

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA
GEDUNG TOWER 3 ITS, SURABAYA DENGAN SISTEM
RANGKA BRESING KONSENTRIS TIPE X**

TUGAS AKHIR

*Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana
(S-1) Teknik Sipil di Institut Teknologi Nasional Malang*



Disusun Oleh:

BIMATUR ROCHMAN WAHID

2121105

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

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA
GEDUNG TOWER 3 ITS, SURABAYA DENGAN SISTEM
RANGKA BRESING KONSENTRIS TIPE X**

Disusun Oleh:

BIMATUR ROCHMAN WAHID

NIM 2121105

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan

Pada tanggal 14 Agustus 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Ester Priskasari, MT.

NIP. Y. 103 940 0265

Mohammad Erfan, ST., MT.

NIP. P. 103 150 0508

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



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

NIP. P. 103 030 0383

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA GEDUNG TOWER 3 ITS, SURABAYA DENGAN SISTEM RANGKA BRESING KONSENTRIS TIPE X

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:

BIMATUR ROCHMAN WAHID

NIM 2121105

Dosen Penguji,

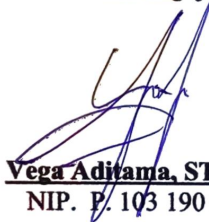
Dosen Penguji I



Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.

NIP. P. 103 030 0383

Dosen Penguji II



Vega Aditama, ST., MT.

NIP. P. 103 190 0559

Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi

Teknik Sipil S-1



Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.

NIP. P. 103 030 0383

Sekretaris Program Studi

Teknik Sipil S-1



Nenny Roostrianawaty, ST., MT.

NIP. P. 103 170 0533

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bimatur Rochman Wahid

Nim : 2121105

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP)

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul :

“STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA GEDUNG TOWER 3 ITS,SURABAYA DENGAN SISTEM RANGKA BRESING KONSENTRIS TIPE X”

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, 14 Agustus 2025
Yang membuat pernyataan



Bimatur Rochman Wahid
NIM. 2121105

ABSTRAK

“STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA GEDUNG TOWER 3 ITS, SURABAYA DENGAN SISTEM RANGKA BRESING KONSENTRIS TIPE X”

Oleh : Bimatur Rochman Wahid (21.21.105) Pembimbing I: Ir. Ester Priskasari, MT. Pembimbing II: Mohammad Erfan ST., MT. Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Indonesia termasuk negara dengan tingkat kerawanan gempa tinggi, sehingga perencanaan struktur gedung perlu memperhatikan ketahanan terhadap beban lateral. Gedung Tower 3 ITS yang sebelumnya direncanakan menggunakan struktur beton bertulang dengan dinding geser, ditinjau kembali dengan alternatif perencanaan berbasis struktur baja menggunakan Sistem Rangka Bresing Konsentris (SRBK) tipe X. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan ulang struktur atas meliputi balok, kolom, pelat, bresing, sambungan baja serta *base plate* berdasarkan SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 1729:2020. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS 18 dengan pemodelan tiga dimensi.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa profil baja yang digunakan terdiri atas balok induk WF 450×250×12×22, balok anak WF 400×200×12×22, kolom Kingcross 700×300×13×24, dan bresing C 200×90×8×13,5. Seluruh elemen tersebut memenuhi syarat kekuatan dan stabilitas terhadap beban gravitasi maupun beban gempa sesuai ketentuan. Penerapan SRBK tipe X terbukti meningkatkan kekakuan struktur serta menurunkan simpangan antar lantai hingga berada dalam batas izin.

Kata kunci: struktur baja, bresing konsentris tipe X, ETABS, Kolom Kingcross, gedung tahan gempa

ABSTRACT

“ALTERNATIVE DESIGN STUDY OF STEEL STRUCTURE FOR ITS TOWER 3, SURABAYA, USING X-TYPE CONCENTRIC BRACED FRAME SYSTEM”

By : Bimatur Rochman Wahid (21.21.105) Supervisor I: Ir. Ester Priskasari, MT.
Supervisor II: Mohammad Erfan ST., MT. Civil Engineering Undergraduate
Program, Faculty of Civil Engineering and Planning, National Institute of
Technology Malang.

Indonesia is classified as a high-seismic-risk country; therefore, structural design of buildings must consider lateral load resistance. ITS Tower 3, which was originally designed with reinforced concrete and shear walls, is re-evaluated through an alternative design using steel structures with an X-type *Concentric Braced Frame* (CBF) system. This study aims to redesign the superstructure, including beams, columns, slabs, bracing, steel connections, and base plates, based on SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, and SNI 1729:2020. The structural analysis was conducted using ETABS 18 with three-dimensional modeling.

The calculation results show that the selected steel profiles consist of main beams WF 450×250×12×22, secondary beams WF 400×200×12×22, columns Kingcross 700×300×13×24, and bracings C 200×90×8×13.5. All structural elements satisfy the strength and stability requirements for both gravity and seismic loads in accordance with the standards. The application of the X-type CBF system significantly improves structural stiffness and effectively reduces inter-story drift within allowable limits.

Keywords: steel structure, X-type concentric bracing, ETABS, Kingcross column, earthquake-resistant building

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas perkenanannya penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir yang berjudul **“STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA GEDUNG TOWER 3 ITS, SURABAYA DENGAN SISTEM RANGKA BRESING KONSENTRIS TIPE X”** dengan tepat waktu. Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Awan Uji Krismanto, ST., MT, PhD. Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Dr. Debby Budi Susanti, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT. Selaku ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Vega Aditama, ST., MT. Selaku Kepala Studio Tugas Akhir yang telah membantu dalam menyiapkan seminar.
5. Ir. Ester Priskasari, MT. Selaku Dosen Pembimbing I Proposal Tugas Akhir.
6. Mohammad Erfan, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing II Proposal Tugas Akhir.
7. Keluarga yang selalu memberi dukungan dan doa.

Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari penyusunan Proposal Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sangat diharapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Malang, 14 Agustus 2025

Penyusun

DAFTAR ISI

COVER

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Perencanaan Struktur Baja dalam Gedung Bertingkat	10
2.2.1 Pengertian Konstruksi Baja.....	10
2.2.2 Material Baja.....	10
2.2.3 Keunggulan dan Kekurangan Konstruksi Baja	11
2.2.4 Standar Perencanaan Konstruksi Baja	11
2.3 Sistem Rangka Bresing	12
2.3.1 Sistem Rangka Bresing Konsentris (SRBK).....	12
2.3.2 Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE).....	13

2.4	Pembebanan Struktur	14
2.4.1	Beban Mati	14
2.4.2	Beban Hidup	14
2.4.3	Beban Gempa	14
2.4.4	Kombinasi Pembebanan.....	24
2.5	Kontrol Perilaku Struktur	25
2.5.1	Ketidakteraturan Vertikal dan Horizontal	25
2.5.2	Simpangan Antar Tingkat	29
2.5.3	Pengaruh P-Delta	30
2.6	Perencanaan Pelat Lantai.....	31
2.7	Metode Perencanaan Struktur.....	32
2.7.1.	Kuat Desain Berdasarkan Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK) 32	
2.7.2.	Komponen Struktur Untuk Tarik	32
2.7.3.	Komponen Struktur Untuk Tekan.....	35
2.7.4.	Komponen Struktur Untuk Balok Lentur.....	38
2.7.5.	Komponen Stuktur Untuk Geser.....	40
2.7.6.	Perencanaan Komponen Struktur Untuk Kolom	43
2.7.7.	Perencanaan Komponen Struktur Komposit.....	46
2.8	Perencanaan Sambungan	52
2.8.1.	Sambungan Baut	52
2.8.2.	Sambungan Las	56
2.8.3.	Sambungan Balok-Kolom.....	59
2.8.4.	Sambungan Balok Induk-Balok Anak	62
2.8.5.	Sambungan Kolom.....	63
2.8.6.	Sambungan Bresing	63
2.9	<i>Base Plate</i>	64
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		68
3.1	Data Perencanaan	68
3.1.1	Data Teknis Proyek.....	68
3.1.2	Data Material.....	68
3.1.3	Data Geometri Proyek Tower 3 ITS	70

