

TUGAS AKHIR

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN GEDUNG BARGAWA APARTMENT DENGAN MENGGUNAKAN PROFIL BALOK CASTELLA DAN KOLOM KING CROSS: STUDI KASUS *KBGI-XV*

*Disusun Dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana (S-1) Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang*



Disusun Oleh:

EGI SHELIA

21.21.071

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MALANG**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN GEDUNG BARGAWA
APARTMENT DENGAN MENGGUNAKAN PROFIL BALOK CASTELLA
DAN KOLOM KING CROSS: STUDI KASUS KBGI-XV**

Disusun Oleh:

EGI SHELIA

21.21.071

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan

Pada Tanggal 14 Agustus 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.
NIP. P. 1030300383



Ir. Ester Priskasari, M.T.
NIP. P. 1039400265

Mengetahui,

Program Studi Teknik Sipil S-1



Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.
NIP. P. 1030300383

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN GEDUNG BARGAWA APARTMENT DENGAN MENGGUNAKAN PROFIL BALOK CASTELLA DAN KOLOM KING CROSS: STUDI KASUS KBGI-XV

Tugas Akhir ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Tugas Akhir
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 14 Agustus 2025 Dan Diterima Untuk
Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1

Disusun Oleh:

EGI SHELIA

21.21.071

Dosen Penguji:

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II


Mohammad Erfan, ST., MT.
NIP. P. 1631500508


Vega Aditama, ST., MT.
NIP. P. 1031900559

Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi

Sekretaris Program Studi

Teknik Sipil S-1

Teknik Sipil S-1




Dr. Yohanson P. Manaha, S.T., M.T.
NIP. P. 1030300383


Nenny Roostrianawaty, ST., MT.
NIP. P. 1031700533

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Egi Shelia
NIM : 2121071
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul:

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN GEDUNG BARGAWA APARTMENT DENGAN MENGGUNAKAN PROFIL BALOK CASTELLA DAN KOLOM KING CROSS: STUDI KASUS KBGI-XV

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Tugas Akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tugas Akhir ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia Tugas Akhir ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (Sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 Ayat 2, dan Pasal 70).

Malang, 22 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan



Egi Shelia
21.21.071

ABSTRAKSI

“STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN GEDUNG BARGAWA APARTMENT DENGAN MENGGUNAKAN PROFIL BALOK CASTELLA DAN KOLOM KING CROSS: STUDI KASUS *KBGI-XV*” Oleh : Egi Shelia, (NIM : 21.21.071), Dosen Pembimbing I : Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T. Dosen Pembimbing II : Ir. Ester Priskarsari, MT. Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Pembangunan gedung di wilayah rawan gempa memerlukan perencanaan struktur yang aman, efisien, dan sesuai standar peraturan yang berlaku. Pemilihan jenis profil baja dan sistem struktur yang tepat menjadi faktor penting untuk menjamin kinerja bangunan terhadap beban gravitasi maupun beban lateral. Penelitian ini membahas perencanaan struktur baja menggunakan balok *Castella Circullar* dan kolom *King Cross* pada Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM). Balok Castella memiliki kapasitas lentur tinggi dengan efisiensi material, sedangkan *King Cross* menawarkan kekakuan dan kekuatan tekan optimal. Kombinasi keduanya dalam SRPM memungkinkan transfer momen dan gaya geser secara efektif, sehingga struktur memiliki kekakuan, daktilitas, dan ketahanan gempa yang memadai sesuai SNI 1729:2020 dan SNI 1726:2019. Metode penelitian meliputi analisis perhitungan manual berdasarkan standar SNI dan pemodelan struktur menggunakan *software* Etabs untuk perhitungan statika lalu dilanjutkan perhitungan dimensi balok dan kolom serta perencanaan sambungan, *base plate*, dan kolom pedestal. Hasil dari perencanaan didapatkan dimensi kolom : KC 588 x 300 x 12 x 20 mm, untuk balok didapatkan dimensi : *Castella Circullar* 375 x 250 x 9 x 14 mm, *Castella Circullar* 300 x 200 x 8 x 12 mm, dan *Castella Circullar* 150 x 100 x 5 x 8 mm, dengan spesifikasi ASTM A572 (Grade 50). Perencanaan ini menggunakan tipe sambungan *End Plate* dan pelat siku. Dimensi *Base Plate* 900 x 900 x 50 mm dan kolom pedestal 900 x 900 mm dengan mutu beton 30 Mpa.

