

**SKRIPSI**

**STUDI PERENCANAAN PORTAL BAJA MENGGUNAKAN  
METODE LRFD PADA GEDUNG RS. BHAYANGKARA  
MAKASSAR**

*Disusun dan Disetujui Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang*



**Disusun Oleh :**  
**MUHAMMAD ZULQIFLI LIHIN**  
**15.21.131**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – S1**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**  
**MALANG**  
**2020**

SKRIPSI

**STUDI PERENCANAAN PORTAL BAJA MENGGUNAKAN  
METODE LRFD PADA GEDUNG RS.BHAYANGKARA  
MAKASSAR**

Proposal Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian  
Skripsi

Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal .....2020 Dan Diterima  
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Sipil S-1

Disusun oleh :

**MUHAMMAD ZULQIFLI LIHIN**

15.21.131

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Ir. Bambang Wedyantadji, MT

NIP. Y.1018500093

Dosen Penguji II

Mohammad Erfan, ST., MT

NIP. Y. 1031500508

Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

Sekretaris Program Studi

Ir. I Wayan Mundra, MT

NIP.Y. 1018700150

Mohammad Erfan, ST., MT

NIP. Y. 1031500508

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

**MALANG**

**2020**

LEMBAR PERSETUJUAN  
SKRIPSI

STUDI PERENCANAAN PORTAL BAJA MENGGUNAKAN  
METODE LRFD PADA GEDUNG RS.BHAYANGKARA  
MAKASSAR

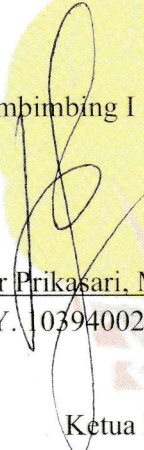
Oleh:  
MUHAMMAD ZULQIFLI LIHIN  
15.21.131

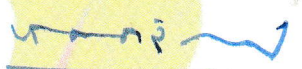
Telah disetujui oleh pembimbing  
Pada tanggal 21 Agustus 2019

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Ir. Ester Prikasari, MT  
NIP. Y. 1039400265

  
Ir. Sudirman Indra, MSc  
NIP. Y. 1018300054

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

  
Ir. I. Wayan Mundra, MT  
NIP. Y. 1018700150

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

2019

LEMBAR PENGESAHAN

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan Berkah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan tepat waktu. Yang berjudul “STUDI PERENCANAAN PORTAL BAJA MENGGUNAKAN METODE LRFD PADA GEDUNG RS. BHAYANGKARA MAKASSAR”.

Skripsi ini dibuat / disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan gelar strata satu (S-1), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam proses penyelesaian Skripsi ini, penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- 1.) Dr. Ir. Kustamar, MT Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
- 2.) Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSc Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- 3.) Ir. I Wayan Mundra, MT Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
- 4.) Ir. Ester Prikarsari, MT. Selaku Dosen Pembimbing Skripsi I.
- 5.) Ir. Sudirman Indra, MSc Selaku Dosen Pembimbing Skripsi II.
- 6.) Ir. Ester Prikarsari, MT. Selaku Dosen Wali.
- 7.) Keluarga besar yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan.
- 8.) Teman-teman jurusan Teknik Sipil angkatan 2015 yang selalu mendukung dan memberikan support dalam penyelesaian Skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa pada Skripsi ini, mungkin masih banyak kekurangan maupun kesalahan. Oleh karena itu, penyusun selalu mengharapkan saran, petunjuk, kritik serta bimbingan yang bersifat membangun untuk skripsi ini.

Malang, Februari 2020

Penyusun



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : MUHAMMAD ZULQIFLI LIHIN

NIM : 15.21.131

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil Dan Perencanaan (FTSP)

Menyatakan bahwa Skripsi saya yang berjudul :

**“STUDI PERENCANAAN PORTAL BAJA MENGGUNAKAN METODE LRFD PADA GEDUNG RS. BHAYANGKARA MAKASSAR”**

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah SKRIPSI 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 SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI 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, Februari 2021

Yang membuat pernyataan

  
MUHAMMAD ZUQIFLI LIHIN

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, karena dengan rahmat dan Hidayah Nya skripsi ini bisa saya selesaikan tepat waktu dengan segala suka maupun duka dalam pengerjaannya. Semoga kelak saya bisa menjadi orang yang lebih berguna dalam kehidupan keseharian saya dengan ilmu yang telah saya dapatkan ini.

