

# **TUGAS AKHIR**

**ALTERNATIF DESAIN STRUKTUR GEDUNG  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH LAMONGAN  
MENGUNAKAN *DUAL STEEL SYSTEM*  
*ECCENTRICALLY BRACED FRAMES* TAHAN GEMPA**



**Disusun Oleh :**

**AHMAD ATHOILLAH SYAICHUL GHULAM**

**NIM : 1431800144**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2023**



# TUGAS AKHIR

ALTERNATIF DESAIN STRUKTUR GEDUNG  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH LAMONGAN  
MENGUNAKAN *DUAL STEEL SYSTEM*  
*ECCENTRICALLY BRACED FRAMES* TAHAN GEMPA



Disusun Oleh :

AHMAD ATHOILLAH SYAICHUL GHULAM  
NIM : 1431800144

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2023

# **TUGAS AKHIR**

## **ALTERNATIF DESAIN STRUKTUR GEDUNG UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH LAMONGAN MENGUNAKAN *DUAL STEEL SYSTEM* *ECCENTRICALLY BRACED FRAMES* TAHAN GEMPA**

**Disusun Sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Teknik (S.T)  
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya**



**Disusun Oleh :  
AHMAD ATHOILLAH SYAICHUL GHULAM  
1431800144**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2023**

## **TUGAS AKHIR**

# **ALTERNATIF DESAIN STRUKTUR GEDUNG UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH LAMONGAN MENGUNAKAN *DUAL STEEL SYSTEM* *ECCENTRICALLY BRACED FRAMES* TAHAN GEMPA**

**Disusun Sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Teknik (S.T)  
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya**



**Disusun Oleh :  
AHMAD ATHOILLAH SYAICHUL GHULAM  
1431800144**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2023**



**PENGESAHAN STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

---

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

Nama : Ahmad Athoillah Syaichul Ghulam  
NBI : 1431800144  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Judul : Alternatif Desain Struktur Gedung Universitas Muhammadiyah Lamongan Menggunakan *Dual Steel System Eccentrically Braced Frame* Tahan Gempa

Di Setujui Oleh :  
Dosen Pembimbing



Ir. Bantot Sutriyono, M.Sc.  
NPP. 20430.93.0303

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas 17 Agustus 1945  
Surabaya



Dr. Ir.H.Sauryo, M.Kes. IPU., ASEAN Eng.  
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Universitas 17 Agustus 1945  
Surabaya



Faradlillah Saves, S.T., M.T.  
NPP. 20430.15.0674

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN KESETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Athoillah Syaichul Ghulam  
NBI : 1431800144  
Alamat : Jl. Dusun Ngasin RT.002 / RW.001, Balongpanggang Gresik  
Telepon/HP : 081334370807

Menyatakan bahwa “**Tugas Akhir**” yang penulis buat untuk memenuhi pernyataan kelulusan Sarjana Teknik Sipil-Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan judul :

**“Alternatif Desain Struktur Gedung Universitas Muhammadiyah Lamongan Menggunakan *Dual Steel System Eccentrically Braced Frame* Tahan Gempa”**

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan duplikasi dari karya orang lain. Selanjutnya apabila dikemudian hari klaim dari pihak lain bukan tanggung jawab pembimbing dan atau pengelola program, tetapi menjadi tanggung jawab saya sendiri.

Atas hal tersebut saya bersedia menerima sanksi, sesuai dengan hukum atau aturan yang berlaku di Indonesia.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa paksaan siapapun.

Surabaya, 4 Juli 2023



Ahmad Athoillah Syaichul Ghulam





UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN  
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA  
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)  
e-mail : perpustakaan@untag-sby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Athoillah Syaichul Ghulam  
NBI/ NPM : 1431800144  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenis Karya : Skripsi/ Tesis/ Disertasi/ Laporan Penelitian/ Praktek\*

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

**“Alternatif Desain Struktur Gedung Universitas Muhammadiyah Lamongan Menggunakan *Dual Steel System Eccentrically Braced Frame* Tahan Gempa”**

Dengan *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Pada tanggal : 4 Juli 2023

Yang Menyatakan,



Ahmad Athoillah Syaichul Ghulam

\*Coret yang tidak perlu

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “**Alternatif Desain Struktur Gedung Universitas Muhammadiyah Lamongan Menggunakan *Dual System Eccentrically Braced Frame Tahan Gempa***” dengan baik.

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) studi pada Program studi Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, dan juga untuk memperdalam disiplin Ilmu Teknik Sipil yang diperoleh penulis selama di bangku perkuliahan.

Dalam menyusun Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Mulyanto Nugroho ,MM., CMA., CPAI Selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
2. Dr. Ir. H. Sajiyo, M.Kes IPU., ASEAN Eng. Selaku Ketua Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Faradillah Saves, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Ir. Bantot Sutriyono, M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penulis selama penyusunan Tugas Akhir.
5. Bapak dan Ibu Dosen yang memberikan bekal ilmu yang bermanfaat selama penulis mengikuti perkuliahan.
6. Orang Tua saya, Ayah dan Ibu tercinta yang selalu memberikan dukungan Moral, Materi dan Doa.
7. Saudari saya, paman dan bibi saya, yang juga selalu memberikan dukungan Moral dan Doa,
8. Teman terdekat yang selalu memberikan dukungan, Doa dan membantu proses penulisan Tugas Akhir Ini.
9. Teman-teman jurusan Teknik Sipil angkatan 2018.



Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh kata sempurna sehingga terdapat kesalahan dan kekurangan, baik dari isi maupun redaksi yang penulis gunakan. Oleh karena itu saran dan kritik dari segala pihak guna untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri maupun dari berbagai pihak khususnya para pembaca pada umumnya.

Surabaya, 4 Juli 2023

Penulis

Ahmad Athoillah Syaichul Ghulam

NBI: 1431800144

**ALTERNATIF DESAIN STRUKTUR GEDUNG  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH LAMONGAN  
MENGUNAKAN *DUAL STEEL SYSTEM*  
*ECCENTRICALLY BRACED FRAMES* TAHAN GEMPA**

Nama : Ahmad Athoillah Syaichul Ghulam  
NBI : 1431800144  
Program Studi : Teknik Sipil  
Dosen Pembimbing : Ir. Bantot Sutriomo, M.Sc.

**ABSTRAK**

Pada penelitian ini dilakukan desain alternatif Universitas Muhammadiyah Lamongan menggunakan struktur baja tahan gempa dengan *dual system eccentrically braced frame* (system ganda struktur baja bresing eksentrik) Desain eksisting Universitas Muhammadiyah Lamongan menggunakan struktur beton dengan sistem struktur *shearwall*. Struktur baja dipilih sebagai alternatif desain karena material baja memiliki daktilitas yang lebih baik dan bobot yang lebih rendah daripada beton, dimana hal tersebut baik untuk bangunan tahan gempa.

Universitas Muhammadiyah Lamongan akan dirancang menggunakan sistem ganda yaitu sistem rangka pemikul momen khusus dan sistem rangka bresing eksentris sesuai dengan ketentuan SNI 1726: 2019 tentang perencanaan struktur tahan gempa, SNI 1729: 2020 tentang struktur baja bangunan, SNI 7860:2020 tentang struktur baja tahan gempa dan SNI 7972:2020 tentang sambungan struktur baja pemikul momen khusus

Dari hasil desain, dimensi profil penampang baja yang digunakan sebagai balok adalah WF 500.200, WF 450.200, WF 400.200, WF 396.198, dan WF 350.175. Sedangkan untuk profil kolom penampang adalah KC 800.300, K700.300, K588.300, K600.200, dan K500.200. Dari perhitungan perbandingan diperoleh untuk gedung alternatif level kinerja yaitu *immediate occupancy* (IO) dengan biaya total struktur gedung alternatif Rp. 40.407.272.501,975 sedangkan untuk gedung *existing* level kinerja yaitu *life safety* (LS) dengan biaya total struktur gedung alternatif Rp. 20.173.463.955,860

**Kata Kunci: Sistem Ganda, Struktur Baja, Bresing Eksentrik**



# ALTERNATIVE STRUCTURE DESIGN OF MUHAMMADIYAH LAMONGAN UNIVERSITY BUILDING USING FRAMES EARTHQUAKE RESISTANT *DUAL STEEL SYSTEM ECCENTRICALLY BRACED*

Nama : Ahmad Athoillah Syaichul Ghulam  
NBI : 1431800144  
Program Studi : Teknik Sipil  
Dosen Pembimbing : Ir. Bantot Sutriomo, M.Sc.

## ABSTRACT

In this research, an alternative design was carried out at Muhammadiyah Lamongan University using an earthquake resistant steel structure with *dual system eccentrically braced frame* (double system eccentric bracing steel structure) The existing design of the University of Muhammadiyah Lamongan uses a concrete structure with a structural system *shearwall*. Steel structure was chosen as an alternative design because steel material has better ductility and lower weight than concrete, which is good for earthquake resistant buildings.

Muhammadiyah University of Lamongan will be designed using a double system, namely a special moment-bearing frame system and an eccentrically braced frame system in accordance with the provisions of SNI 1726: 2019 concerning earthquake resistant structural planning, SNI 1729: 2020 concerning steel structures of buildings, SNI 7860: 2020 concerning earthquake resistant steel structures and SNI 7972:2020 concerning special moment-bearing steel structure joints

From the design results, the dimensions of the steel cross-sectional profiles used as beams are WF 500,200, WF 450,200, WF 400,200, WF 396,198, and WF 350,175. As for the profile column sections are KC 800,300, K700,300, K588,300, K600,200, and K500,200. From the comparison calculation, it is obtained for the alternative level performance building, namely *immediate occupancy* (IO) with a total cost of an alternative building structure of Rp. 40,407,272,501.975 while for the building *existing* performance level *life safety* (LS) with a total cost of an alternative building structure of Rp. 20,173,463,955,860

**Keywords: Dual System, Steel Structures, Eccentrically Braced Frame**

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN KESETUJUAN PUBLIKASI.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR NOTASI .....	xx
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang Masalah .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	4
1.3    Tujuan .....	4
1.4    Batasan Masalah.....	5
1.5    Manfaat .....	5
BAB II.....	7
LANDASAN TEORI.....	7
2.1    Penelitian Terdahulu.....	7
2.2    Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).....	10
2.2.1    Pengertian Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).....	10
2.2.2    Persyaratan <i>Strong Column Weak Beam</i> (SCWB).....	11
2.3    Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE).....	13
2.3.1    Pengertian Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE).....	13
2.3.2    Perencanaan Balok <i>Link</i> .....	14
2.4 <i>Dual System Eccentrically Braced Frame</i> .....	16
2.5    Pembebanan Pada Struktur .....	18

2.5.1	Beban Mati .....	18
2.5.2	Beban Hidup.....	18
2.5.3	Beban Angin.....	19
2.5.4	Beban Gempa .....	19
2.5.5	Kombinasi Pembebanan .....	28
2.6	Perilaku Struktur Pada Saat Terjadi Gempa .....	28
2.6.1	Partisipasi Massa Pada Struktur.....	28
2.6.2	Periode Getar Fundamental Pada Struktur.....	28
2.6.3	Gaya Geser Dasar Seismik Pada Struktur .....	29
2.6.4	Sistem Ganda Pada Struktur .....	30
2.6.5	Simpangan Pada Struktur .....	30
2.6.6	Pengaruh <i>P-Delta</i> Pada Struktur.....	31
2.7	Perencanaan Elemen Struktur Baja.....	32
2.7.1	Perencanaan Struktur Elemen Tarik .....	32
2.7.2	Perencanaan Struktur Elemen Tekan .....	33
2.7.3	Perencanaan Struktur Elemen Lentur .....	36
2.7.4	Perencanaan Struktur Elemen Pemikul Gaya Aksial dan Lentur .....	41
2.7.5	Perencanaan Struktur Elemen Geser.....	42
2.7.6	Perencanaan Struktur Elemen Geser dan Elemen Lentur.....	43
2.7.7	Perencanaan Penghubung Geser ( <i>Shear Connector</i> ).....	43
2.8	Analisis Level Kinerja Statik Nonlinear ( <i>Pushover</i> ).....	44
2.8.1	Kinerja Struktur Metode <i>ATC-40</i> .....	45
2.8.2	Kinerja Struktur Metode <i>FEMA-356</i> .....	48
2.8.3	Kinerja Struktur Metode <i>FEMA-440</i> .....	49
2.9	Perencanaan Sambungan .....	51
2.9.1	Sambungan Balok – Kolom.....	51
2.9.2	Sambungan Balok Anak – Balok Induk.....	61
2.9.3	Sambungan <i>Base Plate</i> dan Angkur.....	62
2.10	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang.....	73
2.10.1	Kapasitas Dukung Ujung Tiang Pancang .....	73



2.10.3	Kapasitas Dukung Selimut Tiang Pancang .....	73
2.10.4	Kapasitas Dukung <i>Ultimate</i> Tiang Pancang.....	74
2.10.5	Kapasitas Dukung Kelompok Tiang Pancang.....	74
BAB III .....		77
METODOLOGI PENELITIAN .....		77
3.1	Diagram Alir .....	77
3.2	Pengumpulan Data .....	79
3.2.1	Data Perencanaan Gedung <i>Existing</i> .....	79
3.2.2	Gambar Perencanaan .....	79
3.2.3	Data Penyelidikan Tanah.....	80
3.2.4	Studi Literatur.....	81
3.3	Preliminary Design Gedung Alternatif .....	81
3.4	Analisa Pembebanan .....	82
3.4.1	Beban Mati .....	82
3.4.2	Beban Hidup.....	83
3.4.3	Beban Angin.....	83
3.4.4	Beban Gempa .....	83
3.5	Perencanaan Struktur Sekunder .....	84
3.5.1	Pelat lantai .....	84
3.5.2	Balok Anak.....	84
3.6	Pemodelan dan Analisa Struktur.....	84
3.6.1	Pemodelan Struktur .....	84
3.6.2	Kontrol Struktur.....	85
3.7	Desain Struktur Primer .....	85
3.7.1	Elemen Balok .....	85
3.7.2	Elemen Kolom.....	86
3.7.3	Elemen <i>Link</i> .....	87
3.7.4	Elemen Bresing .....	87
3.7.5	Dual System Eccentrically Braced Frame.....	87
3.8	Analisa Kinerja <i>Pushover</i> .....	87

3.9	Desain Sambungan Struktur .....	87
3.9.1	Sambungan Balok Induk-Kolom .....	88
3.10	Desain Pondasi dan Pilecap .....	89
3.11	Perhitungan Biaya Struktur Alternatif dan <i>Existing</i> .....	89
3.12	Gambar Hasil Alternatif Desain .....	89
3.13	Perhitungan dan Perbandingan Gedung Alternatif dan <i>Existing</i> .....	90
3.14	Kesimpulan .....	90
BAB IV .....		91
ANALISA DAN PEMBAHASAN .....		91
4.1	Pengumpulan Data .....	91
4.2	<i>Preliminary Design</i> .....	91
4.2.1	Deskripsi Gedung .....	91
4.2.2	Data Material .....	91
4.2.3	Desain Penampang Balok .....	92
4.2.4	Desain Penampang Kolom .....	94
4.2.5	Desain Bresing .....	94
4.3	Pembebanan Struktur.....	95
4.3.1	Beban Mati ( <i>Dead Load</i> ).....	95
4.3.2	Beban Hidup ( <i>Live Load</i> ) .....	96
4.3.3	Beban Angin ( <i>Wind Load</i> ).....	97
4.3.4	Beban Gempa ( <i>Earthquake Load</i> ) .....	100
4.4	Pemodelan Struktur .....	110
4.4.1	Pemodelan Elemen dan Tumpuan Struktur.....	114
4.5	Kontrol Perilaku Struktur .....	115
4.5.1	Kontrol Partisipasi Massa .....	115
4.5.2	Kontrol Periode Getar Fundamental .....	116
4.5.3	Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum .....	118
4.5.4	Kontrol Sistem Ganda .....	122
4.5.5	Kontrol Simpangan Antar Tingkat.....	127
4.5.6	Kontrol Pengaruh $P - \Delta$ ( $P - \Delta$ ) .....	133

