Velositas, q_z 249
Tabel 3.47 Koefisien Tekanan Eksternal, C_p.....249
Tabel 3.48 Perhitungan Nilai Tekanan Angin, p Arah x.....251
Tabel 3.49 Perhitungan Nilai Tekanan Angin, p Arah y 251
Tabel 3.50 Beban Angin yang Digunakan untuk Arah x.....252

Tabel 3.51 Beban Angin yang Digunakan untuk Arah y.....252
Tabel 3.52 Nilai S_a.....255
Tabel 3.53 Rekapitulasi Faktor Pengali Kombinasi Pembebanan.....259
Tabel 3.54 Rasio Partisipasi Modal Massa.....269
Tabel 3.55 Nilai Parameter Perioda Perkiraan C_t dan x.....270
Tabel 3.56 Koefisien untuk Batas Atas pada Perioda yang Dihitung.....270
Tabel 3.57 Berat Seismik Efektif Struktur (W).....272
Tabel 3.58 Nilai V_t.....273
Tabel 3.59 Nilai V_t dengan Faktor Skala Gaya Gempa (V/V_t).....275
Tabel 3.60 Pemeriksaan Simpangan antar Tingkat Arah x.....276
Tabel 3.61 Pemeriksaan Simpangan antar Tingkat Arah y.....277
Tabel 3.62 Pemeriksaan Pengaruh P-Delta Arah x.....278
Tabel 3.63 Pemeriksaan Pengaruh P-Delta Arah y.....279
Tabel 3.64 Perhitungan Pembesaran Momen Torsi (A_x) Arah x.....284
Tabel 3.65 Perhitungan Pembesaran Momen Torsi (A_x) Arah y.....284
Tabel 3.66 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b Arah x....285
Tabel 3.67 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b Arah y....285
Tabel 3.68 Pemeriksaan Ketidakberaturan Sudut Dalam (Tipe 2).....287
Tabel 3.69 Pemeriksaan Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma (Tipe 3)..288
Tabel 3.70 Rekapitulasi Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur 289
Tabel 3.71 Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak (Tipe 1a) Arah x.....291
Tabel 3.72 Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak (Tipe 1a) Arah y.....291
Tabel 3.73 Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan (Tipe 1b) Arah x.....292
Tabel 3.74 Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan (Tipe 1b) Arah y.....292
Tabel 3.75 Pemeriksaan Ketidakberaturan Berat / Massa (Tipe 2).....293
Tabel 3.76 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a.....297
Tabel 3.77 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5b.....297

Tabel 3.78 Rekapitulasi Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur.297
Tabel 4.1 Hasil Pengelolaan Gaya Dalam Pelat Lantai.....299
Tabel 4.2 Koefisien Momen Pelat Berdasarkan PBI 1971.....307
Tabel 4.3 Rekapitulasi Momen Tumpuan dan Lapangan pada Tiap Tipe Pelat 308
Tabel 4.4 Perbandingan Momen pada Pelat No. 1 dengan Program Analisis Struktur dan Metode Koefisien Langsung.....308
Tabel 4.5 Rekapitulasi Perancangan Tulangan Pelat Lantai 316
Tabel 4.6 Hasil Pengelolaan Gaya Dalam Pelat Tangga 319
Tabel 4.7 Hasil Pengelolaan Gaya Dalam Pelat Bordes.....323
Tabel 4.8 Perbandingan Momen Pelat Tangga dan Bordes dengan Program Analisis ETABS dan Sap2000.....331
Tabel 4.9 Hasil Pengelolaan Gaya Dalam M_3 untuk Penulangan Longitudinal pada Balok B1 (B15) pada Lantai 3 346
Tabel 4.10 Gaya Dalam M_3 untuk Penulangan Longitudinal pada Balok B1 (B15) pada Lantai 3 349
Tabel 4.11 Perbandingan Penulangan Longitudinal pada Balok B1 (B15) dengan Program Analisis Struktur dan Manual 362
Tabel 4.12 Hasil Pengelolaan Gaya Dalam V_2 untuk Penulangan Transversal pada Balok B1 (B15) pada Lantai 3.....364
Tabel 4.13 Gaya Dalam V_2 untuk Penulangan Transversal pada Balok B1 (B15) pada Lantai 3 367
Tabel 4.14 Perbandingan Penulangan Transversal pada Balok B1 (B15) dengan Program Analisis Struktur dan Manual.....378
Tabel 4.15 Hasil Pengelolaan Gaya Dalam T untuk Penulangan Torsi pada Balok B1 (B15) pada Lantai 3 379
Tabel 4.16 Gaya Dalam T untuk Penulangan Torsi pada Balok B1 (B15) pada Lantai 3.....382
Tabel 4.17 Perbandingan Penulangan Torsi pada Balok B1 (B15) dengan Program Analisis Struktur dan Manual.....387
Tabel 4.18 Geometri Kait Standar untuk Penyaluran Batang Ulir pada Kondisi Tarik.....415
Tabel 4.19 Rekapitulasi Balok B1 350 × 650 mm 421