Adapun saya persembahkan skripsi ini untuk orang – orang tercinta yang selalu mendukung dan mendoakan saya :

### **Kedua Orangtua saya**

Terimakasih untuk kedua orangtua hebat yang seringkali lupa waktu untuk diri mereka sendiri dan cerewet serta marah - marah ketika saya bermalas – malasan, yang mensupport ketika saya mulai lelah, menyemangatiku ketika saya mulai menyerah, dan selalu membanting tulang agar saya tetap bisa berkuliah. Semoga ini menjadi pijakan awal saya untuk memulai sesuatu yang bisa membanggakan kalian kelak. Both of you are a miracle for me.

### **Keluarga Besar Saya**

Terimakasih untuk keluarga besar saya yang selalu mensupport dan tidak henti – hentinya memberikan semangat dan nasehat – nasehat, khususnya untuk kakek dan nenek di rumah yang tidak pernah lelah mendoakan saya. Missing home always be my best enemy.

### **Sahabat Gila**

Terimakasih untuk Reno, Rey, Hadjon, Afong, Jimy, Ronal, Adrian, Anggi, Pbob, yang senantiasa menemani, saling mensupport, bercanda kita yang menghibur, konflik – konflik kecil yang menjadi warna tersendiri untuk kita dan tidak lupa juga atas percikan api – api semangat dan bantuan yang kalian berikan sehingga kita bisa menyelesaikan ini bersama – sama. It's unforgettable moment.

### **Para Dosen dan Civitas Akademika ITN Malang**

Tidak lupa beribu – ribu terimakasih untuk para dosen dan civitas akademika yang ada di ITN Malang, karena mau memberikan ilmu dan pengalaman berharga untuk saya. Terimakasih telah mau menjadi bagian dari perjalanan 4 tahun ini. Thanks for an amazing 4 years.

**My Partner**

Thanks buat kamu Ita yang dengan sabar dan setianya bisa jadi multiple person untuk saya. Jadi pacar yang selalu memberi kasih sayang, jadi temen yang selalu menemani, jadi sahabat yang selalu memberi nasehat, dan menjadi kakak yang mau merangkul dan memberi support ketika saya mengeluh dan lelah. You're a greatest gift for me.

## ABSTRAK

**“STUDI PERENCANAAN PORTAL BAJA MENGGUNAKAN METODE LRFD PADA GEDUNG RS. BHAYANGKARA MAKASSAR”**, Oleh : **MUHAMMAD ZULQIFLI LIHIN** (Nim : 15.21.131), Pembimbing I : Ir. Ester Prikarsari, MT. Pembimbing II : Ir. H. Sudirman Indra, M.Sc., MT. Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

---

Dengan ini, pembangunan gedung bertingkat menjadi *tren* di kota – kota besar karena terbatasnya lahan. Namun dalam perencanaannya perlu juga diperhatikan faktor – faktor seperti keamanan, kekuatan desain, kestabilan, serta efisiensi dalam pengerjaannya. Analisis terhadap gaya – gaya yang terjadi juga harus diperhitungkan, sehingga ketika Gedung tersebut dikenai gaya, akan mampu menahan gaya – gaya yang terjadi.

Untuk merencanakan struktur atas bangunan yang menggunakan material baja, dapat direncanakan dengan alternatif baja WF karena komponen ini diasumsikan sebagai komponen tak tertekuk karena bagian elemen mengalami tekan, sepenuhnya terkekang baik dalam arah sumbu kuat, maupun sumbu lemahnya. Struktur kolom baja *encased* merupakan alternatif dalam perencanaan bangunan, yang dimana merupakan profil baja WF yang dikombinasikan dengan beton. Keuntungan yang di dapat dari digunakannya struktur ini adalah kolom dapat memikul beban yang besar baik tekan maupun tarik. Dalam hal ini perencanaan menggunakan *metode Load and Resistance Faktor Design* (LRFD) yang di Indonesia kita dapat menggunakan SNI 03-1729-2015 sebagai spesifikasi dalam perencanaan struktur. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan kebutuhan sambungan yang optimal dan aman sesuai dengan beban yang berkerja pada struktur.

Dari hasil perhitungan didapatkan ukuran optimal profil baja WF untuk balok induk yaitu WF. 450.200.9.14, balok anak WF. 350.175.7.11. Untuk kolom *encased* 1 didapatkan dimensi 800 x 300 dengan WF 600.300.12.20. Pada sambungan balok induk - kolom bertemu pada flens digunakan jenis sambungan end plate dengan tebal end plate 20 mm dan jumlah baut 4 – Ø22,225 mm, sambungan balok induk - balok anak menggunakan sambungan siku L 80.80.8 mm dengan jumlah baut 4 - Ø22,225 mm, dan untuk base plate diperoleh dimensi pelat landasan 1000.700.35 mm dengan jumlah angkur 9 – Ø19,05 mm panjang 450 mm.

**Kata Kunci** : *Struktur Atas, Balok WF, Kolom Encased, Sambungan Baja.*



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	iii
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xx
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xxvi

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	2
1.3. Rumusan Masalah .....	3
1.4. Maksud dan Tujuan.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
1.6. Manfaat.....	4

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Material Baja .....	5
2.1.1 Sifat Utama Baja .....	5

2.1.2	Sifat Mekanis Baja .....	6
2.2	Analisa Pembebanan .....	6
2.2.1	Beban Mati ( <i>Dead Load</i> ).....	7
2.2.2	Beban Hidup ( <i>Live Load</i> ).....	7
2.2.3	Beban Gempa ( <i>Eartquake Load</i> ).....	7
2.2.3.1	Parameter Perhitungan Beban Gempa .....	10
2.2.4	Kombinasi Pembebanan.....	13
2.2.4.1	Pengaruh Beban Gempa .....	14
2.2.4.1.1	Pengaruh Beban Gempa Horizontal .....	14
2.2.4.1.2	Pengaruh Beban Gempa Vertikal .....	15
2.2.4.2	Pengaruh Beban Gempa Termasuk Faktor Kuat - Lebih .....	15
2.2.4.3	Pengaruh Beban Gempa Horizontal Termasuk Faktor Kuat - Lebih .....	16
2.2.4.4	Kombinasi Beban Dengan Faktor Kuat - Lebih .....	16
2.3	Metode Analisis Beban Gempa.....	18
2.3.1	Metode Analisis Statik Ekuivalen ( <i>Static Equivakebt Analysis</i> )	19
2.3.1.1	Periode Fundamental Struktur (T) .....	19
2.2.3.1.1	Periode Fundamental Pendekatan (Ta) .....	19
2.2.3.1.2	Batas Perioda Maksimum (Tmax) .....	20
2.2.3.1.3	Perioda Yang Digunakan (T).....	20
2.2.3.1.4	Batasan Penggunaan Prosedur Analisis Gaya Lateral Ekuivalen (ELF) .....	21
2.3.1.2	Geser Dasar Seismic (V) .....	21
2.2.3.2.1	Koefisien Respons Seismik (Cs) .....	21
2.3.1.3	Distribusi Vertikal Gaya Gempa .....	22
2.3.2	Desain Respons Spektrum.....	23
2.4	Eksentrisitas (e).....	25
2.4.1	Eksentrisitas Pusat Massa Terhadap Pusat Rotasi Lantai Tinggal .....	25

2.4.1.1	Pusat Massa Lantai .....	25
2.4.1.2	Pusat Rotasi Lantai Tingkat.....	25
2.4.2	Eksentrisitas Rencana .....	25
2.4.3	Eksentrisitas Tambahan .....	26
2.5	Kinerja Struktur Gedung .....	26
2.5.1	Kinerja Batas Layan .....	26
2.5.2	Kinerja Batas Ultimit.....	26
2.6	Metode Desain LRFD ( <i>Load and Resistance Factor Design</i> ) .....	27
2.6.1	Filosofi Desain.....	27
2.6.1.1	Metode Desain <i>Load and Resistance Factor Design</i> (LRFD).....	27
2.6.1.2	Faktor Reduksi ( $\phi$ ) .....	28
2.7	Batang Tekan.....	29
2.8	Batang Lentur.....	33
2.9	Aksial Momen .....	37
2.9.1	Pembebanan Momen Struktur Tak Bergoyang .....	38
2.9.2	Pembebanan Momen Struktur Bergoyang .....	38
2.10	Balok Komposit .....	39
2.10.1	Lebar Efektif .....	39
2.10.2	Rasio Modulus Elastisitas .....	41
2.10.3	Kuat Lentur Nominal .....	42
2.10.3.1	Daerah Momen Positif .....	42
2.10.3.2	Daerah Momen Negatif.....	43
2.10.3.3	Kontrol Lendutan .....	44
2.11	Penghubung Geser ( <i>Shear Connector</i> ).....	44
2.12	Kolom Baja .....	45
2.12.1	Profil Baja WF <i>Encased</i> .....	45
2.12.2	Kekuatan Kolom Baja .....	46
2.12.3	Panjang Efektif .....	46
2.13	Sambungan .....	50