4.6	Analisis Gaya Dalam Struktur .....	138
4.6.1	Analisis Gaya Dalam Struktur Pada ETABS .....	138
4.6.2	Input Gaya Dalam Struktur .....	138
4.6.3	Output Gaya Dalam Struktur .....	139
4.6.4	Penyajian Gaya Dalam Struktur.....	141
4.7	Perencanaan Struktur Sekunder .....	144
4.7.1	Desain Pelat .....	144
	Beban Hidup : .....	144
	Beban berguna : .....	145
4.7.1.2	Desain Pelat Atap .....	146
	Beban mati : .....	146
	Beban Hidup : .....	146
	Beban berguna : .....	146
4.8	Perencanaan Struktur Primer .....	148
4.8.1	Balok Induk Interior Arah X (Lantai 1-4).....	148
4.8.2	Balok Induk Interior Arah Y (Lantai 1-4).....	156
4.8.3	Balok Induk Eksterior Arah X (Lantai 1-4) .....	165
4.8.4	Balok Induk Eksterior Arah Y (Lantai 1-4) .....	174
4.8.5	Balok <i>Link</i> Arah X.....	183
4.8.6	Balok <i>Link</i> Arah Y .....	190
4.8.7	Balok Bresing Arah X .....	197
4.8.8	Balok Bresing Arah Y .....	204
4.8.9	Kolom.....	211
4.8.10	Persyaratan SCWB ( <i>Strong Column Weak Beam</i> ).....	217
4.9	Level Kinerja Struktur .....	222
4.9.1	Kurva kapasitas Pushover .....	222
4.9.2	Level Kinerja dengan Metode FEMA 440 .....	226
4.10	Perencanaan Sambungan .....	230
4.10.1	Sambungan Balok Anak – Induk .....	230
4.10.2	Sambungan Balok Induk – Kolom.....	232

4.10.3	Sambungan Bresing .....	244
4.10.4	Sambungan <i>Base Plate</i> .....	245
4.11	Perencanaan Struktur Bawah .....	248
4.11.1	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang .....	248
4.11.2	Perencanaan Kolom Pedestal .....	252
4.12	Perencanaan Anggaran Biaya .....	255
4.12.1	Rencana Anggaran Biaya Gedung Alternatif .....	255
4.12.2	Rencana Anggaran Biaya Gedung <i>Existing</i> .....	258
BAB V	.....	260
KESIMPULAN	.....	260
5.1	Kesimpulan .....	260
5.2	Saran.....	261
DAFTAR PUSTAKA	.....	262



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perilaku inelastis sistem rangka pemikul momen .....	10
Gambar 2. 2 Momen maksimum balok pada sendi plastis.....	11
Gambar 2. 3 Momen lentur balok pada sendi plastis di sumbu kolom .....	12
Gambar 2. 4 Tipe Konfigurasi SRBE .....	13
Gambar 2. 5 Gaya dalam Link .....	14
Gambar 2. 6 Sudut Perputaran pada Link.....	15
Gambar 2. 7 Gaya Geser Tiap Lantai pada Sistem Ganda dengan Bresing Eksentrik .....	16
Gambar 2. 8 Kurva Histerisis Balok Link yang Dibebani Geser .....	17
Gambar 2. 9 Spektrum Respons Desain .....	25
Gambar 2. 10 Peta Transisi Periode Panjang $T_L$ , Wilayah Indonesia .....	26
Gambar 2. 11 Simpangan Antar Tingkat .....	30
Gambar 2. 12 Tipikal Kurva Kapasitas Pada Berbagai Tingkat Kinerja Struktur....	45
Gambar 2. 13 Ilustrasi Perancangan Berbasis Kinerja.....	46
Gambar 2. 14 (a) Kurva Kapasitas (b) Spektrum Kapasitas .....	47
Gambar 2. 15 Perilaku Pasca Leleh Struktur (FEMA 356).....	48
Gambar 2. 16 Konfigurasi Pelat Ujung Diperpanjang .....	51
Gambar 2. 17 Distribusi tegangan persegi eksentrisitas kecil.....	63
Gambar 2. 18 Distribusi tegangan persegi eksentrisitas besar .....	65
Gambar 2. 19 Lebar efektif pelat pemikul baut angkur .....	67
Gambar 2. 20 Beton jebol akibat Tarik .....	68
Gambar 2. 21 Baut angkur tercabut dari betonnya .....	69
Gambar 2. 22 Kuat ambrol muka tepi beton.....	70
Gambar 2. 23 Kerusakan geser pada baut angkur.....	71
Gambar 2. 24 Beton jebol terhadap geser.....	72
Gambar 3. 1 Diagram Alur.....	78
Gambar 3. 2 Denah Balok .....	79
Gambar 3. 3 Tampak Potongan Samping .....	80
Gambar 3. 4 Denah Gambar Struktur Gedung Alternatif .....	82
Gambar 4. 1 Respon Spektra Pada Aplikasi RSA 2019.....	107
Gambar 4. 2 Grafik Beban Gempa Respon Spektrum Pada RSA 2019 .....	109
Gambar 4. 4 Pemodelan Denah Struktur Alternatif Pada ETABS .....	110
Gambar 4. 5 Pemodelan Struktur Alternatif Tampak Samping Arah X.....	111
Gambar 4. 6 Pemodelan Struktur Alternatif Tampak Samping Arah Y .....	112
Gambar 4. 7 Pemodelan 3D Struktur Alternatif .....	113
Gambar 4. 8 Perhitungan Simpangan Antar Tingkat.....	127
Gambar 4. 9 Grafik Simpangan Arah X .....	130

Gambar 4. 10 Grafik Simpangan Arah Y .....	132
Gambar 4. 11 Grafik P-Delta Arah X.....	135
Gambar 4. 12 Grafik P-Delta Arah Y.....	137
Gambar 4. 13 Input Beban Pada Balok di ETABS .....	138
Gambar 4. 14 Input Beban Pada Pelat di ETABS .....	139
Gambar 4. 15 Proses Running Gaya Dalam di ETABS.....	139
Gambar 4. 16 Pemilihan Tabel untuk Gaya Dalam .....	140
Gambar 4. 17 Output Gaya Dalam di ETABS.....	140
Gambar 4. 18 Output Gaya Dalam di Excel .....	141
Gambar 4. 19 Gaya Dalam Balok Interior Arah-X.....	141
Gambar 4. 20 Gaya Dalam Balok Interior Arah-Y.....	142
Gambar 4. 21 Gaya Dalam Balok Eksterior Arah-X .....	142
Gambar 4. 22 Gaya Dalam Balok Eksterior Arah-Y .....	143
Gambar 4. 23 Gaya Dalam Balok Link Arah-X .....	143
Gambar 4. 24 Gaya Dalam Balok Link Arah-Y .....	144
Gambar 4. 25 Balok Interior Arah-X.....	148
Gambar 4. 26 Diagram Gaya Dalam Balok Interior Arah-X.....	148
Gambar 4. 27 Balok Interior Arah -Y .....	156
Gambar 4. 28 Diagram Gaya Dalam Balok Interior Arah-Y .....	157
Gambar 4. 29 Balok Eksterior Arah-X.....	165
Gambar 4. 30 Diagram Gaya Dalam Balok Interior Arah-X.....	165
Gambar 4. 31 Balok Eksterior Arah-Y .....	174
Gambar 4. 32 Diagram Gaya Dalam Balok Eksterior Arah-Y.....	174
Gambar 4. 33 Balok Link Arah-X.....	183
Gambar 4. 34 Diagram Gaya Dalam Balok Link Arah-X .....	183
Gambar 4. 35 Balok Link Arah-Y .....	190
Gambar 4. 36 Diagram Gaya Dalam Balok Link Arah-Y .....	190
Gambar 4. 37 Bresing Arah-X.....	197
Gambar 4. 38 Diagram Gaya Dalam Bresing Arah-X.....	197
Gambar 4. 39 Balok Bresing Arah-Y .....	204
Gambar 4. 40 Diagram Gaya Dalam Balok Bresing Arah-Y.....	204
Gambar 4. 41 Kolom.....	211
Gambar 4. 42 Diagram Gaya Dalam Kolom .....	211
Gambar 4. 43 Grafik Kurva Kapasitas Arah-X .....	223
Gambar 4. 44 Leleh Saat Step Pertama Pada Sendi Plastis Arah-X .....	223
Gambar 4. 45 Leleh Saat Performance Point Pada Sendi Plastis Arah-X.....	224
Gambar 4. 46 Leleh Saat Step Terakhir Pada Sendi Plastis Arah-X.....	224
Gambar 4. 47 Grafik Kurva Kapasitas Arah-Y .....	225
Gambar 4. 48 Leleh Saat Step Pertama Pada Sendi Plastis Arah-Y .....	226
Gambar 4. 49 Leleh Saat Performance Point Pada Sendi Plastis Arah-Y.....	226

Gambar 4. 50 Leleh Saat Step Terakhir Pada Sendi Plastik Arah-X.....	226
Gambar 4. 51 Hasil Calculated Value Pada Grafik Kurva Kapasitas Arah-X Sesuai FEMA 440. (Sumber: Kajian Penulis, 2023).....	226
Gambar 4. 52 Hasil Calculated Value Pada Grafik Kurva Kapasitas Arah-Y Sesuai FEMA 440. (Sumber: Kajian Penulis, 2023).....	227
Gambar 4. 53 Kolom Pedestal.....	254

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu.....	7
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu (lanjutan) .....	8
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu (lanjutan) .....	9
Tabel 2. 4 Kategori Resiko Bangunan Gedung untuk Beban Gempa .....	20
Tabel 2. 5 Faktor Keutamaan Gempa .....	21
Tabel 2. 6 Klasifikasi Situs Tanah.....	22
Tabel 2. 7 Koefisien Situs, $F_a$ Untuk Menentukan $S_s$ .....	23
Tabel 2. 8 Kategori Lokasi $F_v$ Untuk Menentukan Nilai $S_1$ .....	23
Tabel 2. 9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek .....	26
Tabel 2. 10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1,0 detik.....	27
Tabel 2. 11 Kategori Desain Gempa (KDG) dan Resiko Kegempaan .....	27
Tabel 2. 12 Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk Sistem Penahan Gaya Gempa .....	27
Tabel 2. 13 – Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung .....	29
Tabel 2. 14 Penentuan nilai $C_t$ dan $x$ .....	29
Tabel 2. 15 Klasifikasi Penampang untuk Elemen Tekan .....	33
Tabel 2. 16 Klasifikasi Penampang untuk Elemen Lentur.....	39
Tabel 2. 17 Nilai $R_g$ dan $R_p$ untuk angkur baja stad berkepala .....	44
Tabel 2. 18 Level Kinerja Struktur.....	46
Tabel 2. 19 Koefisien Faktor Modifikasi $C_o$ FEMA 356 .....	50
Tabel 2. 20 Koefisien Faktor Modifikasi $C_2$ FEMA 356 .....	50
Tabel 2. 21 Pembatasan Parametrik pada Prakualifikasi .....	52
Tabel 2. 22 Parameter Mekanisme Garis Leleh Pelat Ujung Diperpanjang Tanpa pengaku Dengan Empat Baut .....	54
Tabel 2. 23 Parameter Mekanisme Garis Leleh Pelat Ujung Diperpanjang Dengan Pengaku Dengan Empat Baut.....	55
Tabel 2. 24 Parameter Mekanisme Garis Leleh Pelat Ujung Diperpanjang Dengan pengaku Dengan Delapan Baut .....	55
Tabel 2. 25 Parameter Mekanisme Garis Leleh Sayap Kolom Diperpanjang Dengan .....	58
Tabel 2. 26 Parameter Mekanisme Garis Leleh Sayap Kolom Yang Diperpanjang	59
Tabel 4. 1 Preliminary Design Balok Induk Arah X .....	92
Tabel 4. 2 Preliminary Design Balok Induk Arah Y .....	92
Tabel 4. 3 Preliminary Design Balok Anak.....	92
Tabel 4. 4 Preliminary Design Balok Link.....	93
Tabel 4. 5 Preliminary Design Balok Di Luar Link Arah X .....	93
Tabel 4. 6 Preliminary Design Balok Di Luar Link Y .....	93

Tabel 4. 7 Preliminary Design Kolom.....	94
Tabel 4. 8 Preliminary Design Bresing Arah X.....	94
Tabel 4. 9 Preliminary Design Bresing Arah Y.....	94
Tabel 4. 10 Pemilihan Faktor Arah Angin (Kd).....	97
Tabel 4. 11 Pemilihan Faktor Arah Angin (Kd) (Lanjutan).....	98
Tabel 4. 12 Pemilihan Koefisien Tekanan Dinding $C_p$ .....	98
Tabel 4. 13 Penentuan Kategori Resiko Struktur.....	100
Tabel 4. 14 Penentuan Faktor Keutamaan Gempa.....	101
Tabel 4. 15 Perhitungan Klasifikasi Situs Tanah titik 1 .....	101
Tabel 4. 16 Perhitungan Klasifikasi Situs Tanah titik 2 .....	102
Tabel 4. 17 Penentuan Nilai Spektral Desain .....	103
Tabel 4. 18 Penentuan Nilai Koefisien Situs $F_a$ .....	103
Tabel 4. 19 Penentuan Nilai Koefisien Situs $F_v$ .....	104
Tabel 4. 20 Penentuan KDS Pada Periode Pendek .....	106
Tabel 4. 21 Penentuan KDS Pada Periode 1 Detik .....	106
Tabel 4. 22 Penentuan Sistem Struktur Berdasarkan KDS .....	106
Tabel 4. 23 Penentuan Kombinasi Sistem Struktur .....	107
Tabel 4. 24 .....	108
Tabel 4. 25 Rasio Partisipasi Massa .....	115
Tabel 4. 26 Penentuan nilai $C_t$ dan $x$ .....	116
Tabel 4. 27 Penentuan Koefisien $C_u$ .....	116
Tabel 4. 28 Periode dan Frekuensi Struktur .....	117
Tabel 4. 29 Base Reactions Akibat Beban Gravitasi .....	119
Tabel 4. 30 Base Reactions Akibat Beban Gempa .....	119
Tabel 4. 31 Base Reactions Setelah Perbesaran Faktor Skala.....	121
Tabel 4. 32 Base Shear SRPMK Arah X.....	123
Tabel 4. 33 Base Shear SRPMK Arah Y.....	124
Tabel 4. 34 Base Shear SRBE Arah X .....	125
Tabel 4. 35 Base Shear SRBE Arah Y .....	126
Tabel 4. 36 Penentuan Koefisien $h_{sx}$ Berdasarkan Kategori Resiko .....	128
Tabel 4. 37 Simpangan Antar Lantai Arah X .....	129
Tabel 4. 38 Simpangan Antar Lantai Arah Y .....	131
Tabel 4. 39 Perhitungan P-Delta Arah X.....	134
Tabel 4. 40 Perhitungan P-Delta Arah X.....	136
Tabel 4. 41 Perhitungan Letak Garis Netral Balok Induk Interior Arah- X.....	152
Tabel 4. 42 Perhitungan Letak Garis Netral Balok Induk Interior Arah- Y.....	160
Tabel 4. 43 Perhitungan Letak Garis Netral Balok Induk Eksterior Arah- X.....	169
Tabel 4. 44 Perhitungan Letak Garis Netral Balok Induk Eksterior Arah- X.....	178
Tabel 4. 45 Output Beban Dorong Arah-X.....	222
Tabel 4. 46 Output Beban Dorong Arah-Y.....	225



Tabel 4. 47 Faktor Modifikasi Co FEMA 356.....	227
Tabel 4. 48 Faktor Modifikasi C <sub>2</sub> FEMA 356 .....	228
Tabel 4. 49 Level Kinerja Menurut FEMA-356 .....	229
Tabel 4. 50 Rekapitulasi Kinerja Struktur FEMA-440 .....	229
Tabel 4. 51 Pemilihan Parameter Mekanisme Garis Leleh Pada Sambungan Tipe 4ES Pada balok .....	235
Tabel 4. 52 Pemilihan Parameter Mekanisme Garis Leleh Pada Sambungan Tipe 4ES Balok .....	238
Tabel 4. 53 Gaya Dalam Pada Pondasi.....	251
Tabel 4. 54 Harga Satuan Dasar .....	255
Tabel 4. 55 Analisa Harga Satuan Pokok Kegiatan Baja .....	255
Tabel 4. 56 Volume Balok Interior.....	256
Tabel 4. 57 Volume Balok Eksterior .....	256
Tabel 4. 58 Volume Balok Anak.....	257
Tabel 4. 59 Volume Bresing.....	257
Tabel 4. 60 Volume Kolom.....	257
Tabel 4. 61 Harga Struktur Gedung Alternatif .....	258
Tabel 4. 62 Analisa Harga Satuan Pokok Kegiatan Gedung Existing .....	258
Tabel 4. 63 Biaya Struktur Gedung Existing .....	259
Tabel 4. 64 Biaya Struktur Gedung Existing .....	259