3.2	Lokasi Proyek.....	71
3.3	Dasar Penggunaan Bresing.....	72
3.3.1	Data Rencana Perletakan Bracing.....	73
3.4	Studi Literatur.....	74
3.5	Teknik Perencanaan	75
3.6	Diagram Alir Rencana Penyelesaian Studi Perencanaan	76
BAB IV	PEMBAHASAN.....	79
4.1	Data Perencanaan	79
4.1.1	Data Struktur Bangunan.....	79
4.1.2	Data Material.....	80
4.2	Pendimensian Struktur	81
4.2.1	Preliminary design Balok.....	81
4.2.2	Kolom.....	82
4.2.3	Bresing	83
4.3	Perhitungan Pembebanan	84
4.3.1	Beban Mati dan Beban Mati Tambahan.....	84
4.3.2	Beban Sendiri Komponen Struktur	85
4.3.3	Beban Mati Tambahan	85
4.3.4	Berat Mati Pada Balok (Akibat Dinding).....	85
4.4	Perhitungan Pelat Lantai	128
4.4.1	Menghitung Tebal Pelat	128
4.4.2	Perhitungan Perencanaan Plat.....	132
4.4.3	Pembebanan Plat	132
4.4.4	Penulangan Plat.....	133
4.5	Perhitungan Beban Gempa	149
4.5.1.	Parameter Perhitungan Beban Gempa	149
4.5.2.	Analisis Statik Ekuivalen (<i>Static Equivalent Analysis</i>)	157
4.5.3.	Spektrum Respons Design	166
4.6	Kombinasi Pembebanan	168
4.7	Kontrol Ketidakberaturan Struktur.....	169
4.7.1.	Kontrol ketidakberaturan struktur (Horizontal)	169
4.7.2.	Kontrol ketidakberaturan struktur (Vertikal)	172

4.8	Kontrol Simpangan.....	177
4.8.1	Pengaruh P-delta	180
4.8.2	Kontrol Partisipasi Massa	182
4.9	Perhitungan Lebar Efektif Balok.....	183
4.9.1	Pada Balok Induk Tengah	184
4.9.2	Pada Balok Induk Tepi.....	189
4.9.3	Pada Balok Anak Tengah.....	193
4.10	Perencanaan Balok Induk	198
4.10.1	Perhitungan penampang elastis transformasi	199
4.10.2	Kontrol Balok Terhadap Lentur	201
4.10.3	Kontrol Balok Terhadap Geser	211
4.10.4	Perhitungan <i>Shear Connector</i>	213
4.10.5	Kontrol Balok Terhadap Lendutan	217
4.11	Perencanaan Balok Anak	218
4.11.1	Perhitungan penampang elastis transformasi	219
4.11.2	Kontrol Balok Terhadap Lentur	221
4.11.3	Kontrol Balok Terhadap Geser	223
4.11.4	Perhitungan <i>shear connector</i>	225
4.11.5	Kontrol Balok Terhadap Lendutan	229
4.12	Perencanaan Kolom Dengan Tinggi 4 m.....	230
4.12.1	Kontrol Kolom Terhadap Aksial Tekan.....	231
4.12.2	Kontrol Lentur Kolom.....	237
4.12.3	Kontrol Balok Terhadap Geser	238
4.12.4	Kontrol Pengaruh Tekuk Lateral.....	241
4.12.5	Kontrol Terhadap Gaya Kombinasi	243
4.13	Perencanaan Bresing.....	244
4.13.1	Cek kelangsingan penampang.....	244
4.13.2	Kontrol Penampang Terhadap Tekan.....	247
4.13.3	Kontrol Penampang Terhadap Tarik.....	249
4.14	Sambungan Balok Anak ke Balok Induk.....	250
4.14.1	Kontrol Desain Sambungan	251
4.14.2	Perhitungan Jarak dan Jumlah Baut	252

4.14.3	Kontrol Kekuatan Baut Terhadap Geser	253
4.14.4	Kontrol Kekuatan Baut Terhadap Tumpu.....	253
4.14.5	Kontrol Kuat Geser Blok Pelat Penyambung.....	253
4.14.6	Kontrol Kuat Baut Terhadap Tarik	255
4.15	Sambungan Balok Induk ke Kolom.....	257
4.15.1	Desain Pelat Ujung dan baut	258
4.15.2	Desain di bagian kolom.....	269
4.16	Sambungan antar kolom	276
4.16.1	Merencanakan Sambungan Sayap Kolom	278
4.16.2	Merencanakan Sambungan Untuk Badan Kolom	282
4.16.3	Kontrol Pada Arah Sumbu Global (X-X)	285
4.16.4	Kontrol Pada Arah Sumbu Grobal (Y-Y)	286
4.17	Sambungan Kolom dan Bresing	289
4.17.1	Merencanakan Sambungan Badan Bresing ke Kolom.....	290
4.17.2	Sambungan Plat Buhul ke Kolom	295
4.18	Sambungan Bresing-Bresing	299
4.18.1	Sambungan Badan Bresing ke Pelat Buhul.....	299
4.19	Perhitungan Base Plate	304
4.20	Kolom Pedestal	314
4.20.1	Penulangan Pedestal.....	314
4.20.2	Desain Penulangan Transversal Kolom Pedestal	369
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		375
5.1	Kesimpulan.....	375
5.2	Saran	376
DAFTAR PUSTAKA		377
LAMPIRAN.....		379

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Rangka Bresing Konsentris	12
Gambar 2.2 Sistem Rangka Bresing Eksentris	13
Gambar 2.3 Peta Percepatan Spectrum Respons 0,2 Detik (Ss)	15
Gambar 2.4 Peta Percepatan Spectrum Respons 1 Detik (S1).....	15
Gambar 2.5 Peta Tansisi Periode Panjang TL Wilayah Indonesia	15
Gambar 2.6 Spectrum respons desain	21
Gambar 2.7 Ketidakberaturan Struktur Horizontal.....	27
Gambar 2.8 Ketidakberaturan Vertikal	29
Gambar 2.9 Simpangan Antar Tingkat	29
Gambar 2.10 Sambungan baut dengan lubang baut segaris.....	34
Gambar 2.11 Sambungan baut dengan lubang baut tidak segaris.....	34
Gambar 2.12 Konsep perencanaan batang tarik.....	35
Gambar 2.13 Kondisi geser pelat	42
Gambar 2.14 Mekanisme gaya geser pelat	42
Gambar 2.15 Portal bergoyang dan tidak bergoyang.....	44
Gambar 2.16 Nomogram Faktor panjang Tekuk (K) kolom portal	45
Gambar 2.17 Macam-macam Struktur Komposit	47
Gambar 2.18 Komponen-komponen balok komposit	47
Gambar 2.19 Lebar efektif balok komposit	48
Gambar 2.20 Distribusi tegangan plastis pada pelat beton dan profil baja.....	49
Gambar 2.21 Jarak baut.....	55
Gambar 2.22 Sambungan Las Sudut.....	57
Gambar 2.23 Tebal Efektif Las Sudut.....	57
Gambar 2.24 Ukuran Maksimum Las.....	59
Gambar 2.25 Sambungan pelat ujung yang diperkaku dengan delapan baut (8ES)	60
Gambar 2.26 Sambungan Balok Induk-Balok Anak.....	63
Gambar 2.27 Sambungan kolom-kolom	63
Gambar 2.28 Sambungan Bresing.....	64

Gambar 2.29 Base plate dengan gaya aksial dan geser.....	64
Gambar 2.30 Perencanaan Angkur Baut.....	67
Gambar 3.1 Portal Melintang Gedung	70
Gambar 3.2 Portal Memanjang Gedung.....	70
Gambar 3.3 3D Gedung	71
Gambar 3.4 Lokasi Proyek.....	71
Gambar 3.5 Diagram alir Rencana Penyelesaian Studi Perencanaan	78
Gambar 4.1 Penampang balok profil baja.....	81
Gambar 4.2 Penampang kolom profil baja	82
Gambar 4.3 Penampang bresing profil baja.....	83
Gambar 4.4 Gambar Rencana denah pelat & Plat tinjauan.....	128
Gambar 4.5 Diagram Tegangan dan Regangan Tumpuan X	138
Gambar 4.6 Diagram Tegangan dan Regangan Lapangan X.....	141
Gambar 4.7 Diagram Tegangan dan Regangan Tumpuan Y	144
Gambar 4.8 Diagram Tegangan dan Regangan Lapangan Y.....	147
Gambar 4.9 Detail penulangan plat lantai.....	149
Gambar 4.10 Percepatan spectrum respons 0,2 detik (S_s).....	151
Gambar 4.11 Percepatan spectrum respons 1 detik (S_1).....	151
Gambar 4.12 Percepatan Spectrum Respon (T_L)	152
Gambar 4.13 Desain Respon Spektrum	168
Gambar 4.14 Ketidakberaturan sudut dalam.....	171
Gambar 4.15 Ketidakberaturan Elemen Penahan Gaya Lateral.....	175
Gambar 4.16 Simpangan Arah X	179
Gambar 4.17 Simpangan Arah Y	179
Gambar 4.18 Denah Balok Induk.....	183
Gambar 4.19 Lebar Efektif Pelat Penampang Komposit Balok Induk Tengah..	184
Gambar 4.20 Jarak titik berat penampang komposit.....	185
Gambar 4.21 Garis Netral Balok Komposit.....	186
Gambar 4.22 Lebar Efektif Pelat Penampang Komposit Balok Induk Tepi.....	189
Gambar 4.23 Jarak titik berat penampang komposit.....	190
Gambar 4.24 Garis Netral Balok Komposit.....	191

Gambar 4.25 Denah Balok Anak	193
Gambar 4.26 Lebar Efektif Pelat Penampang Komposit Balok Anak.....	194
Gambar 4.27 Jarak titik berat penampang komposit.....	195
Gambar 4.28 Garis Netral Balok Komposit.....	196
Gambar 4.29 Denah lantai (balok induk yang ditinjau).....	198
Gambar 4.30 Titik berat penampang balok induk.....	200
Gambar 4.31 Penginputan balok induk komposit pada ETABS.....	201
Gambar 4.32 Garis netral penampang jatuh dalam sayap profil.....	205
Gambar 4.33 Garis netral penampang jatuh pada badan profil.....	209
Gambar 4.34 Letak stud pada penampang profil	217
Gambar 4.34 Titik berat penampang balok anak	220
Gambar 4.36 Penginputan balok anak komposit pada ETABS	221
Gambar 4.37 Garis netral jatuh pada pelat beton.....	223
Gambar 4.38 Letak stud pada penampang profil	229
Gambar 4.39 Potongan dan Letak kolom Tinjauan	230
Gambar 4.40 Letak kolom dan balok yang ditinjau.....	231
Gambar 4.41 Grafik nomogram struktur tak bergoyang arah x	234
Gambar 4.42 Grafik nomogram struktur bergoyang arah x.....	235
Gambar 4.43 Penjelasan Geser Kolom	238
Gambar 4.44 Letak dan jarak antar baut	253
Gambar 4.45 Pelat yang tergeser	254
Gambar 4.46 Jarak Baut.....	256
Gambar 4.47 Jarak Baut.....	260
Gambar 4.48 Geometri dan konfigurasi Baut	263
Gambar 4.49 Rencana las balok induk ke pelat ujung	267
Gambar 4.50 Gaya Ffu Menyebabkan Perilaku Lentur Pada Sayap Kolom.....	270
Gambar 4.51 Gaya Ffu Menyebabkan Perilaku Leleh Pada Badan Kolom.....	271
Gambar 4.52 Gaya Ffu Menyebabkan Perilaku Tekuk Pada Badan Kolom.....	272
Gambar 4.53 Gaya Ffu Menyebabkan Perilaku Lipat Pada Badan Kolom	272
Gambar 4.54 Gaya Geser yang Bekerja Pada Zona Panel	273
Gambar 4.55 Detail Sambungan Balok Kolom.....	276

Gambar 4.56 Letak penempatan sambungan kolom-kolom	277
Gambar 4.57 Output Etabs 18-sambungan kolom-kolom (Lantai 4 C20).....	278
Gambar 4.58 Sambungan pada sayap kolom	281
Gambar 4.59 Sambungan pada badan kolom.....	284
Gambar 4.60 Detail konfigurasi sambungan antar kolom	288
Gambar 4.61 Detail sambungan kolom-bresing	298
Gambar 4.62 Detail sambungan bresing-bresing	304
Gambar 4.63 Perencanaan Base Plate	304
Gambar 4.64 Rencana Las	311
Gambar 4.65 Detail Base Plate	314
Gambar 4.66 Skema letak d dan d'	315
Gambar 4.67 Gambar jarak antar tulangan	315
Gambar 4.68 Regangan pada kolom kondisi seimbang	318
Gambar 4.69 Regangan pada kolom kondisi seimbang $1,25 f_y$	328
Gambar 4.70 Regangan pada kolom kondisi patah desak.....	337
Gambar 4.71 Regangan pada kolom kondisi patah tarik	347
Gambar 4.72 Diagram interaksi kolom pedestal arah x	368
Gambar 4.73 Diagram interaksi kolom pedestal arah y	368
Gambar 4.74 Jarak spasi sengkang terbesar kolom	370