Tabel 4.20 Rekapitulasi Balok B2 350 × 600 mm 425
Tabel 4.21 Rekapitulasi Balok B3 250 × 500 mm 429
Tabel 4.22 Rekapitulasi Balok B4 300 × 500 mm 432
Tabel 4.23 Rekapitulasi Balok B5 200 × 400 mm 434
Tabel 4.24 Rekapitulasi Balok B6 250 × 450 mm 436
Tabel 4.25 Rekapitulasi Balok B7 Bordes 300 × 500 mm.....438
Tabel 4.26 Hasil Pengelolan Gaya Dalam pada Kolom 700 × 700 mm (C94) pada Lantai 2.....442
Tabel 4.27 Gaya Aksial Total Kolom pada Lantai 2 443
Tabel 4.28 Faktor Pembesaran Momen pada Kolom 700 × 700 mm pada Lantai 2 454
Tabel 4.29 Hasil Perhitungan Pembesaran Momen pada Kolom 700 × 700 mm (C94) pada Lantai 2.....456
Tabel 4.30 Segmen Tulangan pada Kolom K1.....460
Tabel 4.31 Hasil Perhitungan F_{si} dan M_{si} dengan Berbagai Nilai c 464
Tabel 4.32 Perhitungan Momen Kapasitas untuk Pemeriksaan Syarat *Strong Column Weak – Beam* (SCWB).....472
Tabel 4.33 Hasil Momen Kapasitas Kolom oleh *Sp Column*.....473
Tabel 4.34 Perhitungan Momen Kapasitas untuk Gaya geser Berdasarkan Momen Kapasitas Balok.....478
Tabel 4.35 Geometri Kait Standar untuk Penyaluran Batang Ulir pada Kondisi Tarik.....487
Tabel 4.36 Rekap Tulangan Longitudinal Kolom 489
Tabel 4.37 Rekap Tulangan Transversal Kolom 489
Tabel 4.38 Rekap Perhitungan Tulangan Geser Kolom Daerah Sendi Plastis 489
Tabel 4.39 Rekap Perhitungan Tulangan Geser Kolom Daerah di Luar Sendi Plastis.....490
Tabel 4.40 Perhitungan Momen Kapasitas Balok yang Merangka pada HBK ...497
Tabel 4.41 Hasil Perhitungan HBK *Joint* 1, Lantai 1 – Lantai Atap.....513
Tabel 4.42 Hasil Perhitungan HBK *Joint* 2, Lantai 1 – Lantai Atap.....518
Tabel 4.43 Hasil Perhitungan HBK *Joint* 3, Lantai 1 – Lantai Atap.....522
Tabel 4.44 Hasil Perhitungan HBK *Joint* 4, Lantai 1 – Lantai Atap.....527

Tabel 4.45 Hasil Perhitungan HBK *Joint* 5, Lantai 1 – Lantai Atap.....531
Tabel 4.46 Hasil Perhitungan HBK *Joint* 6, Lantai 1 – Lantai Atap.....535
Tabel 4.47 Hasil Perhitungan HBK *Joint* 7, Lantai 1 – Lantai 2 539
Tabel 4.48 Hasil Perhitungan HBK *Joint* 8, Lantai 1 – Lantai 2 543
Tabel 4.49 Hasil Perhitungan HBK *Joint* 9, Lantai 1 – Lantai 2 547
Tabel 4.50 Beban Tidak Terfaktor (Beban Layan) pada Perancangan Fondasi ..552
Tabel 4.51 Beban Terfaktor (Beban *Ultimate*) pada Perancangan Fondasi.....554
Tabel 4.52 Hasil Perhitungan Kebutuhan Jumlah Tiang.....562
Tabel 4.53 Susunan Pile Fondasi.....565
Tabel 4.54 Pemeriksaan Daya Dukung Kelompok Tiang 567
Tabel 4.55 Pemeriksaan Daya Dukung Blok Tiang 572
Tabel 4.56 Pemeriksaan Daya Dukung Individu Tiang P1 579
Tabel 4.57 Pemeriksaan Daya Dukung Individu Tiang P2 581
Tabel 4.58 Hasil Perhitungan Geser 1 Arah 586
Tabel 4.59 Hasil Perhitungan Geser 2 Arah 589
Tabel 4.60 Perhitungan Gaya Tekan pada Tiang Pancang dengan Beban *Ultimate* 601
Tabel 4.61 Perhitungan Penulangan Fondasi 602
Tabel 5.1 Rekapitulasi Dimensi dan Penulangan Pelat.....604
Tabel 5.2 Rekapitulasi Dimensi dan Penulangan Balok 604
Tabel 5.3 Rekapitulasi Dimensi dan Penulangan Kolom.....606
Tabel 5.4 Rekapitulasi Dimensi dan Penulangan HBK.....606
Tabel 5.5 Rekapitulasi Dimensi dan Penulangan Fondasi 606

DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.1 Kurva Respon Spektrum Desain 144
Grafik 3.2 Diagram Interaksi Kolom K1 (700 × 700 mm) Lantai 1.....192
Grafik 3.3 Kurva Respon Spektrum Desain 256
Grafik 3.4 Pemeriksaan Simpangan antar Tingkat (*Story Drift*) 277
Grafik 3.5 Pemeriksaan Pengaruh P-Delta.....279
Grafik 4.1 Gaya Dalam M_3 untuk Penulangan Longitudinal pada Balok B1 (B15) pada Lantai 3 348
Grafik 4.2 Gaya Dalam M_3 Maksimum pada Balok B1 (B15) pada Lantai 3....349
Grafik 4.3 Kapasitas Momen Lentur Murni pada Balok B1 (B15) pada Lantai 3 363
Grafik 4.4 Gaya Dalam V_2 untuk Penulangan Transversal pada Balok B1 (B15) pada Lantai 3 366
Grafik 4.5 Gaya Dalam T untuk Penulangan Torsi pada Balok B1 (B15) pada Lantai 3.....381
Grafik 4.6 Kapasitas Momen pada Balok B1 (B15) pada Lantai 3 400
Grafik 4.7 Kapasitas Geser pada Balok B1 (B15) pada Lantai 3 411
Grafik 4.8 Diagram Interaksi Kolom 700 × 700 mm (C94) pada Lantai 2 466
Grafik 4.9 Perbandingan Diagram Interaksi Kolom 700 × 700 mm (C94).....467

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi dan perkembangan penduduk selalu menjadi topik pembicaraan dalam waktu ke waktu. Salah satu daerah dengan pertumbuhan ekonomi yang tinggi di Kalimantan Barat berada di Kabupaten Kubu Raya. Dengan pertumbuhan ekonomi yang tinggi pasti berdampak pada pembangunan fasilitas dan infrastruktur. Apalagi dengan berjalannya pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN) diproyeksikan perekonomian di Kalimantan terutama di Kabupaten Kubu Raya akan menjadi wilayah dengan pertumbuhan ekonomi yang cukup pesat. Pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN) juga akan berdampak pada perpindahan penduduk dari pulau Jawa menuju Kalimantan. Sehingga peranan tempat tinggal akan menjadi penting dan sangat krusial dalam pertumbuhan ekonomi.

Apartemen menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah tempat tinggal yang terdiri atas ruang duduk, kamar tidur, kamar mandi, dapur, dan sebagainya yang berada pada satu lantai bangunan bertingkat yang besar dan mewah, dilengkapi dengan berbagai fasilitas (kolam renang, pusat kebugaran, toko, dan sebagainya). Dengan adanya Apartemen maka diharapkan dapat menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan keterbatasan lahan. Selain itu, juga diharapkan dapat membantu dalam meningkatkan ekonomi Kabupaten Kubu Raya. Apartemen bertingkat harus dibangun dengan konstruksi yang kuat dan kaku karena berhubungan dengan keselamatan manusia yang ada di dalamnya. Material yang digunakan adalah beton bertulang. Konstruksi beton bertulang memiliki keunggulan daripada jenis konstruksi yang lain, yaitu konstruksi beton bertulang memiliki daya dukung yang relatif besar daripada bahan kayu, batu bata, baja, dan sebagainya. Hal ini karena kuat tekan yang relatif tinggi dari beton dan kuat tarik yang relatif tinggi dari tulangan baja.

Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi dari dalam perut bumi secara tiba-tiba, sehingga menciptakan gelombang seismik, yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi (Anies, 2018). Gempa bumi dapat menyebabkan kerusakan serius pada bangunan dan infrastruktur. Sehingga penting dalam membangunan apartemen bertingkat yang mampu bertahan jika terjadi gempa. Kalimantan Barat masuk dalam golongan gempa ringan. Walaupun tergolong gempa ringan, gaya gempa harus tetap dihitung karena akan memberikan perlindungan bagi manusia yang ada di apartemen bertingkat.

