

**PERENCANAAN ULANG GEDUNG RUMAH SAKIT ORTHOPEDI &
TRAUMATOLOGI SURABAYA MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA
DENGAN SISTEM PENAHAN GEMPA *CONCENTRICALLY BRACED*
*FRAME***

Skripsi

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

AQIL ARYA PRANANCA

201910340311244

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2025



LEMBAR PENGESAHAN

Judul : PERENCANAAN ULANG GEDUNG RUMAH SAKIT ORTHOPEDI
DAN TRAUMATOLOGI SURABAYA MENGGUNAKAN STRUKTUR
BAJA DENGAN SISTEM PENAHAN GEMPA *CONCENTRICALLY
BRACED FRAME*

Nama : Aqil Arya Prananca

Nim : 201910340311244

Pada hari Sabtu, 18 Januari 2025, telah diuji oleh tim penguji:

1.  Dosen Penguji I : Ir. Yunan Rusdianto, MT
2.  Dosen Penguji II : Rizki Amalia Tri C., ST., MT

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Ir. Erwin Rommel, MT


Zamzami Septiropa, ST.,MT, Ph.D

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Dr. Ir. Sulianto, MT

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aqil Arya Prananca

NIM : 201910340311244

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Muhammadiyah Malang

Dengan ini saya menyatakan sebenar-benarnya tugas akhir dengan judul: **“PERENCANAAN ULANG GEDUNG RUMAH SAKIT ORTHOPEDI & TRAUMATOLOGI SURABAYA MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA DENGAN SISTEM PENAHAN GEMPA *CONCENTRICALLY BRACED FRAME*”** adalah hasil karya saya dan bukan karya tulis orang lain. 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. Baik Sebagian maupun seluruhnya, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar Pustaka. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan apabila pernyataan ini tidak benar. Saya bersedia mendapat sanksi akademis.

Malang, 7 Februari 2025



Aqil Arya Prananca
201910340311244

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Perencanaan Ulang Gedung Rumah Sakit Orthopedi & Traumatologi Surabaya Menggunakan Struktur Baja Dengan Sistem Penahan Gempa *Concentrically Braced Frame*” yang disusun sebagai syarat utama untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (ST.) pada jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang.

Tentunya dalam pengerjaan dan penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari berbagai bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu saya sampaikan rasa syukur dan terima kasih, semoga Allah SWT, memberikan balasan baik kepada:

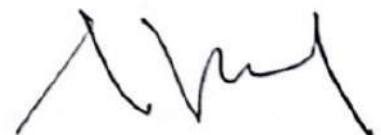
1. Orang Tua saya, Bapak Muallim dan Ibu Anis Bimaroh yang selalu memberikan dukungan dan mendo'akan penulis agar selalu dalam lindungan dan kasih sayang Allah SWT, supaya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Sulianto, MT. selaku ketua jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang.
3. Bapak Ir. Erwin Rommel, MT. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Zamzami Septiropa, ST., MT., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Suwignyo. Selaku wali dosen Teknik Sipil Kelas E Angkatan 2019.
6. Sahabat tempur saya, Reza Erdiansyah, Abdullah Naufal, Maya Nur Aini, Rheza Islamia dan Nabila Meydiana yang banyak membantu saya dan selalu memberikan semangat serta dukungan selama masa Tugas Akhir.
7. Teman sejawat semasa perkuliahan, Syahman Mansur, Fani Firmansyah, Yuzrio Bangkit, Adiwidya Bagas, Aisy Dhiya Ulhaq, Mochammad Rafly

Jimly Ashidiqy, Rahman Cahya, Ayu Candrika, Maghfiraturun dan teman-teman Teknik sipil kelas E Angkatan 2019 yang banyak mengukir cerita selama perjuangan kuliah.

8. Para penghuni Kontrakan Wijaya Kusuma (WIKa), Farizky Hanantyo, Fariz Rizky, Zuliansyah Putra yang telah memberi warna di masa akhir perkuliahan.
9. *Last but not least*, Terima kasih diri sendiri yang selalu Sehat, kuat, bertahan, dan berjuang sampai saat ini sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca, tentunya pada tugas akhir ini masih banyak kekurangan oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritis agar dapat menjadi lebih baik. Semoga Allah SWT, senantiasa melimpahkan rahmat dan ridho-Nya kepada kita semua. Aamiin Yaa Rabbal'Alamiin.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, dikarenakan keterbatasan dalam hal pengalaman juga pengetahuan. Oleh karena itu, selain dari bentuk formalitas dalam rangka memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana, tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat. Dikarenakan penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis berharap untuk diberikan masukan dalam bentuk saran maupun kritik yang sifatnya membangun dalam laporan tugas akhir ini.

Malang, 7 Februari 2025



Aqil Arya Prananca

201910340311244

Perencanaan Ulang Gedung Rumah Sakit Orthopedi Dan Traumatologi Surabaya Menggunakan Struktur Baja Dengan Sistem Penahan Gempa *Concentrically Braced Frame*

Aqil Arya Prananca⁽¹⁾, Erwin Rommel⁽²⁾, Zamzami Septiropa⁽³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik – Universitas Muhammadiyah Malang

^{2,3)}Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik – Universitas Muhammadiyah Malang

Kampus III Jl. Tlogomas No. 246 Telp (034146318-319 pes. 130 Fax (0341)460435

e-mail: prncaqil@webmail.umm.ac.id

ABSTRAK

Gedung Rumah Sakit Orthopedi & Traumatologi Surabaya (RSOT) saat ini menggunakan Struktur Beton, struktur ini memiliki kelemahan dalam menahan gaya tarik dan memerlukan waktu konstruksi yang lebih lama. Penelitian ini memberikan alternatif desain dengan menggunakan Struktur Baja Komposit yang memiliki keunggulan dalam kekuatan tarik, bobot lebih ringan, dan efisiensi dalam menahan beban, sementara *Concentrically Braced Frame* (CBF) meningkatkan kekakuan dan stabilitas bangunan dengan menahan gaya lateral akibat gempa.

Perencanaan ini mengacu pada beberapa peraturan sebagai acuan, di antaranya SNI-1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI-1729:2020 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural, SNI-1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung, SNI-7860:2020 tentang Ketentuan Seismik untuk Bangunan Gedung Baja Struktural, SNI-7972:2020 tentang Sambungan Terpraktualifikasi untuk Rangka Momen Khusus dan Menengah Baja pada Aplikasi Seismik, serta SNI-2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural.

Dari hasil analisis perencanaan dan perhitungan, didapatkan kesimpulan bahwa perencanaan gedung ini menggunakan *floordeck* pelat komposit dengan ketebalan 120 mm, *base metal* 0,70 mm tipe W-1000 produksi dari PT. Union Metal. Profil baja yang digunakan untuk balok, kolom, dan *bracing* adalah sebagai berikut: Balok Anak Arah Z menggunakan profil WF 300x150x6,5x9, Balok Anak Arah X menggunakan profil WF 400x200x8x13, Balok Induk Arah Z menggunakan profil WF 600x300x12x25, Balok Induk Arah X menggunakan profil WF 600x300x12x25, Kolom menggunakan profil WF 600x600x15x30, dan *Bracing* menggunakan profil WF 400x400x13x21.

Kata Kunci: Struktur Baja Komposit, Bangunan Tahan Gempa, *Bracing* Konsentris Khusus

Replanning of the Orthopedic and Traumatology Hospital Building in Surabaya Using Steel Structure with Concentrically Braced Frame Seismic Resistance System

Aqil Arya Prananca⁽¹⁾, Erwin Rommel⁽²⁾, Zamzami Septiropa⁽³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik – Universitas Muhammadiyah Malang

^{2,3)}Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik – Universitas Muhammadiyah Malang

Kampus III Jl. Tlogomas No. 246 Telp (034146318-319 pes. 130 Fax (0341)460435

e-mail: prncaqil@webmail.umm.ac.id

ABSTRACT

The Orthopedic & Traumatology Hospital Building in Surabaya currently uses a concrete structure, which has weaknesses in resisting tensile forces and requires a longer construction time. This research provides an alternative design using Composite Steel Structure, which offers advantages in tensile strength, lighter weight, and load-bearing efficiency, while the Concentrically Braced Frame (CBF) enhances rigidity and stability by resisting lateral forces due to earthquakes.

This design is based on several regulations, including SNI-1727:2020 on Minimum Design Loads and Related Criteria for Building Structures, SNI-1729:2020 on Specifications for Structural Steel Buildings, SNI-1726:2019 on Earthquake Resistance Design for Building Structures, SNI-7860:2020 on Seismic Requirements for Structural Steel Buildings, SNI-7972:2020 on Qualified Connections for Special and Intermediate Moment Frames for Seismic Applications, and SNI-2847:2019 on Structural Concrete Requirements.

Based on the design analysis and calculations, it is concluded that the building will use a 120 mm thick floor deck with a base metal of 0.70 mm type W-1000 from PT. Union Metal. The steel profiles used for beams, columns, and bracing are as follows: Z-direction Secondary Beam using WF 300x150x6.5x9, X-direction Secondary Beam using WF 400x200x8x13, Z-direction Main Beam using WF 600x300x12x25, X-direction Main Beam using WF 600x300x12x25, Column using WF 600x600x15x30, and Bracing using WF 400x400x13x21.

Keywords: Composite Steel Structure, Earthquake-Resistant Buildings, Concentrically Braced Frame

DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Perencanaan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.1.1 Sifat Mekanik Baja.....	5
2.1.2 Keunggulan dan Kelemahan Struktur Baja.....	7
2.2 Sistem Struktur Baja Tahan Gempa.....	8
2.2.1 Sistem Portal kaku (Rigid Frame).....	8
2.2.2 Sistem Rangka Bracing.....	9
2.3 Metode Load Resistance Factor Design (LRFD).....	11
2.3.1 Ketentuan LRFD.....	12
2.4 Konsep Pembebanan.....	13
2.4.1 Beban Mati.....	13
2.4.2 Beban Hidup.....	15
2.4.3 Beban Gempa.....	17
2.4.4 Kombinasi Pembebanan.....	26

2.5	Perancangan Stabilitas Struktur.....	27
2.5.1	Drift Ratio.....	27
2.5.2	Simpangan Antar Tingkat.....	28
2.5.3	Daktilitas.....	28
2.6	Stabilitas Penampang Baja.....	30
2.6.1	Perencanaan Struktur Balok komposit.....	36
2.6.2	Perencanaan Batang Tarik.....	50
2.6.3	Perencanaan Batang Tekan.....	51
2.6.4	Panjang Efektif Kolom.....	54
2.6.5	Perencanaan (Balok-Kolom).....	55
2.6.6	Sistem Rangka Terbreis Kosentris.....	56
2.6.7	Sambungan.....	59
BAB III METODE PERENCANAAN.....		83
3.1	Data Umum Perencanaan.....	83
3.2	Data Khusus Bangunan.....	83
3.2.1	Spesifikasi perencanaan.....	83
3.2.2	Spesifikasi Floor Deck Pelat Atap dan Lantai.....	84
3.2.3	Spesifikasi Perencanaan Sambungan.....	84
3.3	Peraturan-Peraturan yang dipakai Sebagai Acuan Perencanaan.....	85
3.4	Gambar Perencanaan.....	86
3.5	Prosedur Perencanaan.....	88
3.6.1	Perencanaan Pelat Komposit.....	90
3.6.2	Perencanaan Balok.....	92
3.6.3	Perencanaan Kolom.....	94
3.6.4	Perencanaan Bracing.....	96
3.6.5	Perencanaan Sambungan.....	98
BAB IV PERENCANAAN STRUKTUR.....		103
4.1.	Perencanaan Pelat.....	103
4.1.1.	Pembebanan Pelat Atap.....	103
4.1.2.	Pembebanan Pelat Lantai.....	109
4.2.	Perencanaan Balok Anak Arah Z.....	115

4.2.1.	Pembebanan pada Balok Anak Arah Z.....	116
4.2.2.	Perencanaan Balok Anak Arah Z Pra Komposit.....	119
4.2.3.	Perencanaan Balok Anak Arah Z Post Komposit.....	122
4.3.	Perencanaan Balok Anak Arah X.....	130
4.3.1.	Perencanaan Balok Anak Arah X Pra Komposit.....	130
4.3.2.	Perencanaan Balok Anak Arah X Post Komposit.....	133
4.4.	Analisa Desain Seismik.....	138
4.4.1.	Faktor Keutamaan Gempa dan Kategori Resiko.....	138
4.4.2.	Kelas Situs.....	140
4.4.3.	Parameter Percepatan.....	140
4.4.4.	Prosedur Analisis.....	145
4.4.5.	Periode Bangunan.....	146
4.4.6.	Koefisien Respon Seismik.....	147
4.4.7.	Gaya Dasar Seismik.....	147
4.4.8.	Partisipation Mass Ratio.....	148
4.4.9.	Kontribusi sistem Penahan Gempa.....	148
4.4.10.	Kombinasi Beban Gempa.....	150
4.4.11.	Kontrol Drift Ratio.....	153
4.5.	Perencanaan Balok Induk Arah Z.....	158
4.5.1.	Pembebanan pada Balok Induk Arah Z.....	158
4.5.2.	Perencanaan Balok Induk Arah Z Pra Komposit.....	163
4.5.3.	Perencanaan Balok Induk Arah Z Post Komposit.....	166
4.6.	Perencanaan Balok Induk Arah X.....	175
4.6.1.	Pembebanan pada Balok Induk Arah X.....	176
4.6.2.	Perencanaan Balok Induk Arah X Pra Komposit.....	180
4.6.3.	Perencanaan Balok Induk Arah X Post Komposit.....	183
4.7.	Perencanaan Kolom.....	191
4.7.1.	Analisa Perencanaan Kolom.....	192
4.7.2.	Perhitungan Kuat Tekan Rencana.....	192
4.7.3.	Menentukan Klasifikasi Profil Tekan.....	193
4.7.4.	Tegangan Kritis Tekuk-Lentur.....	194

4.7.5.	Kontrol Kolom Terhadap Tekuk.....	194
4.7.6.	Kuat lentur penampang pada kondisi elastis.....	194
4.7.7.	Interaksi Gaya Aksial dan Momen Lentur.....	195
4.8.	Perencanaan Bracing.....	195
4.8.1.	Menghitung Properti Geometri Penampang.....	197
4.8.2.	Pemeriksaan Kelangsingan Batang Tekan.....	197
4.8.3.	Pemeriksaan Kelangsingan Batang Tarik.....	199
4.9.	Perencanaan Sambungan.....	199
4.9.1.	Sambungan Balok Anak Arah X - Balok Induk Arah Z.....	199
4.9.3.	Sambungan Balok Anak Arah Z – Balok Anak Arah X.....	205
4.9.4.	Sambungan Balok Induk Arah Z – Kolom.....	216
4.9.5.	Sambungan Kolom – Kolom.....	227
4.9.6.	Sambungan Kolom – Pondasi.....	231
4.9.7.	Sambungan Bracing.....	240
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		250
5.1.	Kesimpulan.....	250
5.2.	Saran.....	252
DAFTAR PUSTAKA.....		254

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Tegangan – Regang.....	6
Gambar 2. 2 Tipe Rangka Bresing Konsentrik.....	10
Gambar 2. 3 Parameter gerak tanah S_s	20
Gambar 2. 4 Parameter gerak tanah S_1	20
Gambar 2. 5 Gambar Drift Ratio.....	27
Gambar 2. 6 Daktilitas pada penampang.....	29
Gambar 2. 7 Daktilitas pada elemen balok.....	29
Gambar 2. 8 Perilaku Penampang Baja.....	30
Gambar 2. 9 Penampang Baja.....	30
Gambar 2. 10 Macam-macam struktur komposit.....	37
Gambar 2. 11 Perbandingan balok melendut dengan dan tanpa aksi komposit.....	37
Gambar 2. 12 Penampang Melintang Dek Baja Gelombang.....	38
Gambar 2. 13 Lebar Efektif Balok Komposit.....	41
Gambar 2. 14 Diagram Regangan Tegangan Balok.....	42
Gambar 2. 15 Distribusi Tegangan Plastis Kondisi a.....	43
Gambar 2. 16 Distribusi Tegangan Plastis Kondisi b didalam pelat baja sayap.....	43
Gambar 2. 17 Distribusi Tegangan Plastis Kondisi c.....	44
Gambar 2. 18 Distribusi Tegangan Akibat Momen Negatif.....	46
Gambar 2. 19 Macam-macam penghubung geser.....	47
Gambar 2. 20 Balok Statis Tak Tentu Dengan Beban Merata.....	49
Gambar 2. 21 Balok Statis Tak Tentu Dengan Beban Merata dan Terpusat.....	49
Gambar 2. 22 Balok Statis Tak Tentu Dengan Beban Merata.....	49
Gambar 2. 23 Beban Terpusat di Ujung Balok Kantilever.....	50
Gambar 2. 24 Nilai K untuk kolom dengan ujung-ujung yang ideal.....	55
Gambar 2. 25 Sambungan Pada Baja.....	60
Gambar 2. 26 Jarak Antar Baut.....	64
Gambar 2. 27 Sambungan <i>End Plate</i>	67
Gambar 2. 28 Sambungan <i>End Plate</i>	67

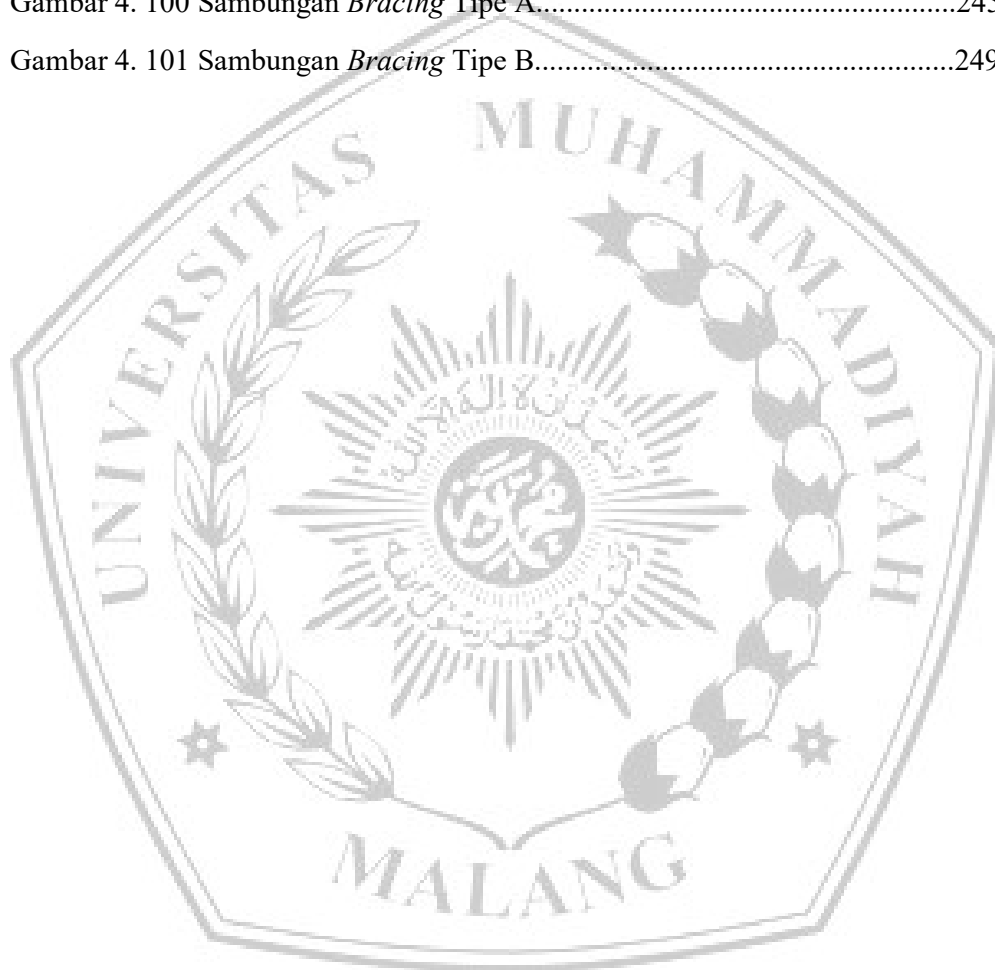
Gambar 2. 29 Konfigurasi Sambungan BSEP.....	69
Gambar 2. 30 <i>Stiffened End Plate Connection</i> 4Es dan 8 Es.....	71
Gambar 2. 31 <i>Base Plate</i>	76
Gambar 2. 32 <i>Base Plate</i> Terhadap Beban Tekan Konsentris.....	78
Gambar 2. 33 Distribusi Tegangan Segitiga Akibat Eksentrisitas Kecil.....	79
Gambar 2. 34 Distribusi Tegangan Segitiga Akibat Eksentrisitas Besar.....	79
Gambar 2. 35 Dsitribusi Tegangan Persegi Akibat Eksentrisitas Kecil.....	80
Gambar 2. 36 Ditribusi Tegangan Persegi Akibat Eksentrisitas.....	81
Gambar 2. 37 Lebar Efektif Pelat Pemikul Baut Angkur.....	82
Gambar 3. 1 Dimensi floordeck PT Union Metal.....	84
Gambar 3. 2 Denah Rencana Balok dan Kolom (Tie Beam) Lt. 1.....	86
Gambar 3. 3 Denah Rencana Balok dan Kolom Lt. 2-7.....	86
Gambar 3. 4 Denah Rencana Balok dan Kolom Lt. Atap.....	86
Gambar 3. 5 Potongan Memanjang.....	87
Gambar 3. 6 Potongan Melintang.....	87
Gambar 3. 7 Diagram Alir Perencanaan.....	88
Gambar 3. 8 Diagram Alir Perencanaan Pelat.....	90
Gambar 3. 9 Diagram Alir Perencanaan Balok.....	92
Gambar 3. 10 Diagram Alir Perencanaan Kolom.....	94
Gambar 3. 11 Diagram Alir Perencanaan <i>Bracing</i>	96
Gambar 3. 12 Digram Alir Perencanaan Sambungan.....	98
Gambar 4. 1 Denah rencana <i>Floordeck</i> pelat atap.....	103
Gambar 4. 2 Spesifikasi <i>floordeck</i> PT Union Metal.....	103
Gambar 4. 3 Koefisien Momen Pelat Atap.....	105
Gambar 4. 4 Penampang Melintang daerah momen negatif Pelat Atap.....	105
Gambar 4. 5 Penampang Melintang daerah momen positif Pelat Atap.....	107
Gambar 4. 6 Detail Penulangan Pelat Atap.....	109
Gambar 4. 7 Denah rencana Floor deck pelat lantai.....	109
Gambar 4. 8 Koefisien Momen Plat satu arah.....	110

Gambar 4. 9 Potongan Melintang Pelat Lantai.....	114
Gambar 4. 10 Detail Penulangan Pelat (Satu Arah).....	114
Gambar 4. 11 Pembebanan Balok Anak Arah Z.....	115
Gambar 4. 12 Distribusi Beban Pelat Lantai ke Balok Anak arah Z.....	116
Gambar 4. 13 Statika Balok Anak arah Z Pra Komposit.....	119
Gambar 4. 14 Balok Anak Profil WF.....	121
Gambar 4. 15 Statika Balok Anak arah Z Post Komposit.....	122
Gambar 4. 16 Lebar Balok Efektif Penampang Baja.....	123
Gambar 4. 17 Distribusi Tegangan Plastis Akibat Momen Positif.....	124
Gambar 4. 18 Distribusi Tegangan Plastis Akibat Momen Negatif.....	125
Gambar 4. 19 Potongan memanjang Susunan pada $\frac{1}{2}$ Bentang.....	127
Gambar 4. 20 Potongan melintang Susunan Stud.....	128
Gambar 4. 21 Penampang Transfromasi.....	128
Gambar 4. 22 Pembebanan Balok Anak Arah X.....	130
Gambar 4. 23 Reaksi pada Balok Anak Arah Z Pra Komposit.....	130
Gambar 4. 24 Statika Balok Anak Arah Z Pra Komposit.....	131
Gambar 4. 25 Balok Anak Profil WF.....	132
Gambar 4. 26 Reaksi pada Balok Anak Arah Z Post Komposit Lantai 2 – 7.....	133
Gambar 4. 27 Statika Balok Anak Arah Z Post Komposit.....	133
Gambar 4. 28 Lebar Balok Efektif Penampang Baja.....	134
Gambar 4. 29 Distribusi Tegangan Plastis Akibat Momen Positif.....	135
Gambar 4. 30 Distribusi Tegangan Plastis Akibat Momen Negatif.....	136
Gambar 4. 31 Penampang Transfromasi.....	137
Gambar 4. 32 Grafik Respon Spektra RSOT Surabaya.....	140
Gambar 4. 33 Spektrum Respons Desain.....	143
Gambar 4. 34 Grafik Kurva Respons Spectrum.....	145
Gambar 4. 35 <i>Output</i> Gaya Geser dasar Seismic dari <i>software</i> <i>StaadPro</i>	147
Gambar 4. 36 <i>Output Participation Mass Ratio</i>	148
Gambar 4. 37 Pembagian Sistem Penahan Gempa pada Portal.....	149

Gambar 4. 38 <i>Displacement</i> arah X dari hasil analisa <i>STAAD Pro</i>	154
Gambar 4. 39 Kurva Simpangan (<i>Displacement</i>) Arah X.....	155
Gambar 4. 40 <i>Displacement</i> arah Z dari hasil analisa <i>STAAD Pro</i>	156
Gambar 4. 41 Kurva Simpangan (<i>Displacement</i>) Arah Z.....	157
Gambar 4. 42 Perencanaan Balok Induk Arah X.....	158
Gambar 4. 43 Reaksi pada Balok Anak Arah X Pra Komposit.....	158
Gambar 4. 44 Distribusi Beban Lantai ke Balok Induk Arah Z.....	159
Gambar 4. 45 Reaksi pada Balok Anak Arah X Post Komposit Lantai 2 – 7.....	159
Gambar 4. 46 Reaksi pada Balok Anak Arah X Post Komposit Atap.....	161
Gambar 4. 47 Statika Balok Induk Arah X Pra Komposit.....	163
Gambar 4. 48 Statika Balok Induk Arah Z Post Komposit.....	166
Gambar 4. 49 Lebar Balok Efektif Penampang Baja.....	168
Gambar 4. 50 Distribusi Tegangan Plastis Akibat Momen Positif.....	169
Gambar 4. 51 Distribusi Tegangan Plastis Akibat Momen Negatif.....	170
Gambar 4. 52 Susunan Stud pada $\frac{1}{2}$ Bentang.....	172
Gambar 4. 53 Potongan melintang Susunan Stud.....	173
Gambar 4. 54 Penampang Transfromasi.....	173
Gambar 4. 55 Perencanaan Balok Induk Arah X.....	175
Gambar 4. 56 Reaksi pada Balok Anak Arah Z Pra Komposit.....	176
Gambar 4. 57 Distribusi Beban Lantai ke Balok Induk Arah Z.....	177
Gambar 4. 58 Reaksi pada Balok Anak Arah X Post Komposit Lantai 2 – 7.....	177
Gambar 4. 59 Reaksi pada Balok Anak Arah X Post Komposit Atap.....	179
Gambar 4.60 Statika Balok Induk Arah X Pra Komposit.....	180
Gambar 4. 61 Statika Balok Induk Arah X Post Komposit.....	183
Gambar 4. 62 Lebar Balok Efektif Penampang Baja.....	185
Gambar 4. 63 Distribusi Tegangan Plastis Akibat Momen Positif.....	186
Gambar 4. 64 Distribusi Tegangan Plastis Akibat Momen Negatif.....	187
Gambar 4. 65 Penampang Transfromasi.....	188
Gambar 4. 66 Gaya Aksial pada Kolom arah Sumbu Z.....	191

Gambar 4. 67 Gaya Aksial pada Kolom arah Sumbu X.....	191
Gambar 4. 68 Nomogram Struktur Bergoyang Arah X.....	193
Gambar 4. 69 Perletakkan <i>Bracing Inverted-V</i> 196.....	195
Gambar 4. 70 Gaya Aksial pada <i>Bracing</i> di arah Sumbu-Z.....	196
Gambar 4. 71 Gaya Aksial pada <i>Bracing</i> di arah Sumbu-X.....	196
Gambar 4. 72 Gaya Geser dan Momen pada pertemuan Balok Anak Z dan Balok Induk X.....	199
Gambar 4. 73 Sambungan Balok Anak Arah Z - Balok Induk Arah X.....	205
Gambar 4. 74 Gaya Geser dan Momen pada pertemuan Balok Anak X dan Balok Induk Z.....	205
Gambar 4. 75 Sambungan Balok Anak Arah X - Balok Induk Arah Z.....	211
Gambar 4. 76 Gaya Geser dan Momen pada pertemuan Balok Anak Z dan Balok Anak X.....	211
Gambar 4. 77 Sambungan Balok Anak Arah Z - Balok Anak Arah X.....	215
Gambar 4. 78 Geometri Pelat Ujung.....	216
Gambar 4. 79 Gaya Yang Bekerja pada Muka Kolom.....	217
Gambar 4. 80 Gaya Geser Yang bekerja pada Sendi Plastis.....	218
Gambar 4. 81 Gaya Ffu pada Kolom dan Pelat Ujung.....	219
Gambar 4. 82 Gaya Ffu menyebabkan lentur pada Sayap Kolom.....	221
Gambar 4. 83 Gaya Ffu Menyebabkan Tekuk Pada Sayap Kolom.....	222
Gambar 4. 84 Gaya Ffu Menyebabkan Perilaku Lipat Pada Kolom.....	223
Gambar 4. 85 Konfigurasi Pelat Menerus Pada Sambungan.....	224
Gambar 4. 86 Sambungan Balok Kolom <i>Bolt Stiffened End Plate</i> (8ES).....	227
Gambar 4. 87 Sambungan Kolom – Kolom.....	230
Gambar 4. 88 Statika Gaya Geser dan Momen.....	231
Gambar 4. 89 Gaya Tekan Terhadap Beton Tertumpu.....	232
Gambar 4. 90 Detail <i>Base Plate</i>	233
Gambar 4. 91 Kuat Jebol Terhadap Tarik.....	235
Gambar 4. 92 Baut Angkur Tercabut dari Betonnya.....	236
Gambar 4. 93 Kerusakan Geser pada baut Angkur.....	237

Gambar 4. 94 Beton Jebol Terhadap Geser.....	237
Gambar 4. 95 Kuat Rempal (<i>pryout</i>) Betonnya.....	238
Gambar 4. 96 Sambungan Kolom – Pondasi.....	239
Gambar 4. 97 Arah Gaya yang bekerja pada Bracing.....	240
Gambar 4. 98 <i>Stiffeners</i> pada <i>Web Bracing</i>	241
Gambar 4. 99 <i>Keyplan</i> Sambungan <i>Bracing</i> pada Portal.....	241
Gambar 4. 100 Sambungan <i>Bracing</i> Tipe A.....	245
Gambar 4. 101 Sambungan <i>Bracing</i> Tipe B.....	249



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor Tahanan.....	13
Tabel 2. 2 Berat Sendiri Bahan Bangunan.....	13
Tabel 2. 3 Berat Sendiri Komponen Gedung.....	14
Tabel 2. 4 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum dan Terpusat Minimum	15
Tabel 2. 5 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Nongedung.....	18
Tabel 2. 6 Faktor Kelultamaan Gempa.....	19
Tabel 2. 7 Klasifikasi Situs.....	20
Tabel 2. 8 Klasifikasi Situs, Fa.....	21
Tabel 2. 9 Klasifikasi Situs, Fv.....	21
Tabel 2. 10 Kategori Desain Gempa berdasarkan S_{DS}	22
Tabel 2. 11 Kategori Desain Gempa berdasarkan $SD1$	23
Tabel 2. 12 Faktor R, Cd, Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik.....	23
Tabel 2. 13 Klasifikasi Situs.....	24
Tabel 2. 14 Batasan Simpangan Antar Tingkat.....	28
Tabel 2. 15 Perbandingan Rasio Lebar Terhadap Tebal Elemen Tekan Komponen Struktur yang Mengalami Aksi Tekan dengan Aksi Tekan dengan Batasan Rasio Lebar terhadap Tebal untuk Elemen Tekan Untuk Komponen Struktur Dektail Sedang dan Dektail Tinggi.....	33
Tabel 2. 16 Rasio Lebar Terhadap Tebal Elemen Tekan Komponen Struktur yang Mengalami Lentur.....	35
Tabel 2. 17 Rasio Lebar Terhadap Tebal Elemen Tekan Komponen Struktur yang Mengalami.....	35
Tabel 2. 18 Luas Penampang Tulangan Kawat Baja <i>Wire Mesh</i>	39
Tabel 2. 19 Tinggi minimum balok non-prategang atau pelat satu arah atau plat solid arah non-prategang.....	40
Tabel 2. 20 Lendutan izin maksimum yang dihitung.....	40
Tabel 2. 21 Nilai R_g dan R_p	48
Tabel 2. 22 Tipe-tipe Baut.....	61
Tabel 2. 23 Pratarik Baut Minimum (kN).....	63

Tabel 2. 24 Ringkasan Parameter Mekanisme Garis Leleh Pelat Ujung Diperpanjang Tanpa Pengaku Dengan Empat Baut.....	70
Tabel 2. 25 Ringkasan Parameter Mekanisme Garis Leleh Pelat Ujung Diperpanjang Tanpa Pengaku Dengan Empat Baut.....	71
Tabel 2. 26 Ringkasan Parameter Mekanisme Garis Leleh Pelat Ujung Diperpanjang Dengan Pengaku Dengan Delapan Baut.....	72
Tabel 2. 27 Ringkasan Parameter Mekanisme Garis Leleh Sayap Kolom Diperpanjang Dengan Empat Baut.....	73
Tabel 2. 28 Pembatasan Parametrik pada Prakuifikasi.....	76
Tabel 3. 1 Spesifikasi Perencanaan.....	83
Tabel 3. 2 Spesifikasi Sambungan.....	84
Tabel 4.1 Perhitungan Momen Inersia Total Penampang Komposit.....	103
Tabel 4. 2 Perhitungan Momen Inersia Total Penampang Komposit.....	108
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Perhitungan Pelat Atap dan Lantai (Satu Arah).....	109
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Pembebanan pada Balok Anak Arah Z.....	113
Tabel 4. 5 Perhitungan Momen Inersia Total Penampang Komposit.....	123
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Perhitungan Balok Anak Arah Z.....	124
Tabel 4. 7 Perhitungan Momen Inersia Total Penampang Komposit.....	132
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Perhitungan Balok Anak Arah X.....	133
Tabel 4. 9 Kategori Resiko untuk Gedung.....	134
Tabel 4. 10 Faktor Keutamaan Gempa.....	134
Tabel 4. 11 Data Respon Spektra Kota Surabaya.....	136
Tabel 4. 12 Koefisien Situs, F_a	136
Tabel 4. 13 Koefisien Situs, F_v	137
Tabel 4.14 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek.....	137
Tabel 4.15 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik.....	138
Tabel 4. 16 Perhitungan <i>Respon Spectrum</i>	139
Tabel 4. 17 Faktor R, Cd, dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik (lanjutan).....	140
Tabel 4. 18 Nilai Parameter periode pendekatan Ct dan x.....	141

Tabel 4. 19 Tabel Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	141
Tabel 4. 20 Gaya Geser pada Portal SRPM di Bentang Sumbu X.....	144
Tabel 4. 21 Gaya Geser pada Portal SCBF di Bentang Sumbu X.....	145
Tabel 4. 22 Gaya Geser pada Portal SCBF di Bentang Sumbu Z.....	145
Tabel 4. 23 Persentase dari Total Kontribusi Sistem Penahan Gempa.....	145
Tabel 4. 24 Simpangan antar tingkat izin Δa	148
Tabel 4. 25 Simpangan Arah X.....	149
Tabel 4. 26 Kontrol Simpangan Antar Lantai Arah X.....	150
Tabel 4. 27 Displacement di Bentang Arah Z.....	151
Tabel 4. 28 Kontrol Simpangan Antar Lantai Arah Z.....	151
Tabel 4. 29 Rekapitulasi Pembebanan pada Balok Induk Arah Z.....	157
Tabel 4. 30 Rekapitulasi Gaya Dalam pada Balok Induk Post Komposit Arah Z	162
Tabel 4. 31 Perhitungan Momen Inersia Total Penampang Komposit.....	168
Tabel 4. 32 Rekapitulasi Perhitungan Balok Induk Arah Z.....	170
Tabel 4. 33 Rekapitulasi Pembebanan pada Balok Induk Arah X.....	175
Tabel 4. 34 Rekapitulasi Gaya Dalam pada Balok Induk Post Komposit Arah X	179
Tabel 4. 35 Perhitungan Momen Inersia Total Penampang Komposit.....	184
Tabel 4. 36 Rekapitulasi Perhitungan Balok Induk Arah X.....	185
Tabel 4. 37 Data Sambungan Balok Anak Arah Z - Balok Induk Arah X.....	195
Tabel 4. 38 Data Sambungan Balok Anak Arah X - Balok Induk Arah Z.....	201
Tabel 4. 39 Data Sambungan Balok Anak Arah Z - Balok Anak Arah X.....	207
Tabel 4. 40 Data Sambungan BSEP.....	211
Tabel 4. 41 Data Sambungan Kolom – Kolom.....	222
Tabel 4. 42 Data Sambungan Kolom – Pondasi.....	226
Tabel 4. 43 Data Sambungan <i>Bracing</i> Tipe A.....	237
Tabel 4. 44 Data Sambungan <i>Bracing</i> Tipe B.....	241

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Setiawan, Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD, E. (2008). *Struktur Baja Dengan Metode LRFD*.
- Alfirdaus, A. P., Dapas, S. O., & Handono, B. D. (2019). EVALUASI TEKNIS PENGGUNAAN KOLOM KOMPOSIT BAJA BETON PADA BANGUNAN BERTINGKAT BANYAK, 7(2), 285–290.
- Ananda Saputro, R., & Zakaria, A. (2015). *Analisis Kuat Lentur Nominal Balok Komposit Menggunakan Program Berbasis Android* (Vol. 3).
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan dan Penjelasan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 1729:2020 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 7860-2020 Ketentuan Seismik Untuk Struktur Baja Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 7972-2020 Sambungan Terprakualifikasi Untuk Rangka Momen Khusus dan Menengah Baja Pada Aplikasi Seismik. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- Dewobroto, Wiryanto. (2016). *Struktur Baja - Perilaku, Analisis & Desain - AISC 2010* (Edisi ke-2).

- Cahyati, M. D. (2016). *Pengaruh Variasi Tebal Terhadap Kekuatan Lentur Pada Balok Komposit Menggunakan Response 2000 (Effect Of Thickness Web Variations Against Flexural Strength On The Encased Partially Composite Beam Using Response 2000)* MARTYANA DWI CAHYATI. 19(2), 157–164.
- Fauzi, M. Z., Wahyuni, E., & Suswanto, B. (2018). Modifikasi Perencanaan Struktur Gedung Apartemen Brooklyn Alam Sutera menggunakan Struktur Komposit Baja-Beton dengan Sistem Rangka Berpengaku Eksentris. *Jurnal Teknik ITS*, 7(1).
- Yudi, A., Bayzoni, B., Bintang Wirawan, N., & Nadeak, R. (2019). Analisis Perilaku Struktur Beton dan Baja Dengan Metode Levelling Time History (Studi Kasus Gedung ITERA, Lampung, Indonesia). *Rekayasa Sipil*, 13(3), 173–183. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasisipil.2019.013.03.4>
- Zachari, M. Y., & Turuallo, G. (2020). Analisis Struktur Baja Tahan Gempa dengan Sistem SRPMK (Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus) Berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1726:2012. *REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development*, 9–16.
- Zega, B. C., Prasetyono, P. N., Nadiar, F., & Triarso, A. (2022). Desain Struktur Bangunan Baja Tahan Gempa Menggunakan SNI 1729:2020. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 4(2), 108–113.

SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI

Mahasiswa/i atas nama,

Nama : Aqil Arya Prananca

NIM : 201910340311244

Telah dinyatakan memenuhi standar maksimum plagiasi dengan hasil,

BAB 1 4 % $\leq 10\%$

BAB 2 23 % $\leq 25\%$

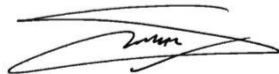
BAB 3 29 % $\leq 35\%$

BAB 4 14 % $\leq 15\%$

BAB 5 4 % $\leq 5\%$

Naskah Publikasi 19 % $\leq 20\%$

Malang, 5 Februari 2025



Sandi Wahyudiono, ST., MT