

**DESAIN TAHAN GEMPA STRUKTUR RANGKA BAJA
DENGAN BRESING EKSENTRIS BERDASARKAN TATA
CARA PERENCANAAN KETAHANAN GEMPA UNTUK
BANGUNAN GEDUNG SNI 03-1726-2002 DAN TATA CARA
PERENCANAAN STRUKTUR BAJA UNTUK BANGUNAN
GEDUNG SNI 03-1729-2002**

Putra
NRP : 0021095

Pembimbing : Djoni Simanta, Ir., MT

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

ABSTRAK

Indonesia termasuk daerah dengan tingkat resiko gempa yang cukup tinggi. Oleh karena itu, dalam merancang suatu bangunan bertingkat (lebih dari dua tingkat) hendaknya perlu didesain agar mampu menahan gaya yang terjadi akibat gempa. Saat ini di Indonesia telah disahkan suatu peraturan yang mengatur mengenai perencanaan ketahanan gempa untuk stuktur bangunan yang diberi nama Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung SNI 03-1726-2002. Dalam merencanakan suatu struktur bangunan yang terbuat dari baja telah disahkan pula suatu peraturan yaitu Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung SNI 03-1729-2002.

Dalam penulisan tugas akhir ini, dibahas dengan rinci analisis dan disain suatu struktur rangka baja dengan pengaku yang dipasang eksentris (RBE). Untuk mempermudah perhitungan dalam mengaplikasikan peraturan diatas, digunakan suatu alat bantu berupa program disain dan analisis yaitu *ETABS 8.1.5 Nonlinear*. Dengan program ini akan diperoleh suatu kapasitas dari tiap-tiap elemen struktur yang terpasang. Langkah demi langkah perhitungan ini akan di-*display* secara rinci dengan bantuan program *Mathcad 2001i Professional*.

Dalam mendesain suatu Struktur Rangka Baja yang mampu menahan Gempa, sistem portal merupakan sistem rangka dimana struktur tersebut terdiri dari balok utama yang langsung ditumpu oleh kolom dan dianggap menyatu secara kaku dengan kolom. Dalam bangunan tahan gempa diperlukan sistem penahan lateral, *core* (inti) pada struktur merupakan dinding geser yang berfungsi untuk memenuhi kekakuan lateral yang diperlukan bangunan. Material inti (*core*) dapat terbuat dari baja, beton atau gabungan dari keduanya. Inti dari rangka baja biasanya menggunakan sistem *bracing* yang dipasang disekitar inti. Fungsi dari pengaku (*bracing*) adalah sebagai perkuatan dan kestabilan struktur. Ada dua jenis pengaku (*bracing*), yaitu pengaku konsentris (*concentric bracing*) dan pengaku eksentris (*eccentric bracing*). Menurut Popov, portal berpengaku eksentris merupakan sistem struktur yang efisien dalam menahan gaya lateral dibanding portal berpengaku konsentris, karena adanya *link beam* (jarak eksentrisitas pengaku pada balok).

DAFTAR ISI

	Halaman
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	i
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xi
DAFTAR GAMBAR	xxiv
DAFTAR TABEL	xxix
DAFTAR LAMPIRAN	xxxii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	3
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan	4
1.4 Sistematika Pembahasan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ketentuan Desain Bangunan Gedung Tahan Gempa Menurut SNI 03-1726-2002 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung	6
2.1.1 Definisi Gempa	7
2.1.2 Kategori Gedung	10
2.2 Struktur Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan	12
2.2.1 Ketentuan Struktur Gedung Beraturan	13

2.2.2	Ketentuan Struktur Gedung Tidak Beraturan	15
2.3	Perencanaan Struktur Gedung Tahan Gempa	15
2.3.1	Perencanaan Struktur Gedung Beraturan	17
2.3.2	Perencanaan Struktur Gedung Tidak Beraturan	20
2.4	Daktilitas Struktur Bangunan dan Pembebanan Gempa Nominal	24
2.5	Wilayah Gempa dan Spektrum Respons	30
2.6	Beban Gempa.....	37
2.6.1	Gempa Rencana dan Beban Gempa Nominal	37
2.6.2	Beban Hidup Nominal dan Beban Mati Nominal	38
2.6.3	Perencanaan Beban dan Perencanaan Kapasitas	39
2.7	Analisis Ragam Spektrum Respons	42
2.8	Kinerja Struktur Gedung	45
2.8.1	Kinerja Batas Layan	45
2.8.2	Kinerja Batas Ultimit	45