Perancangan suatu gedung harus merencanakan fungsi dan kekuatan dari gedung tersebut. Perencangan gedung yang direncanakan harus mampu menahan beban yang direncanakan pada gedung tersebut. Beban - beban yang harus ditahan yaitu beban mati, beban hidup, beban angin, beban hujan, dan beban gempa. Yang menjadi dasar dalam merancang suatu gedung bertingkat diatur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI). Jadi perancangan struktur serta ketahanan gempa dalam merancang apartemen bertingkat menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) terbaru.

Menurut SNI-2847-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, Sistem rangka pemikul momen merupakan rangka momen dimana komponen struktur seperti balok, pelat, kolom dan joint menahan gaya melalui lentur, geser, dan gaya aksial. Sistem Rangka Pemikul Momen sangat baik dalam menahan momen yang terjadi pada struktur. Pada sistem ini, hanya elemen kolom dan balok yang mampu mendisipasi energi saat terjadinya gempa atau gaya lateral. Oleh karena itu, perancangan apartemen pada tugas akhir ini menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM). Penggunaan sistem rangka pemikul momen dilakukan agar elemen-elemen struktur dapat menahan bebean lateral dengan mekanisme lentur.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk merencanakan dimensi penampang dan tulangan struktur yang aman dan ekonomis. Serta merencanakan struktur yang kuat akan gaya gempa yaitu gaya lateral. Penulis berharap dengan perancangan apartemen bertingkat ini dapat membuka wawasan dan menambah ilmu pengetahuan tentang caranya merancang suatu gedung bertingkat menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan peraturan

yang sudah sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Maka dari itu, penyusunan tugas akhir ini akan mengangkat judul "Perancangan Struktur Beton Bertulang Gedung Apartemen Delapan Lantai Dengan SRPMK Di Kabupaten Kubu Raya". Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat menjadi referensi perancangan gedung dengan parameter gaya gempa yang berada di Kabupaten Kubu Raya.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, rumusan masalah yang dapat diambil dalam penyusunan proposal tugas akhir adalah sebagai berikut :

1. Apa saja dasar dan langkah-langkah dalam perancangan struktur gedung dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) ?
2. Bagaimana analisis struktur gedung betingkat dengan menggunakan program analisis struktur ?
3. Bagaimana cara mengolah hasil dari analisis struktur gedung bertingkat dan membandingkan hasilnya dengan dimensi yang akan direncanakan ?
4. Bagaimana cara melakukan perancangan fondasi pada gedung bertingkat ?

1.3 Tujuan Perancangan

Berdasarkan perumusan masalah yang telah dijabarkan di atas, tujuan yang hendak dicapai dalam penyusunan proposal tugas akhir adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui dan memberikan pemahaman tentang dasar dan langkah-langkah dalam perancangan struktur gedung dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI).
2. Untuk mengetahui langkah-langkah cara menggunakan program analisis struktur dengan program ETABS.
3. Untuk mengetahui bagaimana cara mengolah hasil dari analisis struktur gedung bertingkat dan dapat membandingkan hasilnya dengan dimensi yang akan direncanakan.
4. Untuk mengetahui bagaimana cara melakukan perancangan fondasi pada gedung bertingkat.

1.4 Pembatasan Masalah

Agar perancangan ini dapat terarah dan terencana, maka dibuat pembatasan masalah dalam proposal tugas akhir ini. Adapun batasan-batasan masalahnya sebagai berikut :

1. Struktur bangunan yang ditinjau adalah bangunan yang terdiri dari 8 lantai pelayanan dan dak atap dengan konstruksi beton bertulang.
2. Aspek elemen yang akan dirancang yaitu pelat lantai, balok, kolom, dan fondasi.
3. Sistem struktur yang direncanakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).
4. Perancangan fondasi tidak memperhitungkan kemungkinan terjadinya penurunan tanah dan kejadian yang lainnya di dalam tanah. Data tanah yang digunakan menggunakan data tanah di daerah sekitar gedung.
5. Perancangan ini tidak meninjau metode pelaksanaan, arsitektural dan manajemen konstruksi. Serta tidak meninjau dari segi *Mechanical*, *Electrical*, *and Plumbing* (MEP).
6. Melakukan perhitungan gaya-gaya dalam pada struktur dengan bantuan program komputer ETABS.

1.5 Sistematika Penulisan

Pada proposal tugas akhir ini akan menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN

   Bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan perancangan, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan