

**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR UTAMA GEDUNG FAKULTAS
ILMU KEOLAHRAGAAN UNIVERSITAS NEGERI MALANG
MENGUNAKAN STRUKTUR BAJA KOMPOSIT DENGAN METODE**

LRFD

Skripsi

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik

Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

MUHAMMAD REYHAN YODA ISLAMEY

201910340311193

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

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Perencanaan Ulang Struktur Utama Gedung Fakultas Ilmu
Keolahragaan Universitas Negeri Malang Menggunakan Struktur
Baja Komposit Dengan Metode LRFD
NAMA : Muhammad Reyhan Yoda Islamey
NIM : 201910340311193

Pada hari Jum'at 13 Desember 2024 telah diuji oleh tim penguji :

1. Dr. Ir. Moh. Abduh, S.T., M.T.,
IPU., ACPE., ASEAN Eng.

Dosen Penguji 1

2. Riski Pradina Sulkan, S.T., M.T.

Dosen Penguji 2

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Ir. Erwin Rommel, M.T.

Faris Rizal Andardi, S.T., M.T.



Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Dr. Ir. Sulanto, M.T.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Reyhan Yoda Islamey
NIM : 201910340311193
Jurusan : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Malang

Dengan ini saya menyatakan sebenar-benarnya tugas akhir yang berjudul :
“PERENCANAAN ULANG STRUKTUR UTAMA GEDUNG FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN UNIVERSITAS NEGERI MALANG MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA KOMPOSIT DENGAN METODE LRFD” 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 sebenar-benarnya dan apabila pernyataan ini tidak benar, saya bersedia mendapatkan sanksi akademis.

Malang, 15 Februari 2025

Yang menyatakan,



Muhammad Reyhan Yoda Islamey

KATA PENGANTAR

Puji syukur Atas Kehadirat Allah SWT. atas segala limpahan rahmat dan karunia-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Perencanaan Ulang Struktur Utama Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang Menggunakan Struktur Baja Komposit Dengan Metode LRFD". Pengerjaan tugas akhir ini terlaksana hingga selesai dan lancar tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Suharyono Dwi Arifani dan Ibu Idatussyamsiyah dan juga adik saya Muhammad Ivan Yoda Bellamy yang telah memberikan segalanya baik doa, dukungan, motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar.
2. Bapak Ir. Erwin Rommel, M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 dan Bapak Faris Rizal Andardi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyusun tugas akhir hingga selesai.
3. Bapak Dr. Ir. Sulianto, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang.
4. Bapak Ir. Andi Syaiful Amal, M.T. selaku wali dosen Teknik Sipil Kelas D Angkatan 2019.
5. Bagus, Arico, Iffah, Nudia, Rendra, Suci, Harti, Farah, Maya, Ami yang selalu menemani dan memberikan dukungan serta doanya.
6. Teman-teman Teknik Sipil Kelas D Angkatan 2019 yang namanya tidak bisa disebutkan satu per satu. Terimakasih sudah memberikan kesan, motivasi dan banyak cerita selama perkuliahan.
7. Kawan seperjuangan rasa saudara yakni Fasya, Faris, Cahya, Rizqi yang tidak pernah lupa dan selalu memberi semangat serta doanya kepada penulis.

8. Bapak Edy dan Ibu Dwi serta teman – teman kost 59 yang selalu memberikan support.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
10. Terakhir terimakasih kepada diri sendiri atas kerja keras doa dan semangatnya walaupun banyak rintangan alhamdulillah bisa menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi pembacanya.

Malang, 15 Februari 2025



Muhammad Reyhan Yoda Islamey
(201910340311193)

**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR UTAMA GEDUNG FAKULTAS ILMU
KEOLAHRAGAAN UNIVERSITAS NEGERI MALANG MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA KOMPOSIT DENGAN METODE LRFD**

Muhammad Reyhan Yoda Islamey⁽¹⁾, Erwin Rommel⁽²⁾, Faris Rizal Andardi⁽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.(0341)464317-319 Pes.130 Fax. (0341)460435

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

ABSTRAK

Perencanaan ulang struktur atas Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang menggunakan struktur baja komposit dengan metode *Load Resistance Factor Design* (LRFD) serta direncanakan dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan merujuk pada SNI 1727:2020 tentang beban minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur lainnya, SNI 1729:2020 tentang Spesifikasi Bangunan Gedung Baja Struktural. SNI 7972:2020 tentang sambungan terpraktualifikasi untuk rangka momen khusus dan menengah baja pada aplikasi seismik, SNI 7860:2020 tentang ketentuan seismik untuk bangunan gedung baja struktural, SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung. SNI 2847:2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Dari hasil perencanaan didapat dimensi pelat komposit $t = 120$ mm, untuk tipe *floor deck* W-1000 dengan tebal *base metal* 0,70 mm, tulangan *wiremesh* M7,5-100 yang diproduksi oleh PT. Union Metal, profil baja pada balok anak memanjang yaitu WF 250x125x6x9 dan melintang WF 300x150x6,5x9, serta balok induk memanjang WF 450x200x9x14 dan balok induk melintang WF 500x200x11x19. Untuk kolom dipakai profil KC 600x200x11x17. Tipe sambungan yang digunakan yakni BSEP (*Bolts Stiffened End Plates*) namun untuk dimensi *base plate* digunakan 1000x1000 mm dengan angkur sejumlah 4-Ø32 mm dan untuk panjang angkur 1500 mm.

