

# **ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG UNTUK GEDUNG TINGKAT TINGGI**

**Raden Ezra Theodores**  
**NRP : 0121029**

**Pembimbing : Ir. DAUD R. WIYONO, M.Sc**

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

---

## **ABSTRAK**

Suatu struktur selain harus kuat memikul semua pembebanan rencana juga harus stabil. Pada bangunan tingkat tinggi, akibat ketinggiannya, kestabilan menjadi masalah yang semakin harus diperhitungkan selain kekuatannya. Hal tersebut yang menjadikan perhitungan terhadap beban lateral menjadi penting, karena pembebanan pada arah lateral mempengaruhi kestabilan struktur.

Proses analisis dan desain struktur bangunan tingkat tinggi melalui berbagai tahapan yang memerlukan suatu prosedur, hal ini dimaksudkan agar tahapan-tahapan tersebut dapat diikuti dengan baik.

Selain prosedur, perangkat lunak komputer juga sangat diperlukan dalam proses analisis dan desain struktur bangunan tingkat tinggi, karena bangunan tingkat tinggi biasanya memiliki elemen-elemen struktur yang cukup banyak jika harus dikerjakan dengan perhitungan secara manual.

Grha Widya Maranatha merupakan bangunan tingkat tinggi yang telah selesai dengan tahap pendesainannya ketika karya tulis ini dilaksanakan. Maka dari itu, hasil desainnya dapat dijadikan pembanding apabila dilakukan studi desain bangunan tinggi yang menggunakan objek penelitian yang sama yaitu Grha Widya Maranatha.

Setelah melakukan pembandingan, hasil desain dan gambar struktur menunjukkan angka-angka yang berbeda dengan selisih berkisar antara 20% – 80%. Hasil yang didapat bukan bertujuan untuk menyatakan apakah gedung tersebut sudah memenuhi kelayakan atau tidak. Namun, hanyalah sebuah pembanding agar hasil yang didapatkan dari perhitungan analisis dan desain yang mengikuti suatu prosedur tertentu mempunyai suatu gambaran tentang hasil suatu desain bangunan tingkat tinggi.

# DAFTAR ISI

	Halaman
<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>PRAKATA .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xxiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xxvi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	3
1.3 Ruang Lingkup Penulisan.....	3
1.4 Metoda Penulisan.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Kestabilan gedung tingkat tinggi.....	5
2.2 Pembebanan pada bangunan tingkat tinggi.....	12
2.2.1 Pembebanan Grafitasi .....	12
2.2.2 Pembebanan Angin.....	14
2.2.3 Pembebanan Gempa.....	19

2.3	Ketentuan Desain Gedung Tahan Gempa Berdasarkan “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung SNI 03-1726-2002” .....	20
2.3.1	Gempa Rencana dan Kategori Gedung.....	20
2.3.2	Struktur Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan.....	21
2.3.3	Daktilitas Struktur Gedung dan Pembebanan Gempa Nominal.....	24
2.3.4	Perencanaan Kapasitas.....	26
2.3.5	Wilayah Gempa dan Spektrum Respons.....	27
2.3.6	Analisis Ragam Spektrum Respons.....	33
2.3.7	Kinerja Struktur Gedung.....	34
2.4	Kriteria Desain Struktur Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Berdasarkan “Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung 2002” .....	52
2.4.1	Ketentuan-Ketentuan Komponen Struktur Lentur pada SRPMK.....	52
2.4.2	Komponen struktur yang menerima kombinasi lentur dan beban aksial pada SRPMK.....	60
2.4.3	Hubungan balok-kolom pada SRPMK.....	65
<b>BAB 3</b>	<b>STUDI KASUS.....</b>	<b>70</b>
3.1	Data Umum Gedung .....	70
3.2	Data Struktur Atap.....	74
<b>BAB 4</b>	<b>ANALISA MASALAH.....</b>	<b>76</b>

4.1	Prosedur Analisis dan Desain Gedung Bertingkat Tinggi.....	76
4.2	Preliminari Desain.....	79
4.2.1	Preliminari Desain Pelat.....	79
4.2.2	Preliminari Desain Balok.....	80
4.2.3	Preliminari Desain Kolom .....	80
4.3	Analisis dengan menggunakan program ETABS V8.4.6.....	86
4.3.1	Pemodelan Struktur .....	83
4.3.2	Pembebanan pada Model struktur .....	93
	A. Beban Grafitasi.....	94
	1. Beban Atap.....	94
	2. Beban Tangga.....	95
	3. Beban Ramp.....	123
	4. Beban Dinding.....	129
	B. Beban Lateral.....	139
	1. Beban Angin.....	139
	2. Beban Gempa.....	143
4.3.3	Analisis 1.....	146
	1. Cek Tegangan Pelat.....	146
	2. Cek Lendutan Balok.....	147
	3. Cek P-M-M rasio.....	147
	4. Cek Ragam Getar Dominan.....	148
	5. Perhitungan Sumbu Utama Gedung.....	150
	6. Perhitungan faktor skala.....	151
4.3.4	Analisis 2.....	155

4.3.5	Desain Penulangan Elemen Struktur .....	161
1.	Penulangan Pelat.....	163
2.	Penulangan Balok.....	165
3.	Penulangan Kolom.....	177
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>180</b>
5.1	Kesimpulan.....	180
5.2	Saran.....	182
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>183</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN.....</b>		<b>184</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Beban Hidup pada Lantai Gedung.....	13
Tabel 2.2 faktor keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan.....	21
Tabel 2.3 Parameter daktilitas struktur gedung.....	24
Tabel 2.4 Percepatan Puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah untuk masing-masing wilayah Gempa Indonesia.....	28
Tabel 2.5 Percepatan puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah untuk masing-masing wilayah gempa Indonesia.....	30
Tabel 2.6 Spektrum respons gempa rencana.....	33
Tabel 2.7 Tebal minimum balok non-pratekan atau pelat satu arah bila lendutan tidak dihitung.....	42
Tabel 2.8 Lendutan izin maksimum.....	47
Tabel 2.9 Tebal minimum pelat tanpa balok interior.....	49
Tabel 3.1 Elevasi Tiap Lantai dan Ketinggian Tiap Tingkat.....	69
Tabel 4.1 Perhitungan Beban yang diterima kolom-kolom tiap lantai.....	85
Tabel 4.2 Pembebanan pada Struktur Utama Akibat Tangga Lokasi 1.....	102
Tabel 4.3 Pembebanan pada Struktur Utama akibat Tangga Lokasi 4.....	116
Tabel 4.4 Pembebanan pada struktur utama akibat tangga melayang.....	122
Tabel 4.5 Reaksi Perletakan Ramp.....	125
Tabel 4.6 Reaksi Perletakan Ramp yang Membebani Struktur Utama.....	126

Tabel 4.7	Momen Maksimum yang Terjadi pada Pelat Basemen 2.....	163
Tabel 4.8	Perhitungan Penulangan pada Pelat.....	163
Tabel 4.9	Luas Tulangan Longitudinal Perlu Balok Eksterior.....	166
Tabel 4.10	Tulangan Longitudinal Pakai pada Balok Eksterior.....	166
Tabel 4.11	Luas Tulangan Tranversal Perlu Balok Eksterior.....	166
Tabel 4.12	Tulangan Tranversal Pakai Balok Eksterior .....	167
Tabel 4.13	Luas Tulangan Longitudinal Perlu Balok Interior X.....	167
Tabel 4.14	Tulangan Longitudinal Pakai pada Balok Interior X.....	167
Tabel 4.15	Luas Tulangan Tranversal Perlu Balok Interior X.....	168
Tabel 4.16	Tulangan Tranversal Pakai pada Balok Interior X.....	168
Tabel 4.17	Luas Tulangan Longitudinal Perlu Balok Interior Y.....	168
Tabel 4.18	Tulangan Longitudinal Pakai Balok Interior Y.....	169
Tabel 4.19	Luas Tulangan Tranversal Perlu Balok Interior Y.....	169
Tabel 4.20	Tulangan Tranversal Pakai Balok Interior Y.....	169
Tabel 4.21	Luas Tulangan Perlu Kolom.....	177
Tabel 4.22	Tulangan Pakai Kolom.....	177
Tabel 4.23	Luas Tulangan Perlu Kolom Interior.....	177
Tabel 4.24	Tulangan Pakai Kolom Interior.....	178
Tabel 4.25	Perbandingan Hasil Desain Tulangan Longitudinal yang telah dirata-rata .....	178

Tabel 4.26 Perbandingan Hasil Desain Tulangan Longitudinal Kolom yang telah dirata-rata.....	178
Tabel 4.27 Perbandingan Hasil Desain Tulangan Longitudinal Kolom yang telah dirata-rata.....	179
Tabel 4.28 Perbandingan Hasil Desain Tulangan Transversal Kolom yang telah dirata-rata.....	179



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Momen Tahanan Internal.....	8
Gambar 2.2 Bentuk Denah Sempit.....	9
Gambar 2.3 Model struktur rangka dan struktur rangka dengan pengaku .....	10
Gambar 2.4 Mekanisme keruntuhan ideal suatu struktur gedung dengan sendi plastis terbentuk pada ujung-ujung balok, kaki kolom .....	27
Gambar 2.5 Wilayah Gempa Indonesia 27.....	28
Gambar 2.6 Persyaratan umum komponen struktur lentur pada SRPMK.....	53
Gambar 2.7 Persyaratan tulangan longitudinal.....	54
Gambar 2.8 Persyaratan tulangan transversal.....	55
Gambar 2.9 Persyaratan tulangan transversal.....	57
Gambar 2.10 contoh sengkang tertutup yang dipasang bertumpuk.....	57
Gambar 2.11 perencanaan geser untuk balok-kolom.....	59
Gambar 2.12 Contoh tulangan transversal pada kolom.....	62
Gambar 2.13 luas efektif hubungan balok-kolom.....	68
Gambar 3.1 Tampak Atas Rangka Atap.....	74
Gambar 3.2 Rangka atap potongan R1.....	75
Gambar 4.1 Flow chart Analisis Desain (1/2).....	77
Gambar 4.2 Flow chart Analisis Desain (2/2).....	78
Gambar 4.3 Tampak Atas Rangka Atap.....	81
Gambar 4.4 Gambar rangka R1.....	82
Gambar 4.5 Area pembebanan pelat dan balok pada kolom.....	83

Gambar 4.6 Menentukan Grid dan Story.....	87
Gambar 4.7 Edit Grid.....	87
Gambar 4.8 Story data.....	88
Gambar 4.9 Material Property Data.....	88
Gambar 4.10 Properti Kolom K1000.....	89
Gambar 4.11 Properti Kolom K800.....	89
Gambar 4.12 Properti Balok B400x700.....	90
Gambar 4.13 Properti Balok B300x600.....	90
Gambar 4.14 Properti Balok B250x400.....	91
Gambar 4.15 Properti Pelat 12.....	91
Gambar 4.16 Tampak 3 Dimensi Pemodelan Struktur Grha Widya Maranatha pada program Etabs.....	92
Gambar 4.17 Diafragma D1 untuk Basemen2, D2 untuk Basemen1, D3 untuk Lantai1, D4 untuk Lantai Mezanine.....	92
Gambar 4.18 Diafragma D5 untuk Lantai 3 dan Lantai 4, D6 untuk Lantai 5- Lantai 12, D7 untuk Lantai Dak.....	93
Gambar 4.19 Menentukan Statik Load Case.....	94
Gambar 4.20 Kolom-kolom yang memikul beban rangka atap.....	94
Gambar 4.21 Lokasi tangga.....	95
Gambar 4.22 Denah Tangga Lokasi 1 pada Lantai 2.....	96
Gambar 4.23 Gambar Tampak samping Tangga Lokasi 1.....	97
Gambar 4.24 Gambar Tampak Samping Bordes Tangga Lokasi 1.....	97
Gambar 4.25 Gambar Pemodelan Program Etabs Tangga Lokasi 1.....	98
Gambar 4.26 Gambar Beban Hidup pada Tangga Lokasi 1.....	98

Gambar 4.27 Gambar Beban Anak Tangga pada Tangga Lokasi.....	99
Gambar 4.28 Gambar Beban Finishing pada Anak Tangga.....	100
Gambar 4.29 Gambar Beban Finishing pada Bordes.....	100
Gambar 4.30 Kombinasi Pembebanan Comb1 pada Tangga Lokasi 1.....	101
Gambar 4.31 Kombinasi Pembebanan Comb2 pada Tangga Lokasi 1.....	101
Gambar 4.32 Reaksi Perletakan Tangga Lokasi 1.....	102
Gambar 4.33 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Tangga Lokasi 1 <i>Point</i> 185.....	103
Gambar 4.34 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Tangga Lokasi 1 <i>Point</i> 188+193.....	103
Gambar 4.35 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Tangga Lokasi 1 <i>Point</i> 189.....	104
Gambar 4.36 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Tangga Lokasi 1 <i>Point</i> 191.....	104
Gambar 4.37 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Tangga Lokasi 1 <i>Point</i> 194.....	105
Gambar 4.38 Denah Tangga Lokasi 1 pada Lantai 1.....	105
Gambar 4.39 Pemodelan Tangga Lokasi 1 untuk Lantai 1 pada Program ETABS.....	106
Gambar 4.40 Reaksi Perletakan Tangga Lokasi 1.....	107
Gambar 4.41 Denah Tangga Lokasi 4 yang menghubungkan Basemen 3 sampai dengan Basemen 1.....	108
Gambar 4.42 Tampak Samping (Potongan A) Tangga Lokasi 4 yang menghubungkan Basemen 3 sampai dengan Basemen 1.....	109

Gambar 4.43 Tampak Depan (Potongan B) Tangga Lokasi 4 yang menghubungkan Basemen 3 sampai dengan Basemen 1.....	110
Gambar 4.44 Bordes Tangga Lokasi 4.....	111
Gambar 4.45 Pemodelan Tangga Lokasi 4 pada Program Etabs.....	112
Gambar 4.46 Beban Hidup Tangga Lokasi 4.....	112
Gambar 4.47 Beban Anak Tangga pada Tangga Lokasi 4.....	113
Gambar 4.48 Beban Finishing pada Anak Tangga untuk Tangga Lokasi 4.....	114
Gambar 4.49 Beban Finishing pada Bordes Tangga Lokasi 4.....	114
Gambar 4.50 Kombinasi Pembebanan 1 untuk Tangga Lokasi 4.....	115
Gambar 4.51 Kombinasi Pembebanan 2 untuk Tangga Lokasi 4.....	115
Gambar 4.52 Hasil Reaksi Perletakan yang dihitung Program Etabs untuk Tangga Lokasi 4.....	116
Gambar 4.53 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Tangga Lokasi 4 <i>Point</i> 1.....	117
Gambar 4.54 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Tangga Lokasi 4 <i>Point</i> 4 + <i>Point</i> 10.....	117
Gambar 4.55 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Tangga Lokasi 4 <i>Point</i> 5.....	118
Gambar 4.56 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Tangga Lokasi 4 <i>Point</i> 7.....	118
Gambar 4.57 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Tangga Lokasi 4 <i>Point</i> 11.....	119
Gambar 4.58 Denah Tangga Melintang pada Lantai 6 - Lantai 7.....	119
Gambar 4.59 Tampak Samping Tangga Melintang pada Lantai 6 - Lantai 7.....	120

Gambar 4.60 Pemodelan Tangga melayang pada Etabs.....	121
Gambar 4.61 Pembebanan Struktur Utama Akibat Tangga Melayang.....	122
Gambar 4.62 Pemodelan Ramp pada Etabs.....	123
Gambar 4.63 Pemodelan Beban Hidup pada Ramp.....	124
Gambar 4.64 Pemodelan Beban Mati Tambahan pada Ramp.....	124
Gambar 4.65 <i>Point Label</i> Perletakan yang Berhubungan dengan Struktur Utama.....	126
Gambar 4.66 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Ramp <i>Point 3</i> pada Lantai 1 Struktur Utama.....	127
Gambar 4.67 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Ramp <i>Point 6</i> pada Lantai 1 Struktur Utama.....	127
Gambar 4.68 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Ramp <i>Point 9</i> pada Lantai 1 Struktur Utama.....	128
Gambar 4.69 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Ramp <i>Point 12</i> pada Lantai 1 Struktur Utama.....	128
Gambar 4.70 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Ramp <i>Point 3</i> pada Lantai Base 1 Struktur Utama.....	129
Gambar 4.71 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Ramp <i>Point 6</i> pada Lantai Base 1 Struktur Utama.....	129
Gambar 4.72 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Ramp <i>Point 9</i> pada Lantai Base 1 Struktur Utama.....	130
Gambar 4.73 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Ramp <i>Point 12</i> pada Lantai Base 1 Struktur Utama.....	130

Gambar 4.74 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Ramp <i>Point</i> 3 pada Lantai Base 2 Struktur Utama.....	131
Gambar 4.75 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Ramp <i>Point</i> 6 pada Lantai Base 1 Struktur Utama.....	131
Gambar 4.76 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Ramp <i>Point</i> 9 pada Lantai Base 2 Struktur Utama.....	132
Gambar 4.77 Input Beban Titik dari Reaksi Perletakan Ramp <i>Point</i> 12 pada Lantai Base 2 Struktur Utama.....	132
Gambar 4.78 Beban dinding pada Lantai 1.....	133
Gambar 4.79 Beban dinding pada Lantai Mezanine.....	133
Gambar 4.80 beban dinding pada Lantai 2.....	134
Gambar 4.81 Beban dinding pada Lantai 3 sampai dengan Lantai 9.....	134
Gambar 4.82 Beban dinding pada Lantai 10.....	135
Gambar 4.83Beban dinding pada Lantai 11 dan Lantai 12.....	135
Gambar 4.84Input Beban Mati Tambahan (SDL) Pelat untuk Semua Lantai Struktur Utama.....	136
Gambar 4.85 Input Beban Mati Tambahan (SDL) Pelat untuk Base1 – Base 3..	136
Gambar 4.86 Input Beban Hidup Plat Base untuk Base 2.....	137
Gambar 4.87 Input Beban Hidup Pelat untuk Base 1 .....	137
Gambar 4.88 Input Beban Hidup Pelat untuk Lantai 1 sampai dengan Lantai 12.	138
Gambar 4.89Input Beban Hidup Pelat untuk Lantai Theater.....	138
Gambar 4.90 Input Beban Hidup Pelat Lantai Atap.....	139
Gambar 4.91 Input Beban Angin pada Kolom-Kolom di Pihak Angin.....	140
Gambar 4.92 Input Beban Angin pada Kolom-Kolom Sejajar Angin.....	141
Gambar 4.93 Input Beban Angin pada Kolom-Kolom Sejajar Angin.....	141