Kata kunci : *Castella Circullar*, *King Cross*, Sistem Rangka Pemikul Momen

ABSTRACT

“ALTERNATIVE DESIGN STUDY OF BARGAWA APARTMENT BUILDING USING CASTELLA BEAM AND KING CROSS COLUMN: A CASE STUDY OF KBGI-XV” By: Egi Shelia (Student ID: 21.21.071, Supervising Lecturer: Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T. and Ir. Ester Priskarsari, M.T. Undergraduate Civil Engineering Program, Faculty of Engineering and Planning, Institut Teknologi Nasional Malang

Construction of buildings in seismic-prone regions requires structural designs that are safe, efficient, and compliant with prevailing standards. The selection of suitable steel profiles and structural systems plays a crucial role in ensuring adequate performance against both gravity and lateral loads. This study presents the structural design of a steel building employing Circular Castella beams and King Cross columns within a Special Moment Resisting Frame (SMRF) system. Circular Castella beams offer high flexural capacity with material efficiency, while King Cross columns provide optimal stiffness and compressive strength. Their combination within the SMRF enables effective transfer of moments and shear forces, ensuring sufficient stiffness, ductility, and seismic resistance in accordance with SNI 1729:2020 and SNI 1726:2019. The methodology includes manual calculations based on SNI standards, structural modeling using ETABS for static analysis, followed by dimensioning of beams and columns, as well as the design of connections, base plates, and pedestal columns. The resulting design yields the following dimensions: King Cross column KC $588 \times 300 \times 12 \times 20$ mm; Circular Castella beams $375 \times 250 \times 9 \times 14$ mm, $300 \times 200 \times 8 \times 12$ mm, and $150 \times 100 \times 5 \times 8$ mm, all conforming to ASTM A572 Grade 50. The design employs end plate and angle plate connections. The base plate dimensions are $900 \times 900 \times 50$ mm, with pedestal columns of 900×900 mm in concrete with a compressive strength of 30 MPa.

Keywords : *Castella Circullar, King Cross, Special Moment Resisting Frame*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan kesehatan, pikiran yang jernih, serta kekuatan yang luar biasa dalam membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN GEDUNG BARGAWA *APARTMENT* DENGAN MENGGUNAKAN PROFIL BALOK CASTELLA DAN KOLOM KING CROSS: STUDI KASUS *KBGI-XV*” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Ucapan syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala dukungan baik langsung maupun tidak langsung yang telah diberikan selama penyusunan Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Dr. Yosimson Petrus Manaha, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil dan selaku Dosen Pembimbing I.
2. Ibu Ir. Ester Priskasri, MT selaku Dosen Pembimbing II.
3. Bapak dan Ibu dosen Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan guna menunjang penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Orang Tua, keluarga dan seluruh teman-teman yang selalu mendukung, memberi support dan mendoakan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.

Dengan rendah hati penulis mengakui bahwa masih banyak kekurangan dalam menulis Tugas Akhir ini, baik dari segi materi maupun penyajian. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi banyak orang.

Malang, 22 Agustus 2025

Egi Shelia
21.21.071

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAKSI	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR NOTASI	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Studi Terdahulu	5
2.2. Sistem Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Gempa	8
2.3. Baja dan Sifat-sifatnya	9
2.3.1. Sifat Mekanis Baja	9
2.4. Pembebanan Stuktur	10
2.4.1. Beban Mati	10
2.4.2. Beban Hidup	11
2.4.3. Beban Gempa	11
2.5. Parameter Perhitungan Beban Gempa	11
2.6. Metode Analisis Beban Gempa	17
2.6.1. Metode Analisis Dinamis	17