Kata Kunci : Struktur Baja Komposit, LRFD, SRPMK

ABSTRACT

The redesign of the upper structure of the Faculty of Sports Science Building at Universitas Negeri Malang uses a composite steel structure with the Load Resistance Factor Design (LRFD) method, and is planned using the Special Moment-Resisting Frame (SMRF) system, referring to SNI 1727:2020 regarding minimum loads for building and other structural design, SNI 1729:2020 on specifications for structural steel buildings, SNI 7972:2020 on qualified connections for special and intermediate moment-resisting steel frames in seismic applications, SNI 7860:2020 on seismic provisions for structural steel buildings, SNI 1726:2019 on earthquake-resistant design procedures for buildings and non-building structures, and SNI 2847:2019 on requirements for structural concrete in buildings. The design results in a composite slab dimension of $t = 120$ mm, W-1000 floor deck type with a base metal thickness of 0.70 mm, wire mesh reinforcement M7.5-100 produced by PT. Union Metal, steel profiles for longitudinal beams are WF 250x125x6x9 and transverse WF 300x150x6.5x9, while main longitudinal beams are WF 450x200x9x14 and transverse main beams are WF 500x200x11x19. For columns, the profile used is KC 600x200x11x17. The connection type used is BSEP (Bolts Stiffened End Plates), while the base plate dimensions are 1000x1000 mm with anchors of 4-Ø32 mm and a length of 1500 mm.

Keywords: composite steel structure, LRFD, SRPMK

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Perencanaan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Bangunan Struktur Baja	5
2.1.1 Sifat Mekanik Baja	5
2.2 Sistem Struktur Baja Tahan Gempa	7
2.2.1 Sistem Portal kaku (Rigid Frame)	8
2.3 Struktur Komposit	9
2.3.1 Sistem Struktur Komposit	9
2.4 Metode LRFD	10
2.4.1 Ketentuan LRFD	11
2.5 Gaya Geser Dasar Akibat Gempa	12
2.5.1 Koefisien Respon Seismik	13
2.5.2 Distribusi Horizontal Gaya Gempa	13
2.5.3 Perancangan Stabilitas Struktur	13
2.5.3.1 Drift Ratio	13
2.5.3.2 Simpangan Antar Tingkat	14
2.6 Daktilitas	15
2.6.1 Stabilitas Penampang Baja	16

2.6.1.1 Daktilitas Tinggi penampang (High Ductile Member)	17
2.6.1.2 Daktilitas Sedang (Moderately Ductile Member)	17
2.6.1.3 Penampang Kompak	18
2.6.1.4 Penampang Tak Kompak	18
2.6.1.5 Penampang Langsing	19
2.6.2 Distribusi Vertikal Gaya Gempa	23
2.6.3 Perencanaan struktur balok komposit	24
2.6.3.1 Balok Komposit Dengan Dek Baja Gelombang	24
2.6.3.2 Lebar Efektif Balok Baja Komposit	27
2.6.3.3 Tegangan pada Balok Komposit	28
2.6.3.4 Kekuatan Lentur Nominal	29
2.6.3.5 Penghubung Geser Angkur Baja Stad Berkepala	34
2.6.3.6 Lendutan.....	35
2.6.3.7 Perencanaan Batang Tarik	37
2.6.3.8 Perencanaan Batang Tekan	38
2.6.4 Perencanaan Kolom	41
2.6.4.1 Perencanaan (Balok – Kolom)	42
2.6.5 Sambungan	43
2.6.5.1 Parameter Desain Sambungan	44
2.6.5.2 Sambungan Baut	45
2.6.5.3 Sambungan Momen Pelat Ujung Berbaut Diperpanjang Tanpa dan Dengan Pengaku	50
2.6.5.4 Sambungan Las	55
BAB III METODE PERENCANAAN	56
3.1 Data Umum Perencanaan	56
3.2 Data Khusus Bangunan	56
3.2.1 spesifikasi perencanaan	56
3.2.2 Spesifikasi Floor Deck Pelat Atap dan Pelat Lantai	57
3.2.3 Spesifikasi Perencanaan Sambungan	58
3.3 Peraturan – peraturan yang dipakai sebagai acuan perencanaan.....	58

3.4 Denah Balok Dan Kolom Rencana	59
3.5 Diagram Alir Perencanaan	60
3.5.1 Diagram Alir Perencanaan Pelat Komposit	62
3.5.2 Diagram Alir Perencanaan Balok.....	64
3.5.3 Diagram Alir Perencanaan Kolom	67
3.5.4 Diagram Alir Perencanaan Sambungan	69
BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN	72
4.1 Perencanaan Pelat	72
4.1.1 Pelat Atap	72
4.1.1.1 Pembebanan Pelat Atap.....	73
4.1.1.2 Perhitungan Momen Pelat Atap	73
4.1.1.3 Momen Positif pada Pelat Atap (Lapangan)	73
4.1.1.4 Momen Negatif pada Pelat Atap (Tumpuan)	74
4.1.1.5 Lendutan pada Pelat Atap	75
4.1.2 Pelat Lantai	76
4.1.2.1 Pembebanan Pelat Lantai	76
4.1.2.2 Perhitungan Momen pelat lantai	77
4.1.2.3 Momen Positif pada pelat lantai (Lapangan)	78
4.1.2.4 Perencanaan Momen Negatif pada pelat lantai (Tumpuan)	78
4.1.2.5 Kontrol Lendutan pada Pelat Lantai	80
4.2 Perencanaan Balok Anak Arah Melintang	82
4.2.1 Pembebanan Pada Balok Anak	82
4.2.1.1 Kondisi Pra Komposit	82
4.2.1.2 Kondisi Post Komposit	83
4.2.2 Perencanaan Balok Anak Pra Komposit	83
4.2.2.1 Pemeriksaan Kapasitas Penampang Terhadap Tekuk	84
4.2.2.2 Kontrol Momen Pada Profil Baja	85
4.2.2.3 Kontrol Terhadap Lendutan Selama Konstruksi	85
4.2.3 Perencanaan Balok Anak Post Komposit.....	85
4.2.3.1 Pemeriksaan Balok Anak Pada Daerah Momen Positif	87
4.2.3.2 Pemeriksaan Balok Anak Pada Daerah Momen Negatif	88

4.2.3.3	Pemeriksaan Kuat Geser Balok Anak	90
4.2.3.4	Perhitungan Shear-stud Pada Balok Anak	90
4.2.3.5	Kontrol Lendutan	91
4.3	Perencanaan Balok Anak Arah Memanjang	92
4.3.1	Pembebanan Pada Balok Anak	93
4.3.1.1	Kondisi Pra Komposit	93
4.3.1.2	Kondisi Post Komposit	93
4.3.2	Perencanaan Balok Anak Pra Komposit	94
4.3.2.1	Pemeriksaan Kapasitas Penampang Terhadap Tekuk	95
4.3.2.2	Kontrol Momen Pada Profil Baja	95
4.3.2.3	Kontrol Terhadap Lendutan Selama Konstruksi	95
4.3.3	Perencanaan Balok Anak Post Komposit	96
4.3.3.1	Pemeriksaan Balok Anak Pada Daerah Momen Positif	97
4.3.3.2	Pemeriksaan Balok Anak Pada Daerah Momen Negatif	98
4.3.3.3	Pemeriksaan Kuat Geser Balok Anak	99
4.3.3.4	Perhitungan Shear-stud Pada Balok Anak	100
4.3.3.5	Kontrol Lendutan	101
4.4	Analisa Desain Seismik	102
4.4.1	Faktor Keutamaan Gempa dan Kategori Resiko	102
4.4.2	Kelas Situs	103
4.4.3	Parameter Respon Spektral S_s dan S_1	103
4.4.4	Parameter Percepatan Spektra Desain	105
4.4.5	Kategori Desain Seismik	107
4.4.6	Periode Bangunan	107
4.4.7	Prosedur Analisis	108
4.4.8	Kontrol Drift Ratio	112
4.5	Perencanaan Balok Induk Melintang	115
4.5.1	Pembebanan Pada Balok Induk Melintang	115
4.5.1.1	Kondisi Pra Komposit	115

4.5.1.2	Kondisi	Post	Komposit
.....116			
4.5.2	Perencanaan Balok Induk Pra Komposit		116
4.5.2.1	Pemeriksaan Kapasitas Penampang Terhadap Tekuk		119
4.5.2.2	Kontrol Momen Pada Profil Baja		120
4.5.2.3	Kontrol Terhadap Lendutan Selama Konstruksi		121
4.5.3	Perencanaan Balok Induk Post Komposit		121
4.5.3.1	Pemeriksaan Balok Induk Pada Daerah Momen Positif		123
4.5.3.2	Pemeriksaan Balok Induk Pada Daerah Momen Negatif		125
4.5.3.3	Pemeriksaan Kuat Geser Balok Induk		126
4.5.3.4	Perhitungan Shear-stud Pada Balok Induk		126
4.5.3.5	Kontrol Lendutan		127
4.6	Perencanaan Balok Induk Memanjang		129
4.6.1	Pembebanan Pada Balok Induk Memanjang		129
4.6.1.1	Kondisi Pra Komposit		129
4.6.1.2	Kondisi Post Komposit		130
4.6.2	Perencanaan Balok Induk Pra Komposit		130
4.6.2.1	Pemeriksaan Kapasitas Penampang Terhadap Tekuk		132
4.6.2.2	Kontrol Momen Pada Profil Baja		133
4.6.2.3	Kontrol Terhadap Lendutan Selama Konstruksi		134
4.6.3	Perencanaan Balok Induk Post Komposit		134
4.6.3.1	Pemeriksaan Balok Induk Pada Daerah Momen Positif		135
4.6.3.2	Pemeriksaan Balok Induk Pada Daerah Momen Negatif		137
4.6.3.3	Pemeriksaan Kuat Geser Balok Induk		138
4.6.3.4	Perhitungan Shear-stud Pada Balok Induk		139
4.6.3.5	Kontrol Lendutan		140
4.7	Perencanaan Kolom		142
4.7.1	Kuat Tekan Rencana		143
4.7.1.1	Klasifikasi Penampang Tekan		143
4.7.1.2	Panjang Efektif		143
4.7.1.3	Kuat Tekan Nominal Untuk Tekuk Lentur		145

4.7.2 Kuat Lentur Rencana	147
4.7.2.1 Klasifikasi Penampang	147
4.7.2.2 Kuat Lentur Penampang	148
4.7.3 Interaksi Gaya Aksial dan Momen Lentur	148
4.8 Perencanaan Sambungan	150
4.8.1 Sambungan Balok Anak – Balok Anak	150
4.8.1.1 Gaya Kopel Internal	151
4.8.1.2 Pelat Penyambung Atas (Flens Tarik)	151
4.8.1.3 Sambungan Geser Antara Web Balok Anak dan Web Balok Induk	152
4.8.2 Sambungan Balok Anak – Balok Induk Melintang	155
4.8.2.1 Pelat Penyambung Atas (Flens Tarik)	155
4.8.2.2 Pelat penyambung bawah (Flens Tekan)	156
4.8.2.3 Sambungan geser antara web balok anak dan web balok induk	158
4.8.3 Sambungan Balok Anak – Balok Induk Memanjang	161
4.8.3.1 Pelat Penyambung Atas (Flens Tarik)	162
4.8.3.2 Pelat penyambung bawah (Flens Tekan)	163
4.8.3.3 Sambungan geser antara web balok anak dan web balok induk	164
4.8.4 Sambungan Balok Induk Melintang – Kolom	168
4.8.4.1 Sambungan Bolts Stiffened End Plates 8ES Tipe A	169
4.8.4.2 Sambungan Bolts Stiffened End Plates 8ES Tipe B	184
4.8.4.3 Sambungan Bolts Stiffened End Plates 8ES Tipe C	199
4.8.5 Sambungan Balok Induk Memanjang – Kolom	215
4.8.5.1 Sambungan Bolts Stiffened End Plates 8ES Tipe A	215
4.8.5.2 Sambungan Bolts Stiffened End Plates 8ES Tipe B	230
4.8.5.3 Sambungan Bolts Stiffened End Plates 8ES Tipe C	245
4.8.6 Sambungan Kolom – Kolom	261
4.8.6.1 Pelat Penyambung flens	261
4.8.6.2 Pelat Penyambung web	265

4.8.7 Sambungan Kolom – Pondasi	269
4.8.7.1 Perencanaan Base Plate	270
4.8.7.2 Perencanaan Base Plate	270
BAB V PENUTUP	271
5.1 Kesimpulan	271
5.2 Saran	272
DAFTAR	PUSTAKA
.....	273



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Tegangan – Regangan	6
Gambar 2. 2 Desain seismik Special Moment Frame	8
Gambar 2. 3 Macam-macam Struktur Komposit	9
Gambar 2. 4 Gambar Drift Ratio	14
Gambar 2. 5 Daktilitas pada penampang	15
Gambar 2. 6 Daktilitass Pada Elemen	15
Gambar 2. 7 Perilaku Penampang Baja	16
Gambar 2. 8 Penampang Baja	17
Gambar 2. 9 Penampang Melintang Dek Baja Gelombang	25
Gambar 2. 10 Lebar Efektif Balok Komposit	28
Gambar 2. 11 Diagram Regangan Tegangan Balok	28
Gambar 2. 12 Distribusi Tegangan Plastis Kondisi	30
Gambar 2. 13 Distribusi Tegangan Plastis Kondisi b didalam pelat baja	30
Gambar 2. 14 Distribusi Tegangan Plastis Kondisi c	31
Gambar 2. 15 Distribusi Tegangan Akibat Momen	32
Gambar 2. 16 Macam-macam penghubung geser	34
Gambar 2. 17 Balok Statis Tak Tentu Dengan Beban Merata	36
Gambar 2. 18 Balok Statis Tak Tentu Dengan Beban Merata	36
Gambar 2. 19 Balok Statis Tak Tentu Dengan Beban Merata	36
Gambar 2. 20 Beban Terpusat di Ujung Balok Kantilever	37
Gambar 2. 21 Nilai K untuk kolom dengan ujung-ujung yang ideal	42
Gambar 2. 22 Sambungan Pada Baja	44
Gambar 2. 23 Jarak Antar Baut	49
Gambar 2. 24 konfigurasi pelat ujung diperpanjang	50
Gambar 3. 1 Floor deck W-1000 PT. Union Metal	57
Gambar 3. 2 Gambar denah rencana balok dan kolom lantai 1-7	58

Gambar 3. 3 Diagram Alir Perencanaan	59
Gambar 3. 4 Diagram Alir Perencanaan Pelat	60
Gambar 3. 5 Diagram Alir Perencanaan Balok	62
Gambar 3. 6 Diagram Alir Perencanaan Kolom	65
Gambar 3. 7 Diagram Alir Perencanaan Sambungan	67
Gambar 4. 1 Denah Rencana floordeck pelat atap	72
Gambar 4. 2 Floordeck W-1000 PT Union Metal	73
Gambar 4. 3 Koefisien Momen Pelat Atap	73
Gambar 4. 4 Penampang Melintang Daerah Momen Positif Pelat Atap	74
Gambar 4. 5 Penampang Melintang Daerah Momen Negatif Pelat Atap	74
Gambar 4. 6 Denah Rencana floordeck pelat lantai 2-7	78
Gambar 4. 7 Koefisien momen pelat lantai atap	78
Gambar 4. 8 Penampang Melintang Daerah Momen Positif Pelat lantai	79
Gambar 4. 9 Penampang Melintang Daerah Momen Negatif Pelat Lantai	80
Gambar 4. 10 Denah Rencana Balok	82
Gambar 4. 11 Analisa momen (M_u) balok yang ditinjau	83
Gambar 4. 12 Analisa gaya geser (V_u) balok yang ditinjau	84
Gambar 4. 13 Profil IWF Balok	85
Gambar 4. 14 Analisa momen (M_u+) balok yang ditinjau	86
Gambar 4. 15 Analisa momen (M_u-) dan (V_u) balok yang ditinjau	86
Gambar 4. 16 Lebar Efektif (b_E) balok komposit	87
Gambar 4. 17 Distribusi Tegangan Plastis Akibat Momen Positif	88
Gambar 4. 18 Distribusi tegangan akibat momen negatif	89
Gambar 4. 19 Denah Rencana Balok	92
Gambar 4. 20 Analisa momen (M_u) balok yang ditinjau	94
Gambar 4. 21 Analisa gaya geser (V_u) balok yang ditinjau	94
Gambar 4. 22 Analisa momen (M_u+) balok yang ditinjau	96
Gambar 4. 23 Analisa momen (M_u-) dan (V_u) balok yang ditinjau	96
Gambar 4. 24 Lebar Efektif (b_E) balok komposit	97
Gambar 4. 25 Distribusi Tegangan Plastis Akibat Momen Positif	97
Gambar 4. 26 Distribusi tegangan akibat momen negatif	99

Gambar 4. 27 Respon Spektra Kota Malang	103
Gambar 4. 28 Peta Gempa Periode Pendek 0,2 Detik (Ss)	103
Gambar 4. 29 Peta Gempa Periode Pendek 1 Detik (S1)	104
Gambar 4. 30 Grafik Nilai Respon Desain	104
Gambar 4. 31 Denah Rencana Balok	115
Gambar 4. 32 Portal Tinjau	117
Gambar 4. 33 Portal Tinjau	118
Gambar 4. 34 Analisa Momen (M_u) balok yang ditinjau	119
Gambar 4. 35 Analisa Gaya Geser (V_u) balok yang ditinjau	119
Gambar 4. 36 Portal Tinjau	121
Gambar 4. 37 Analisa momen (M_u+) balok yang ditinjau	122
Gambar 4. 38 Analisa momen (M_u-) dan (V_u) balok yang ditinjau	123
Gambar 4. 39 Lebar Efektif (b_E) balok komposit	123
Gambar 4. 40 Distribusi Tegangan Plastis Akibat Momen Positif	124
Gambar 4. 41 Distribusi tegangan akibat momen negatif	125
Gambar 4. 42 Denah Rencana Balok	129
Gambar 4. 43 Portal Tinjau X	131
Gambar 4. 44 Portal Tinjau Y	131
Gambar 4. 45 Portal Tinjau Memanjang	131
Gambar 4. 46 Analisa Momen (M_u) balok yang ditinjau	132
Gambar 4. 47 Analisa Gaya Geser (V_u) balok yang ditinjau	132
Gambar 4. 48 Portal Tinjau	134
Gambar 4. 49 Analisa momen (M_u+) balok yang ditinjau	135
Gambar 4. 50 Analisa momen (M_u-) dan (V_u) balok yang ditinjau	135
Gambar 4. 51 Lebar Efektif (b_E) balok komposit	136
Gambar 4. 52 Distribusi Tegangan Plastis Akibat Momen Positif	136
Gambar 4. 53 Distribusi tegangan akibat momen negatif	138
Gambar 4. 54 Nomogram Struktur Bergoyang Untuk Arah Melintang	144
Gambar 4. 55 Nomogram Struktur Bergoyang Untuk Arah Memanjang	145
Gambar 4. 56 Gambar Gaya Kopel Internal	151

Gambar 4. 57 Gambar Jarak Antar Baut	152
Gambar 4. 58 Gambar Jarak Antar Baut	153
Gambar 4. 59 Jarak tepi minimum baut	156
Gambar 4. 60 Gambar Jarak Antar Baut	156
Gambar 4. 61 Jarak tepi minimum baut	157
Gambar 4. 62 Gambar Jarak Antar Baut	157
Gambar 4. 63 Jarak tepi minimum baut	158
Gambar 4. 64 Analisa kuat tumpu sambungan baut	159
Gambar 4. 65 Analisa bidang geser dan bidang tarik dari profil siku	160
Gambar 4. 66 Sambungan Balok anak – Balok induk	161
Gambar 4. 67 Tampak Atas Sambungan	161
Gambar 4. 68 Jarak tepi minimum baut	163
Gambar 4. 69 Jarak tepi minimum baut	164
Gambar 4. 70 Jarak tepi minimum baut	165
Gambar 4. 71 Analisa kuat tumpu sambungan baut	166
Gambar 4. 72 Analisa bidang geser dan bidang tarik dari profil siku	167
Gambar 4. 73 Sambungan Balok anak – Balok induk	168
Gambar 4. 74 Tampak Atas Sambungan	168
Gambar 4. 75 Gaya geser dan axial pada balok induk	169
Gambar 4. 76 Gaya yang bekerja pada muka kolom untuk sambungan BSEP 8 ES Tipe A Balok induk kolom	170
Gambar 4. 77 Konfigurasi sambungan pelat ujung untuk sambungan BSEP 8ES tipe A pada Balok Induk – kolom	173
Gambar 4. 78 Gaya sayap balok terfaktor (F_{fu}) untuk sambungan BSEP 8ES tipe A pada balok induk – kolom	174
Gambar 4. 79 Analisa Kuat Tumpu Baut/Sobek dari Pelat Ujung dan Sayap Kolom untuk Sambung BSEP 8ES Tipe A	175
Gambar 4. 80 Detail Las Sayap Balok ke Pelat Ujung Sambungan BSEP Tipe A	176
Gambar 4. 81 Detail Las Badan Balok ke Pelat Ujung Sambungan BSEP Tipe A	178

Gambar 4. 82 Gaya Sayap Terfaktor (Ffu) Menyebabkan Perilaku Leleh Badan Kolom	179
Gambar 4. 83 Gaya Sayap Terfaktor (Ffu) Menyebabkan Perilaku Tekuk Badan Kolom	180
Gambar 4. 84 Sambungan BSEP 8ES tipe A	184
Gambar 4. 85 Gaya geser dan axial pada balok induk untuk sambungan tipe B	184
Gambar 4. 86 Gaya yang bekerja pada muka kolom untuk sambungan BSEP 8 ES Tipe B Balok induk kolom	185
Gambar 4. 87 Konfigurasi sambungan pelat ujung untuk sambungan BSEP 8ES tipe A pada Balok Induk – kolom	188
Gambar 4. 88 Gaya sayap balok terfaktor (Ffu) untuk sambungan BSEP 8ES tipe B pada balok induk – kolom	189
Gambar 4. 89 Analisa Kuat Tumpu Baut/Sobek dari Pelat Ujung dan Sayap Kolom untuk Sambung BSEP 8ES Tipe B	190
Gambar 4. 90 Detail Las Sayap Balok ke Pelat Ujung Sambungan BSEP Tipe A	191
Gambar 4. 91 Detail Las Badan Balok ke Pelat Ujung Sambungan BSEP Tipe A	193
Gambar 4. 92 Gaya Sayap Terfaktor (Ffu) Menyebabkan Perilaku Leleh Badan Kolom	194
Gambar 4. 93 Gaya Sayap Terfaktor (Ffu) Menyebabkan Perilaku Tekuk Badan Kolom	195
Gambar 4. 94 Sambungan BSEP 4ES tipe B	199
Gambar 4. 95 Gaya geser dan axial pada balok induk untuk sambungan tipe C	199
Gambar 4. 96 Gaya yang bekerja pada muka kolom untuk sambungan BSEP 8 ES Tipe C Balok induk kolom	200
Gambar 4. 97 Konfigurasi sambungan pelat ujung untuk sambungan BSEP 8ES tipe c pada Balok Induk – kolom	203

Gambar 4. 98 Gaya sayap balok terfaktor (Ffu) untuk sambungan BSEP 8ES tipe C pada balok induk – kolom	204
Gambar 4. 99 Analisa Kuat Tumpu Baut/Sobek dari Pelat Ujung dan Sayap Kolom untuk Sambung BSEP 8ES Tipe C	205
Gambar 4. 100 Detail Las Sayap Balok ke Pelat Ujung Sambungan BSEP Tipe C	207
Gambar 4. 101 Detail Las Badan Balok ke Pelat Ujung Sambungan BSEP Tipe C	209
Gambar 4. 102 Gaya Sayap Terfaktor (Ffu) Menyebabkan Perilaku Leleh Badan Kolom	210
Gambar 4. 103 Gaya Sayap Terfaktor (Ffu) Menyebabkan Perilaku	210
Gambar 4. 104 Sambungan BSEP 8ES tipe C	214
Gambar 4. 105 Gaya geser dan axial pada balok induk	215
Gambar 4. 106 Gaya yang bekerja pada muka kolom untuk sambungan	216
Gambar 4. 107 Konfigurasi sambungan pelat ujung untuk sambungan BSEP 8ES tipe A pada Balok Induk – kolom	219
Gambar 4. 108 Gaya sayap balok terfaktor (Ffu) untuk sambungan BSEP 8ES tipe A pada balok induk – kolom	220
Gambar 4. 109 Analisa Kuat Tumpu Baut/Sobek dari Pelat Ujung dan Sayap Kolom untuk Sambung BSEP 8ES Tipe A	221
Gambar 4. 110 Detail Las Sayap Balok ke Pelat Ujung Sambungan BSEP Tipe A	223
Gambar 4. 111 Gaya Sayap Terfaktor (Ffu) Menyebabkan Perilaku Leleh Badan Kolom	225
Gambar 4. 112 Gaya Sayap Terfaktor (Ffu) Menyebabkan Perilaku Tekuk Badan Kolom	226
Gambar 4. 113 Sambungan BSEP 8ES tipe A	230
Gambar 4. 114 Gaya geser dan axial pada balok induk untuk sambungan tipe B	230
Gambar 4. 115 Gaya yang bekerja pada muka kolom untuk sambungan BSEP 8 ES Tipe B Balok induk kolom	231