BAB 3 DESAIN STRUKTUR

3.1	Ketentuan Desain Struktur Rangka Baja SNI 03-1729-2002 Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung.....	48
3.2	Sistem Struktur	49
3.2.1	Sistem Portal	50
3.2.2	Struktur Inti dengan Bresing	50
3.3	Perencanaan Struktur Daktilitas	52
3.4	Perencanaan Struktur Baja Tahan Gempa Berdasarkan <i>LRFD</i>	53

3.4.1	Beban Terfaktor	54
3.4.2	Simpangan Antar Tingkat	55
3.5	Perencanaan Umum Komponen Struktur	55
3.5.1	Komponen Batang Kombinasi Lentur dan Aksial untuk Profil-I	55
3.5.2	Rasio Ketebalan <i>Flens</i> dan <i>Web</i>	56
3.5.3	Tekuk Puntir Lateral	59
3.5.4	Tekuk Lokal (<i>Local Buckling</i>)	61
3.5.5	Kekuatan Geser Nominal	63
3.5.6	Rasio Akibat Kombinasi Momen dan Aksial	64
3.5.7	Rasio Tegangan Geser	64
3.5.8	Kuat Tarik Rencana	65
3.5.9	Kuat Tekan Rencana	65
3.6	Sistem Rangka Bresing Eksentrik	66
3.7	Perilaku dan Desain dari Rangka Bresing Eksentrik	67
3.7.1	Konsep dasar dan perilaku Rangka Bresing Eksentrik	68
3.7.2	Perilaku dari <i>Link</i>	73
3.8	Perencanaan Dengan Sistem Rangka Bersing Eksentris	80
3.8.1	<i>Link Beam</i> (Balok <i>Link</i>)	80
3.8.2	Bresing (<i>Bracing</i>)	86
3.8.3	Balok di luar <i>Link</i>	86
3.8.4	Beban Terfaktor Kolom	88
3.9	Kontrol Kolom Kuat-Balok Lemah	88

3.9.1	Rasio Penampang	88
3.9.2	Rasio Momen Kolom-Balok	89
3.9.3	Kekangan Pada Sambungan Balok-Kolom	90
3.9.4	Pengaku Lateral Pada Balok	91
3.9.5	Contoh Sambungan	91
BAB 4	STUDI KASUS	
4.1	Data Umum Gedung	105
4.2	Data Bahan	108
4.3	Pembebanan	108
4.4	Ukuran Pelat Bondek, Balok, Kolom, dan batang Bresing	109
4.5	Prosedur Analisis Struktur Gedung Rangka Bresing Eksentrik	110
4.6	Periksa Simpangan antar Tingkat dari Struktur Gedung Rangka Bresing Eksentrik	132
4.7	Prosedur Desain Struktur Gedung Rangka Bresing Eksentrik.....	137
BAB 5	DESAIN ELEMEN STRUKTUR BRESING EKSENTRIK	
5.1	Elemen struktur pada Portal C-D lantai 1	146
5.1.1	Balok	162
5.1.2	<i>Link</i>	177
5.1.3	Bresing	189
5.1.4	Kolom	207
5.2	Elemen struktur pada Portal 3-4 lantai 1	222
5.2.1	Balok	223

5.2.2	<i>Link</i>	238
5.2.3	Bresing	250
5.2.4	Kolom	268
5.3	Kesimpulan Pembahasan	296
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1	Kesimpulan	299
6.2	Saran	300
DAFTAR PUSTAKA	303
LAMPIRAN	304

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Faktor keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan	11
Tabel 2.2 Faktor daktilitas maksimum, faktor reduksi gempa maksimum, faktor tahanan lebih struktur dan faktor tahanan lebih total beberapa jenis sistem dan subsistem struktur gedung	22
Tabel 2.3 Parameter Daktilitas Struktur Gedung	27
Tabel 2.4 Percepatan puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah untuk masing-masing wilayah gempa Indonesia	34
Tabel 2.5 Spektrum respons gempa rencana	37
Tabel 3.1 Faktor reduksi pembebanan	53
Tabel 3.2 Perbandingan maksimum lebar terhadap tebal untuk elemen tertekan (F_y dinyatakan dalam MPa)	56
Tabel 3.3 Tebal dan lebar pengaku satu sisi	84
Tabel 3.4 Jarak <i>link stiffeners</i>	85
Tabel 3.5 Nilai batas perbandingan lebar terhadap tebal, λ_p , untuk elemen tekan	89
Tabel 4.1 Penyederhanaan tampilan <i>Diaphragm Drifts</i>	136
Tabel 4.2 Kinerja batas layan	136
Tabel 4.3 Kinerja batas ultimit	137
Tabel 5.1 Gaya aksial terfaktor akibat 6 kombinasi pembebanan	147