2.13.1 Sambungan Baut .....	50
2.13.2 Sambungan Las .....	55
2.13.2.1 Jenis – jenis Sambungan Las .....	55
2.13.2.2 Jenis – jenis Las .....	56
2.13.2.3 Sambungan Kolom - kolom .....	59
2.13.2.4 Sambungan Balok - Kolom .....	60
2.13.2.5 Sambungan Balok Induk – Balok Anak .....	61
2.14 Pelat Landasan ( <i>Base Plate</i> ) .....	62
2.14.1 Kategori Sendi .....	62
2.14.2 Kategori Jepit .....	64

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Data-data Perencanaan .....	69
3.1.1 Data Struktur .....	69
3.1.2 Data Material .....	69
3.2 Lokasi Perencanaan .....	70
3.3 Teknik Pengumpulan Data .....	71
3.4 Tahapan Perencanaan .....	71
3.5 Gambar Rencana .....	73
3.6 Bagan Alir/Flow Chart .....	74

### **BAB IV PERHITUNGAN STRUKTUR**

4.1 Perencanaan Dimensi .....	76
4.1.1 Lebar Efektif Plat dan Momen Inersia Komposit (Balok Induk) .....	76
4.1.1.1 Menentukan Lebar Efektif Untuk Gelagar Eksterior .....	77
4.1.1.2 Menentukan Lebar Efektif Untuk Gelagar Interior .....	82
4.1.2 Lebar Efektif Plat dan Momen Inersia Komposit (Balok Anak 1) .....	86
4.1.2.1 Menentukan Lebar Efektif Untuk Gelagar Eksterior .....	87
4.1.2.2 Menentukan Lebar Efektif Untuk Gelagar Interior .....	91

4.1.3	Lebar Efektif Plat dan Momen Inersia Komposit (Balok Anak 2)	96
4.1.3.1	Menentukan Lebar Efektif Untuk Gelagar Interior	96
4.2	Perhitungan Pembebanan	102
4.2.1	Beban Mati ( <i>Dead Load</i> )	102
4.2.1.1	Beban Mati Sendiri Struktur ( <i>Self Weight</i> )	102
4.2.1.2	Beban Mati Tambahan Pada Pelat Atap	102
4.2.1.3	Beban Mati Tambahan Pada pelat Lantai	103
4.2.1.4	Beban Mati Pada Balok (Akibat Beban Dinding)	103
4.2.1.5	Beban Lantai Ruang Mesin Lift	108
4.2.2	Beban Hidup ( <i>Live Load</i> )	109
4.2.2.1	Beban Hidup Yang Bekerja	109
4.2.2.2	Koefisien Reduksi Beban Hidup	109
4.2.3	Beban Gempa	111
4.2.3.1	Spektrum Respons Desain	121
4.2.3.2	Perioda Fundamental Struktur (T)	123
4.2.3.3	Batasan Penggunaan Prosedur Analisis Gaya Lateral Ekuivalen (ELF)	124
4.2.3.3.1	Menghitung Gaya Geser Dasar Seismik /Base Shear	124
4.2.3.3.2	Menghitung Gaya Gempa Lateral (Fx)	126
4.2.3.4	Kombinasi Pembebanan	129
4.3	Kontrol Perilaku Struktur	131
4.3.1	Eksentrisitas	131
4.3.2	Kontrol Nilai <i>Base Shear</i>	135
4.3.3	Kontrol Partisipasi Massa	136
	Kontrol Simpangan Akibat Gempa Statis	136
4.3.4	Kontrol Simpangan Akibat Gempa Statis	137
4.3.4.1	Kontrol Kinerja Batas Layan Akibat Gempa Statis (EX,EY)	137

