

PERENCANAAN STUKTUR BETON GEDUNG KULIAH 6 LANTAI

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

RICKY ANDREAS

NIM D 1011 17 1015



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2023

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ricky Andreas

NIM : D 1011 17 1015

Menyatakan bahwa pada skripsi yang berjudul “Perencanaan Struktur Beton Gedung Kuliah 6 Lantai” sepenuhnya merupakan karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya serupa yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

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

Pontianak, Mei 2023

Ricky Andreas

NIM. D 1011 17 1015



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

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

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN STRUKTUR BETON GEDUNG KULIAH 6 LANTAI

Jurusan Teknik Sipil
Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Oleh :

RICKY ANDREAS
NIM. D1011171015

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 24 Mei 2023 dalam sidang secara *offline* dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

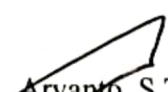
Susunan Penguji Skripsi :

Dosen Pembimbing Utama	:	Aryanto, S.T., M.T. (NIP.197301082000121002)
Dosen Pembimbing Kedua	:	Dr. Herwani, S.T., M.T. (NIP. 197107261998021001)
Dosen Penguji Utama	:	Ir. Faisal, M.T. (NIP. 196207271992021001)
Dosen Penguji Kedua	:	Ir. Yoke Lestyowati, M.T., IPM. (NIP. 196304231989032002)

Pontianak, 8 Juni 2023
Dekan,

Pembimbing Utama,


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


Aryanto, S.T., M.T.
NIP. 197301082000121002

KATA PENGHANTAR

Puji syukur bagi Sang Triratna, Buddha, Dhamma, dan Sangha atas berkah dan anugerah-Nya sehingga tugas akhir dengan judul “Perencanaan Struktur Beton Gedung Kuliah 6 Lantai” dapat diselesaikan dengan baik sebagai syarat guna untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak baik secara langsung maupun tidak langsung dalam membantu penyusunan Tugas Akhir ini, yaitu antara lain :

1. Bapak Aryanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Dr. Herwani, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Faisal, M.T. selaku dosen penguji utama dan Ibu Ir. Yoke Lestyowati, M.T. selaku dosen penguji kedua yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun untuk memperbaiki dan melengkapi penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Prof. Ir. Abdul Hamid., M. Eng dan Ibu Vivi Bachtiar, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik saya yang sudah membimbing saya selama di bangku perkuliahan ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama masa studi penulis.
5. Kedua orang tua yang selalu mendukung penulis
6. Teman-teman Organisasi dari UKM Untan, yakni Keluarga Besar Mahasiswa Buddhis Universitas Tanjungpura yang sudah memberikan semangat dalam menyelesaikan masa studi penulis.
7. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura yang sudah memberikan dukungan kepada penulis.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya masukan dan kritik yang membangun guna untuk menyempurnakan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Sabbe Satta Bhavantu Sukhitatta, Semoga Semua Makhluk Hidup Berbahagia.

Pontianak, Mei 2023

Ricky Andreas
NIM. D 1011 17 1015

ABSTRAK

Proses pembangunan sebuah konstruksi tentunya akan dimulai dari tahap perencanaan. Pada tahap ini perencana dituntut untuk bisa membuat suatu rencana konstruksi yang aman, nyaman, ekonomis, efisien, dan mempunyai fungsi guna yang efektif. Begitu juga dalam tugas akhir ini, perencanaan konstruksi yang akan di tinjau adalah gedung kuliah bersama 6 lantai Universitas Tanjungpura.

Perhitungan struktur bangunan ini akan berdasarkan pada SNI 2847-2019 untuk desain struktural bangunan beton, SNI 1726-2019 untuk desain terhadap gempa, dan SNI 1727-2020 untuk pembebanan pada struktur bangunan. Perhitungan struktur yang akan direncanakan meliputi elemen pelat, balok, kolom, dan pondasi. Perencanaan struktur menggunakan struktur beton bertulang dengan metode sistem rangka pemikul momen (SRPM). Pada proses perhitungan analisis struktur menggunakan bantuan *software* program analisa struktur.

Kata kunci : *Struktur Beton Bertulang, SNI 2847-2019, SNI 1726-20219, SNI 1727-2020, Sistem Rangka Pemikul Momen.*

ABSTRACT

The construction process of construction will start from the planning phase. At this phase planners are required to be able to make a construction plan that is safe, comfortable, economical, efficient, and has an effective function. Likewise in this final project, the construction plan that will be reviewed is the 6-storey joint lecture building at the University of Tanjungpura.

The calculation of this building structure will be based on SNI 2847-2019 for structural design of concrete buildings, SNI 1726-2019 for designs against earthquakes, and SNI 1727-2020 for loading on building structures. Structural calculations to be planned include plate, beam, column, and rhythm elements. Structural planning using reinforced concrete structures using the moment-bearing frame system (SRPM) method. In the structural analysis calculation process using the help of structural analysis software program.

Key words : *Reinforced Concrete Structure, SNI 2847-2019, SNI 1726-20219, SNI 1727-2020, Moment Resisting Frame System*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGHANTAR	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xxviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan	3
1.4 Lingkup Pembahasan	4
1.5 Data dan Spesifikasi Material Gedung	4
1.6 Sistem Pembebanan	5
1.7 Standar yang Digunakan	5
1.8 Metode Analisa	6
1.9 Sistematika Penulisan	6
1.10 Lampiran	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1 Umum	12
2.2 Pembebanan	13

2.2.1	Beban Mati	14
2.2.2	Beban Hidup	17
2.2.3	Beban Gempa	22
2.2.3.1	Prosedur Analisis	22
2.2.3.2	Faktor Keutamaan Gempa dan Kategori Risiko Struktur Bangunan	24
2.2.3.3	Klasifikasi Situs	26
2.2.3.4	Parameter Kelas Situs	27
2.2.3.5	Parameter Percepatan Gempa	29
2.2.3.6	Koefisien-Koefisien Situs dan Parameter - Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang dipertimbangkan Risiko – Tertarget (MCE_R)	31
2.2.3.7	Parameter Percepatan Spektral Desain	33
2.2.3.8	Spektrum Respons Desain	33
2.2.3.9	Kategori Desain Seismik	34
2.2.3.10	Sistem Struktur Pemikul Gaya Seismik	36
2.2.3.10.1	Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB)	37
2.2.3.10.2	Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMB)	38