## DAFTAR NOTASI

$A_c$	Luas beton, in in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_c$	Luas slab beton di lebar efektif, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_e$	Luas efektif, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_e$	Luas neto efektif, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_e$	Jumlah luas efektif penampang berdasarkan lebar efektif tereduksi, $b_e$ , $d_e$ , atau $h_e$ in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_{fc}$	Luas sayap tekan, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_{fg}$	Luas bruto sayap tarik, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_{fn}$	Luas neto sayap tarik, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_{ft}$	Luas sayap tarik, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_g$	Luas penampang bruto komponen struktur, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_{gv}$	Luas bruto pemikul geser, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_n$	Luas neto komponen struktur, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_{nt}$	Luas neto pemikul tarik, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_{nv}$	Luas neto pemikul geser, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_{pb}$	Luas tumpu terproyeksi, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_s$	Luas penampang profil baja, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_{sa}$	Luas penampang angkur baja stad berkepala, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_{sf}$	Luas geser pada jalur runtuh, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_{sr}$	Luas dari batang tulangan yang menerus, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_{sr}$	Luas baja tulangan longitudinal yang disalurkan secara cukup di lebar efektif slab beton, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_t$	Luas tarik neto, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_T$	Gaya dan deformasi nominal akibat desain-dasar kebakaran yang diuraikan dalam Pasal 4.2.1
$A_{TT}$	Luas area tributari (m <sup>2</sup> )
$A_w$	Luas badan,tinggi keseluruhan dikalikan tebal badan, $dt_w$ . in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_{we}$	Luas efektif las, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_1$	Luas beton yang dibebani, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_1$	Luas tumpu baja konsentris di atas tumpuan beton,in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$A_2$	Luas maksimum bagian permukaan tumpuan yang secara geometris sama dan konsentris dengan luas yang dibebani, in <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> ).
$B$	Lebar keseluruhan komponen struktur utama PSR persegi panjang,diukur 90 derajat terhadap bidang sambungan, (mm)
$B_1$	Pengali untuk memperhitungkan efek $P-\delta$

$B_2$	Pengali untuk memperhitungkan efek $P-\Delta$
$C$	Konstanta torsi PSR
$C_b$	Faktor modifikasi tekuk torsi-lateral untuk diagram momen tidak seragam apabila kedua ujung segmen terbreis
$C_{v1}$	Koefisien kekuatan geser badan
$C_{v2}$	Koefisien tekuk geser badan
$C_W$	Konstanta pilin, <sup>6</sup> (mm <sup>6</sup> )
$C_1$	Koefisien untuk penghitungan kekakuan efektif pada komponen struktur tekan komposit terbungkus beton
$C_2$	Penambahan jarak tepi
$C_3$	Koefisien untuk penghitungan kekakuan efektif pada komponen struktur tekan komposit terisi
$D$	Diameter terluar PSR bundar,(mm)
$D$	Diameter terluar komponen struktur utama PSR bundar, (mm)
$D$	Beban mati nominal,(N)
$D_b$	Diameter terluar komponen struktur cabang PSR bundar, (mm)
$D_u$	Pada sambungan kritis selip, pengali yang mencerminkan rasio pratarik baut rata-rata yang terpasang terhadap pratarik baut minimum terspesifikasi
$E$	Modulus elastisitas baja=29.000 (200.000 MPa)
$E_c$	Modulus elastisitas betas beton= $w.5fa.(0.043w25MPa$
$E_s$	Modulus elastisitas baja =29.000 (200.000 MPa)
$EI_{eff}$	Kekakuan efektif penampang komposit, <sup>2</sup> (N-mm <sup>2</sup> )
$F_c$	Tegangan tersedia pada komponen struktur utama, (MPa)
$F_{ca}$	Tegangan aksial tersedia pada titik yang ditinjau, (MPa)
$F_{cbw}, F_{cbz}$	Tegangan lentur tersedia pada titik yang ditinjau, (MPa)
$F_{cr}$	Tegangan tekuk penampang seperti yang ditentukan melalui analisis,(MPa)
$F_{cr}$	Tegangan kritis, (MPa)
$F_{cr}$	Tegangan tekuk torsi-lateral penampang seperti yang ditentukan melalui analisis, (MPa)
$F_{cr}$	Tegangan tekuk lokal penampang seperti ditentukan melalui analisis, (MPa)
$F_e$	Tegangan tekuk elastis, (MPa)
$F_{el}$	Tegangan tekuk lokal elastis, (MPa)
$F_{EXX}$	Kekuatan klasifikasi logam pengisi, (MPa)
$F_{in}$	Tegangan lekatan nominal, (MPa)

$F_L$	Kekuatan tekan nominal, di atas itu berlaku batas tekuk inelastik, (MPa)
$F_{nBM}$	Tegangan nominal logam dasar, (MPa)
$F_{nt}$	Tegangan tarik nominal dari Tabel J3.2, (MPa)
$F_{nt}$	Tegangan tarik nominal yang dimodifikasi untuk memperhitungkan efek tegangan geser, (MPa)
$F_{nv}$	Tegangan geser nominal dari Tabel J3.2,ksi (MPa)
$F_{nv}$	Tegangan nominal logam las, (MPa)
$F_{nw}$	Tegangan nominal logam las, (Bab J) tanpa peningkatan kekuatan akibat arah beban untuk klas filet
$F_{SR}$	Rentang tegangan izin, (MPa)
$F_{TH}$	Rentang tegangan izin batas, rentang tegangan mamum untuk riwayat hidup desain tidak terbatas dari Tabel A-3.1, (MPa)
$F_u$	Kekuatan tarik minimum terspesifikasi, (MPa)
$F_y$	Tegangan leleh minimum terspesifikasi, (MPa). Seperti yang digunakan dalam Standar ini, "tegangan leleh" menunjukkan baik titik leleh minimum terspesifikasi (untuk baja yang mempunyai titik leleh) maupun kekuatan leleh terspesifikasi (untuk baja yang tidak mempunyai titik leleh)
$F_{yb}$	Tegangan leleh minimum terspesifikasi pada material pelat atau komponen struktur cabang PSR, (MPa)
$F_{yf}$	Tegangan leleh minimum terspesifikasi pada sayap, (MPa)
$F_{ysr}$	Tegangan leleh minimum terspesifikasi pada batang tulangan, (MPa)
$F_{yst}$	Tegangan leleh minimum terspesifikasi pada material pengaku, (MPa)
$F_{yw}$	Tegangan leleh minimum terspesifikasi pada material badan, (MPa)
$G$	Modulus elastisitas geser baja = 11.200 (77.200 MPa)
$H$	Dimensi transversal mamum pada komponen struktur baja persegi panjang, (mm)
$H$	Geser tingkat total, dalam arah translasi yang sedang ditinjau, akibat gaya lateral yang digunakan untuk menghitung AH. (N)
$H$	Tinggi keseluruhan komponen struktur PSR persegi panjang, diukur dalam bidang sambungan, (mm)

$H_b$	Tinggi keseluruhan komponen struktur cabang PSR persegi panjang, diukur dalam bidang sambungan, (mm)
$I$	Momen inersia dalam bidang lentur, $^4(\text{mm}^4)$
$I_c$	Momen inersia penampang beton terhadap sumbu netral elastis penampang komposit, $^4(\text{mm}^4)$
$I_d$	Momen inersia dek baja yang bertumpu pada komponen struktur sekunder $^4(\text{mm}^4)$
$I_p$	Momen inersia komponen struktur primer, $^4(\text{mm}^4)$
$I_s$	Momen inersia komponen struktur sekunder, $^4(\text{mm}^4)$
$I_s$	Momen inersia profil baja terhadap sumbu netral elastis penampang komposit, $^4(\text{mm}^4)$
$I_{sr}$	Momen inersia batang tulangan terhadap sumbu netral elastis penampang komposit, $^4(\text{mm}^4)$
$I_{st}$	Momen inersia pengaku transversal terhadap sumbu pusat badan untuk sepasang pengaku, atau terhadap muka kontak dengan pelat badan untuk pengaku tunggal, $^4(\text{mm}^4)$
$I_{st1}$	Momen inersia minimum pengaku transversal yang diperlukan untuk pengembangan ketahanan pascatekuk panel badan yang diperkaku, $^4(\text{mm}^4)$
$I_{st2}$	Momen inersia minimum pengaku transversal yang diperlukan untuk pengembangan ketahanan tekuk geser badan, $^4(\text{mm}^4)$
$I_x, I_y$	Momen inersia terhadap sumbu utama, $^4(\text{mm}^4)$
$I_{yeff}$	Momen inersia efektif keluar bidang, $^4(\text{mm}^4)$
$I_{yc}$	Momen inersia sayap tekan terhadap sumbu y, $^4(\text{mm}^4)$
$I_{yt}$	Momen inersia sayap tarik terhadap sumbu y, $^4(\text{mm}^4)$
$J$	Konstanta torsi, $(\text{mm}^4)$
$K$	Faktor panjang efektif
$K_{LL}$	Faktor panjang efektif
$K_x$	Faktor panjang efektif untuk tekuk lentur terhadap sumbu x
$K_y$	Faktor panjang efektif untuk tekuk lentur terhadap sumbu y
$K_z$	Faktor panjang efektif untuk tekuk torsi terhadap sumbu longitudinal
$L_0$	Panjang komponen struktur, (mm)
$L$	Panjang komponen struktur, (mm)
$L$	Panjang komponen struktur tak terbreis secara lateral, (mm)
$L$	Panjang bentang, (mm)



$L$	Panjang komponen struktur antara titik kerja pada sumbu kord rangka batang, (mm)
$L$	Beban hidup nominal
$L$	Laju beban hidup nominal
$L$	Beban hidup nominal okupansi,(N)
$L$	Tinggi tingkat, (mm)
$L_b$	Panjang antara titik-titik yang terbreis untuk mencegah peralihan lateral sayap tekan atau terbeis untuk mencegah punter penampang melintang, in (mm)
$L_b$	Panjang terbesar takterbreis secara lateral sepanjang masing-masing sayap di titik beban, (mm)
$L_{br}$	Panjang tak terbreis di dalam panel yang sedang ditinjau, (mm)
$L_{br}$	Panjang tak terbreis yang berdekatan dengan titik breis, (mm)
$L_c$	Panjang efektif komponen struktur, (mm)
$L_{cx}$	Panjang efektif komponen struktur untuk tekuk terhadap sumbu x, (mm)
$L_{cy}$	Panjang efektif komponen struktur untuk tekuk terhadap sumbu y,(mm)
$L_{cz}$	Panjang efektif komponen struktur untuk tekuk terhadap sumbu longitudinal, (mm)
$L_{cl}$	Panjang efektif pada bidang lentur, yang dihitung berdasarkan asumsi bahwa tidak ada translasi lateral di kedua ujung komponen struktur, yang dianggap sama dengan panjang tak terbreis secara lateral pada komponen struktur kecuali analisis membuktikan nilai yang lebih kecil, (mm)
$L_{in}$	Panjang introdu beban,(mm)
$L_p$	Batas panjang tak terbreis secara lateral untuk kondisi batas leleh,(mm)
$L_p$	Panjang komponen struktur primer, ft(m)
$L_r$	Batas panjang tak terbreis secara lateral untuk kondisi batas tekuk torsi-lateral inelastis, (mm)
$L_r$	Beban hidup nominal atap
$L_s$	Panjang komponen struktur sekunder, ft(m)
$L_y$	Jarak dari gaya geser mamum ke nol, (mm)
$L_x, L_y, L_z$	Panjang komponen struktur tak terbreis secara lateral untuk setiap sumbu, (mm)
$M_A$	Nilai absolut momen pada titik seperempat dari segmen tak

	terbreis, (N-mm)
$M_a$	Kekuatan lentur perlu yang menggunakan kombinasi beban , (N-mm)
$M_B$	Nilai absolut momen pada titik tengah dari segmen tak terbreis, (N-mm)
$M_C$	Nilai absolut momen pada titik tiga perempat dari segmen tak terbreis, (N-mm)
$M_c$	Kekuatan lentur tersedia, (N-mm)
$M_{cr}$	Momen tekuk torsi lateral elastis, (N-mm)
$M_{cx} , M_{cy}$	Kekuatan lentur tersedia yang ditentukan sesuai dengan Bab F, (N-mm)
$M_{cx}$	Kekuatan torsi-lateral tersedia untuk lentur sumbu mayor yang ditentukan sesuai dengan Bab F dengan menggunakan $C_b=1,0$ , (N-mm)
$M_{cx}$	Kekuatan lentur tersedia terhadap sumbu x untuk keadaan batas keruntuhan tarik sayap yang ditentukan sesuai dengan Pasal F13.1.in(N-mm)
$M_{lt}$	Momen orde pertama akibat kombinasi beban DFBT atau yang disebabkan oleh translasi lateral struktur saja, (N-mm)
$M_{max}$	Nilai absolut momen mamum pada segmen tak terbreis, (N-mm)
$M_n$	Kekuatan lentur nominal, (N-mm)
$M_{nt}$	Momen orde pertama yang menggunakan kombinasi beban DFBT atau ,dengan translasi lateral struktur dikekang, (N-mm)
$M_p$	Momen lentur plastis, in(N-mm)
$M_p$	Momen sehubungan dengan distribusi tegangan plastis pada penampang komposit, (N-mm)
$M_{pt}$	
$M_r$	Kekuatan lentur perlu orde ke dua akibat kombinasi beban DFBT atau , (N-mm)
$M_r$	Kekuatan lentur perlu,yang ditentukan sesuai Bab C, dengan menggunakan kombinasi beban DFBT atau , (N-mm)
$M_r$	Kekuatan lentur perlu pada balok dalam panel yang sedang ditinjau dengan menggunakan kombinasi beban DFBT atau . (N-mm)

$M_r$	Kekuatan lentur perlu terbesar pada balok di dalam panjang tak terbreis yang berdekatan dengan titik pembreisan dengan menggunakan kombinasi beban DFBT atau , (N-mm)
$M_{br}$	Kekuatan lentur perlu pada breis, (N-mm)
$M_{ro}$	Kekuatan lentur perlu pada kord di suatu joint,pada sisi Joint dengan tegangan tekan terendah, (N-mm)
$M_{r-ip}$	Kekuatan lentur perlu dalam bidang pada cabang dengan menggunakan kombinasi beban DFBT atau , (N-mm)
$M_{r-op}$	Kekuatan lentur perlu keluar bidang pada cabang dengan menggunakan kombinasi beban DFBT atau , (N-mm)
$M_{rx} , M_{ry}$	Kekuatan lentur perlu, (N-mm)
$M_{rx}$	Kekuatan lentur perlu di lokasi lubang-lubang baut.yang ditentukan sesuai dengan Bab C. positif untuk tarik pada sayap yang sedang ditinjau,negatif untuk tekan, (N-mm)
$M_u$	Kekuatan lentur perlu dengan menggunakan kombinasi beban DFBT, (N-mm)
$M_y$	Momen leleh serat terluar, (N-mm)
$M_y$	Momen leleh sehubungan dengan leleh pada sayap tarik dan leleh pertama pada sayap tekan, (N-mm)
$M_y$	Momen leleh terhadap sumbu lentur, (N-mm)
$M_{yc}$	Momen leleh pada sayap tekan, (N-mm)
$M_{yt}$	Momen leleh pada sayap tarik, (N-mm)
$M_I'$	Momen efektif di ujung panjang tak terbreis yang berlawanan dengan $M_2$ , (N-mm)
$M_I$	Momen terkecil di ujung panjang tak terbreis, (N-mm)
$M_2$	Momen terbesar di ujung panjang tak terbreis, (N-mm)
$N_i$	Beban nosional yang diterapkan pada level i, (N)
$N_i$	Beban lateral tambahan, (N)
$O_v$	Koefisien sambungan overlap
$P_a$	Kekuatan aksial perlu pada kord dengan menggunakan kombinasi beban , (N)
$P_{br}$	Kekuatan perlu di titik tengah dan ujung breis dengan menggunakan kombinasi beban DFBT atau , (N)
$P_c$	Kekuatan aksial tersedia, (N)
$P_{cy}$	Kekuatan aksial tekan tersedia keluar bidang lentur, (N)
$P_e$	Beban tekuk kritis elastis yang ditentukan sesuai dengan Bab C atau Lampiran 7, (N)

$P_{e\ story}$	Kekuatan tekuk kritis elastis untuk tingkat pada arah translasi yang sedang ditinjau, (N)
$P_{et}$	kekuatan tekuk kritis elastis komponen struktur pada bidang lentur, (N)
$P_{lt}$	Gaya aksial orde pertama yang menggunakan kombinasi beban DFBT atau ,akibat translasi lateral struktur saja, (N)
$P_{mf}$	Beban vertikal total pada kolom di tingkat yang merupakan bagian dari rangka momen,jika ada,dalam arah translasi yang sedang ditinjau, (N)
$P_n$	Kekuatan aksial nominal, (N)
$P_{no}$	Kekuatan aksial tekan nominal,simetris ganda,pada komponen struktur komposit dengan panjang nol,yang dibebani secara aksial, (N)
$P_{no}$	Kekuatan tekan tersedia pada komponen struktur komposit terisi simetris ganda dibebani secara aksial, (N)
$P_{ns}$	Kekuatan tekan penampang melintang, (N)
$P_{nt}$	Gaya aksial orde pertama yang menggunakan kombinasi beban DFBT atau ,dengan translasi lateral struktur dikekang, (N)
$P_p$	Kekuatan tumpu nominal, (N)
$P_r$	Kekuatan aksial perlu terbesar pada kolom di dalam panjang tak terbreis yang berdekatan dengan titik breis menggunakan kombinasi beban DFBT (N)
$P_r$	Kekuatan aksial tekan perlu dengan menggunakan kombinasi beban DFBT atau , (N)
$P_r$	Kekuatan aksial perlu pada kolom di dalam panel yang sedang ditinjau dengan menggunakan kombinasi beban DFBT atau , (N)
$P_r$	Kekuatan aksial perlu orde ke dua dengan menggunakan kombinasi beban DFBT atau , (N)
$P_r$	Kekuatan aksial perlu,ditentukan sesuai Bab C, dengan menggunakan kombinasi beban DFBT atau , (N)
$P_r$	Kekuatan aksial perlu komponen struktur di lokasi lubang baut; positif untuk tarik,negatif untuk tekan, (N)
$P_r$	Gaya eksternal perlu yang diterapkan pada komponen struktur komposit, (N)
$P_{ro}$	Kekuatan aksial perlu pada kord di joint, di sisi joint dengan tegangan tekan terendah, (N)

$P_{story}$	Beban vertikal total yang ditumpu oleh tingkat dengan menggunakan kombinasi beban DFBT atau ,mana yang sesuai,termasuk beban pada kolom yang bukan bagian dari sistem penahan gaya lateral, (N)
$P_u$	Kekuatan aksial tekan perlu dengan menggunakan kombinasi beban DFBT, (N)
$P_y$	Kekuatan aksial leleh pada kolom, (N)
$Q_{ct}$	Kekuatan tarik tersedia, (N)
$Q_{cv}$	Kekuatan geser tersedia, (N)
$Q_f$	Parameter intera tegangan kord
$Q_g$	Parameter joint rangka batang yang bercelah dengan memperhitungkan efek geometri
$Q_n$	Kekuatan nominal satu angkur baja stad berkepala atau angkur kanal baja, (N)
$Q_{nt}$	Kekuatan tarik nominal angkur baja stad berkepala, (N)
$Q_{nv}$	Kekuatan geser nominal angkur baja stad berkepala, (N)
$Q_{rt}$	Kekuatan larik perlu, (N)
$Q_{rv}$	Kekuntan geser perl, (N)
$R$	Radius permukaanjoint,(mm)
$R_a$	Kekuatan perlu dengan menggunakan kombinasi beban
$R_{FIL}$	Faktor redu untuk joint dengan menggunakan hanya sepasang las filet transversal saja
$R_g$	Koefisien untuk memperhitungkan efek grup
$R_M$	Koefisien untuk memperhitungkan pengaruh $P-\delta$ pada $P-\Delta$
$R_n$	Kekuatan nominal,disyaratkan pada Standar ini
$R_n$	Ketahanan slip nominal, (N)
$R_n$	Kekuatan nominal pada mekanisme transfer gaya yang berlaku, (N)
$R_{nwl}$	Kekuatan nominal total pada las filet yang dibebani longitudinal, yang ditentukan sesuai dengan Tabel J2.5, (N)
$R_{nwt}$	Kekuatan nominal total pada las filet yang dibebani transversal, yang ditentukan sesuai dengan Tabel J2.5 tanpa pengganti pada Pasal J2.4(a).(N)
$R_p$	Faktor efek posisi untuk stad geser
$R_{pc}$	Faktor plastifikasi badan
$R_{pg}$	Faktor redu kekuatan lentur
$R_{PJP}$	Faktor redu untuk las gruv penetrasijointparsial (PJP) transversal dengan atau tanpa penguat



$R_{pt}$	Faktor plastifikasi badan sehubungan dengan kondisi batas leleh sayap tarik
$R_u$	Kekuatan perlu dengan menggunakan kombinasi beban DFBT
$S$	Modulus penampang elastis terhadap sumbu lentur, $^3(\text{mm}^3)$
$S$	Beban salju nominal, (N)
$S$	Spasi komponen struktur sekunder, ft(m)
$S_c$	Modulus penampang elastis pada toe tersebut yang mengalami tekan relatif terhadap sumbu lentur, $^3(\text{mm}^3)$
$S_e$	Modulus penampang efektif yang ditentukan dengan lebar efektif sayap tekan, $^3(\text{mm}^3)$
$S_{ip}$	Modulus penampang elastis efektif las untuk lentur di bidang, $^3(\text{mm}^3)$
$S_{min}$	Modulus penampang elastis minimum relatif terhadap sumbu lentur, $^3(\text{mm}^3)$
$S_{op}$	Modulus penampang elastis efektif las untuk lentur keluar bidang, $^3(\text{mm}^3)$
$S_{xc}, S_{xt}$	Modulus penampang elastis masing-masing pada sayap tekan dan tarik, $^3(\text{mm}^3)$
$S_x$	Modulus penampang elastis terhadap sumbu x, $^3(\text{mm}^3)$
$S_x$	Modulus penampang elastis minimum terhadap sumbu x, $^3(\text{mm}^3)$
$S_y$	Modulus penampang elastis terhadap sumbu y, $^3(\text{mm}^3)$
$T$	Kenaikan temperatur baja akibat terekspos panas yang tak diinginkan, $^{\circ}\text{F} (^{\circ}\text{C})$
$T_a$	Gaya tarik perlu dengan menggunakan kombinasi beban, (kN)
$T_b$	Gaya tarik pengencang minimum pada Tabel J3.1 atau J3.1M, (kN)
$T_c$	Kekuatan torsi yang tersedia, (N-mm)
$T_n$	Kekuatan torsi nominal, (N-mm)
$T_r$	Kekuatan torsi perlu, yang ditentukan sesuai dengan Bab C, dengan menggunakan kombinasi beban DFBT atau, (N-mm)
$T_u$	Gaya tarik perlu dengan menggunakan kombinasi beban DFBT, (N)
$U$	Faktor <i>lag geser</i>
$V$	Kecepatan angin dasar
$V'$	Gaya geser nominal antara balok baja dan slab beton yang disalurkan melalui angkur baja, (N)

$V_{br}$	Kekuatan geser perlu sistem pembreisan dalam arah tegak lurus sumbu longitudinal kolom, (N)
$V_c$	Kekuatan geser tersedia, (N)
$V_{c1}$	Kekuatan geser tersedia yang dihitung dengan $V_n$ , yang didefinisikan dalam Pasal G2.1 atau Pasal G2.2, mana yang berlaku, (N)
$V_{c2}$	Kekuatan geser tekuk yang tersedia, (N)
$V_n$	Kekuatan geser nominal, (N)
$V_r$	Kekuatan geser perlu pada panel yang sedang ditinjau, (N)
$V_r$	Kekuatan geser perlu yang ditentukan sesuai dengan Bab C, dengan menggunakan kombinasi beban DFBT atau , (N)
$V'_r$	Gaya geser longitudinal perlu yang disalurkan ke baja atau beton, (N)
$V_u$	Gaya geser perlu (N)
$Y_i$	Beban gravitasi yang diterapkan pada level $i$ dari kombinasi beban DFBT atau kombinasi beban , mana yang sesuai, (N)
$Z$	Modulus penampang plastis terhadap sumbu lentur, $^3(\text{mm}^3)$
$Z_b$	Modulus penampang plastis pada cabang terhadap sumbu lentur, $^3(\text{mm}^3)$
$Z_x$	Modulus penampang plastis terhadap sumbu $x$ , $^3(\text{mm}^3)$
$Z_y$	Modulus penampang plastis terhadap sumbu $y$ , $^3(\text{mm}^3)$
$a$	Jarak bersih antara pengaku-pengaku transversal, (mm)
$a$	Jarak antara konektor, (mm)
$a$	Jarak terpendek dari tepi lubang sendi ke tepi komponen struktur yang diukur sejajar arah gaya, (mm)
$a$	Setengah panjang muka akar tanpa las dalam arah tebal pelat yang dibebani-tarik, (mm)
$a'$	Panjang las sepanjang kedua tepi dari penghentian pelat penutup pada balok atau girder, (mm)
$a_w$	Rasio antara dua kali luas badan yang mengalami tekan akibat penerapan momen lentur sumbu mayor saja terhadap luas komponen sayap tekan
$b$	Lebar total kaki yang mengalami tekan, (mm)
$b$	Untuk sayap komponen struktur profil I, setengah lebar sayap total, (mm)
$b$	Untuk kaki siku dan untuk sayap kanal dan Z, kaki total atau lebar sayap, (mm)