2.6.2. Periode Fundamental Struktur (T)	18
2.6.3. Gaya Geser Dasar (V)	18
2.6.4. Distribusi Vertikal Gaya Gempa	20
2.6.5. Kombinasi Pembebanan	20
2.7. Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK)	20
2.7.1. Faktor reduksi ϕ untuk keadaan kekuatan batas	21
2.8. Perilaku Struktur	22
2.8.1. Simpangan Antar Lantai	22
2.8.2. Pengaruh P-delta	22
2.8.3. Eksentrisitas (e)	23
2.8.4. Ketidakberaturan Struktur	23
2.9. Pelat Lantai	26
2.10. Profil Baja Castella	28
2.10.1. Konsep Dasar	28
2.10.2. Geometri Penampang <i>Castella Beam</i>	29
2.10.3. Desain Penampang Balok <i>Castella</i>	30
2.11. Struktur Balok Komposit	33
2.11.1. Lebar Efektif	34
2.11.2. Kuat Lentur Nominal	34
2.11.3. Kontrol Terhadap Lendutan	37
2.11.4. Perhitungan <i>Shear Connector</i>	37
2.12. Kolom Baja	38
2.12.1. Profil King Cross	38
2.12.2. Kekuatan Kolom Baja	39
2.12.3. Panjang Efektif	39
2.12.4. Klasifikasi Penampang Langsing dan Nonlangsing	40
2.12.5. Tekuk Lentur Struktur Tanpa Elemen Langsing	42
2.12.6. Tekuk Lentur Struktur Elemen Langsing	43
2.12.7. Komponen Struktur untuk Kombinasi Tekuk Lentur	43
2.13. Perencanaan Sambungan	43
2.13.1. Perencanaan Sambungan Baut	44

2.13.2. Sambungan Las pada Plat Ujung	46
2.13.3. Sambungan Balok-Kolom (End Plate)	47
2.13.4. Sambungan Balok Induk - Balok Anak	49
2.13.5. Sambungan Kolom - Kolom	51
2.14. Desain <i>Base Plate</i>	52
2.15. Perencanaan Kolom Pedestal	54
BAB III METODE PERENCANAAN	57
3.1. Data-data Perencanaan	57
3.1.1. Data Teknis Proyek	57
3.1.2. Data Material	57
3.1.3. Data Gambar	58
3.2. Teknik Pengumpulan Data	59
3.3. Tahap Perencanaan	59
3.3.1. Pengumpulan Data Perencanaan	59
3.3.2. Studi Litelatur	60
3.3.3. Analisis Pembebanan	60
3.3.4. Pemodelan Struktur	61
3.3.5. Pemeriksaan Hasil <i>Output</i>	61
3.4. Bagan Alir	61
3.5. Jadwal Penyusunan Tugas Akhir	64
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	65
4.1. Pendimensian Komponen Struktur	65
4.1.1. Pendimensian Balok Castella Komporit	63
4.2. Analisa Pembebanan	92
4.2.1. Beban Mati dan Beban Mati Tambahan	92
4.2.2. Beban Sendiri Komponen Struktur	96
4.3. Analisa Beban Gempa	110
4.3.1. Parameter Beban Gempa	110
4.3.2. Spektrum Respon Desain	115
4.4. Kombinasi Pembebanan	121
4.5. Kontrol Perilaku Struktur Tahan Gempa	122

4.5.1. <i>Base Shear</i>	122
4.5.2. Kontrol Partisipasi Massa	123
4.5.3. Eksentrisitas	123
4.5.4. Kontrol Simpangan Antar Lantai	126
4.5.5. Pengaruh P-Delta	128
4.6. Perencanaan Pelat Lantai	131
4.7. Perencanaan Balok Castella	140
4.7.1. Balok Induk Castella	140
4.7.2. Balok Anak Castella	159
4.7.3. Balok Cucu Castella	177
4.8. Perencanaan Kolom King Cross	195
4.9. Sambungan Balok Induk - Balok Anak	202
4.10. Sambungan Balok Anak - Balok Cucu	208
4.11. Sambungan Balok Induk - Kolom	214
4.12. Sambungan Kolom - Kolom	225
4.13. Perencanaan <i>Base Plate</i>	232
4.14. Kolom Pedestal	239
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	273
5.1. Kesimpulan	273
5.2. Saran	274
DAFTAR PUSTAKA	275