2.2.3.10.3	Sistem Rrangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)	42
2.2.3.11	Klasifikasi Struktur Beraturan dan Tidak Beraturan	51
2.2.3.11.1	Ketidakteraturan Horizontal	51
2.2.3.11.2	Ketidakteraturan Vertikal	54
2.2.3.12	Redundansi	57
2.2.3.13	Pemilihan Prosedur Analisis	58
2.2.3.14	Gaya Dasar Seismik	62
2.2.3.15	Periode Fundamental Struktur	63
2.2.3.16	Distribusi Gaya Seismik	65
2.2.3.17	Pembesaran Momen Tak Terduga	66
2.2.3.18	Penentuan Simpangan Antar Tingkat	67
2.2.3.19	Pengaruh P-Delta	68
2.2.3.20	Analisa Spektrum Respons Ragam	69
2.2.4	Beban Angin	79
2.3	Kombinasi Pembebanan	80
2.4	Pelat	81
2.4.1	Pelat Lantai Satu Arah	81
2.4.2	Pelat Lantai Dua Arah	84
2.5	Balok	87
2.5.1	Persyaratan Desain Balok Akibat Momen Lentur	89

2.5.2	Persyaratan Desain Balok Akibat Momen Geser	91
2.5.3	Persyaratan Desain Balok Akibat Momen Torsi	94
2.6	Kolom	97
2.7	Pondasi	102
2.8	Panjang Penyaluran	106
2.8.1	Panjang Penyaluran Pada Kondisi Tarik	107
2.8.2	Panjang Penyaluran Pada Kondisi Tekan	109
BAB 3	METODOLOGI PERHITUNGAN	111
3.1	Tinjauan Umum	111
3.2	Perencanaan Pendahuluan	111
3.3	Pemodelan Struktur	111
3.4	Analisis Struktur	112
3.5	Detail Elemen Struktur	113
3.6	Perencanaan Pondasi	113
3.7	Diagram Alir	114
BAB 4	PERENCANAAN PENDAHULUAN	115
4.1	Perencanaan Awal Dimensi Balok	115
4.2	Perencanaan Awal Dimensi Pelat	117
4.3	Perencanaan Awal Dimensi Kolom	125
4.4	Perencanaan Awal Tangga	141
4.4.1	Perencanaan Dimensi Tangga	143
4.4.2	Perencanaan Pelat Lantai Tangga dan Bordes	144

4.4.3	Rekapitulasi	145
4.4.4	Pembebanan Pada Tangga	149
4.5	Perencanaan Awal <i>Lift</i>	150
4.5.1	Waktu Menunggu	150
4.5.2	Daya Angkut	151
4.5.3	Waktu Perjalanan Bolak Balik	152
4.5.4	Beban Puncak	152
4.5.5	Perhitungan Waktu Perjalanan Bolak Balik	153
4.5.6	Perhitungan Beban Puncak	153
4.5.7	Perhitungan Jumlah <i>Lift</i>	153
4.5.8	Kesimpulan	154
BAB 5	PEMODELAN STRUKTUR	155
5.1	Umum	155
5.2	Pemodelan Elemen Struktur	161
5.2.1	Pemodelan Elemen Balok	161
5.2.2	Pemodelan Elemen Kolom	164
5.2.3	Pemodelan Elemen Pelat	166
5.2.4	Pemodelan Elemen Tangga dan Bordes	168
5.2.5	Pemodelan <i>Lift</i>	173
5.3	Komponen Pembebanan	178
5.3.1	Beban Mati	180
5.3.2	Beban Hidup	191

5.3.3	Beban Angin	197
5.3.4	Beban Gempa	209
5.4	Kombinasi Pembebanan	255
5.5	Asumsi Perencanaan dalam Program Analisis Struktur	229
5.5.1	Perletakkan <i>Joint</i>	229
5.5.2	<i>Rigid Zone Factor</i>	231
5.5.3	Diafragma	232
5.5.4	<i>Mass Source</i>	235
5.5.5	Modal	236
5.5.6	<i>Frame Auto Mesh</i>	238
5.5.7	<i>Floor Auto Mesh</i>	240
5.5.8	<i>Check Model</i>	242
BAB 6	ANALISIS STRUKTUR	244
6.1	Umum	244
6.2	Rasio Partisipasi Modal Massa (Analisa Mode Ragam)	246
6.3	Analisa Pembebanan Gempa Statik Ekuivalen	249
6.3.1	Periode Fundamental Struktur (T)	253
6.3.2	Koefisien Respons Seismik (Cs)	259
6.3.3	Berat Seismik Efektif Struktur (W)	260
6.3.4	Geser Dasar Seismik (<i>Base Shear</i>)	261
6.3.5	Distribusi Vertikal Gaya Seismik	262
6.3.6	Distribusi Horizontal Gaya Seismik	264

6.4	Analisa Pembebanan Gempa Dinamik <i>Response Spectrum</i>	265
6.5	Relasi Beban Gempa Statik dan Dinamik (Penskalaan Gaya Gempa)	278
6.6	Analisis Pengaruh Torsi dengan Metode Respons Spektrum	282
6.6.1	Analisa Torsi Bawaan	282
6.6.2	Analisa Torsi Tak Terduga	284
6.7	Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal	289
6.7.1	Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a (Ketidakberaturan Torsi)	289
6.7.2	Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1b (Ketidakberaturan Torsi Berlebih)	291
6.7.3	Ketidakberaturan Horizontal Tipe 2 (Ketidakberaturan Sudut Dalam)	294
6.7.4	Ketidakberaturan Horizontal Tipe 3 (Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma)	296
6.7.5	Ketidakberaturan Horizontal Tipe 4 (Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus Terhadap Bidang)	299
6.7.6	Ketidakberaturan Horizontal Tipe 5 (Ketidakberaturan Sistem Non-Paralel)	300
6.8	Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal	301
6.8.1	Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a (Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak)	301

6.8.2	Ketidakteraturan Vertikal Tipe 1b (Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan)	304
6.8.3	Ketidakteraturan Vertikal Tipe 2 (Ketidakteraturan Berat/Massa)	307
6.8.4	Ketidakteraturan Vertikal Tipe 3 (Ketidakteraturan Geometri Vertikal)	308
6.8.5	Ketidakteraturan Vertikal Tipe 4 (Ketidakteraturan Akibat Diskontinuitas Bidang Pada Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral)	310
6.8.6	Ketidakteraturan Vertikal Tipe 5a (Ketidakteraturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekakuan Lateral Tingkat)	311
6.8.7	Ketidakteraturan Vertikal Tipe 5b (Ketidakteraturan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas Pada Kekakuan Lateral Tingkat)	313
6.9	Konsekuensi Ketidakteraturan Horizontal & Vertikal	315
6.10	Evaluasi Desain Struktur dengan Metode Response Spectrum	322
6.10.1	Evaluasi Simpangan Antar Tingkat (Δ)	322
6.10.2	Analisa Pengaruh P-Delta ($P-\Delta$)	329
BAB 7	PERENCANAAN DETAIL ELEMEN STRUKTUR	336
7.1	Data Perencanaan Detail Elemen Struktur	336
7.1.1	<i>Concrete Frame Design-Code</i>	336