Tabel 5.2 Gaya geser terfaktor pada sumbu kuat akibat 6 kombinasi pembebanan	150
Tabel 5.3 Gaya geser terfaktor pada sumbu lemah akibat 6 kombinasi pembebanan	153
Tabel 5.4 Momen terfaktor pada sumbu kuat akibat 6 kombinasi pembebanan	156
Tabel 5.5 Momen terfaktor pada sumbu lemah akibat 6 kombinasi pembebanan	159
Tabel 5.6 Kuat tarik nominal dan kuat tekan nominal	283
Tabel 5.7 Gaya geser nominal pada sumbu-x dan sumbu-y	286
Tabel 5.8 Kondisi batas tekuk lokal pada pelat sayap dan pada pelat badan	289
Tabel 5.9 Kondisi batas tekuk lateral pada sumbu-x dan sumbu-y	291
Tabel 5.10 Momen nominal pada sumbu-x dan sumbu-y	294
Tabel 5.11 Rasio kapasitas akibat gaya aksial	296
Tabel 5.12 Rasio kapasitas akibat lentur	296
Tabel 5.13 Rasio kapasitas	297

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Respons spektrum gempa rencana	16
Gambar 2.2 Diagram beban–simpangan (Diagram V- δ) struktur gedung	29
Gambar 2.3 Wilayah gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun.....	31
Gambar 2.4 Mekanisme keruntuhan ideal suatu struktur gedung dengan sendi plastis terbentuk pada ujung-ujung balok, kaki kolom	42
Gambar 3.1 Bentuk-bentuk pengaku konsentris	51
Gambar 3.2 Bentuk-bentuk pengaku eksentris	52
Gambar 3.3 Bresing geser eksentrik	67
Gambar 3.4 Variasi dari kekakuan lateral berkenaan dengan panjang <i>link</i>	69
Gambar 3.5 Mekanisme kinematik dan sudut plastis <i>link</i> dari RBE tipe-K	70
Gambar 3.6 Variasi dari kekuatan batas RBE berkenaan dengan e/L	72
Gambar 3.7 Deformasi <i>link</i> dan diagram <i>Free-Body</i>	73
Gambar 3.8 Klasifikasi dari <i>link</i>	75
Gambar 3.9 Sudut <i>link</i> yang diizinkan berdasarkan ketentuan gempa AISC (1997)	76
Gambar 3.10 Variasi dari C_B	79

Gambar 3.11	Sudut rotasi <i>link</i>	83
Gambar 3.12	Dimensi dan penempatan pengaku <i>link</i>	85
Gambar 3.13	Sambungan <i>link</i> pada sayap kolom	91
Gambar 3.14	Sambungan <i>link</i> pada balok diluar <i>link</i>	92
Gambar 3.15	Alternatif lain dari sambungan <i>link</i> pada sayap kolom	92
Gambar 3.16	Sambungan balok-kolom (<i>Moment Connection</i>)	93
Gambar 3.17	Sambungan balok pada sayap kolom (<i>Nonmoment Connection</i>)	94
Gambar 3.18	Sambungan kolom (penetrasi parsial-badan dan sayap)	94
Gambar 3.19	Sambungan kolom ke kolom dengan baut mutu tinggi	95
Gambar 3.20	Sambungan bresing pada balok kolom	95
Gambar 3.21	Alternatif lain dari sambungan bresing pada balok kolom	96
Gambar 3.22	Diagram alir desain kekuatan lentur balok untuk penampang simetris ganda dan kanal	97
Gambar 3.23	Diagram alir desain kekuatan geser balok	103
Gambar 3.24	Diagram alir desain komponen struktur tekan	104
Gambar 4.1	Denah lantai 1-atap struktur gedung	106
Gambar 4.2	Portal as-1 struktur gedung	107
Gambar 4.3	Ukuran pelat bondek	109
Gambar 4.4	Tahap permulaan pemodelan baru	111
Gambar 4.5	Tampilan <i>Building Plan Grid System and Story Data Definition</i>	112
Gambar 4.6	Tampilan <i>Etabs Main Window</i>	113