$b$	Untuk pelat, jarak dari tepi bebas ke baris pertama pengencang atau garis las, (mm)
$b$	Lebar elemen, (mm)
$b$	Lebar elemen tekan yang tidak diperkaku; lebar elemen tekan yang diperkaku, (mm)
$b$	Lebar kaki yang menahan gaya geser atau tinggi badan profil T, (mm)
$b$	Lebar kaki, (mm)
$b_{cf}$	Lebar sayap kolom, (mm)
$b_e$	Lebar efektif tereduksi, (mm)
$b_e$	Jarak tepi efektif untuk perhitungan kekuatan runtuh Tarik komponen struktur yang disambung dengan sendi, (mm)
$b_f$	Lebar sayap, (mm)
$b_{fc}$	Lebar sayap tekan, (mm)
$b_{ft}$	Lebar sayap tarik, (mm)
$b_l$	Panjang kaki siku terpanjang, (mm)
$b_p$	Dimensi terkecil di antara a dan h, (mm)
$b_s$	Panjang kaki siku terpendek, (mm)
$b_s$	Lebar pengaku untuk pengaku satu sisi; dua kali lebar pengaku individual untuk pengaku dua sisi, (mm)
$c$	Jarak dari sumbu netral ke serat tekan terluar, (mm)
$c_t$	Faktor penyesuaian ketidaksempurnaan lebar efektif, ditentukan dari Tabel E7.1
$d$	Tinggi penampang yang dipotong menjadi profil T, (mm)
$d$	Tinggi profil T atau lebar kaki badan yang mengalami tekan, (mm)
$d$	Diameter pengencang nominal, (mm)
$d$	Tinggi nominal total komponen struktur, (mm)
$d$	Tinggi batang berpenampang persegi panjang, (mm)
$d$	Diameter, (mm)
$d$	Diameter sendi, (mm)
$d_b$	Tinggi balok, (mm)
$d_b$	Diameter nominal (diameter tubuh), (mm)
$d_c$	Tinggi penampang kolom, (mm)
$d_e$	Lebar efektif profil T, (mm)
$d_{sa}$	Diameter angkur bajastad berkepala, (mm)
$e$	Eksentrisitas pada sambungan rangka batang, positif apabila menjauhi cabang, (mm)

$e_{mid-ht}$	Jarak dari tepi tubuh angkur baja stad berkepala ke badan dek baja, (mm)
$f'_c$	Kekuatan tekan beton terspesifikasi, (MPa)
$f_o$	Tegangan akibat air yang berasal dari beban nominal hujan atau salju (eksklusif dari kontribusi genangan), dan beban-beban lain yang bekerja seperti yang disyaratkan dalam Pasal B2, (MPa)
$f_{ra}$	Tegangan aksial perlu di titik yang sedang ditinjau, ditentukan sesuai Bab C, dengan menggunakan kombinasi beban DFBT atau , (MPa)
$f_{rv}$	Tegangan geser perlu dengan menggunakan kombinasi beban DFBT atau , (MPa)
$h$	jarak bersih antara keduasayap dikurangi las filet; untuk badan penampang canai dingin, jarak bersih antara kedua sayap dikurangi radius pojok dimasing-masing sayap; (mm)
$h_c$	Dua kali jarak dari pusat berat ke yang berikut: muka bagian dalam sayap tekan dikurangi filet, untuk profil gilasan panas; ke garis terdekat pengencang pada sayap tekan atau muka bagian dalam dari sayap tekan apabila las digunakan, untuk penampang tersusun, (mm)
$h_e$	Lebar badan efektif, (mm)
$h_f$	Faktor untuk pengisi
$h_o$	Jarak antara titik-titik berat sayap, (mm)
$h_p$	Dua kali jarak dari sumbu netral plastis ke garis pengencang terdekat pada sayap tekan atau muka bagian dalam sayap tekan bila las digunakan, (mm)
$k$	Jarak dari muka terluar sayap ke ujung filet yang di badan, (mm)
$k_c$	Koefisien untuk elemen langsing tidak diperkaku
$k_{sc}$	Koefisien kombinasi Tarik dan geser slip-kritis
$k_v$	Koefisien tekuk geser pelat badan
$l$	Panjang actual las yang ujungnya dibebani, (mm)
$l$	Panjang sambungan, (mm)
$l_a$	Panjang angkur kanal, (mm)
$l_b$	Panjang tumpu beban, diukur paralel terhadap sumbu komponen struktur PSR (atau diukur melintang lebar PSR pada kasus pelat penutup yang dibebani), (mm)
$l_b$	Panjang tumpu, (mm)

$l_c$	Jarak bersih,dalam arah gaya,antara tepi lubang dan tepi lubang yang berdekatan atau tepi material, (mm)
$l_e$	Panjang efektif total las gruv dan las filet pada PSR persegi panjang untuk perhitungan kekuatan las, (mm)
$l_{end}$	Jarak dari sisi terdekat cabang atau pelat penyambung ke ujung kord, (mm)
$l_p$	Panjang terproye cabang overlap pada kord, (mm)
$l_1, l_2$	Panjang las penyambung, (mm)
$n$	Banyaknya titik-titik yang terbreis di dalam bentang
$n$	Ulir per inch(per mm)
$n_b$	Banyaknya baut penahan tarik yang diterapkan
$n_s$	Banyaknya bidang slip yang memungkinkan terjadinya slip pada sambungan
$n_{SR}$	Banyaknya fluktuasi rentang tegangan pada umur desain
$p$	Pitch,per ulir (mm per ulir)
$p_b$	Perimeter antar muka lekatan beton-baja di dalam penampang melintang komposit, (mm)
$r$	Radius girasi, (mm)
$r_a$	Radius girasi terhadap sumbu geometri yang paralel dengan kakiyang disambung, (mm)
$r_i$	Radius girasi minimum dari komponen individual, (mm)
$\overline{r_o}$	Radius girasi polar terhadap pusat geser, (mm)
$r_t$	Radius girasi efektif untuk tekuk torsi lateral.Untuk profil I denganpenutup kanal atau pelat penutup yang disambungkan ke sayapterkan,radius girasi komponen sayap pada tekan lentur ditambahsepertiga luas badan yang mengalami tekan akibat penerapanmomen lentur sumbu mayor saja, (mm)
$r_x$	Radius girasi terhadap sumbu x, (mm)
$r_y$	Radius girasi terhadap sumbu y, (mm)
$r_z$	Radius girasi terhadap sumbu utama minor, (mm)
$s$	Spasi as ke as longitudinal (pitch)antara dua lubang berurutan, (mm)
$t_w$	Tebal badan web (mm)
$t$	Jarak dari sumbu netral ke serat tarik terluar, (mm)
$t$	Tebal dinding, (mm)
$t$	Tebal kaki siku, (mm)

<i>t</i>	Lebar batang persegi panjang paralel terhadap sumbu lentur, (mm)
<i>t</i>	Tebal material yang disambung, (mm)
<i>t</i>	Tebal pelat, (mm)
<i>t</i>	Tebal total pengisi, (mm)
<i>t</i>	Tebal dinding desain komponen struktur PSR, (mm)
<i>t</i>	Tebal dinding desain komponen struktur utama PSR, (mm)
<i>t</i>	Tebal kaki siku atau stem T, (mm)