7.1.2	Kombinasi Pembebanan Terpakai	337
7.1.3	<i>Design / Check Structure</i>	341
7.2	Desain Tulangan Pelat Lantai	341
7.2.1	Analisa Gaya Dalam Pada Pelat Lantai	342
7.2.2	Perhitungan Tulangan Pelat Lantai	345
7.3	Desain Tulangan Pelat Tangga dan Bordes	356
7.3.1	Analisa Gaya Dalam Pada Pelat Tangga dan Bordes	357
7.3.2	Perhitungan Tulangan Pelat Tangga	360
7.4	Desain Tulangan Balok	368
7.4.1	Desain Tulangan Lentur Balok	369
7.4.1.1	Tulangan Lentur Pada Tumpuan	371
7.4.1.2	Tulangan Lentur Pada Lapangan	381
7.4.1.3	Analisa Momen Negatif dan Momen Positif Tumpuan	389
7.4.1.4	Analisa Momen Negatif dan Momen Positif Lapangan	395
7.4.2	Desain Tulangan Geser Balok	404
7.4.2.1	Tulangan Geser Pada Tumpuan	406
7.4.2.2	Tulangan Geser Pada Lapangan	421
7.4.3	Desain Tulangan Torsi Balok	431
7.4.3.1	Perencanaan Tulangan Torsi Tumpuan	432
7.4.3.2	Perencanaan Tulangan Torsi Lapangan	444

7.4.4	Persyaratan Balok SRPMK	462
7.4.4.1	Ketentuan Batas Dimensi Balok SRPMK	462
7.4.4.2	Ketentuan Tulangan Longitudinal Balok SRPMK	463
7.4.4.3	Ketentuan Tulangan Transversal Balok SRPMK	467
7.5	Desain Tulangan Kolom	471
7.5.1	Desain Tulangan Longitudinal Kolom	471
7.5.1.1	Kolom Persegi	472
7.5.1.2	Kolom Bulat	509
7.5.1.3	Kolom Lift	550
7.5.2	Desain Tulangan Transversal Kolom	557
7.5.2.1	Kolom Persegi	557
7.5.2.1.1	Panjang Sendi Plastis Pada Ujung Kolom	559
7.5.2.1.2	Gaya Geser Pada Kolom	560
7.5.2.1.3	Perhitungan Spasi Tulangan Geser Kolom	568
7.5.2.1.4	Perhitungan Tulangan Geser Kolom	570
7.5.2.2	Kolom Bulat	582

7.5.2.2.1	Panjang Sendi Plastis Pada Ujung Kolom	583
7.5.2.2.2	Gaya Geser Pada Kolom	584
7.5.2.2.3	Perhitungan Tulangan Geser Kolom	592
7.5.2.3	Kolom <i>Lift</i>	607
7.5.3	Persyaratan Kolom SRPMK	611
7.5.3.1	Ketentuan Batas Dimensi Kolom SRPMK	611
7.5.3.2	Ketentuan Tulangan Longitudinal Kolom SRPMK	612
7.5.3.3	Ketentuan Tulangan Tranversal Kolom SRPMK	615
7.6	Desain Hubungan Balok-Kolom (HBK) SRPMK	622
7.6.1	Dimensi <i>Joint</i>	625
7.6.2	Analisa Kapasitas Balok Pada HBK	627
7.6.3	Perhitungan Gaya Geser Kolom Pada HBK	628
7.6.4	Perhitungan Geser Nominal HBK	631
7.6.5	Perhitungan Tulangan Geser Pada HBK	632
7.7	Panjang Penyaluran	636
7.7.1	Panjang Ppenyaluran Balok	636
7.7.1.1	Panjang penyaluran	637
7.7.1.2	Sambungan Lewatan	643

7.7.1.3	Pemotongan Tulangan	646
7.7.2	Panjang Penyaluran Kolom	656
7.7.2.1	Panjang Penyaluran	656
7.7.2.2	Sambungan Lewatan	661
BAB 8	PERENCANAAN FONDASI	664
8.1	Pendahuluan	664
8.2	Daya Dukung Izin	665
8.3	Perencanaan Pile Cap	667
8.4	Evaluasi Ulang Jumlah Kebutuhan Tiang Pancang	673
8.5	Menentukan Gaya Tekan Tiang Pancang	673
8.6	Cek Kapasitas Tiang Pancang	675
8.7	Analisis <i>Punching Shear</i>	677
8.8	Desain Tulangan Lentur Pile Cap	684
BAB 9	PENUTUP	697
9.1	Kesimpulan	697
9.2	Saran	699
	DAFTAR PUSTAKA	701
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Beban Mati Desain Minimum	14
Tabel 2.2	Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum, L_o , dan Beban Hidup Terpusat	18
Tabel 2.3	Faktor Elemen Beban Hidup (K_{LL})	22
Tabel 2.4	Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non-Gedung untuk Beban Gempa	25
Tabel 2.5	Faktor Keutamaan Gempa	26
Tabel 2.6	Klasifikasi Situs	27
Tabel 2.7	Koefisien Situs, F_a	32
Tabel 2.8	Koefisien Situs, F_v	32
Tabel 2.9	Kategori Desain Seismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek	35
Tabel 2.10	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode 1 Detik	35
Tabel 2.11	Faktor R , Ω_0 , dan C_d untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik Berupa Sistem Rangka Beton Bertulang Pemikul Momen	36
Tabel 2.12	Ketidakteraturan Horizontal pada Struktur	51
Tabel 2.13	Ketidakteraturan Vertikal pada Struktur	54
Tabel 2.14	Persyaratan untuk Masing-Masing Tingkat yang Menahan Lebih dari 35 % Gaya Geser Dasar	57
Tabel 2.15	Prosedur Analisis yang diizinkan	59
Tabel 2.16	Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang dihitung ...	64