4.3.4.2	Kontrol Kinerja Batas Ultimit Akibat Gempa Statis (EX,EY).....	138
4.4	Perencanaan Balok Induk.....	141
4.4.1	Kontrol Terhadap Lentur.....	143
4.4.2	Kontrol Terhadap Geser.....	151
4.4.3	Perhitungan Penghubung Geser ( <i>Shear Connector</i> ).....	153
4.4.4	Kontrol Lendutan.....	159
4.5	Perencanaan Balok Anak 1.....	160
4.5.1	Kontrol Terhadap Lentur.....	162
4.5.2	Kontrol Terhadap Geser.....	170
4.5.3	Perhitungan Penghubung Geser ( <i>Shear Connector</i> ).....	172
4.5.4	Kontrol Lendutan.....	178
4.6	Perencanaan Balok Anak 2.....	179
4.6.1	Kontrol Terhadap Lentur.....	181
4.6.2	Kontrol Terhadap Geser.....	189
4.6.3	Perhitungan Penghubung Geser ( <i>Shear Connector</i> ).....	191
4.6.4	Kontrol Lendutan.....	197
4.7	Perencanaan Kolom Dengan Tinggi 3,5 m.....	198
4.7.1	Kontrol Terhadap Geser.....	202
4.7.2	Kontrol Terhadap Tekan.....	203
4.7.3	Kontrol Lentur Penampang.....	210
4.7.4	Kontrol Pengaruh Tekuk Lateral.....	211
4.7.5	Interaksi Gaya Aksial dan Momen Lentur.....	214
4.8	Perencanaan Sambungan Balok Induk – Balok Anak 1.....	215
4.8.1	Sambungan Balok Induk – Anak 1 Pada Kondisi 1.....	217
4.8.1.1	Kuat Tahan Nominal.....	218
4.8.1.2	Jumlah Baut dan Jarak Antar Baut.....	220
4.8.1.3	Kontrol Kekuatan Baut Terhadap Geser.....	222
4.8.1.4	Kontrol Kekuatan Baut Terhadap Tumpu.....	223
4.8.1.5	Kontrol Kekuatan Geser Balok Baut.....	223



4.8.1.6	Kontrol Kekuatan Tarik Blok Baut.....	226
4.8.1.7	Kontrol Kekuatan Baut Terhadap Momen .....	228
4.8.2	Sambungan Balok Induk – Anak 1 Pada Kondisi 2 .....	230
4.8.2.1	Kuat Tahan Nominal.....	232
4.8.2.2	Jumlah Baut dan Jarak Antar Baut .....	233
4.8.2.3	Kontrol Kekuatan Baut Terhadap Geser.....	235
4.8.2.4	Kontrol Kekuatan Baut Terhadap Tumpu .....	236
4.8.2.5	Kontrol Kekuatan Geser Balok Baut .....	236
4.8.2.6	Kontrol Kekuatan Tarik Blok Baut.....	239
4.8.2.7	Kontrol Kekuatan Baut Terhadap Momen .....	241
4.8.3	Sambungan Balok Anak 1 – Balok Anak 2.....	243
4.8.3.1	Kuat Tahan Nominal.....	246
4.8.3.2	Jumlah Baut dan Jarak Antar Baut .....	248
4.8.3.3	Kontrol Kekuatan Baut Terhadap Geser.....	250
4.8.3.4	Kontrol Kekuatan Baut Terhadap Tumpu .....	251
4.8.3.5	Kontrol Kekuatan Geser Balok Baut .....	251
4.8.3.6	Kontrol Kekuatan Tarik Blok Baut.....	254
4.8.3.7	Kontrol Kekuatan Baut Terhadap Momen .....	256
4.8.4	Sambungan Kolom – Balok Induk.....	258
4.8.4.1	Merencanakan Sambungan Badan balok Pada Flens Kolom .....	263
4.8.4.2	Perhitungan Jumlah dan Jarak Baut.....	264
4.8.4.3	Kontrol Kekuatan Geser Blok Plat .....	265
4.8.4.4	Sambungan Plat Ke Flens Kolom (Las Fillet).....	268
4.8.4.5	Merencanakan Sambungan Flens Balok dengan Flens Kolom .....	271
4.8.4.6	Perhitungan Jumlah dan Jarak Baut.....	272
4.8.4.7	Pemeriksaan Terhadap Kuat Tarik Dari Plat Penyambung Pada Sayap.....	274

4.8.4.8	Pemeriksaan Terhadap Tarik Fraktur Dari Plat Penyambung .....	274
4.8.4.9	Kontrol Kekuatan Geser Blok Plat .....	274
4.8.4.10	Sambungan Plat ke Flens Kolom (Las Fillet).....	277
4.8.4.11	Sambungan Plat ke Flens Kolom (Las Fillet).....	280
4.8.5	Sambungan Kolom - Kolom .....	282
4.8.5.1	Merencanakan Sambungan Flens Kolom .....	283
4.8.5.2	Perhitungan Jumlah dan Jarak Baut.....	284
4.8.5.3	Merencanakan Sambungan Web Kolom .....	286
4.8.5.4	Perhitungan Jumlah dan Jarak Baut.....	287
4.9	Perencanaan Hubungan Balok – Kolom (HBK) .....	296
4.9.1	Perhitungan Gaya Yang Bekerja .....	296
4.9.2	Perencanaan <i>Stiffner</i> /plat pengaku .....	299
4.9.3	Sambungan plat ke web kolom (las fillet).....	300
4.10	Desain Penampang Plat Landasan ( <i>Base Plate</i> ).....	304
4.9.1	Mencari Dimensi <i>Base Plate</i> Yang Digunakan .....	306