Gambar 4.7	Tampilan <i>Define Material</i>	114
Gambar 4.8	Tampilan <i>Material Property Data</i> untuk karakteristik beton	114
Gambar 4.9	Tampilan <i>Material Property Data</i> untuk karakteristik baja	115
Gambar 4.10	Tampilan <i>Define Frame Properties</i>	115
Gambar 4.11	Tampilan <i>Auto Selection List</i>	116
Gambar 4.12	Tampilan <i>Deck Section</i>	118
Gambar 4.13	Tampilan <i>Response Spectrum UBC 97 Function Definition</i>	120
Gambar 4.14	Tampilan <i>Response Spectrum Case Data</i>	121
Gambar 4.15	Tampilan <i>Define Mass Source</i>	122
Gambar 4.16	Tampilan <i>Dynamic Analysis</i> dan <i>P-delta Parameter</i>	123
Gambar 4.17	Denah penempatan <i>Diaphragm</i>	124
Gambar 4.18	Tampilan <i>Assign Diaphragm</i>	125
Gambar 4.19	Tampilan <i>Run Options</i>	125
Gambar 4.20	Tampilan <i>Mode Shape-1</i>	126
Gambar 4.21	Tampilan <i>Mode Shape-2</i>	126
Gambar 4.22	Tampilan <i>Modal Participation Factor</i>	128
Gambar 4.23	Tampilan <i>Assembled Point Masses</i>	129
Gambar 4.24	Tampilan <i>Response Spectrum Base Reaction</i>	131
Gambar 4.25	Tampilan <i>Auto Selection Sections</i> untuk balok	132
Gambar 4.26	Tampilan <i>Response Spectrum Case Data</i>	133
Gambar 4.27	Tampilan <i>Response Spectrum Case Data</i>	134

Gambar 4.28	Tampilan <i>Diaphragm Drifts</i>	135
Gambar 4.29	Tampilan <i>Define Response Spectra</i> dengan hanya <i>Spectra</i>	138
Gambar 4.30	Tampilan <i>Response Spectrum Case Data</i>	138
Gambar 4.31	Tampilan <i>Steel Frame Design Preferences</i>	139
Gambar 4.32	Tampilan <i>Design Load Combination Selection</i>	140
Gambar 4.33	Tampilan <i>Steel Frame Design Overwrites</i>	141
Gambar 4.34	Tampilan <i>ETABS Main Window</i>	142
Gambar 4.35	Tampilan hasil desain dari sistem rangka bresing eksentrik	143
Gambar 4.36	Tampilan <i>Output</i> desain dari batang <i>D19</i>	144
Gambar 5.1	Portal as-1 struktur gedung	146
Gambar 5.2	Sketsa Portal Elev 1	162
Gambar 5.3	Diagram momen akibat kombinasi DSTL 3	169
Gambar 5.4	Sketsa Portal Elev 1	177
Gambar 5.5	Pengaku badan <i>link</i>	183
Gambar 5.6	Sketsa Portal Elev 1	189
Gambar 5.7	Diagram momen akibat kombinasi DSTL 3	197
Gambar 5.8	Sketsa Portal Elev 1	204
Gambar 5.9	Sketsa Portal Elev 1	207
Gambar 5.10	Diagram momen akibat kombinasi DSTL 3	215
Gambar 5.11	Portal as-A	222
Gambar 5.12	Sketsa Portal Elev A	223
Gambar 5.13	Diagram momen akibat kombinasi DSTL 3	230

Gambar 5.14	Sketsa Portal Elev A	238
Gambar 5.15	Pengaku badan <i>link</i>	244
Gambar 5.16	Sketsa Portal Elev A	250
Gambar 5.17	Diagram momen akibat kombinasi DSTL 3	258
Gambar 5.18	Sketsa Portal Elev A	265
Gambar 5.19	Sketsa Portal Elev A	268
Gambar 5.20	Diagram momen akibat kombinasi DSTL 3	276

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- A = Percepatan puncak Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal sebagai gempa masukan untuk analisis respons dinamik linier riwayat waktu struktur gedung
- A_b = Luas penampang bruto, mm^2
- A_m = Percepatan respons maksimum atau Faktor Respons Gempa maksimum pada Spektrum Respons Gempa Rencana
- A_o = Percepatan puncak muka tanah akibat pengaruh Gempa Rencana yang bergantung pada Wilayah Gempa dan jenis tanah tempat struktur gedung berada
- A_r = Pembilang dalam persamaan hiperbola Faktor Respons Gempa C pada Spektrum Respons Gempa Rencana
- b = Ukuran horisontal terbesar denah struktur gedung pada lantai tingkat yang ditinjau, diukur tegak lurus pada arah pembebanan gempa; (sebagai *subscript*) menunjukkan struktur bawah (*pada BAB 2*)
- b = Lebar elemen penampang, mm (*pada BAB 3*)
- c = (sebagai *subscript*) menunjukkan besaran beton
- C_b = Koefisien pengali momen tekuk torsi lateral
- C_m = Faktor yang menghubungkan diagram momen aktual dengan diagram momen ekuivalen
- C = Faktor Respons Gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu gelar alami struktur gedung dan

kurvanya ditampilkan dalam Spektrum Respons Gempa Rencana

- C_v = Faktor Respons Gempa vertikal untuk mendapatkan beban gempa vertikal nominal statik ekuivalen pada unsur struktur gedung yang memiliki kepekaan yang tinggi terhadap beban gravitasi
- C_I = Nilai Faktor Respons Gempa yang didapat dari Spektrum Respons Gempa Rencana untuk waktu getar alami fundamental dari struktur gedung
- d = (sebagai *subscript*) menunjukkan besaran desain atau dinding geser
- d = Tinggi penampang, mm
- d_i = Simpangan horisontal lantai tingkat i dari hasil analisis 3 dimensi struktur gedung akibat beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada pusat massa taraf lantai-lantai tingkat
- D = Beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan layan tetap, kg/m^2
- D_n = Beban mati nominal yang dapat dianggap sama dengan beban mati rencana yang ditetapkan dalam standar-standar pembebanan struktur gedung, kg/m^2
- e = Eksentrisitas teoretis antara pusat massa dengan pusat rotasi lantai tingkat struktur gedung; (sebagai *subscript*) menunjukkan kondisi elastik penuh
- e_d = Eksentrisitas rencana antara pusat massa dengan pusat rotasi lantai tingkat struktur gedung
- E = Beban gempa

- E_c = Modulus elastisitas beton, *MPa*
- E_n = Beban gempa nominal yang nilainya ditentukan oleh besarnya probabilitas beban itu dilampaui dalam kurun waktu tertentu, oleh faktor daktilitas struktur gedung μ yang mengalaminya dan oleh faktor kuat lebih beban dan bahan f_l yang terkandung di dalam struktur gedung tersebut
- E_s = Modulus elastisitas baja (= 200000 *MPa*)
- f = Faktor kuat lebih total yang terkandung di dalam struktur gedung secara keseluruhan, rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung pada saat mencapai kondisi diambang keruntuhan dan beban gempa nominal
- f_l = Faktor kuat lebih beban dan bahan yang terkandung di dalam suatu struktur gedung akibat selalu adanya pembebanan dan dimensi penampang serta kekuatan bahan terpasang yang berlebihan dan nilainya ditetapkan sebesar 1,6
- f_2 = Faktor kuat lebih struktur akibat kehiperstatikan struktur gedung yang menyebabkan terjadinya redistribusi gaya-gaya oleh proses pembentukan sendi plastis yang tidak serempak bersamaan; rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung pada saat mencapai kondisi diambang keruntuhan dan beban gempa pada saat terjadinya pelelehan pertama
- F = Beban fluida

- F_b = Beban gempa horisontal nominal statik ekuivalen akibat gaya inersia sendiri yang menangkap pada pusat massa pada taraf masing-masing lantai besmen struktur bawah gedung
- F_{cr} = Tegangan kritis penampang tertekan, *MPa*
- F_i = Beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada pusat massa pada taraf lantai tingkat ke-*i* struktur atas gedung.
- F_p = Beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada titik berat massa unsur sekunder, unsur arsitektur dan instalasi mesin dan listrik dalam arah gempa yang paling berbahaya
- F_y = Tegangan leleh material, *MPa*
- g = Percepatan gravitasi, (sebagai *subscript*) menunjukkan momen yang bersifat momen guling, m/det^2
- G = Faktor kekangan akibat adanya batang lentur yang merangka kebatang tekan yang sedang ditinjau
- H = Beban hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air (*pada BAB 2*)
- H = Gaya horizontal, *N* (*Pada BAB 3*)
- i = (sebagai *subscript*) menunjukkan nomor lantai tingkat atau nomor lapisan tanah
- I = Faktor Keutamaan gedung, faktor pengali dari pengaruh Gempa Rencana pada berbagai kategori gedung, untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian probabilitas dilampauinya pengaruh tersebut selama umur gedung itu dan penyesuaian umur gedung itu (*pada BAB 2*)

- I = Momen inersia, mm^3 (*pada BAB 3*)
- I_1 = Faktor Keutamaan gedung untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung
- I_2 = Faktor Keutamaan gedung untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian umur gedung
- k = (sebagai *subscript*) menunjukkan kolom struktur gedung
- k_c = Faktor panjang tekuk
- K_p = Nilai koefisien pembesaran respons unsur sekunder, unsur arsitektur atau instalasi mesin dan listrik, bergantung pada ketinggian tempat kedudukannya terhadap taraf penjepitan lateral
- L = Beban hidup diatap yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan dan lain-lain
- L = Tinggi tingkat atau panjang komponen struktur tekan, mm (*pada BAB 5*)
- L_a = Beban hidup diatap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak
- L_b = Panjang bagian pelat sayap tekan tanpa pengekang lateral, mm
- L_n = Beban hidup nominal yang dapat dianggap sama dengan beban hidup rencana yang ditetapkan dalam standar-standar pembebanan struktur gedung
- L_p = Panjang bentang maksimum untuk balok yang mampu menerima

- momen plastis, mm
- L_p = Batang panjang bagian pelat sayap tekan tanpa pengekang lateral, mm
- L_r = Panjang bentang minimum untuk balok yang kekuatannya mulai ditentukan oleh momen kritis tekuk torsi lateral, mm
- M = Jumlah lapisan tanah yang ada diatas batuan dasar.
- M = Momen lentur secara umum, Nmm
- M_1 = Momen ujung yang terkecil, Nmm
- M_2 = Momen ujung yang terbesar, Nmm
- M_{cr} = Momen kritis terhadap tekuk torsi lateral, Nmm
- M_n = Momen nominal suatu penampang unsur struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal, atau akibat pengaruh momen leleh sendi plastis yang sudah direduksi dengan faktor kuat lebih beban dan bahan f_t , Nmm
- M_p = Momen lentur yang menyebabkan seluruh penampang mengalami tegangan leleh, Nmm
- M_r = Momen batas tekuk, Nmm
- M_u = Momen lentur terfaktor atau momen perlu, Nmm
- M_{u_x} = Momen lentur terfaktor terhadap sumbu-x, Nmm
- M_{u_y} = Momen lentur terfaktor terhadap sumbu-y, Nmm
- M_y = Momen leleh awal sendi plastis yang terjadi pada ujung-ujung unsur struktur gedung, kaki kolom dan kaki dinding geser pada saat di dalam struktur tersebut akibat pengaruh Gempa Rencana terjadi pelelehan pertama, Nmm
- $M_{y,d}$ = Momen leleh awal sendi plastis yang terjadi pada kaki dinding geser

- $M_{y,k}$ = Momen leleh awal sendi plastis yang terjadi pada kaki kolom, Nmm
 N = Nomor lantai tingkat paling atas (lantai puncak); jumlah lantai tingkat struktur gedung; (sebagai *subscript*) menunjukkan besarnya nominal
 P_u = Beban aksial terfaktor, N
 P_{cr} = Beban kritis elastis, N
 P_n = Kuat aksial nominal komponen struktur, N
 P_y = Gaya aksial yang menyebabkan kolom mengalami tegangan leleh, N
 r_x = Jari-jari girasi terhadap sumbu kuat, mm
 r_y = Jari-jari girasi terhadap sumbu lemah, mm
 R_w = Beban terfaktor atau kuat perlu
 ϕR_n = Kuat rencana
 S = Modulus penampang, mm^3
 t = tebal, mm
 t_s = tebal sayap profil, mm
 t_w = tebal badan profil, mm
 V_u = Gaya geser perlu, N
 V_n = Kuat geser nominal pelat badan, N
 W = Beban angin
 ϕ = Faktor reduksi
 δ = Faktor amplifikasi momen
 λ_c = Parameter kelangsingan batang tekan
 λ_p = Batas perbandingan lebar terhadap tebal untuk penampang kompak
 λ_r = Batas perbandingan lebar terhadap tebal untuk penampang tak kompak

Daftar Notasi pada *Mathcad 2001i Professional*

- a = Jarak antara dua pengaku vertikal, mm
- A_g = Luas bruto penampang, mm^2
- A_w = Luas efektif penampang, mm^2
- A_{w1} = Luas pelat badan, mm^2
- A_{w2} = Luas pelat sayap, mm^2
- b = (sebagai *subscript*) menunjukkan inisial dari balok
- b = Lebar pelat atau penampang, mm
- b_f = Lebar pelat sayap, mm
- b_{pba} = Lebar pelat pengaku badan antara, mm
- b_1 = Setengah dari lebar pelat sayap dikurangi tebal pelat badan, mm
- b_2 = Setengah dari lebar pelat sayap dikurangi tebal pelat badan, mm
- c = (sebagai *subscript*) menunjukkan inisial dari kolom
- C_m = Faktor modifikasi momen
- $Comb1$ = (sebagai *subscript*) menunjukkan kombinasi pembebanan 1
- $Comb2$ = (sebagai *subscript*) menunjukkan kombinasi pembebanan 2
- $Comb3$ = (sebagai *subscript*) menunjukkan kombinasi pembebanan 3
- $Comb4$ = (sebagai *subscript*) menunjukkan kombinasi pembebanan 4
- $Comb5$ = (sebagai *subscript*) menunjukkan kombinasi pembebanan 5
- $Comb6$ = (sebagai *subscript*) menunjukkan kombinasi pembebanan 6
- C_w = Konstanta puntir lengkung, mm^6
- d = Tinggi penampang, mm

dl	= (sebagai <i>subscript</i>) menunjukkan inisial dari beban mati
$DSTL$	= Kombinasi Pembebanan Pada <i>ETABS 8.1.5 Nonlinear</i>
E	= (sebagai <i>subscript</i>) menunjukkan beban gempa
$Etabs$	= (sebagai <i>subscript</i>) menunjukkan segala sesuatu yang dihitung oleh program <i>ETABS 8.15 Nonlinear</i>
f	= (sebagai <i>subscript</i>) menunjukkan inisial dari sayap profil
F_{cr}	= Tegangan kritis, <i>MPa</i>
F_{cr1}	= Tegangan kritis tanpa memperhitungkan tekuk-puntir-lentur, <i>MPa</i>
F_{cr2}	= Tegangan kritis dengan memperhitungkan tekuk-puntir-lentur, <i>MPa</i>
F_e	= Tegangan tekuk-elastik-puntir-lentur, <i>MPa</i>
FLB	= <i>Flange local buckling</i> artinya tekuk lokal pada pelat sayap
G	= Modulus geser baja, <i>MPa</i>
G_I	= Nilai kekakuan relatif dititik- <i>I</i>
G_J	= Nilai kekakuan relatif dititik- <i>J</i>
h_{aksen}	= Tinggi bersih badan baja profil, <i>mm</i>
I	= (sebagai <i>subscript</i>) menunjukkan titik kumpul- <i>I</i>
J	= (sebagai <i>subscript</i>) menunjukkan titik kumpul- <i>J</i>
I_x	= Momen Inersia pada sumbu kuat, mm^4
I_y	= Momen Inersia pada sumbu lemah, mm^4
J	= Konstanta puntir torsi, mm^4

- k_c = Faktor kelangsingan pelat badan
- k_n = Koefisien tekuk geser pelat
- k_x = Faktor panjang efektif pada sumbu kuat (sumbu-x)
- k_y = Faktor panjang efektif pada sumbu lemah (sumbu-y)
- ll_{roof} = (sebagai *subscript*) menunjukkan beban hidup yang bekerja pada pelat atap, kg/m^2
- ll_{floor} = (sebagai *subscript*) menunjukkan beban hidup yang bekerja pada pelat lantai, kg/m^2
- L = Panjang bentang, mm
- L_b = Panjang bentang tak tertumpu, mm
- L_k = Panjang efektif, mm
- L_p = Panjang bentang maksimum untuk elemen yang mampu menerima momen plastis, mm
- L_r = Panjang bentang minimum untuk elemen yang kekuatannya mulai ditentukan oleh momen kritis tekuk torsi lateral, mm
- LTB = *Lateral torsional buckling* artinya tekuk puntir lateral
- M_A = Momen di 1/4 bentang, Nmm
- M_B = Momen di 1/2 bentang, Nmm
- M_C = Momen di 3/4 bentang, Nmm
- M_{cr} = Momen kritis terhadap tekuk torsi lateral, Nmm
- M_n = Kuat lentur nominal elemen struktur, Nmm
- M_p = Momen lentur yang menyebabkan seluruh penampang mengalami

- tegangan leleh (momen plastis pada sumbu kuat/sumbu-x), Nmm
- M_{py} = Momen plastis pada sumbu lemah (sumbu-y), Nmm
- M_r = Momen batas tekuk, Nmm
- M_u = Kuat lentur perlu, Nmm
- M_y = Momen lentur yang menyebabkan penampang mulai mengalami tegangan leleh, Nmm
- M_1 = Momen ujung yang terkecil pada kedua ujung kolom, Nmm
- M_2 = Momen ujung yang terbesar pada kedua ujung kolom, Nmm
- n = (sebagai *subscript*) menunjukkan nilai negatif dari beban gempa
- p = (sebagai *subscript*) menunjukkan nilai positif dari beban gempa
- PBA = Pengaku Badan Antara
- P_{cr} = Beban kritis elastis, N
- P_{nc} = Kuat aksial nominal komponen struktur tekan, N
- P_{nt} = Kuat aksial nominal komponen struktur tarik, N
- P_u = Beban aksial terfaktor, N
- P_y = Gaya aksial yang menyebabkan kolom mengalami tegangan leleh,
 N
- r_c = Jari-jari sudut antara pelat sayap dan pelat badan dari suatu profil,
 mm
- r_x = Jari-jari girasi terhadap sumbu kuat (sumbu-x), mm
- r_y = Jari-jari girasi terhadap sumbu lemah (sumbu-y), mm
- R_y = Faktor modifikasi tegangan leleh, N

sdl	= (sebagai <i>subscript</i>) menunjukkan inisial dari <i>super imposed dead load</i> yang terjadi pada pelat lantai ataupun pelat atap
S	= Modulus elastis penampang, mm^3
S_x	= Modulus elastis penampang pada sumbu kuat (sumbu-x), mm^3
S_y	= Modulus elastis penampang pada sumbu lemah (sumbu-y), mm^3
t_f	= Tebal pelat sayap, mm
t_{pba}	= Tebal pelat pengaku badan antara, mm
t_s	= Tebal pengaku <i>link</i> , mm
t_w	= Tebal pelat badan, mm
V_n	= Kuat geser nominal, N
V_p	= Kapasitas geser, N
V_u	= Gaya geser perlu, N
w	= (sebagai <i>subscript</i>) menunjukkan inisial dari badan profil
WLB	= <i>Web local buckling</i> artinya tekuk lokal pada pelat badan
x	= (sebagai <i>subscript</i>) menunjukkan sumbu kuat dari penampang
y	= (sebagai <i>subscript</i>) menunjukkan sumbu lemah dari penampang
Z	= Modulus plastis penampang, mm^3
Z_x	= Modulus plastis penampang pada sumbu kuat (sumbu-x), mm^3
Z_y	= Modulus plastis penampang pada sumbu lemah (sumbu-y), mm^3
β_m	= Perbandingan momen terkecil dan terbesar yang bekerja pada ujung-ujung komponen struktur
γ_p	= Sudut rotasi <i>link</i> , rad

- δ = Faktor amplifikasi momen
- δ_{b1} = Faktor amplifikasi momen untuk komponen struktur yang tidak dapat bergoyang
- δ_{b2} = Faktor amplifikasi momen untuk komponen struktur yang dapat bergoyang
- λ = Parameter kelangsingan (yaitu, rasio lebar ke tebal)
- λ_c = Parameter kelangsingan batang tekan
- λ_e = Parameter kelangsingan batang yang memperhitungkan tekuk puntir lentur
- λ_{pf} = Batas perbandingan lebar terhadap tebal pada pelat sayap untuk penampang kompak (beban tidak termasuk beban gempa)
- λ_{ps} = Batas perbandingan lebar terhadap tebal untuk penampang kompak (menerima pengaruh beban gempa)
- λ_{pw} = Batas perbandingan lebar terhadap tebal pada pelat badan untuk penampang kompak (beban tidak termasuk beban gempa)
- λ_{rf} = Batas perbandingan lebar terhadap tebal pada pelat sayap untuk penampang tidak kompak (beban tidak termasuk beban gempa)
- λ_{rs} = Batas perbandingan lebar terhadap tebal untuk penampang tidak kompak (menerima pengaruh beban gempa)
- λ_{rw} = Batas perbandingan lebar terhadap tebal pada pelat badan untuk penampang tidak kompak (beban tidak termasuk beban gempa)
- ϕ = Faktor reduksi
- ϕ_o = Faktor kekuatan *link*

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Hasil perhitungan untuk balok dari Etabs	305
Lampiran 2 Hasil perhitungan untuk bresing dari Etabs	307
Lampiran 3 Hasil perhitungan untuk kolom dari Etabs	309