Tabel 2.17	Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	64
Tabel 2.18	Ketebalan Minimum Pelat Solid Satu Arah Non-prategang	82
Tabel 2.19	Nilai Luasan Minimum, $A_{s,min}$ untuk Pelat Satu Arah Non-Prategang	83
Tabel 2.20	Rasio (ρ,min) tulangan susut dan suhu minimum	83
Tabel 2.21	Ketebalan minimum pelat dua arah non-prategang tanpa balok interior (mm)	86
Tabel 2.22	Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Non-prategang dengan Balok di Antara Tumpuan pada Semua Sisinya	86
Tabel 2.23	Tinggi Minimum Balok Non-prategang	88
Tabel 2.24	Ketebalan Selimut Beton untuk Komponen Struktur Beton Non-prategang yang Dicor di Tempat	88
Tabel 2.25	Perhitungan Lendutan Izin Maksimum	89
Tabel 2.26	Kekuatan Aksial Maksimum	99
Tabel 2.27	Faktor Modifikasi untuk Panjang Penyaluran Batang Ulir .	108
Tabel 2.28	Panjang Penyaluran Batang Ulir dalam Kondisi Tarik	109
Tabel 2.29	Faktor Modifikasi Batang Ulir dalam Kondisi Tekan	110
Tabel 4.1	Hasil Perencanaan Dimensi Balok	116
Tabel 4.2	Data Perencanaan Pelat P_1	117
Tabel 4.3	Perhitungan Pelat Lantai 4	125
Tabel 4.4	Beban Hidup yang Digunakan	129
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan Beban Mati Lantai 1	130
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Beban Mati Lantai 2	130

Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Beban Mati Lantai 3	131
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Beban Mati Lantai 4	131
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan Beban Mati Lantai 5	131
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan Beban Mati Lantai 6	132
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan Beban Mati Lantai Atap	132
Tabel 4.12	Hasil Perhitungan Beban Hidup Lantai 1	133
Tabel 4.13	Hasil Perhitungan Beban Hidup Lantai 2	134
Tabel 4.14	Hasil Perhitungan Beban Hidup Lantai 3	134
Tabel 4.15	Hasil Perhitungan Beban Hidup Lantai 4	135
Tabel 4.16	Hasil Perhitungan Beban Hidup Lantai 5	136
Tabel 4.17	Hasil Perhitungan Beban Hidup Lantai 6	137
Tabel 4.18	Hasil Perhitungan Beban Hidup Lantai Atap	137
Tabel 4.19	Kombinasi Pembebanan	137
Tabel 4.20	Rekapitulasi Perencanaan Tangga	145
Tabel 4.21	Waktu Tunggu Rata-Rata dan Kriteria Tuntutan Arus Sirkulasi Berdasarkan Jenis Bangunan	151
Tabel 5.1	Sifat Mekanis BJTS 420 A	159
Tabel 5.2	Sifat Mekanis BJTp 280	160
Tabel 5.3	Dimensi Balok	161
Tabel 5.4	Momen Inersia dan Luas Penampang yang diizinkan untuk Analisis Elastis pada Level Beban Terfaktor (Balok)	161
Tabel 5.5	Dimensi Kolom	164

Tabel 5.6	Momen Inersia dan Luas Penampang yang diizinkan untuk Analisis Elastis pada Level Beban Terfaktor (Kolom)	164
Tabel 5.7	Momen Inersia dan Luas Penampang yang diizinkan untuk Analisis Elastis pada Level Beban Terfaktor	167
Tabel 5.8	Tabel Pembebanan <i>Lift</i>	176
Tabel 5.9	Perhitungan Manual Beban Balok	181
Tabel 5.10	Perhitungan Manual Beban Kolom	182
Tabel 5.11	Perhitungan Beban Dinding	186
Tabel 5.12	Beban Hidup Rencana	196
Tabel 5.13	Faktor Arah Angin K_d	200
Tabel 5.14	Koefisien Tekanan Internal (GC_{pi})	201
Tabel 5.15	Konstanta Eksposur Daratan	202
Tabel 5.16	Hasil Perhitungan Koefisien Eksposur Tekanan Velositas	202
Tabel 5.17	Hasil Perhitungan Tekanan Velositas	203
Tabel 5.18	Koefisien Tekanan Dinding (C_p)	203
Tabel 5.19	Nilai Koefisien Tekanan Eeksternal (W dari Sumbu Y)	204
Tabel 5.20	Nilai Koefisien Tekanan Eeksternal (W dari Sumbu X)	204
Tabel 5.21	Tekanan Angin Arah Sumbu Y	205
Tabel 5.22	Tekanan Angin Arah Sumbu X	205
Tabel 5.23	Beban Angin Sumbu Y	206
Tabel 5.24	Beban Angin Sumbu X	207
Tabel 5.25	Nilai N-SPT	212

Tabel 5.26	Nilai S_a	215
Tabel 5.27	Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	220
Tabel 6.1	<i>Modal Load Participation Ratios</i>	246
Tabel 6.2	<i>Modal Participating Mass Ratios</i>	247
Tabel 6.3	Koefisien Batas Atas Periode	257
Tabel 6.4	Berat Struktur Setiap Lantai	260
Tabel 6.5	Gaya Geser Dasar (Hasil <i>Show Table ETABS</i>)	261
Tabel 6.6	Distribusi Vertikal Gaya Gempa Setiap Lantai	263
Tabel 6.7	Distribusi Horizontal Gaya Gempa Setiap Lantai	264
Tabel 6.8	Nilai S_a	267
Tabel 6.9	Gaya Geser Dinamik (<i>Function</i> : RS PTK MANUAL)	271
Tabel 6.10	Gaya Geser Dinamik (<i>Function</i> : ASCE 7-16 RS PTK)	275
Tabel 6.11	Hasil Perbandingan Gaya Geser Dinamik	275
Tabel 6.12	Gaya Geser Statik dan Gaya Geser Dinamik	279
Tabel 6.13	Hasil Rekapitulasi Gaya Geser	279
Tabel 6.14	Gaya Geser Dinamik Terkoreksi	280
Tabel 6.15	Nilai Koordinat CM dan CR Pada Struktur	283
Tabel 6.16	Nilai Torsi Bawaan Struktur	284
Tabel 6.17	Nilai Torsi Tak Terduga Maksimum	289
Tabel 6.18	Analisa Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a (Gempa Arah X)	290
Tabel 6.19	Analisa Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a (Gempa Arah Y)	291