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan studi terdahulu	5
Tabel 2.2 Sifat Mekanis Baja Struktural	10
Tabel 2.3 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban	
Gempa	12
Tabel 2.4 Faktor Keutamaan Gempa (I_e)	14
Tabel 2.5 Klasifikasi Situs	14
Tabel 2.6 Koefisien Situs, F_a	15
Tabel 2.7 Koefisien Situs, F_v	15
Tabel 2.8 Kategori Desain Seismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek (SDS)	16
Tabel 2.9 Kategori Desain Seismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik (SD1)	17
Tabel 2.10 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	18
Tabel 2.11 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	18
Tabel 2.12 Faktor R , C_d dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik	19
Tabel 2.13 Faktor reduksi ϕ untuk keadaan kekuatan batas	21
Tabel 2.14 Simpangan antar lantai ijin	22
Tabel 2.15 Ketidakberaturan vertikal pada struktur	23
Tabel 2.16 Ketidakberaturan horizontal pada struktur	25
Tabel 2.17 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang dengan balok di antara tumpuan pada semua sisinya	27
Tabel 2.18 Rasio lebar terhadap tebal : Elemen tekan komponen struktur daktail sedang dan tinggi	40
Tabel 2.19 Jarak tepi minimum baut	44
Tabel 2.20 Kekuatan nominal pengencang dan bagian yang berulir	44
Tabel 2.21 Ukuran minimum las sudut	46
Tabel 2.22 Tipe Elektroda las	46
Tabel 3.1 Jadwal penyusunan Tugas Akhir	64
Tabel 4.1 Titik berat terhadap serat atas penampang	64
Tabel 4.2 Titik berat terhadap serat atas penampang	70

Tabel 4.3 Titik berat terhadap serat atas penampang	72
Tabel 4.4 Titik berat terhadap serat atas penampang	73
Tabel 4.5 Titik berat terhadap serat atas penampang	77
Tabel 4.6 Titik berat terhadap serat atas penampang	78
Tabel 4.7 Titik berat terhadap serat atas penampang	80
Tabel 4.8 Titik berat terhadap serat atas penampang	81
Tabel 4.9 Titik berat terhadap serat atas penampang	85
Tabel 4.10 Titik berat terhadap serat atas penampang	86
Tabel 4.11 Titik berat terhadap serat atas penampang	88
Tabel 4.12 Titik berat terhadap serat atas penampang	89
Tabel 4.13 Rekapitulasi lebar efektif dan momen inersia penampang	90
Tabel 4.14 Berat balok induk	102
Tabel 4.15 Berat balok anak	103
Tabel 4.16 Berat balok cucu	103
Tabel 4.17 Berat kolom	103
Tabel 4.18 Berat dinding	103
Tabel 4.19 Total beban mati	104
Tabel 4.20 Total beban hidup	104
Tabel 4.21 Berat balok induk	105
Tabel 4.22 Berat balok anak	105
Tabel 4.23 Berat balok cucu	105
Tabel 4.24 Berat kolom	106
Tabel 4.25 Berat dinding	106
Tabel 4.26 Total beban mati	106
Tabel 4.27 Total beban hidup	107
Tabel 4.28 Berat balok induk	107
Tabel 4.29 Berat balok anak	108
Tabel 4.30 Berat balok cucu	108
Tabel 4.31 Berat kolom	108
Tabel 4.32 Berat dinding	108
Tabel 4.33 Total beban mati	109

Tabel 4.34 Rekapitulasi perhitungan beban per lantai	109
Tabel 4.35 Berat per lantai dari output Etabs	110
Tabel 4.36 Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa berdasarkan fungsi bangunan	110
Tabel 4.37 Faktor keutamaan gempa berdasarkan kategori risiko	110
Tabel 4.38 Sampel 1 uji <i>Standart Penetration Test</i> (spt)	111
Tabel 4.39 Sampel 2 uji <i>Standart Penetration Test</i> (spt)	111
Tabel 4.40 Klasifikasi situs	112
Tabel 4.41 Parameter Respon Spektral periode pendek	113
Tabel 4.42 Parameter Respon Spektral periode 1 detik	113
Tabel 4.43 Kategori desain seismik berdasarkan S_{DS}	114
Tabel 4.44 Kategori desain seismik berdasarkan S_{D1}	114
Tabel 4.45 Tabel rekapitulasi	115
Tabel 4.46 Nilai S_a	116
Tabel 4.47 Nilai C_t dan x	117
Tabel 4.48 Koefisien C_u	117
Tabel 4.49 Waktu getar alami	118
Tabel 4.50 Faktor R , C_d , Ω_0	118
Tabel 4.51 Berat seismik efektif struktur (W)	120
Tabel 4.52 Faktor distribusi vertikal	121
Tabel 4.53 Gaya gempa lateral per lantai	121
Tabel 4.54 <i>Base reaction</i>	122
Tabel 4.55 Nilai <i>base shear</i> statis dan dinamis	122
Tabel 4.56 Konfigurasi <i>base shear</i>	123
Tabel 4.57 Partisipasi massa	123
Tabel 4.58 Nilai output eksentrisitas	123
Tabel 4.59 Nilai eksentrisitas rencana (e_d)	124
Tabel 4.60 Eksentrisitas rencana	125
Tabel 4.61 Koordinat pusat massa	125
Tabel 4.62 Koordinat pusat rotasi	125
Tabel 4.63 Simpangan antar tingkat	126