#### **BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan.....	317
5.2	Saran.....	320

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat Mekanis Baja Struktural .....	6
Tabel 2.2	Kategori Resiko Bangunan .....	10
Tabel 2.3	Faktor Keutamaan Gempa .....	11
Tabel 2.4	Koefisien Situs ( $F_a$ ) .....	11
Tabel 2.5	Koefisien Situs ( $F_v$ ) .....	12
Tabel 2.6	Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	20
Tabel 2.7	Koefisien Untuk Batas Atas Pada Perioda Yang Dihitung.....	20
Tabel 2.8	Faktor Reduksi ( $\phi$ ) Untuk Metode LRFD.....	28
Tabel 2.9	Rasio Tebal Terhadap Lebar : Elemen Tekan Komponen Struktur Yang Menahan Tekan Aksial .....	48
Tabel 2.10	Jarak Tepi Minimum.....	51
Tabel 2.11	Kekuatan Nominal Pengencang dan Bagian Yang Berulir.....	52
Tabel 2.12	Ukuran Minimum Las Sudut .....	57
Tabel 4.1	Menentukan Sumbu Netral Pada Komposit Terhadap Serat Bawah	79
Tabel 4.2	Titik Berat Terhadap Garis Netral Komposit .....	80
Tabel 4.3	Lebar Efektif Balok Induk Eksterior .....	81
Tabel 4.4	Titik Berat dan Momen Inersia.....	82
Tabel 4.5	Menentukan Sumbu Netral Pada Penampang Komposit Terhadap Serat Bawah .....	84
Tabel 4.6	Titik Berat Terhadap Garis Netral Komposit .....	85

Tabel 4.7	Lebar Efektif Balok Induk Interior .....	86
Tabel 4.8	Titik Berat dan Momen Inersia .....	86
Tabel 4.9	Menentukan Sumbu Netral Pada Penampang Komposit Terhadap Serat Bawah .....	89
Tabel 4.10	Titik Berat Terhadap Garis Netral Komposit .....	90
Tabel 4.11	Lebar Efektif Balok Induk Eksterior .....	91
Tabel 4.12	Titik berat dan Momen Inersia .....	91
Tabel 4.13	Menentukan Subu Netral Pada Penampang Komposit Terhadap Serat Bawah .....	93
Tabel 4.14	Titik Berat Terhadap Garis Netral Komposit .....	94
Tabel 4.15	Lebar Efektif Balok Induk Interior .....	95
Tabel 4.16	Titik Berat dan Momen Inersia .....	95
Tabel 4.17	Menentukan Subu Netral Pada Penampang Komposit Terhadap Serat Bawah .....	98
Tabel 4.18	Titik Berat Terhadap Garis Netral Komposit .....	100
Tabel 4.19	Titik Berat Terhadap Garis Netral Komposit .....	101
Tabel 4.20	Titik Berat dan Momen Inersia .....	101
Tabel 4.21	Titik Berat Terhadap Garis Netral Komposit .....	110
Tabel 4.22	Koefisien Reduksi Beban Hidup .....	113
Tabel 4.23	Rekapitulasi data SPT Sampel 1 .....	114
Tabel 4.24	Rekapitulasi data SPT Sampel 2 .....	120
Tabel 4.25	Rekapitulasi Parameter- parameter Perhitungan Beban Gempa .....	120

Tabel 4.26	Rekapitulasi Perhitungan Respons Spektrum .....	128
Tabel 4.27	Rekapitulasi Gaya Gempa Lateral .....	131
Tabel 4.28	<i>Center of Mass and Rigidity</i> .....	132
Tabel 4.29	Perhitungan Eksentrisitas Rencana (ed) .....	134
Tabel 4.30	Kordinat Pusat Massa Baru.....	135
Tabel 4.31	<i>Base Shear</i> (Gaya Geser Dasar).....	136
Tabel 4.32	<i>Modal participating Mass Ratio</i> .....	137
Tabel 4.33	Simpangan Akibat EX (Simpangan Arah X dan Y) Untuk Kontrol Batas Layan.....	138
Tabel 4.34	Simpangan Akibat EY (Simpangan Arah X dan Y) Untuk Kontrol Batas Layan.....	139
Tabel 4.35	Simpangan Akibat EX (Simpangan Arah X dan Y) Untuk Kontrol Batas Ultimit.....	140
Tabel 4.36	Simpangan Akibat EY (Simpangan Arah X dan Y) Untuk Kontrol Batas Ultimit.....	149
Tabel 4.37	Titik Berat Penampang Komposit Daerah Tekan .....	150
Tabel 4.38	Titik Berat Penampang Komposit Daerah Tarik .....	168
Tabel 4.39	Titik Berat Penampang Komposit Daerah Tekan .....	169
Tabel 4.40	Titik Berat Penampang Komposit Daerah Tarik .....	187
Tabel 4.41	Titik Berat Penampang Komposit Daerah Tekan .....	188
Tabel 4.42	Titik Berat Penampang Komposit Daerah Tarik .....	188
Tabel 4.43	Jarak Baut Sumbu X .....	290