Gambar 4.94 Input Beban Angin pada Kolom-Kolom di Belakang Angin.....	142
Gambar 4.95 Beban Angin pada Struktur Utama Grha Widya Maranatha.....	143
Gambar 4.96 Respon Spektrum untuk Wilayah Gempa 3 pada Tanah Lunak...	144
Gambar 4.97 <i>Response Spectrum Case 1</i> .....	145
Gambar 4.98 <i>Response Spectrum Case 2</i> .....	145
Gambar 4.99 Tegangan pada Pelat.....	146
Gambar 4.100 Lendutan maksimum yang terjadi.....	147
Gambar 4.101 P-M-M Rasio Kolom.....	148
Gambar 4.102 <i>Dynamic Analysis Parameter</i> .....	149
Gambar 4.103 Ragam Getar Dominan yang Terjadi pada Analisis Tahap 1....	150
Gambar 4.104 Reaksi Perletakan akibat Beban Gempa ( <i>Spec1</i> ) pada Mode 1.	151
Gambar 4.105 Masa Total Struktur Utama.....	153
Gambar 4.106 Gaya Geser Total yang Dipikul Perletakan akibat <i>Spec 1</i> .....	153
Gambar 4.107 <i>Response Spectrum Case Data Spec 1</i> .....	155
Gambar 4.108 Kombinasi Pembebanan 1.....	156
Gambar 4.109 Kombinasi Pembebanan 2.....	156
Gambar 4.110 Kombinasi Pembebanan 7.....	157
Gambar 4.111 Kombinasi Pembebanan 8.....	157
Gambar 4.112 Kombinasi Pembebanan 3.....	158
Gambar 4.113 Kombinasi Pembebanan 4.....	158
Gambar 4.114 Kombinasi Pembebanan 5.....	159
Gambar 4.115 Kombinasi Pembebanan 6.....	159
Gambar 4.116 <i>Concrete Frame Desain Preferences</i> .....	160
Gambar 4.117 Sistem Rangka Penahan Momen Khusus.....	160

Gambar 4.118 Run Log Analisis.....	158
Gambar 4.119 Lokasi Balok B-137 pada Lantai 5.....	170



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- $A$  : beban atap, atau momen dan gaya kolom yang berhubungan dengannya
- $A_g$  : luas bruto penampang
- $A_m$  : 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
- $c$  : dalam subskrip menunjukkan besaran beton
- $C$  : faktor respons gempa dinyatakan dalam percepatan grafitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam Spektrum Respons Gempa Rencana
- $A_s$  : luas tulangan tarik non-prategang, mm<sup>2</sup>
- $A_s'$  : luas tulangan tekan, mm<sup>2</sup>
- $D$  : beban mati, atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengannya
- $d_s$  : jarak dari serat tarik terluar ke pusat tulangan tarik, mm
- $d'$  : jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan, mm
- $E$  : pengaruh beban gempa, atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengannya
- $E_c$  : modulus elastisitas beton, Mpa
- $E_s$  : modulus elastisitas baja
- $f$  : faktor skala gempa

- $F$**  : beban akibat tekanan fluida yang diketahui dengan baik berat jenis dan tinggi maksimumnya yang terkontrol atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan fluida
- $F_x$**  : gaya reaksi perletakan searah sumbu x, kg
- $F_y$**  : gaya reaksi perletakan searah sumbu y, kg
- $F_z$**  : gaya reaksi perletakan searah sumbu z, kg
- $f_c'$**  : kuat tekan beton yang disyaratkan, Mpa
- $\sqrt{f_c'}$**  : nilai akar dari kuat tekan beton yang disyaratkan, Mpa
- $f_{ct}$**  : kuat tarik belah rata-rata
- $f_y$**  : kuat leleh yang disyaratkan untuk tulangan non-prategang
- $H$**  : beban akibat berat dan tekanan tanah, air dalam tanah, atau material lainnya, kg
- $h$**  : tebal total komponen struktur, mm
- $I$**  : faktor keutamaan gedung, faktor pangali 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
- $I_1$**  : faktor penyesuaian gedung untuk perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa selama umur gedung
- $I_2$**  : faktor keutamaan gedung untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian umur gedung

- $I_{cr}$  : momen inersia penampang retak yang ditransformasikan menjadi beton,  $\text{mm}^4$
- $I_e$  : momen inersia efektif untuk perhitungan lendutan,  $\text{mm}^4$
- $I_g$  : momen inersia penampang bruto beton terhadap garis sumbunya,  $\text{mm}^4$
- $L$  : beban hidup, Kg
- $\lambda$  : panjang bentang balok atau pelat satu arah, mm
- $\lambda_n$  : panjang bentang bersih dalam arah memanjang dari konstruksi dua arah, diukur dari muka-ke-muka tumpuan pada pelat tanpa balok dan muka-ke-muka balok atau tumpuan lain pada kasus lainnya, mm
- $M_a$  : momen maksimum pada komponen struktur di saat lendutan dihitung, N-mm
- $M_{cr}$  : momen retak, N-mm
- $M_x$  : momen reaksi perletakan searah sumbu x, kgm
- $M_y$  : momen reaksi perletakan searah sumbu y, kgm
- $M_z$  : momen reaksi perletakan searah sumbu z, kgm
- $P$  : beban akibat benturan, atau momen dan gaya kolom yang berhubungan dengan beban tersebut, kg
- $P_b$  : kuat beban aksial pada kondisi regangan seimbang, N
- $P_n$  : kuat beban aksial pada eksentrisitas yang diberikan, N
- $P_u$  : kuat tekan aksial perlu pada eksentrisitas yang diberikan,  $\leq \phi P_n$
- $R$  : Faktor reduksi gempa, rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana pada struktur gedung elastik penuh dan beban gempa nominal akibat pengaruh Gempa Rencana pada struktur

gedung daktail, bergantung pada faktor daktilitas struktur gedung tersebut; faktor reduksi gempa representatif struktur gedung tidak beraturan

$R_m$  : faktor reduksi gempa maksimum yang dapat dikerahkan oleh suatu jenis sistem atau subsistem struktur gedung

$R_n$  : keutamaan nominal suatu struktur gedung, dihasilkan oleh kekuatan nominal unsur-unsurnya, masing-masing tanpa dikalikan dengan faktor reduksi

$R_u$  : keutamaan ultimit suatu struktur gedung, dihasilkan oleh kekuatan ultimit unsur-unsurnya, yaitu kekuatan nominal yang masing-masing dikalikan dengan faktor reduksi

$s$  : dalam subskrip menunjukkan besaran sub-sistem

$SDL$  : beban mati tambahan akibat beban-beban dari material finishing, kg

$T$  : waktu getar alami struktur gedung, detik

$T_a$  : waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan maupun tidak beraturan, detik

$T_c$  : waktu getar alami sudut, yaitu waktu getar alami pada titik perubahan diagram C dari garis datar menjadi kurva hiperbola pada Spektrum Respons Gempa Rencana , detik

$T_{ETABS}$  : waktu getar alami struktur gedung yang didapat dari perhitungan program ETABS

$u$  : pada subskrip menunjukkan besaran ultimit

$U$  : kuat perlu untuk menahan beban terfaktor atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengannya, kg

- $v$  : kecepatan angin, m/detik
- $V$  : beban (gaya) geser dasar nominal statik ekuivalen akibat pengaruh Gempa Rencana yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung beraturan dengan tingkat daktilitas umum, dihitung berdasarkan waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan tersebut, kg
- $V_e$  : pembebanan gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung elastik penuh dalam kondisi di ambang keruntuhan, kg
- $V_m$  : pembebanan gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung dalam kondisi di ambang keruntuhan dengan pengerahan faktor kuat lebih total  $f$  yang terkandung di dalam struktur gedung, kg
- $V_s$  : gaya geser dasar nominal akibat beban gempa yang dipikul oleh suatu jenis subsistem struktur gedung tertentu ditingkat dasar, kg
- $V_d$  : gaya geser dasar nominal akibat pengaruh gempa rencana pada taraf pembebanan nominal yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung dan yang didapat dari hasil analisis ragam spektrum respons atau dari hasil analisis respons dinamik riwayat waktu
- $W_a$  : beban angin, atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengannya
- $W_c$  : berat satuan beton, kg/m<sup>3</sup>
- $W_s$  : berat satuan besi, kg/m<sup>3</sup>
- $W_t$  : berat total struktur gedung, kg

- $y_t$  : jarak dari sumbu pusat penampang bruto, dengan mengabaikan tulangan, ke serat tarik terluar, mm
- $\alpha$  : rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan penampang lentur pelat dengan lebar yang dibatasi secara lateral oleh garis-garis sumbu tengah dari panel-panel yang bersebelahan (bila ada) pada tiap sisi balok
- $\alpha_m$  : nilai rata-rata  $\alpha$  untuk semua balok pada tepi-tepi dari suatu panel
- $\beta$  : rasio bentang bersih dalam arah memanjang terhadap arah memendek dari pelat dua arah
- $\delta_m$  : simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan
- $\delta_y$  : simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat terjadinya pelelehan pertama
- $\mu$  : faktor daktilitas struktur gedung, rasio antara simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan simpangan struktur gedung pada saat terjadinya pelelehan pertama
- $\mu_m$  : nilai faktor daktilitas maksimum yang dapat dikerahkan oleh suatu sistem atau sub-sistem suatu struktur gedung
- $\lambda$  : pengali untuk penambahan lendutan jangka-panjang
- $\xi$  : faktor ketergantungan waktu untuk beban yang bersifat tetap dalam jangka waktu yang panjang
- $\rho'$  : rasio tulangan tekan non-prategang,  $A_s'/bd$
- $\phi$  : faktor reduksi kekuatan

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Output Tulangan Longitudinal Daerah Tumpuan i Balok Eksterior.....	184
Lampiran 2 Output Tulangan Longitudinal Daerah Lapangan Balok Eksterior.....	185
Lampiran 3 Output Tulangan Longitudinal Daerah Tumpuan j Balok Eksterior.....	186
Lampiran 4 Output Tulangan Tranversal Daerah Tumpuan i Balok Eksterior.....	187
Lampiran 5 Output Tulangan Tranversal Daerah Lapangan Balok Eksterior.....	188
Lampiran 6 Output Tulangan Tranversal Daerah Tumpuan j Balok Eksterior.....	189
Lampiran 7 Output Tulangan Longitudinal Daerah Tumpuan i Balok Interior X.....	190
Lampiran 8 Output Tulangan Longitudinal Daerah Lapangan Balok Interior X.....	191
Lampiran 9 Output Tulangan Longitudinal Daerah Tumpuan j Balok Interior X.....	192
Lampiran 10 Output Tulangan Tranversal Daerah Tumpuan i Balok Interior X.....	193
Lampiran 11 Output Tulangan Tranversal Daerah Lapangan Balok Interior X.....	194

Lampiran 12 Output Tulangan Tranversal Daerah Tumpuan j Balok Interior X.....	195
Lampiran 13 Output Tulangan Longitudinal Daerah Tumpuan i Balok Interior Y.....	196
Lampiran 14 Output Tulangan Longitudinal Daerah Lapangan Balok Interior Y.....	197
Lampiran 15 Output Tulangan Longitudinal Daerah Tumpuan j Balok Interior Y.....	198
Lampiran 16 Output Tulangan Tranversal Daerah Tumpuan i Balok Interior Y.....	199
Lampiran 17 Output Tulangan Tranversal Daerah Lapangan Balok Interior Y.....	200
Lampiran 18 Output Tulangan Tranversal Daerah Tumpuan j Balok Interior Y.....	201
Lampiran 19 Output Tulangan Daerah Tumpuan i Kolom Eksterior.....	202
Lampiran 20 Output Tulangan Daerah Lapangan Kolom Eksterior.....	203
Lampiran 21 Output Tulangan Daerah Tumpuan j Kolom Eksterior.....	204
Lampiran 22 Output Tulangan Daerah Tumpuan i Kolom Eksterio.....	205
Lampiran 23 Output Tulangan Daerah Lapangan Kolom Eksterior.....	206
Lampiran 24 Output Tulangan Daerah Tumpuan j Kolom Eksterior.....	207