

# **PERENCANAAN STRUKTUR RANGKA BAJA BERATURAN TAHAN GEMPA BERDASARKAN SNI 03-1726-2002 DAN FEMA 450**

**Calvein Haryanto**

**NRP : 0621054**

**Pembimbing : Yosafat Aji Pranata, S.T.,M.T.**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA  
BANDUNG**

---

## **ABSTRAK**

Wilayah Indonesia mencakup daerah-daerah yang mempunyai tingkat resiko gempa yang tinggi diantara beberapa daerah gempa diseluruh dunia. Hampir setiap tahun terjadi bencana akibat gempa bumi di berbagai tempat di Indonesia. Gempa yang terjadi dapat mengakibatkan kerusakan yang menimbulkan korban jiwa serta dampaknya besar terhadap ekonomi dan pembangunan daerah di wilayah tersebut.

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah melakukan perencanaan struktur gedung baja tahan gempa berdasarkan peraturan SNI 03-1726-2002 dan FEMA 450, dan pembahasan meliputi penentuan ukuran profil baja yang digunakan sebagai elemen struktur balok dan kolom, gaya geser dasar, peralihan, desain sambungan, dan perhitungan pondasi.

Hasil desain balok dan kolom dengan menggunakan beban gempa berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan FEMA 450 memberikan hasil yang sama untuk nilai rasio P/M. Nilai gaya geser nominal arah-x ( $V_x$ ) mempunyai perbedaan sebesar 0,08%, sedangkan nilai gaya geser nominal arah-y ( $V_y$ ) mempunyai perbedaan sebesar 0,16%. Hal ini terjadi karena hasil perhitungan nilai  $F_{xi}$  dan  $F_{yi}$  dengan kedua metode tersebut memberikan hasil yang hampir sama. Perbedaan nilai  $V_u$  pada balok sebesar 0,09%, dan  $M_u$  mempunyai selisih sebesar 0,00%. Nilai  $V_u$  dan  $M_u$  pada kolom mempunyai hasil yang sama, perbedaan nilai  $N_u$  sebesar 0,18%. Pada reaksi tumpuan, memberikan hasil yang hampir sama, sehingga menghasilkan pondasi dan pilecap yang sama. Pada desain sambungan, baut dan pelat mempunyai hasil yang sama, hal ini dikarenakan perbedaan nilai  $N_u$ ,  $V_u$ , dan  $M_u$  berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan FEMA 450 sangat kecil. Secara umum, metode SNI 03-1726-2002 dan FEMA 450 memberikan perbedaan hasil perhitungan yang tidak signifikan.

# DAFTAR ISI

<b>SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>i</b>
<b>SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penulisan .....	2
1.3 Ruang Lingkup Penulisan .....	2
1.4 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN LITERATUR .....</b>	<b>4</b>
2.1 Baja .....	4
2.1.1 Perilaku Tegangan-Regangan .....	6
2.1.2 Sifat Mekanis Baja .....	7
2.1.3 Jenis Profil Baja Struktur .....	8
2.1.4 Struktur Balok Baja WF .....	9
2.1.5 Lendutan ( <i>Deflection</i> ) .....	17
2.1.6 Sambungan .....	18
2.2 Beban.....	20
2.2.1 Beban Gravitasi .....	20
2.2.2 Beban Gempa .....	22
2.3 Peraturan Gempa SNI 1726 - 2002 .....	22
2.3.1 Gempa Rencana dan Kategori Gedung .....	22
2.3.2 Struktur Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan .....	25

2.3.3 Wilayah Gempa.....	26
2.3.4 Pembatasan waktu getar alami fundamental .....	28
2.3.5 Beban Gempa Nominal Statik Ekuivalen .....	28
2.3.6 Waktu Getar Alami Fundamental .....	30
2.3.7 Analisis Statik Ekuivalen .....	30
2.3.8 Kinerja Struktur Gedung .....	30
2.4 Peraturan Gempa FEMA 450.....	32
2.5 Perangkat Lunak ETABS.....	33
2.6 Pondasi .....	33
2.6.1 Klasifikasi Pondasi Tiang .....	34
2.6.2 Perencanaan Pondasi.....	35
<b>BAB 3 STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>39</b>
3.1 Data Struktur dan Diagram Bagan Alir Studi .....	39
3.1.1 Data Gedung.....	40
3.1.2 Data Material.....	40
3.1.3 Data Tanah .....	40
3.1.4 Diagram Bagan Alir Studi.....	40
3.2 Analisis Struktur Terhadap Beban Gempa.....	42
3.2.1 Analisis Struktur Terhadap Beban Gempa Berdasarkan SNI 03-1726-2002.....	43
3.2.2 Analisis Struktur Terhadap Beban Gempa Berdasarkan FEMA 450.....	49
3.3 Hasil Analisis Struktur dan Desain .....	53
3.3.1 Hasil Analisis Struktur Gedung .....	53
3.3.2. Desain Sambungan.....	54
3.4 Perencanaan Pondasi.....	59
3.4.1 Perencanaan Pondasi yang didesain berdasarkan SNI 03-1726-2002.....	59
3.4.2 Perencanaan Pondasi yang didesain berdasarkan FEMA 450.....	61

3.5 Pembahasan.....	64
<b>BAB 4 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>67</b>
4.1 Kesimpulan .....	67
4.2 Saran.....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>69</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	Luas penampang profil melintang, mm <sup>2</sup>
A <sub>g</sub>	Luas penampang bruto, mm <sup>2</sup>
A <sub>n</sub>	Luas penampang netto, mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	Luas penampang ujung tiang, m <sup>2</sup>
A <sub>s</sub>	Luas selimut tiang, m <sup>2</sup>
b <sub>f</sub>	Lebar pelat sayap, mm
C <sub>b</sub>	Faktor untuk menghitung gradien momen kekuatan balok
d <sub>b</sub>	Diameter baut nominal pada daerah tak berulir, mm
E	Modulus elastisitas baja, MPa
f <sub>s</sub>	Tegangan sisa; 70 MPa untuk penampang giling, 114 MPa untuk penampang las
f <sub>u</sub>	Tegangan putus minimum, MPa
f <sub>y</sub>	Tegangan leleh minimum, MPa
f <sub>cr</sub>	Tegangan tekan kritis, MPa
f <sub>s</sub>	Gesekan selimut satuan, ton/m <sup>2</sup>
f <sub>u</sub> <sup>b</sup>	Tegangan tarik putus baut, MPa
G	Modulus geser baja
I <sub>x</sub>	Momen inersia sumbu-x, mm <sup>4</sup>
I <sub>y</sub>	Momen inersia sumbu-y, mm <sup>4</sup>
J	Konstanta puntir, mm <sup>4</sup>
k <sub>c</sub>	Faktor panjang tekuk
L	Panjang bentang, mm
L <sub>b</sub>	Jarak antara penopang lateral, mm
L <sub>p</sub>	Panjang penampang primer, mm

$M_1$	Momen ujung terkecil, N-mm
$M_2$	Momen ujung terbesar, N-mm
$M_{nx}$	Momen lentur nominal penampang komponen struktur terhadap sumbu x
$M_{ny}$	Momen lentur nominal penampang komponen struktur terhadap sumbu y
m	Jumlah bidang geser
$M_p$	Momen lentur yang menyebabkan seluruh penampang mengalami tegangan leleh, N-mm
n	Jumlah baut
p	Keliling tiang, m
$P_u$	Beban aksial terfaktor, N
$q_c$	Tahanan ujung konus
$Q_s$	Daya dukung selimut tiang
$Q_p$	Daya dukung ujung tiang
$R_d$	Kuat rencana, N
$R_n$	Kuat nominal, N
$R_u$	Beban terfaktor atau kuat perlu, N
$r_y$	Jari-jari girasi terhadap sumbu lemah, mm
$r_x$	Jari-jari girasi terhadap sumbu kuat, mm
$S_x$	Modulus elastis penampang pada sumbu-x, mm <sup>3</sup>
$S_y$	Modulus elastis penampang pada sumbu-y, mm <sup>3</sup>
$T_d$	Kuat tarik rencana, N
$t_f$	Tebal sayap, mm
$t_p$	Tebal pelat, mm
$t_w$	Tebal badan dari profil, mm
$V_d$	Kuat geser rencana baut, N

$V_n$	Kuat geser nominal baut, N
$Z$	Modulus plastis
$\mu$	Rasio poisson
$\lambda_c$	Parameter kelangsingan
$\lambda_p$	Batas perbandingan lebar terhadap tebal untuk penampang kompak
$\lambda_r$	Batas maksimum untuk penampang tak kompak
$\phi$	Faktor reduksi
$\phi_b$	Faktor reduksi kuat lentur
$\phi R_n$	Kuat rencana
$\Delta L$	Panjang segmen tiang (m)