Tabel 6.20	Analisa Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1b (Gempa Arah X)	292
Tabel 6.21	Analisa Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1b (Gempa Arah Y)	293
Tabel 6.22	Analisa Ketidakberaturan Horizontal Tipe 2	294
Tabel 6.23	Analisa Ketidakberaturan Horizontal Tipe 3	297
Tabel 6.24	Analisa Ketidakberaturan Vertikal 1a (Gempa Arah X)	302
Tabel 6.25	Analisa Ketidakberaturan Vertikal 1a (Gempa Arah Y)	302
Tabel 6.26	Analisa Ketidakberaturan Vertikal 1b (Gempa Arah X)	305
Tabel 6.27	Analisa Ketidakberaturan Vertikal 1b (Gempa Arah Y)	305
Tabel 6.28	Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2	307
Tabel 6.29	Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 3	309
Tabel 6.30	Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a (Gempa Arah X)	312
Tabel 6.31	Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a (Gempa Arah Y)	312
Tabel 6.32	Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5b (Gempa Arah X)	314
Tabel 6.33	Analisa Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5b (Gempa Arah Y)	314
Tabel 6.34	Rekapitulasi Hasil Analisa Ketidakberaturan Horizontal ..	315
Tabel 6.35	Rekapitulasi Hasil Analisa Ketidakberaturan Vertikal	315
Tabel 6.36	Nilai Eksentrisitas Akibat Pembesaran Nilai Momen Torsi Tak terduga (Arah X)	319

Tabel 6.37	Nilai Eksentrisitas Akibat Pembesaran Nilai Momen Torsi Tak terduga (Arah Y)	319
Tabel 6.38	Analisa Prosedur yang Diizinkan	321
Tabel 6.39	Simpangan Antar Tingkat Izin	325
Tabel 6.40	Simpangan Izin (Δ_a)	325
Tabel 6.41	<i>Diaph CM Displ</i> ETABS (Gempah Arah X)	326
Tabel 6.42	<i>Diaph CM Displ</i> ETABS (Gempah Arah Y)	327
Tabel 6.43	Analisis Simpangan Antar Tingkat (<i>Story Drift</i>)	328
Tabel 6.44	Nilai P_x Analisis P-Delta	331
Tabel 6.45	Simpangan Antar Tingkat Desain Analisis P-Delta	331
Tabel 6.46	Gaya Geser Desain (V_x)	332
Tabel 6.47	Analisis Pengaruh P-Delta ($P-\Delta$)	334
Tabel 7.1	Kombinasi Pembebanan	340
Tabel 7.2	Analisa Gaya Dalam Pada Pelat	343
Tabel 7.3	Rekapitulasi Rencana Penulangan Pelat Lantai	355
Tabel 7.4	Rekapitulasi Gaya Dalam (Momen Lentur) Balok	369
Tabel 7.5	Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Lentur Balok (Tumpuan)	398
Tabel 7.6	Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Lentur Balok (Lapangan)	401
Tabel 7.7	Rekapitulasi Gaya Dalam (Gaya Geser) Balok Pada Tumpuan	404
Tabel 7.8	Rekapitulasi Gaya Dalam (Gaya Geser) Balok Pada Lapangan	404

Tabel 7.9	Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Geser Balok (Tumpuan)	427
Tabel 7.10	Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Geser Balok (Lapangan)	429
Tabel 7.11	Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Torsi Balok (Tumpuan)	456
Tabel 7.12	Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Torsi Balok (Lapangan)	459
Tabel 7.13	Rekapitulasi Analisa Syarat SRPMK Balok	469
Tabel 7.14	Gaya Dalam Aksial & Lentur Pada Kolom (Kolom Persegi)	473
Tabel 7.15	Nilai Pembesaran Momen Arah X Ujung Atas Kolom Persegi	486
Tabel 7.16	Nilai Pembesaran Momen Arah X Ujung Bawah Kolom Persegi	486
Tabel 7.17	Nilai Pembesaran Momen Arah Y Ujung Atas Kolom Persegi	487
Tabel 7.18	Nilai Pembesaran Momen Arah Y Ujung Bawah Kolom Persegi	487
Tabel 7.19	Rekapan Interaksi Kolom Persegi	497
Tabel 7.20	Rekapan Gaya Dalam Pada Kolom Persegi	497
Tabel 7.21	Gaya Dalam Aksial & Lentur Pada Kolom (Kolom Lingkaran)	510
Tabel 7.22	Nilai Pembesaran Momen Arah X Ujung Atas Kolom Bulat	524

Tabel 7.23	Nilai Pembesaran Momen Arah X Ujung Bawah Kolom Bulat	524
Tabel 7.24	Nilai Pembesaran Momen Arah Y Ujung Atas Kolom Bulat	525
Tabel 7.25	Nilai Pembesaran Momen Arah Y Ujung Bawah Kolom Bulat	525
Tabel 7.26	Rekapan Interaksi Kolom Bulat	538
Tabel 7.27	Rekapan Gaya Dalam Pada Kolom Bulat	538
Tabel 7.28	Gaya Dalam Kolom Lift	550
Tabel 7.29	Rekapan Analisa Panjang Penyaluran	654
Tabel 8.1	Data Tanah (N-SPT)	666
Tabel 8.2	Perhitungan Gaya Tekan Tiang Pancang	675
Tabel 8.3	Analisis Kapasitas Per-Unit Tiang Pancang Dengan Daya Dukung Izinnya	675
Tabel 8.4	Perhitungan Gaya Tekan Tiang Pancang (Beban Ultimate)	684
Tabel 8.5	Rekapan Perencanaan Fondasi	695
Tabel 9.1	Rekapitulasi Penulangan Balok	698
Tabel 9.2	Rekapitulasi Penulangan Kolom	699
Tabel 9.3	Rekapitulasi Penulangan Fondasi	699

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Denah Lantai 1	7
Gambar 1.2	Denah Lantai 2	7
Gambar 1.3	Denah Lantai 3	8
Gambar 1.4	Denah Lantai 4	8
Gambar 1.5	Denah Lantai 5	9
Gambar 1.6	Denah Lantai 6	9
Gambar 1.7	Denah <i>Roof Deck</i>	10
Gambar 1.8	Potongan A-A	11
Gambar 1.9	Potongan B-B	11
Gambar 2.1	Jarak Patahan untuk berbagai lokasi situs proyek	30
Gambar 2.2	Spektrum Respons Desain	34
Gambar 2.3	Ilustrasi Senggang pada Ujung Balok SRPMM	39
Gambar 2.4	Ilustrasi Senggang pada Ujung Kolom SRPMM	41
Gambar 2.5	Ilustrasi senggang pada ujung kolom SRPMK	46
Gambar 2.6	Geser Desain Kolom SRPMK	47
Gambar 2.7	Luasan Efektif pada <i>Joint</i> (HBK) SRPMK	50
Gambar 2.8	Ketidakteraturan Horizontal	53
Gambar 2.9	Ketidakteraturan Vertikal	56
Gambar 2.10	Faktor Pembesaran Torsi (A_x)	67
Gambar 2.11	Penentuan Simpangan antar Tingkat	67
Gambar 2.12	Parameter Gerak Tanah (S_s), Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R) Wilayah	