Tabel 4.64 Simpangan akibat gempa dinamis	126
Tabel 4.65 Simpangan arah X	127
Tabel 4.66 Simpangan arah Y	128
Tabel 4.67 <i>Story force</i>	129
Tabel 4.68 Kontrol keperluan P-Delta arah X	129
Tabel 4.69 Kontrol keperluan P-Delta arah Y	130
Tabel 4.70 Output momen pelat lantai	132
Tabel 4.71 Rekapitulasi tulangan pelat lantai	137
Tabel 4.72 Output momen dan geser balok B14 lantai 1	140
Tabel 4.73 Titik berat terhadap serat atas penampang	143
Tabel 4.74 Titik berat terhadap serat atas penampang	144
Tabel 4.75 Output momen dan geser balok B33 lantai 1	159
Tabel 4.76 Titik berat terhadap serat atas penampang	162
Tabel 4.77 Titik berat terhadap serat atas penampang	163
Tabel 4.78 Output momen dan geser balok B195 lantai 1	177
Tabel 4.79 Titik berat terhadap serat atas penampang	180
Tabel 4.80 Titik berat terhadap serat atas penampang	181
Tabel 4.81 Jarak pada baut yang ditinjau	230
Tabel 4.82 Gaya pada baut	231
Tabel 4.83 Beban-beban yang bekerja pada kolom	240
Tabel 4.84 Rekapitulasi nilai ϕP_n dan ϕM_n	268
Tabel 4.85 Rekapitulasi nilai ϕP_n dan ϕM_n pada kombinasi	268

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Percepatan Spectrum Respons 0,2 Detik (Ss)	12
Gambar 2.2 Peta Percepatan Spectrum Respons 1 Detik (S1)	12
Gambar 2.3 Spektrum Respons Desain	17
Gambar 2.4 Ketidakberaturan Vertikal	24
Gambar 2.5 Ketidakberaturan Horizontal	26
Gambar 2.6 Menentukan rasio pelat	26
Gambar 2.7 Hexagonal Castella Beam	29
Gambar 2.8 Circular Castella Beam	29
Gambar 2.9 Proses pemotongan dan penyambungan	31
Gambar 2.10 Balok komposit	33
Gambar 2.11 Lebar efektif balok komposit	34
Gambar 2.12 Distribusi tegangan plastis pada pelat beton dan profil baja	35
Gambar 2.13 Distribusi tegangan plastis pada profil baja	36
Gambar 2.14 Letak Penghubung Geser Balok	38
Gambar 2.15 Profil <i>King Cross</i>	39
Gambar 2.16 Nomogram faktor panjang tekuk kolom portal	40
Gambar 2.17 Ukuran las sudut	46
Gambar 2.18 (a) Geometri End-Plate 4 baut, (b) Geometri End-Plate 8 baut	47
Gambar 2.19 Sambungan Balok Induk dan Balok Anak	49
Gambar 2.20 Sambungan kolom - kolom	51
Gambar 2.21 (a) Notasi pada plat landasan/ <i>Base Plate</i> , (b) Beban yang bekerja pada <i>base plate</i>	52
Gambar 2.22 Diagram interaksi kolom kombinasi beban kritis kolom	55
Gambar 3.1 Denah Lt. 1 - 9	58
Gambar 3.2 Denah Lt. 10 (atap)	58
Gambar 3.3 Potongan A-A dan B-B	59
Gambar 3.5 Bagan Alir Penyusunan Tugas Akhir	63
Gambar 4.1 Rasio pelat lantai	65
Gambar 4.2 Penampang balok profil baja	66
Gambar 4.3 Penampang balok Castella	67

Gambar 4.4 Lebar efektif pelat penampang komposit.....	68
Gambar 4.5 Jarak titik berat penampang komposit.....	68
Gambar 4.6 Lebar efektif pelat penampang komposit.....	71
Gambar 4.7 Penampang balok profil baja.....	74
Gambar 4.8 Penampang balok Castella.....	75
Gambar 4.9 Lebar efektif pelat penampang komposit.....	76
Gambar 4.10 Jarak titik berat penampang komposit.....	76
Gambar 4.11 Lebar efektif pelat penampang komposit.....	79
Gambar 4.12 Penampang balok profil baja.....	82
Gambar 4.13 Penampang balok Castella.....	83
Gambar 4.14 Lebar efektif pelat penampang komposit.....	84
Gambar 4.15 Jarak titik berat penampang komposit.....	84
Gambar 4.16 Lebar efektif pelat penampang komposit.....	87
Gambar 4.17 Grafik Respon Spektral.....	112
Gambar 4.18 Grafik Respon Spektrum.....	115
Gambar 4.19 Peta transisi periode panjang.....	116
Gambar 4.20 Grafik desain respon spektrum.....	117
Gambar 4.21 Grafik simpangan respon spektrum sumbu X (RSPX).....	127
Gambar 4.22 Grafik simpangan respon spektrum sumbu Y (RSPY).....	127
Gambar 4.23 Denah rencana pelat lantai dan pelat yang ditinjau.....	131
Gambar 4.24 Rencana penulangan pelat lantai.....	139
Gambar 4.25 Denah (balok induk tinjauan).....	140
Gambar 4.26 Bidang momen dan gaya geser pada balok B14 lantai 1.....	140
Gambar 4.27 Pemotongan balok Castella Circular.....	141
Gambar 4.28 Penampang melintang balok komposit.....	144
Gambar 4.29 Dimensi penampang komposit melintang.....	146
Gambar 4.30 Letak pengaku lateral balok.....	149
Gambar 4.31 Garis netral penampang jatuh dalam pelat.....	149
Gambar 4.32 Garis netral penampang jatuh pada badan profil.....	150
Gambar 4.33 Letak stud pada penampang profil.....	157
Gambar 4.34 Bidang momen, gaya geser, dan lendutan balok B14 lantai 1.....	158

Gambar 4.35 Denah (balok anak tinjauan)	159
Gambar 4.36 Bidang momen dan gaya geser pada balok B33 lantai 1	159
Gambar 4.37 Pemotongan balok Castella Circullar	160
Gambar 4.38 Penampang melintang balok komposit	163
Gambar 4.39 Dimensi penampang komposit melintang	165
Gambar 4.40 Letak pengaku lateral balok	167
Gambar 4.41 Garis netral penampang jatuh dalam pelat	168
Gambar 4.42 Garis netral penampang jatuh pada badan profil	169
Gambar 4.43 Letak stud pada penampang profil	175
Gambar 4.44 Lendutan balok B33 lantai 1	176
Gambar 4.45 Denah (balok cucu tinjauan)	177
Gambar 4.46 Bidang momen dan gaya geser pada balok B195 lantai 1	177
Gambar 4.47 Pemotongan balok Castella Circullar	178
Gambar 4.48 Penampang melintang balok komposit	181
Gambar 4.49 Dimensi penampang komposit melintang	183
Gambar 4.50 Letak pengaku lateral balok	185
Gambar 4.51 Garis netral penampang jatuh dalam pelat	186
Gambar 4.52 Garis netral penampang jatuh pada badan profil	187
Gambar 4.53 Letak stud pada penampang profil	193
Gambar 4.54 Lendutan balok B195 lantai 1	194
Gambar 4.55 Tampak potongan (kolom yang ditinjau)	195
Gambar 4.56 Letak kolom yang ditinjau	196
Gambar 4.57 <i>Alignment Chart</i> arah X dan arah Y	197
Gambar 4.58 Letak dan jarak antar baut	204
Gambar 4.59 Sambungan balok induk - balok anak	207
Gambar 4.60 Letak dan jarak antar baut	210
Gambar 4.61 Sambungan balok anak - balok cucu	213
Gambar 4.62 Desain rencana sambungan balok induk - kolom	217
Gambar 4.63 Rencana las balok induk ke pelat ujung	219
Gambar 4.64 Sambungan balok induk - kolom	220
Gambar 4.65 Perilaku lentur pada sayap kolom akibat gaya F_{fu}	221

Gambar 4.66 Gaya geser yang bekerja pada zona panel.....	223
Gambar 4.67 Tampak potongan (titik sambungan yang ditinjau)	225
Gambar 4.68 Bidang momen dan gaya geser yang ditinjau	225
Gambar 4.69 Jarak antar baut dan gaya pada baut	229
Gambar 4.70 Sambungan kolom - kolom	231
Gambar 4.71 Perencanaan <i>base plate</i>	232
Gambar 4.72 Gaya pada <i>base plate</i>	234
Gambar 4.73 Detail <i>base plate</i>	238
Gambar 4.74 Perencanaan kolom pedestal	239
Gambar 4.75 Gambar skema letak d dan d'	241
Gambar 4.76 Gambar jarak antar tulangan	241
Gambar 4.77 Regangan pada kolom kondisi seimbang	243
Gambar 4.78 Regangan pada kolom kondisi seimbang ($1,25 \times f_y$)	248
Gambar 4.79 Regangan pada kolom kondisi patah desak ($c > c_b$)	253
Gambar 4.80 Regangan pada kolom kondisi patah tarik ($c < c_b$)	258
Gambar 4.81 Diagram interaksi kolom pedestal	269
Gambar 4.82 Jarak sengkang terbesar kolom	270

DAFTAR NOTASI

Δ	= Simpangan antar tingkat desain
l	= Panjang bidang horizontal
a	= Tebal las sudut
a	= Tinggi penampang tekan
$A1$	= Luas base plate
$A2$	= Luas maksimum base plate yang menahan beban Konsentrik
A_b	= Luas tubuh baut tidak berulir nominal atau bagian berulir
A_c	= Luas pelat beton di lebar efektif
A_s	= Luas penampang baja
A_{sa}	= Luas penampang dari angkur
A_{sr}	= Luas baja tulangan longitudinal
B	= Lebar <i>base plate</i>
b_{eff}	= Lebar efektif
C	= Gaya tekan, <i>Compress</i>
C	= Koefisien momen
C_c	= Gaya tekan pada beton, <i>Compress</i>
C_d	= Faktor amplifikasi defleksi
C_s	= Koefisien respons seismik
C_t dan x	= Koefisien periode pendekatan
C_u	= Koefisien untuk batasan atas
d	= Diameter baut nominal
d_b	= Tinggi balok (balok asli) sebelum peninggian
d_g	= Tinggi balok (<i>castella</i>) setelah peninggian
d_T	= Tinggi penampang T perlu
f'_{nt}	= Tegangan tarik nominal yang dimodifikasi mencakup efek tegangan geser
f_e	= Tegangan tekuk kritis elastis
f_{nt}	= Tegangan tarik nominal
f_{nv}	= Tegangan geser
f_{rv}	= Tegangan geser yang diperlukan menggunakan kombinasi DFBK

f_u	= Kekuatan tarik minimum yang disyaratkan dari suatu angkur
f_{ub}	= Kuat tarik nominal baut
f_{uw}	= Kuat tarik las
f_x	= Faktor distribusi vertikal
f_y	= Tegangan leleh profil
F_{ysr}	= Tegangan leleh minimum baja tulangan
h	= Pertambahan tinggi akibat pemotongan zig-zag
h_i, h_x	= Tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x
h_n	= Ketinggian struktur
h_{sx}	= tinggi tingkat di bawah tingkat
I	= Momen inersia kolom/balok
I_e	= Faktor keutamaan gempa
$I_{komposit}$	= Momen inersia penampang komposit
I_n	= Panjang bentang bersih dalam arah memanjang
k	= Eksponen yang terkait dengan periode struktur
K_l	= Perbandingan tinggi balok setelah dan sebelum peninggian.
L	= Panjang kolom/balok
l_c	= Jarak bersih dalam arah gaya antara tepi lubang dan tepi lubang yang berdekatan atau tepi dari baut atau plat
L_w	= Panjang las yang dibutuhkan
L_x	= Bentang pelat arah X
M_c	= Kuat lentur tersedia
M_n	= Momen nominal balok <i>Castella</i>
M_{np}	= Kapasitas sambungan baut end plate didasarkan pada kekuatan baut tanpa efek prying/ congkel
M_{pl}	= Momen lentur terfaktor pada <i>base plate</i>
M_r	= Kuat lentur perlu
M_T	= Momen lentur akibat gaya lintang pada penampang T
M_u	= Momen ultimit
n	= Jumlah baut
N	= Panjang <i>base plate</i>

$n1$	= Jumlah kolom baut
$n2$	= Jumlah baris baut
ϕ	= Faktor reduksi
P_c	= Kuat aksial tersedia
P_n	= Beban terfaktor
P_r	= Kuat aksial perlu
P_u	= Kuat tekan nominal elemen struktur
P_x	= Beban desain vertikal total
q	= Gaya merata pada plat (N/mm)
Q_n	= Kekuatan geser nominal 1 buah stud
q_u	= Beban terbagi merata yang bekerja pada pelat
R	= Faktor modifikasi respons
r	= Radius girasi penampang
R_g	= Koefisien untuk menghitung efek grup
R_n	= Kuat nominal baut
R_{nw}	= Tahanan nominal per satuan panjang las
R_p	= Koefisien efek posisi untuk paku geser
R_u	= Beban terfaktor
s	= Jarak antar panel
S_I	= Percepatan batuan dasar pada periode 1 detik
S_a	= Spektrum respons percepatan desain
S_b	= Modulus plastisitas penampang balok sebelum peninggian
S_{DI}	= Percepatan spectral desain untuk periode 1 detik
S_{DS}	= Percepatan spectral desain untuk periode pendek
S_g	= Modulus plastisitas penampang balok setelah peninggian
S_{MI}	= Parameter spektrum respons percepatan pada periode 1 detik
S_{MS}	= Parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek
S_s	= Percepatan batuan dasar pada periode pendek
T	= Gaya tarik, <i>Tenson</i>
T_a	= Periode fundamental pendekatan
t_e	= Tebal efektif las (0,707a)

t_f	= Tebal sayap profil
t_s	= Tebal pelat
T_u	= Gaya tarik pada angkur
t_w	= Tebal badan profil
V	= Geser dasar seismik
V_{hl}	= Kekuatan geser nominal yang terkecil
V_T	= Gaya lintang pada penampang T
V_u	= Gaya lintang perlu
V_u	= Kuat geser nominal pelat badan akibat geser
V_x	= Gaya geser seismik
W	= Berat seismik efektif
WD	= Beban mati yang bekerja
WLL	= Beban hidup yang bekerja sesuai dengan fungsi pelat
W_u	= Beban ultimit
α	= Perbandingan kekakuan balok dengan kekakuan pelat
β	= Rasio bentang dalam arah panjang dan pendek dari pelat dua arah
Δa	= Simpangan antar lantai tingkat ijin
Δ_x	= Simpangan pada lantai ke-x
Δ_{xe}	= Defleksi pada lokasi yang disyaratkan dan ditentukan dengan analisis elastis
δ_{xe}	= Defleksi antar lantai
Δ_{xea}	= Perpindahan elastis yang dihitung akibat gaya gempa desain tingkat kekuatan pada tingkat atas
Δ_{xeb}	= Perpindahan elastis yang dihitung akibat gaya gempa desain tingkat kekuatan pada tingkat bawah
Θ	= Sudut dalam
λ_{pf}	= Rasio kelangsingan maksimum pada sayap (<i>flens</i>) untuk elemen kompak
λ_{pw}	= Rasio kelangsingan maksimum pada badan (<i>web</i>) untuk elemen kompak
$\bar{\sigma}$	= Tegangan lentur ijin balok <i>castella</i>

$\bar{\sigma}$	= Tegangan lentur ijin balok <i>castella</i>
σb	= Tegangan tarik dan desak
σ_{max}	= Tegangan geser maksimum balok <i>castella</i>
σT	= Tegangan lentur sekunder
σv	= Tegangan geser ijin balok <i>castella</i>