Gambar 4. 116 Konfigurasi sambungan pelat ujung untuk sambungan BSEP 8ES tipe A pada Balok Induk – kolom	234
Gambar 4. 117 Gaya sayap balok terfaktor (Ffu) untuk sambungan BSEP 4ES tipe B pada balok induk – kolom	235
Gambar 4. 118 Analisa Kuat Tumpu Baut/Sobek dari Pelat Ujung dan Sayap Kolom untuk Sambung BSEP 8ES Tipe B	236
Gambar 4. 119 Detail Las Sayap Balok ke Pelat Ujung Sambungan BSEP Tipe A	237
Gambar 4. 120 Detail Las Badan Balok ke Pelat Ujung Sambungan BSEP Tipe A	239
Gambar 4. 121 Gaya Sayap Terfaktor (Ffu) Menyebabkan Perilaku Leleh Badan Kolom	240
Gambar 4. 122 Gaya Sayap Terfaktor (Ffu) Menyebabkan Perilaku Tekuk Badan Kolom	241
Gambar 4. 123 Sambungan BSEP 4ES tipe B	245
Gambar 4. 124 Gaya geser dan axial pada balok induk untuk sambungan tipe C	245
Gambar 4. 125 Gaya yang bekerja pada muka kolom untuk sambungan BSEP 4 ES Tipe C Balok induk kolom	246
Gambar 4. 126 Konfigurasi sambungan pelat ujung untuk sambungan BSEP 8ES tipe c pada Balok Induk – kolom	249
Gambar 4. 127 Gaya sayap balok terfaktor (Ffu) untuk sambungan BSEP 8ES tipe C pada balok induk – kolom	250
Gambar 4. 128 Analisa Kuat Tumpu Baut/Sobek dari Pelat Ujung dan Sayap Kolom untuk Sambung BSEP 8ES Tipe C	251
Gambar 4. 129 Detail Las Sayap Balok ke Pelat Ujung Sambungan BSEP Tipe C	253
Gambar 4. 130 Detail Las Badan Balok ke Pelat Ujung Sambungan BSEP Tipe C	255
Gambar 4. 131 Gaya Sayap Terfaktor (Ffu) Menyebabkan Perilaku Leleh Badan Kolom	256

Gambar 4. 132 Gaya Sayap Terfaktor (Ffu) Menyebabkan Perilaku Tekuk Badan Kolom	256
Gambar 4. 133 Sambungan BSEP 8ES tipe C	260
Gambar 4. 134 Gambar Jarak Antar Baut	262
Gambar 4. 135 Analisa bidang geser dan bidang tarik	263
Gambar 4. 136 Gambar Jarak Antar Baut	266
Gambar 4. 137 Analisa bidang geser dan bidang tarik pada web kolom	267
Gambar 4. 138 Sambungan kolom – kolom	268
Gambar 4. 139 Geometri Perencanaan Base Plate	269
Gambar 4. 140 Detail sambungan kolom pondasi	270



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor Tahanan	12
Tabel 2. 2 Kategori Risiko	14
Tabel 2. 3 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	20
Tabel 2. 4 Rasio Lebar Terhadap Tebal Elemen Tekan Komponen Struktur yang Mengalami Lentur	22
Tabel 2. 5 Rasio Lebar Terhadap Tebal Elemen Tekan Komponen Struktur yang Mengalami Lentur	23
Tabel 2. 6 Luas Penampang Tulangan Kawat Baja Wire Mesh	26
Tabel 2. 7 Tinggi minimum balok non-prategang atau pelat satu arah atau plat solid arah non- prategang	26
Tabel 2. 8 Lendutan izin maksimum yang dihitung	27
Tabel 2. 9 Nilai Rg dan Rp	34
Tabel 2. 10 Tipe-tipe Baut	46
Tabel 2. 11 Pratarik Baut Minimum (kN)	48
Tabel 2. 12 Pembatasan Parametrik pada prakualifikasi	51
Tabel 3. 1 spesifikasi perencanaan	56
Tabel 3. 2 Spesifikasi Floor deck W-1000 PT. Union Metal	57
Tabel 3. 3 Data Material Sambungan	58
Tabel 4. 1 Tabel Spesifikasi Floordeck W-1000 PT Union Metal	73
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Perhitungan Pelat Atap dan Lantai	81

Tabel 4. 3 Rekapitulasi Perhitungan Balok Anak Melintang	92
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Perhitungan Balok Anak Memanjang	101
Tabel 4. 5 Kategori Risiko Bangunan Gedung	102
Tabel 4. 6 Faktor Keutamaan Gempa	102
Tabel 4. 7 Data Respon Spektra Kota Malang	105
Tabel 4. 8 Koefisien Situs Fa	105
Tabel 4. 9 Koefisien Situs Fv	105
Tabel 4. 10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek	107
Tabel 4. 11 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 detik	107
Tabel 4. 12 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode yang Dihitung	107
Tabel 4. 13 Nilai Parameter Periode Pendekatan Ct dan X	108
Tabel 4. 14 Faktor R, Cd, Ω_0	109
Tabel 4. 15 Distribusi Gaya Gempa Statik Arah X	110
Tabel 4. 16 Distribusi Gaya Gempa Statik Arah Y	110
Tabel 4. 17 Perbandingan Gaya Geser Dasar Statik dan Dinamik	111
Tabel 4. 18 Perbandingan Gaya Geser Dasar Baru	112
Tabel 4. 19 Simpang Antar Tingkat Izin	112
Tabel 4. 20 Story Respon Arah X	113
Tabel 4. 21 Story Respon Arah Y	113
Tabel 4. 22 Simpangan Antar Tingkat	113
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Perhitungan Balok Induk Melintang	128
Tabel 4. 24 Rekapitulasi Perhitungan Balok Induk Memanjang	141
Tabel 4. 25 Data Sambungan Balok Anak dan Balok Anak	150
Tabel 4. 26 Data Sambungan Balok Anak dan Balok Induk	155
Tabel 4. 27 Data Sambungan Balok Anak dan Balok Induk	162
Tabel 4. 28 Data Sambungan Balok Anak dan Balok Induk	168
Tabel 4. 29 pembatasan parametrik pada prakualifikasi untuk sambungan BSEP 8ES	172

Tabel 4. 30 Data Sambungan Balok Anak dan Balok Induk	184
Tabel 4. 31 pembatasan parametrik pada prakualifikasi untuk sambungan BSEP 8ES	187
Tabel 4. 32 Data Sambungan Balok Anak dan Balok Induk	199
Tabel 4. 33 pembatasan parametrik pada prakualifikasi untuk sambungan BSEP 8ES	202
Tabel 4. 34 Data Sambungan Balok Anak dan Balok Induk	215
Tabel 4. 35 pembatasan parametrik pada prakualifikasi untuk sambungan BSEP 8ES	218
Tabel 4. 36 Data Sambungan Balok Anak dan Balok Induk	230
Tabel 4. 37 pembatasan parametrik pada prakualifikasi untuk sambungan BSEP 8ES	233
Tabel 4. 38 Data Sambungan Balok Anak dan Balok Induk	245
Tabel 4. 39 pembatasan parametrik pada prakualifikasi untuk sambungan BSEP 8ES	248
Tabel 4. 40 Data material sambungan	251
Tabel 4. 41 Jarak tepi minimum baut	252
Tabel 4. 42	252
Tabel 4. 43 Data material sambungan	255
Tabel 4. 44 jarak tepi minimum baut	258
Tabel 4. 45 Data material base plate	262
Tabel 4. 46 Data material angkur	264

DAFTAR PUSTAKA

- YUDHA LESMANA. (2021). *Handbook ANALISA DAN DESAIN STRUKTUR BAJA Berdasarkan SNI 1729-2020 Edisi Pertama* (Yudha Lesmana, Ed.; Edisi Pertama). PT. Nas Media Indonesia .
- SNI 2847-2019. (t.t.). *SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*.
- Agus Setiawan. (2008). *Struktur Baja LRFD*.
- AISC LRFD. (2003). *Steel Design Guide Series Load and Resistance Factor Design of W-Shapes Encased in Concrete*.
- Annisa Hayu, G., Mifta, A. A., Kunci, K., Komposit, B., Hingga, E., Berkepala, P., & Geser, P. (2020). Analisis Perbandingan Kapasitas Balok.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan NonGedung.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). SNI 1729-2020 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). SNI 7860-2020 Ketentuan Seismik Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). SNI 7972-2020 Sambungan Terpraktualifikasi Untuk Rangka Momen Khusus Dan Menengah Baja Pada Aplikasi Seismik.
- Fatharani, M. F., & Krisologus, Y. P. (2020). *KINERJA PELAT BETON KOMPOSIT FLOOR DECK TERHADAP LENTUR*.
- Heppy Nur Cahya. (2015). *Studi Analisis Perbandingan Metode Asd (Allowable Stress Design) Dengan Lrfd (Load And Resistance Factor Design) Pada Struktur Gable Frame Di Pembangunan Pasar Baru Kabupaten Lumajang Skripsi*.
<https://doi.org/10.21.005>
- I Ketut Diartama Kubon Tubuh. (2019). Studi Perbandingan Perilaku Struktur Gedung Dengan. *Jurnal Bakti Saraswati*, 08(02).

SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI



SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI

Mahasiswa/i atas nama,

Nama : Muhammad Reyhan Yoda Islamey

NIM : 201910340311193

Telah dinyatakan memenuhi standar maksimum plagiasi dengan hasil,

BAB 1 7 % \leq 10%

BAB 2 24 % \leq 25%

BAB 3 34 % \leq 35%

BAB 4 10 % \leq 15%

BAB 5 2 % \leq 5%

Naskah Publikasi 19 % \leq 20%

Malang, 14 Februari 2025

Sandi Wahyudiono, ST., MT