	Indonesia untuk Spektrum Respons 0,2 detik (Redaman Kritis 5%).....	73
Gambar 2.13	Parameter Gerak Tanah (S_1), Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R) Wilayah Indonesia untuk Spektrum Respons 0,2 detik (Redaman Kritis 5%)	74
Gambar 2.14	PGA, Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Rata-Rata Geometrik (MCE_G), Wilayah Indonesia	75
Gambar 2.15	C_{RS} Koefisien Risiko Terpetakkan, Periode Spektrum Respons 0,2 detik	76
Gambar 2.16	C_{R1} Koefisien Risiko Terpetakan Periode Respons Spektral 1 detik	77
Gambar 2.17	Peta Transisi Periode Panjang (T_L), Wilayah Indonesia	78
Gambar 2.18	Potongan penampang balok yang dicor monolit dengan pelat	82
Gambar 2.19	Posisi Tulangan Lentur dan Tulangan Susut pada Pelat Satu Arah	84
Gambar 2.20	Momen Inersia Penampang Pelat L dan T	85
Gambar 2.21	Faktor Panjang Efektif (k) Jackson & Moreland <i>Alignment Chart</i>	100
Gambar 2.22	Formasi umum dari tulangan geser kolom	102
Gambar 3.1	Digaram Alir	113
Gambar 4.1	Denah Struktur Balok Lantai 4	115
Gambar 4.2	Denah Pelat Lantai 4	118
Gambar 4.3	Lokasi Pelat yang Ditinjau	118

Gambar 4.4	Daerah <i>Tributary Area</i> Lantai 4	126
Gambar 4.5	Dimensi Pelat Tangga	144
Gambar 4.6	Perencanaan Tangga Tipe 1	146
Gambar 4.7	Perencanaan Tangga Tipe 2	147
Gambar 4.8	Perencanaan Tangga Tipe 3	148
Gambar 4.9	Layout Perencanaan <i>Lift</i>	154
Gambar 5.1	Rencana Pemodelan Struktur Gedung Kuliah 6 Lantai pada Aplikasi Analisa Struktur ETABS	155
Gambar 5.2	Tahap Penentuan <i>Model Initialization</i>	156
Gambar 5.3	Pemodelan <i>Grid</i> dan <i>Story</i>	157
Gambar 5.4	<i>Define</i> Material Beton	158
Gambar 5.5	<i>Define</i> Material BJTS 420 A	159
Gambar 5.6	<i>Define</i> Material BJTP 280	160
Gambar 5.7	<i>Define Frame Section</i> (Balok)	162
Gambar 5.8	Pemodelan Balok Lantai 2 di ETABS	163
Gambar 5.9	<i>Define Frame Section</i> (Kolom)	165
Gambar 5.10	Pemodelan Kolom Lantai 3 di ETABS	166
Gambar 5.11	<i>Define Slab Section</i>	167
Gambar 5.12	Pemodelan Pelat Lantai 4 di ETABS	168
Gambar 5.13	Pemodelan Pembebanan Tangga	170
Gambar 5.14	Gaya-Gaya Terpusat	171
Gambar 5.15	Perhitungan Gaya Vertikal Pada Balok Penumpu Tangga	172

Gambar 5.16	Perletakan Balok Penumpu <i>Lift</i>	173
Gambar 5.17	Pemodelan Beban R_1	174
Gambar 5.18	Pemodelan Beban R_2	174
Gambar 5.19	<i>Tributary Area</i> Perencanaan Kolom <i>Lift</i>	175
Gambar 5.20	<i>Define Load Patterns</i>	178
Gambar 5.21	<i>Define Load Cases</i>	178
Gambar 5.22	<i>Load Case Data</i> Beban Mati Sendiri	180
Gambar 5.23	<i>Load Case Data</i> Beban Mati Tambahan	182
Gambar 5.24	<i>Shell Load Assignment-Uniform</i> (Beban Penutup Lantai) .	183
Gambar 5.25	Beban Penutup Lantai (Lantai 3)	184
Gambar 5.26	<i>Shell Load Assignment-Uniform</i> (Beban Plafond)	185
Gambar 5.27	Beban Plafond (Lantai 3)	185
Gambar 5.28	<i>Frame Load Assignment-Distributed</i> (Beban Dinding)	187
Gambar 5.29	Beban Dinding (Lantai 3)	187
Gambar 5.30	<i>Frame Load Assignment-Distributed</i> Beban Terbagi Merata Pada Balok Tangga)	188
Gambar 5.31	Beban Terbagi Merata Balok Tangga (Lantai 3)	188
Gambar 5.32	<i>Frame Load Assignment-Distributed</i> (Beban Terbagi Merata Pada Balok Bordes)	189
Gambar 5.33	Beban Terbagi Merata Balok Bordes (Lantai 3)	189
Gambar 5.34	<i>Joint Load Assignment-Force</i> (Beban <i>Lift</i>)	190
Gambar 5.35	Beban <i>Lift</i>	191
Gambar 5.36	<i>Load Case Data</i> Beban Hidup	191

Gambar 5.37	Shell Load Assignment Uniform (Beban Hidup)	197
Gambar 5.38	Beban Hidup Lantai 3	197
Gambar 5.39	<i>Load Case Data</i> Beban Angin	198
Gambar 5.40	Sistem Penahan Gaya Angin Utama (Kasus 1)	199
Gambar 5.41	<i>Frame Load Assignment-Distributed</i> (Beban Angin)	208
Gambar 5.42	Beban Angin Arah Sumbu Y	208
Gambar 5.43	Beban Angin Arah Sumbu X	209
Gambar 5.44	Data Parameter S_s dan S_1 Aplikasi Peta Gempa dan Respons Spektra 2019	210
Gambar 5.45	Data Parameter S_s dan S_1 Online	211
Gambar 5.46	Data Bor Log	211
Gambar 5.47	Spektrum Respons Desain di Kota Pontianak; Kalimantan Barat	216
Gambar 5.48	<i>Define Load Patterns</i> (Beban Gempa Arah x dan y)	218
Gambar 5.49	<i>Seismic Loading</i>	219
Gambar 5.50	<i>Define Direction and Eccentricity</i>	220
Gambar 5.51	<i>Define Time Period</i>	221
Gambar 5.52	<i>Define Story Range</i>	221
Gambar 5.53	<i>Define Seismic Coefficients</i>	221
Gambar 5.54	<i>Define Factor</i>	222
Gambar 5.55	<i>Response Spectrum Function Definition-User Defined</i>	223
Gambar 5.56	<i>Load Cases Data</i> (Eqx)	223
Gambar 5.57	<i>Load Cases Data</i> (Eqy)	224

Gambar 5.58	<i>Load Combinations</i>	228
Gambar 5.59	<i>Joint Assignments-Restraints</i>	230
Gambar 5.60	<i>Rigid Zone Factor Kolom</i>	232
Gambar 5.61	<i>Rigid Diaphragm</i>	233
Gambar 5.62	<i>3D Diaphragms</i>	234
Gambar 5.63	<i>Mass Source Data</i>	236
Gambar 5.64	<i>Asumsi Jumlah Mode yang Berkontribusi</i>	237
Gambar 5.65	<i>Tabel Frame Auto Mesh Options</i>	239
Gambar 5.66	<i>Tabel Floor Auto Mesh Options</i>	241
Gambar 5.67	<i>Check Model</i>	242
Gambar 5.68	<i>Active Degrees of Freedom</i>	243
Gambar 5.69	<i>Set Load Cases to Run</i>	243
Gambar 6.1	<i>Hasil Run Analysis Pada Program ETABS</i>	244
Gambar 6.2	<i>Run Analysis (Action Run)</i>	245
Gambar 6.3	<i>Unlock Model</i>	249
Gambar 6.4	<i>Define Load Patterns Gempa Statik Ekvivalen</i>	250
Gambar 6.5	<i>Seismic Loading (Arah X dan Arah Y)</i>	252
Gambar 6.6	<i>Load Cases Data (Gempa Statik X dan Y)</i>	252
Gambar 6.7	<i>Deformed Shape (Mode Number 1)</i>	254
Gambar 6.8	<i>Gerak Ragam Mode 1</i>	254
Gambar 6.9	<i>Deformed Shape (Mode Number 2)</i>	255
Gambar 6.10	<i>Gerak Ragam Mode 2</i>	255

Gambar 6.11	<i>Deformed Shape (Mode Number 3)</i>	256
Gambar 6.12	Gerak Ragam Mode 3	256
Gambar 6.13	<i>Story Response Auto Lateral Loads to Diaphs</i>	263
Gambar 6.14	<i>Story Response Story Shear (Gempa Statik)</i>	265
Gambar 6.15	Spektrum Respons Desain di Kota Pontianak; Kalimantan Barat	267
Gambar 6.16	Spektrum Desain dalam <i>Notepad</i>	268
Gambar 6.17	Spektrum Respons Desain <i>From File</i>	269
Gambar 6.18	<i>Load Case Data Eq x (RS PTK MANUAL)</i>	270
Gambar 6.19	<i>Load Case Data Eq y (RS PTK MANUAL)</i>	270
Gambar 6.20	Spektrum Respons Desain ASCE 7-16	272
Gambar 6.21	<i>Load Case Data Eq x (ASCE 7-16 RS PTK)</i>	273
Gambar 6.22	<i>Load Case Data Eq y (ASCE 7-16 RS PTK)</i>	273
Gambar 6.23	<i>Story Response Auto Lateral Loads to Diaphs (Arah X)</i> ...	276
Gambar 6.24	<i>Story Response Auto Lateral Loads to Diaphs (Arah Y)</i> ...	276
Gambar 6.25	<i>Story Response Story Shears (Arah X)</i>	277
Gambar 6.26	<i>Story Response Story Shears (Arah Y)</i>	278
Gambar 6.27	Penskalaan Gaya Gempa Arah X	280
Gambar 6.28	Penskalaan Gaya Gempa Arah Y	280
Gambar 6.29	Nilai Gaya Geser Pada Perhitungan ETABS (Arah X & Arah Y)	281
Gambar 6.30	Ilustrasi Torsi Bawaan	282
Gambar 6.31	Ilustrasi Torsi Tak Terduga	285

Gambar 6.32	<i>Free Body</i> Pemodelan Eksentrisitas	286
Gambar 6.33	<i>Load Cases Data</i> Gempa <i>Response Spectrum</i> dengan Pembesaran Torsi Tak Terduga sebesar 5% (Arah X dan Y)	288
Gambar 6.34	Ketidakteraturan Torsi (Tipe 1a)	290
Gambar 6.35	Ketidakteraturan Torsi (Tipe 1b)	292
Gambar 6.36	Ketidakteraturan Sudut Dalam (Tipe 2)	294
Gambar 6.37	Ketidakteraturan Diskontinuitas Diafragma (Tipe 3)	296
Gambar 6.38	Ketidakteraturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus Terhadap Bidang	299
Gambar 6.39	Ketidakteraturan Sistem Non-Paralel	300
Gambar 6.40	Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak	301
Gambar 6.41	Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan	304
Gambar 6.42	Ketidakteraturan Berat / Massa	307
Gambar 6.43	Ketidakteraturan Geometri Vertikal	308
Gambar 6.44	Ketidakteraturan Akibat Diskontinuitas Bidang Pada Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral	309
Gambar 6.45	Ketidakteraturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat	311
Gambar 6.46	Ketidakteraturan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat	313
Gambar 6.47	Pemodelan <i>Full 3D (Active Degrees of Freedom)</i>	317
Gambar 6.48	Eksentrisitas Pada <i>Load Cases</i> Gempa Arah X	320
Gambar 6.49	Eksentrisitas Pada <i>Load Cases</i> Gempa Arah Y	320

Gambar 6.50	Simpangan Antar Tingkat	323
Gambar 6.51	<i>Diaph CM Displ</i> ETABS (Gempah Arah X)	326
Gambar 6.52	<i>Diaph CM Displ</i> ETABS (Gempah Arah Y)	327
Gambar 6.53	Diagram Simpangan Antar Tingkat	328
Gambar 6.54	Pengaruh P-delta (<i>CSi Knowledge Base</i>)	330
Gambar 6.55	Diagram Pengaruh P-Delta ($P-\Delta$)	335
Gambar 7.1	<i>Concrete Frame Design</i>	337
Gambar 7.2	3D Hasil <i>Check Structure</i>	341
Gambar 7.3	Nilai Momen yang Bekerja pada Pelat Lantai 6	344
Gambar 7.4	Tinggi Efektif Pelat Pada Arah X dan Arah Y	345
Gambar 7.5	Potongan Tangga Tipe 1	357
Gambar 7.6	Beban Rencana Tangga dan Bordes	357
Gambar 7.7	Diagram Momen Pelat Tangga	358
Gambar 7.8	Diagram Momen Pelat Tangga	359
Gambar 7.9	Dearah Tumpuan dan Lapangan Balok SRPMK	368
Gambar 7.10	Tulangan Lentur Balok	370
Gambar 7.11	Titik Berat Tulangan Tarik Tumpuan	378
Gambar 7.12	Kondisi Balok saat Pengaruh Gempa dari Arah Kiri	389
Gambar 7.13	Kondisi Balok saat Pengaruh Gempa dari Arah Kanan	392
Gambar 7.14	Gaya Geser Desain Akibat Beban Gravitasi	412
Gambar 7.15	Gaya Geser Desain Akibat Beban Gempa Kiri	413
Gambar 7.16	Gaya Geser Desain Akibat Beban Gempa Kanan	414

Gambar 7.17	Gaya Geser Desain Akibat Kombinasi Beban Gravitasi dan Beban Gempa dari Arah Kiri	415
Gambar 7.18	Gaya Geser Desain Akibat Kombinasi Beban Gravitasi dan Beban Gempa dari Arah Kanan	416
Gambar 7.19	Ruang Lingkup Perhitungan Ao	433
Gambar 7.20	Ruang Lingkup Perhitungan Ao	445
Gambar 7.21	Pemodelan Desain Kolom C33	474
Gambar 7.22	Potongan Pada ETABS Grid E (Kolom C33)	474
Gambar 7.23	Potongan Pada ETABS Grid 2 (Kolom C33)	475
Gambar 7.24	Nilai k Berdasarkan <i>Alignment Chart</i>	479
Gambar 7.25	Nilai k Berdasarkan <i>Alignment Chart</i>	480
Gambar 7.26	Formasi Tulangan Kolom Persegi	490
Gambar 7.27	Diagram Regangan dan Tegangan Pada Kolom persegi	491
Gambar 7.28	Diagram Interaksi Kolom Persegi	498
Gambar 7.29	Hubungan Balok & Kolom Bulat (Joint-3)	499
Gambar 7.30	Struktur Bergoyang ke Kanan Arah -X	499
Gambar 7.31	Struktur Bergoyang ke Kiri Arah – X	501
Gambar 7.32	Struktur Bergoyang ke Kanan Arah – Y	502
Gambar 7.33	Struktur Bergoyang ke Kiri Arah – Y	504
Gambar 7.34	Momen Kapasitas Kolom Persegi Untuk Analisa SCWB .	506
Gambar 7.35	Analisa <i>Strong Column Weak Beam</i> Arah X	507
Gambar 7.36	Analisa <i>Strong Column Weak Beam</i> Arah Y	508
Gambar 7.37	Pemodelan Desain Kolom C26	511

Gambar 7.38	Potongan Pada ETABS Grid E (Kolom C26)	511
Gambar 7.39	Potongan Pada ETABS Grid 2 (Kolom C26)	512
Gambar 7.40	Nilai k Berdasarkan <i>Alignment Chart</i>	517
Gambar 7.41	Nilai k Berdasarkan <i>Alignment Chart</i>	518
Gambar 7.42	Formasi Tulangan Kolom Bulat	528
Gambar 7.43	Diagram Regangan dan Tegangan Pada Kolom Bulat	529
Gambar 7.44	Diagram Interaksi Kolom Bulat	539
Gambar 7.45	Hubungan Balok & Kolom Bulat (Joint-3)	540
Gambar 7.46	Struktur Bergoyang ke Kanan Arah -X	540
Gambar 7.47	Struktur Bergoyang ke Kiri Arah – X	542
Gambar 7.48	Struktur Bergoyang ke Kanan Arah – Y	543
Gambar 7.49	Struktur Bergoyang ke Kiri Arah – Y	545
Gambar 7.50	Momen Kapasitas Kolom Bulat Untuk Analisa SCWB	547
Gambar 7.51	Analisa <i>Strong Column Weak Beam</i> Arah X	548
Gambar 7.52	Analisa <i>Strong Column Weak Beam</i> Arah Y	549
Gambar 7.53	<i>Setting</i> Pada <i>General Information</i>	551
Gambar 7.54	<i>Setting</i> Pada <i>Material Properties</i>	551
Gambar 7.55	Pengaturan Formasi Tulangan spColumn	552
Gambar 7.56	Data Informasi Ukuran Tulangan	553
Gambar 7.57	Input Beban Kolom di spColumn	553
Gambar 7.58	Hasil Analisa spColumn	554
Gambar 7.59	Diagram Interaksi Kolom Lift dalam Bentuk 3D (<i>Vertical Cut Mode</i>)	554

Gambar 7.60	<i>Result</i> dari Analisa spColumn	555
Gambar 7.61	Diagram Interaksi Kolom Persegi (1,25fy)	560
Gambar 7.62	Contoh Penulangan Transversal Pada Kolom dengan $P_u > 0,3.A_g.f_c'$ atau $f_c' > 70\text{Mpa}$	574
Gambar 7.63	Diagram Interaksi Kolom Bulat (1,25fy)	584
Gambar 7.64	Letak & Detail HBK Joint 3 Kolom C33	624
Gambar 7.65	Analisa Gaya Pada HBK Arah X (Gempa Kiri)	630
Gambar 7.66	Analisa Gaya Pada HBK Arah Y (Gempa Kanan)	631
Gambar 7.67	Ilustrasi Kait Standar 90° dan 180°	641
Gambar 7.68	Ilustrasi Kait Standar 90° , 135° dan 180°	643
Gambar 7.69	Sketsa Lokasi Penampang Titik Potong	650
Gambar 8.1	Perencanaan Dimensi Pile Cap	672
Gambar 8.2	Mekanisme Beban Luar yang Bekerja Pada Fondasi	674
Gambar 8.3	Tinggi Efektif Pelat Fondasi	677
Gambar 8.4	Aksi Kondisi Dua Arah	678
Gambar 8.5	Aksi Kondisi Satu Arah (Arah X)	679
Gambar 8.6	Aksi Kondisi Satu Arah (Arah Y)	680
Gambar 8.7	Analisa Momen Ultimate Pada Pile Cap	685
Gambar 8.8	Analisa Perhitungan Momen M_y Arah (X+)	685
Gambar 8.9	Analisa Perhitungan Momen M_y Arah (X-)	686
Gambar 8.10	Analisa Perhitungan Momen M_x Arah (Y+)	687
Gambar 8.11	Analisa Perhitungan Momen M_x Arah (Y-)	688