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2 Material Baja Menurut SNI 7860:2020	10
Tabel 2.3 Kategori Reisko Gempa	16
Tabel 2.4 Faktor Keutamaan Gempa	17
Tabel 2.5 Klasifikasi Situs Tanah	17
Tabel 2.6 Koefisien Sittus, Fa	18
Tabel 2.7 Koefisien Sittus, Fv	19
Tabel 2.8 Nilai KDS berdasarkan SDS	20
Tabel 2.9 Nilai KDS berdasarkan SD1	20
Tabel 2.10 Faktor R, Cd, dan Ω untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik	22
Tabel 2.11 Nilai Parameter Periode Pendekatan Ct dan x	23
Tabel 2.12 Nilai Parameter Perecepatan Respon Spektral	24
Tabel 2.13 Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur	26
Tabel 2.14 Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur	28
Tabel 2.15 Simpangan Antar Lantai Ijin	30
Tabel 2.16 Faktor panjang efektif (K)	37
Tabel 2.17 Komponen Struktur Daktil Sedang dan Daktil Tinggi	39
Tabel 2.18 Rasio lebar terhadap tebal elemen	45
Tabel 2.19 Penentuan parameter Rg dan Rp	52
Tabel 2.20 Pratarik Baut Minimum	53
Tabel 2.21 Kekuatan Nominal Pengencang dan Bagian Berulir	53
Tabel 2.22 Dimensi Lubang Nominal	54
Tabel 2.23 Jarak Minimum Baut ke Tepi Sambungan	54
Tabel 2.24 Ukuran Minimum Las Sudut	58
Tabel 3.1 Mutu Baja	68
Tabel 3.2 Kekuatan Nominal Baut	69
Tabel 4.1 Beban Hidup	128
Tabel 4.2 Rekapitulasi Penulangan Pelat Lantai	149

Tabel 4.3 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa berdasarkan fungsi bangunan.....	150
Tabel 4.4 Faktor keutamaan gempa berdasarkan kategori risiko.....	150
Tabel 4.5 Klasifikasi Kelas Situs Tanah	152
Tabel 4.6 Koefisien Situs Fa	153
Tabel 4.7 Koefisien Situs Fv	154
Tabel 4.8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode pendek	155
Tabel 4.9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 detik	156
Tabel 4.10 Rekapitulasi Perhitungan Parameter Beban Gempa	156
Tabel 4.11 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	157
Tabel 4.12 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	157
Tabel 4.13 Menentukan Faktor R , C_d , Ω_o	159
Tabel 4.14 Berat Seismik Efektif Struktur	161
Tabel 4.15 Nilai Base Shear	162
Tabel 4.16 Faktor distribusi vertikal	165
Tabel 4.17 Gaya gempa lateral perlantai.....	166
Tabel 4.18 Hasil spektrum respon desain	167
Tabel 4.19 Kombinasi yang dipakai.....	168
Tabel 4.20 Penjelasan Ketidakberaturan Horizontal.....	169
Tabel 4.21 Kontrol ketidakberaturan torsi	170
Tabel 4.22 Penjelasan Ketidakberaturan Vertikal.....	172
Tabel 4.22 Kontrol ketidakberaturan tingkat lunak	173
Tabel 4.24 Kontrol ketidakberaturan berat (massa).....	174
Tabel 4.25 Diskontinuitas dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral.....	176
Tabel 4.26 Pengecekan simpangan arah X	177
Tabel 4.26 Pengecekan simpangan arah Y	178
Tabel 4.28 Pengecekan P-Delta arah X.....	180
Tabel 4.28 Pengecekan P-Delta arah Y.....	181
Tabel 4.30 Modal Partisipasi Massa Ratio.....	182