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Tegangan-Regangan Baja .....	6
Gambar 2.2 Profil-Profil Standar .....	8
Gambar 2.3 Elemen Tarik dan Tekan Kondisi Elastis .....	9
Gambar 2.4 Diagram Distribusi Tegangan Lentur.....	10
Gambar 2.5 Penampang Balok Profil IWF .....	11
Gambar 2.6 Balok yang Ditumpu Lateral .....	13
Gambar 2.7 Perilaku Balok.....	14
Gambar 2.8 Tata Letak Baut .....	20
Gambar 2.9 Respons Spektrum Gempa Rencana .....	27
Gambar 2.10 Perkiraan Jenis Tanah dari CPT .....	35
Gambar 2.11 Perhitungan Daya Dukung Ujung .....	36
Gambar 3.1 Model 3D.....	39
Gambar 3.2 Diagram Bagan Alir .....	41
Gambar 3.3 Nilai periode Getar .....	42
Gambar 3.4 Massa Bangunan .....	43
Gambar 3.5 Respons Spektrum Wilayah 3 .....	44
Gambar 3.6 Input Beban ( $F_y$ ) pada Statik ekuivalen.....	46
Gambar 3.7 Input Beban ( $F_x$ ) pada Statik ekuivalen.....	46
Gambar 3.8 Input Beban ( $F_y$ ) pada Statik ekuivalen.....	51
Gambar 3.9 Input Beban ( $F_x$ ) pada Statik ekuivalen.....	51
Gambar 3.10 Lendutan Balok yang Didesain Berdasarkan SNI 03-1726-2002 .....	53



Gambar 3.11 Lendutan Balok yang Didesain Berdasarkan FEMA 450 .....	53
Gambar 3.12 Detail Sambungan Balok-Kolom .....	54
Gambar 3.13 Detail Sambungan Kolom-Kolom.....	55
Gambar 3.14 Detail Sambungan Balok Induk-Balok Anak.....	55
Gambar 3.15 Detail Sambungan Kolom-Perletakan.....	56
Gambar 3.16 Detail Sambungan Balok-Kolom .....	57
Gambar 3.17 Detail Sambungan Kolom-Kolom.....	57
Gambar 3.18 Detail Sambungan Balok Induk-Balok Anak.....	58
Gambar 3.19 Detail Sambungan Kolom-Perletakan.....	58
Gambar 3.20 Detail Pondasi yang Didesain Berdasarkan SNI 03-1726-2002 .....	61
Gambar 3.21 Detail Pondasi yang Didesain Berdasarkan FEMA 450 .....	63

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Mekanis Baja.....	8
Tabel 2.2 Batas Lendutan Maksimum .....	18
Tabel 2.3 Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung.....	21
Tabel 2.4 Faktor Keutamaan I Untuk Berbagai Kategori Gedung dan Bangunan.....	23
Tabel 2.5 Faktor Daktilitas Maksimum, Faktor Reduksi Gempa Maksimum, Faktor Tahanan Lebih Struktur dan Faktor Tahanan Lebih Total Beberapa Jenis Sistem dan Subsystem Struktur Gedung.....	24
Tabel 2.6 Koefisien $\zeta$ yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung.....	28
Tabel 3.1 Nilai $T_y$ (Ray) pada SNI 03-1726-2002 .....	47
Tabel 3.2 Nilai $T_x$ (Ray) pada SNI 03-1726-2002 .....	47
Tabel 3.3 Nilai $F_y$ Berdasarkan FEMA 450 .....	50
Tabel 3.4 Nilai $F_x$ Berdasarkan FEMA 450 .....	50
Tabel 3.5 Nilai $T_y$ (Ray) pada FEMA 450 .....	52
Tabel 3.6 Nilai $T_x$ (Ray) pada FEMA 450 .....	52
Tabel 3.7 Perbandingan Nilai $F_x$ .....	64
Tabel 3.8 Perbandingan Nilai $F_y$ .....	64
Tabel 3.9 Gaya-gaya Dalam dan Lendutan.....	65
Tabel 3.10 Gaya Dalam Pada Kolom.....	65
Tabel 3.11 Reaksi Tumpuan .....	65
Tabel 3.12 Perbedaan Desain Sambungan Balok-Kolom.....	66

Tabel 3.13 Perbedaan Desain Sambungan Kolom-Kolom .....	66
Tabel 3.14 Perbedaan Desain Sambungan Balok Induk-Balok Anak.....	66
Tabel 3.15 Perbedaan Desain sambungan Kolom-Perletakan .....	67
Tabel 3.16 Pondasi dan Pilecap .....	67

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pemodelan Gedung.....	71
Lampiran 2 Nilai Periode Getar .....	83
Lampiran 3 Pembahasan Rasio P/M .....	85
Lampiran 4 Desain Sambungan .....	132
Lampiran 5 Data Sondir .....	157
Lampiran 6 Output Program LPILE Plus 4.0 .....	161
Lampiran 7 Output Program <i>Concrete Pile Cap Design</i> .....	168
Lampiran 8 Batas Layan dan Batas Ultimate.....	174
Lampiran 9 <i>Preliminary</i> Desain Balok, Kolom, Pelat .....	179
Lampiran 10 Denah Struktur.....	185
Lampiran 11 Reaksi Perletakan .....	189