Tabel 4.44	Gaya Baut Sumbu X .....	291
Tabel 4.45	Jarak Baut Sumbu Y .....	293
Tabel 4.46	Gaya Baut Sumbu Y .....	295



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta Percepatan Spektrum Respon 1 Detik (S1) Dengan Nisbah Redaman 5% di Batuan Dasar SB Untuk Probabilitas Terlampaui 2% Dalam 50 Tahun Berdasarkan Peta Gempa 2017 .....	8
Gambar 2.2	Peta Percepatan Spektrum Respon 1 Detik (S1) Dengan Nisbah Redaman 5% di Batuan Dasar SB Untuk Probabilitas Terlampaui 2% Dalam 50 Tahun Berdasarkan Peta Gempa 2017 .....	9
Gambar 2.3	Spektrum Respons Desain .....	24
Gambar 2.4	Penampang Profil WF .....	30
Gambar 2.5	Alignment Chart Untuk Panjang Efektif .....	33
Gambar 2.6	Distribusi Tegangan Ekuivalen dan Aktual di Sepanjang Lebar Flens .....	40
Gambar 2.7	Baja Beton Komposit .....	40
Gambar 2.8	Distribusi Tegangan Plastis Pada Kekuatan Momen Nominal (Mn) .....	42
Gambar 2.9	Kolom Baja <i>Encased</i> .....	46
Gambar 2.10	Nomogram Faktor Panjang Tekuk Kolom Portal .....	47
Gambar 2.11	Tipe – tipe Sambungan Las .....	56
Gambar 2.12	Jenis – jenis Las .....	56
Gambar 2.13	Tebal Efektif Las Sudut .....	57
Gambar 2.14	Sambungan Kolom - kolom .....	60
Gambar 2.15	Sambungan Balok - kolom .....	60

Gambar 2.16	Sambungan Balok Induk – Balok Anak .....	61
Gambar 2.17	Beban Mati Yang Bekerja Pada <i>Base Plate</i> .....	62
Gambar 2.18	Beban Yang Bekerja Pada <i>Base Plate</i> .....	64
Gambar 2.19	<i>Base Plate</i> dengan Eksentrisitas Beban .....	65
Gambar 2.20	Penampang <i>Base Plate</i> dan Notasi .....	67
Gambar 3.1	Peta Lokasi Perencanaan Gedung FIK UM .....	70
Gambar 3.2	Diagram Alir / <i>Flow Chart</i> .....	75
Gambar 4.1	Penampang WF 450.200.9.14 .....	76
Gambar 4.2	Potongan a-a WF 450.200.9.14 .....	77
Gambar 4.3	Lebar Efektif Gelagar Eksterior .....	77
Gambar 4.4	Jarak Titik Berat Penampang Komposit .....	79
Gambar 4.5	Garis Netral Balok Komposit .....	80
Gambar 4.6	Lebar Efektif Gelagar Interior .....	82
Gambar 4.7	Jarak Titik Berat Penampang Komposit .....	83
Gambar 4.8	Garis Netral Balok Komposit .....	84
Gambar 4.9	Penampang WF 350.175.7.11 .....	86
Gambar 4.10	Lebar Efektif Gelagar Eksterior .....	87
Gambar 4.11	Jarak Titik Berat Penampang Komposit .....	88
Gambar 4.12	Garis Netral Balok Komposit .....	89
Gambar 4.13	Lebar Efektif Gelagar Interior .....	91
Gambar 4.14	Jarak Titik Berat Penampang Komposit .....	92

Gambar 4.15	Garis Netral Balok Komposit .....	93
Gambar 4.16	Penampang WF 200.150.6.9 .....	96
Gambar 4.17	Lebar Efektif Gelagar Interior .....	96
Gambar 4.18	Jarak Titik Berat Penampang Komposit .....	98
Gambar 4.19	Garis Netral Balok Komposit .....	99
Gambar 4.20	Percepatan Spektrum Respon 0,2 Detik (S <sub>s</sub> ) Gedung fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang .....	116
Gambar 4.21	Percepatan Spektrum Respon 1 Detik (S <sub>1</sub> ) Gedung fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang .....	117
Gambar 4.22	Denah Balok Induk Yang Ditinjau .....	141
Gambar 4.23	Penampang WF Balok Induk.....	141
Gambar 4.24	Output ETABS Balok Induk .....	142
Gambar 4.25	Garis Netral Penampang Jatuh Dalam Plat .....	144
Gambar 4.26	Garis Netral Penampang Jatuh Pada Badan Profil .....	149
Gambar 4.27	Penampang Las Fillet .....	157
Gambar 4.28	Letak Stud Pada Penampang Profil.....	159
Gambar 4.29	Lendutan yang Terjadi.....	159
Gambar 4.30	Denah Balok Yang Ditinjau .....	160
Gambar 4.31	Penampang WF Balok Anak 1 .....	160
Gambar 4.32	Output ETABS Balok Anak 1 .....	161
Gambar 4.33	Garis Netral Penampang Jatuh Dalam Plat .....	163

Gambar 4.34	Garis Netral Penampang Jatuh Pada Badan Profil .....	168
Gambar 4.35	Penampang Las Fillet .....	176
Gambar 4.36	Letak Stud Pada Penampang Profil .....	178
Gambar 4.37	Lendutan Yang Terjadi.....	178
Gambar 4.38	Denah Balok Yang Ditinjau .....	179
Gambar 4.39	Penampang WF Balok Anak 2 .....	179
Gambar 4.40	Output ETABS Balok Anak 2 .....	180
Gambar 4.41	Garis Netral Penampang Jatuh Dalam Plat .....	182
Gambar 4.42	Garis Netral Penampang Jatuh Pada Badan profil .....	187
Gambar 4.43	Penampang Las Fillet .....	195
Gambar 4.44	Letak Stud Pada Penampang Profil .....	197
Gambar 4.45	Lendutan yang Terjadi.....	197
Gambar 4.46	Denah Kolom Yang Ditinjau.....	198
Gambar 4.47	Penampang Kolom WF .....	198
Gambar 4.48	Letak Kolom dan Balok Yang Ditinjau.....	199
Gambar 4.49	Alignment Chart untuk Menghitung K arah X.....	205
Gambar 4.50	Alignment Chart untuk Menghitung K arah Y .....	206
Gambar 4.51	Output ETABS Kolom .....	213
Gambar 4.52	Penampang WF Balok Induk.....	215
Gambar 4.53	Penampang WF Balok Anak 1 .....	216
Gambar 4.54	Rencana Sambungan Balok Induk – Anak 1 Kondisi 1 .....	218

Gambar 4.55	Rencana Letak Baut .....	222
Gambar 4.56	Rencana Jarak Baut .....	223
Gambar 4.57	Rencana Sambungan Balok Induk – Balok Anak Kondisi 2.....	231
Gambar 4.58	Rencana Perletakan Baut.....	235
Gambar 4.59	Penampang Balok Anak 1 .....	243
Gambar 4.60	Penampang Balok Anak 2 .....	244
Gambar 4.61	Rencana Sambungan Balok Anak 1 – Balok Anak 2 .....	246
Gambar 4.62	Rencana Perletakan Baut.....	250
Gambar 4.63	Penampang WF Balok Induk.....	258
Gambar 4.64	Penampang WF Kolom .....	259
Gambar 4.65	Rencana Sambungan Balok - Kolom .....	261
Gambar 4.66	Rencana Perletakan Baut.....	266
Gambar 4.67	Panjang Bagian Yang Di Las .....	269
Gambar 4.68	Panjang Bagian Yang Di Las .....	278
Gambar 4.69	Penampang WF Kolom .....	282
Gambar 4.70	Rencana Perletakan Baut Sumbu X.....	289
Gambar 4.71	Gaya yang bekerja pada HBK .....	296
Gambar 4.72	Perencanaan <i>Stiffner</i> .....	299
Gambar 4.73	Panjang bagian yang di las .....	301
Gambar 4.74	Rencana <i>Base Plate</i> .....	304
Gambar 4.75	Penampang WF Kolom .....	305

Gambar 4.76	Penampang Gaya pada <i>Base Plate</i> .....	309
Gambar 4.77	Penampang Tebal <i>Base Plate</i> .....	310
Gambar 4.78	Rencana Las <i>Fillet</i> .....	313
Gambar 4.79	Penampang Angkur .....	316



## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Respons Spektrum Rencana Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang.....	122
------------	----------------------------------------------------------------------------------------------	-----