Tabel 4.31 Titik berat terhadap sisi bawah komposit	185
Tabel 4.32 Titik berat terhadap garis netral komposit	187
Tabel 4.33 Lebar efektif balok induk komposit (tengah).....	188
Tabel 4.34 Garis netral balok induk komposit (tengah).....	188
Tabel 4.35 Momen inersia balok induk komposit (tengah)	188
Tabel 4.36 Titik berat terhadap sisi bawah komposit	190
Tabel 4.37 Titik berat terhadap garis netral komposit	191
Tabel 4.38 Lebar efektif balok induk komposit (tepi)	192
Tabel 4.39 Garis netral balok induk komposit (tepi)	193
Tabel 4.40 Momen inersia balok induk komposit (tepi).....	193
Tabel 4.41 Titik berat terhadap sisi bawah komposit	196
Tabel 4.42 Lebar efektif balok anak komposit (tengah)	197
Tabel 4.43 Garis netral balok anak komposit (tengah)	197
Tabel 4.44 Momen inersia balok anak komposit (tengah).....	197
Tabel 4.45 Titik Berat Penampang Komposit Daerah Tarik.....	205
Tabel 4.46 Titik Berat Penampang Komposit Daerah Tekan	209
Tabel 4.47 Titik Berat Penampang Komposit Daerah Tarik.....	210
Tabel 4.48 Jarak Pada Baut Arah X-X.....	285
Tabel 4.49 Gaya Dan Jarak Yang Bekerja Pada Tiap Baut Arah X-X	286
Tabel 4.50 Jarak Pada Baut Arah Y-Y.....	287
Tabel 4.51 Gaya Dan Jarak Yang Bekerja Pada Tiap Baut Arah Y-Y	288
Tabel 4.52 Titik centroid plat buhul.....	295
Tabel 4.53 Rekapitulasi nilai ϕP_n dan ϕM_n pada formasi tulangan	366
Tabel 4.54 Rekapitulasi nilai ϕP_n dan ϕM_n pada kombinasi.....	367

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A_s	= Luas tulangan tarik longitudinal
A_{cp}	= Luas penampang beton
$A_{s, min}$	= Luas minimum tulangan lentur
A_{st}	= Luas tulangan yang diperlukan
A_g	= Luas bruto penampang
b_w	= Lebar komponen struktur lentur (mm)
C_d	= Faktor amplifikasi defleksi sesuai dengan sistem struktur.
C_s	= Koefisien respon seismic
C_t dan x	= Koefisien periode pendekatan
C_u	= Koefisien batas atas pada periode yang dihitung
C_{vx}	= Faktor distribusi vertikal
d	= Tinggi efektif penampang komponen struktur lentur (mm)
E	= Pengaruh beban gempa
E_h	= Pengaruh beban gempa horizontal
E_m	= Pengaruh beban gempa termasuk faktor kuat lebih
E_{mh}	= Pengaruh beban seismic horizontal termasuk kuat lebih struktur
E_v	= Pengaruh beban seismic vertikal
F_a	= Faktor amplifikasi periode pendek
F_v	= Faktor amplifikasi periode 1 detik
f_c'	= mutu beton
h_i, h_x	= Tinggi dari dasar sampai tinggi i atau x
h_n	= Ketinggian struktur
I_e	= Faktor keutamaan gempa
I_g	= momen inersia penampang bruto beton terhadap garis sumbu tanpa tulangan
K_{tr}	= indeks tulangan transversal
k	= Eksponen yang terkait dengan periode struktur

M^+	= Momen Positif
M^-	= Momen Negatif
M_n	= Momen Nominal
MPR	= Momen Probabilitas
N	= Jumlah tingkat
Pcp	= keliling penampang beton
QE	= Pengaruh gaya gempa horizontal
R	= Faktor modifikasi respons
S_a	= Spektrum respon percepatan desain
S_{D1}	= Percepatan spektral desain untuk periode 1 detik
S_{DS}	= Percepatan Spektral desain untuk periode pendek
S_{M1}	= Percepatan pada periode 1 detik
S_{MS}	= Percepatan pada periode pendek
S_s	= Percepatan gempa MCER terpetakan untuk periode pendek
S_1	= Percepatan gempa MCER terpetakan untuk periode 1 detik
T	= Periode fundamental struktur
T_a	= Periode fundamental
TB	= Tidak dibatasi
T_c	= Periode fundamental bangunan dari hasil analisa ETABS
TI	= Tidak diijinkan
T_{max}	= Periode maksimum
T_0	= Periode
T_s	= Periode
V	= Gaya lateral desain total atau geser dasar struktur
V_c	= Kuat geser nominal beton penampang yang ditinjau
V_n	= Kuat geser nominal penampang yang ditinjau
V_s	= Kuat geser nominal tulangan geser pada penampang yang ditinjau
V_u	= Gaya geser terfaktor penampang yang ditinjau

W	= Berat seismic efektif struktur
w_i, w_x	= Bagian berat seismic efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x
Δa	= Simpangan antar lantai tingkat ijin.
Δx	= Simpangan pada lantai ke- x .
ρ	= Faktor redundansi
ρ'	= nilai rasio tulangan tekan
ρg	= Rasio tulangan memanjang
ΣM_{nb}	= jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam joint
ΣM_{nc}	= jumlah kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint