

ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR BANGUNAN TAHAN GEMPA BETON BERTULANG DAN BETON PRATEGANG

**Vinsensia Vitanto
NRP : 0521002**

Pembimbing : Winarni Hadipratomo, Ir.

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

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang rawan terhadap gempa. Oleh karena itu, perencanaan struktur bangunan tahan gempa di Indonesia sangat penting. Bangunan kantor 8 lantai didesain pada wilayah gempa 4 dan jenis tanah keras. Bagian kiri dan kanan bangunan didesain dari struktur beton bertulang, sedangkan bangunan tengah dengan bentang yang lebih panjang didesain dari struktur beton prategang. Analisis dan desain struktur dilakukan dengan bantuan program ETABS dan ADAPT-PT.

Kedua bangunan tersebut dianalisis dan desain terhadap gempa statik ekuivalen dan gempa dinamik. Analisis bangunan dengan gempa dinamik lebih menentukan daripada analisis dengan gempa statik ekuivalen, sehingga besarnya ukuran balok dan kolom ditentukan dari analisis dinamik.

Sebagai hasil dari analisis dan desain bangunan diperoleh jumlah tulangan balok dan kolom kedua bangunan tersebut.

**ANALYSIS AND DESIGN OF EARTHQUAKE RESISTANCE
REINFORCED AND PRESTRESSED CONCRETE
BUILDING STRUCTURE**

**Vinsensia Vitanto
NRP : 0521002**

Advisor : Winarni Hadipratomo, Ir.

**FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
MARANATHA CHRISTIAN UNIVERSITY
BANDUNG**

ABSTRACT

Indonesia is an earthquake high risk country. Therefore, structural building should be designed to resist earthquake forces. Eight stories office building is analyzed and designed to resist earthquake forces, located at class 4 earthquake zone on hard soil. Reinforced concrete structure is chosen for the left and right side of the building, while the middle side with longer span is designed of prestressed concrete. The structural analysis and design was provided by the aid of ETABS and ADAPT-PT software.

Static equivalent and dynamic earthquake analysis and design were provided to both parts of the building. Results of dynamic analysis are more determining than static equivalent analysis, so that the beams and columns dimension are taken referring to the dynamic analysis.

As the results, we obtain the dimension and reinforcement of the beams and columns of the building.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xxiv
DAFTAR LAMPIRAN	xxix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	2
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan	2
1.4 Sistematika Penulisan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Beton Bertulang	4
2.1.1 Kelebihan Beton Bertulang	4
2.1.2 Kelemahan Beton Bertulang	5
2.2 Beton Prategang	5
2.2.1 Kelebihan Beton Prategang	6
2.2.2 Kelebihan Beton Prategang Dibandingkan Beton Bertulang	6
2.2.3 Sistem Prategang	7
2.2.4 Pendekatan Desain Pasca-Tarik	7

2.2.5 Profil Tendon	10
2.2.6 Kehilangan Gaya Prategang	11
2.3 Pembebanan	12
2.4 Analisis Struktur terhadap Beban Gempa	13
2.4.1 Wilayah Gempa	14
2.4.2 Sistem Rangka Pemikul Momen	15
2.4.3 Parameter dalam Merencanakan Struktur Bangunan Tahan Gempa	17
2.4.4 Metode Analisis Struktur	20
2.4.5 Syarat Kinerja Struktur Gedung	23
2.5 Analisis Struktur dengan Program	24
2.5.1 ETABS	24
2.5.2 ADAPT-PT	24
2.6 Kriteria Desain Struktur Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Berdasarkan “Tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung SNI 03-2847-2002”	26
2.6.1 Ketentuan-ketentuan Komponen Struktur Lentur pada SRPMK	27
2.6.2 Ketentuan-ketentuan Komponen Struktur yang Menerima Kombinasi Lentur dan Beban Aksial pada SRPMK	33
BAB III STUDI KASUS	41
3.1 Data Struktur	41
3.1.1 Data Material	46
3.1.2 Data Komponen Struktur	47
3.1.3 Data Pembebanan	67
3.1.4 Kombinasi Pembebanan	69
3.2 Analisis dan Desain Struktur	70
3.2.1 Analisis dan Desain Bangunan dengan As A-C dan As G-I terhadap Gempa Statik Ekuivalen	71

3.2.2 Analisis dan Desain Bangunan dengan As A-C dan As G-I terhadap Gempa Dinamik	91
3.2.3 Analisis dan Desain Bangunan dengan As D-F terhadap Gempa Statik Ekvivalen	109
3.2.4 Analisis dan Desain Bangunan dengan As D-F terhadap Gempa Dinamik	129
3.2.5 Analisis dan Desain Balok Beton Prategang	147
BAB IV PEMBAHASAN	163
4.1 Hasil Analisis Struktur dan Desain Bangunan dengan As A-C	163
4.1.1 Analisis Penulangan Balok Bangunan dengan As A-C	166
4.1.2 Analisis Penulangan Kolom Bangunan dengan As A-C	179
4.2 Hasil Analisis Struktur dan Desain Bangunan dengan As D-F	188
4.2.1 Analisis Penulangan Balok Bangunan dengan As D-F	190
4.2.2 Analisis Penulangan Balok Beton Prategang	201
4.2.3 Analisis Penulangan Kolom Bangunan dengan As D-F	207
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	217
5.1 Kesimpulan	217
5.2 Saran	218
DAFTAR PUSTAKA	220
LAMPIRAN	221

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 a) Profil Parabola Sederhana; b) Profil Parabola Sebagian; c) Profil Parabola Terbalik; d) Profil Harpa [Aalami,2005]	10
2.2 Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun [SNI-1726-2002]	16
2.3 Spektrum Respons Gempa Rencana [SNI-1726-2002]	22
2.4 Parabola Terbalik dan Beban Imbang [Aalami, 2005]	25
2.5 Bagan Alir Solusi Iterasi dengan ADAPT-PT [Aalami, 2005]	26
2.6 Persyaratan umum komponen struktur lentur pada SRPMK [ACI, 2002]	28
2.7 Persyaratan tulangan longitudinal [ACI, 2002]	29
2.8 Persyaratan sambungan lewatan [ACI, 2002]	30
2.9 Persyaratan tulangan transversal [ACI, 2002]	31
2.10 Tulangan sengkang tertutup [SNI 03-2847-2002]	32
2.11 Perencanaan geser untuk balok [SNI 03-2847-2002]	33
2.12 Persyaratan umum komponen struktur yang menerima kombinasi lentur dan beban aksial pada SRPMK [ACI, 2002]	34
2.13 Persyaratan tulangan longitudinal [ACI, 2002]	36
2.14 Persyaratan tulangan transversal dengan sengkang tertutup persegi [ACI, 2002]	38
2.15 Persyaratan tulangan transversal dengan tulangan spiral [ACI, 2002]	39
3.1 Gedung Tampak 3D	41
3.2 Denah Tipikal Lantai	42
3.3 Potongan Arah X As _{1, 2, 6, & 7}	43
3.4 Potongan Arah X As _{3, 4, & 5}	44
3.5 Potongan Arah Y	45
3.6 Gambar kolom yang ditinjau	49
3.7 Gambar kolom yang ditinjau	58
3.8 Respons Spektra Wilayah Gempa 4	69
3.9 Langkah Kerja	70

3.10	Denah Tipikal Bangunan dengan As A-C	71
3.11	<i>Building Plan Grid System and Story Data Definition</i>	72
3.12	<i>Edit Story Data</i>	73
3.13	<i>Material Property Data</i>	74
3.14	<i>Define Frame Properties</i>	74
3.15	<i>Rectangular Section</i> untuk balok (sebelum <i>reinforcement data</i> diubah)	75
3.16	<i>Reinforcement Data</i> untuk balok	75
3.17	<i>Rectangular Section</i> untuk balok (setelah <i>reinforcement data</i> diubah)	76
3.18	<i>Define Frame Properties</i>	76
3.19	<i>Rectangular Section</i> untuk kolom (sebelum <i>reinforcement data</i> diubah)	77
3.20	<i>Reinforcement Data</i> untuk kolom	77
3.21	<i>Rectangular Section</i> untuk kolom (setelah <i>reinforcement data</i> diubah)	78
3.22	<i>Define Frame Properties</i>	78
3.23	<i>Wall / Slab Section</i>	79
3.24	<i>Define Static Load Cases</i>	79
3.25	<i>Define Load Combinations</i> sebelum <i>COMB2</i> dimasukkan	80
3.26	<i>Load Combination Data</i> untuk <i>COMB2</i>	80
3.27	<i>Define Load Combinations</i> sebelum <i>COMB4</i> dimasukkan	81
3.28	<i>Load Combination Data</i> untuk <i>COMB4</i>	81
3.29	<i>Define Load Combinations</i> setelah semua kombinasi pembebanan dimasukkan	82
3.30	<i>Define Mass Source</i>	82
3.31	<i>Assign Restraints</i>	83
3.32	<i>Assign Diaphragm</i>	83
3.33	<i>Input</i> nilai gempa EQX	89
3.34	<i>Input</i> nilai gempa EQY	90
3.35	<i>Analysis Property Modification Factors</i>	91
3.36	<i>Define Static Load Cases</i>	92

3.37	<i>Response Spectrum UBC97 Function Definition</i>	93
3.38	<i>Special Seismic Data for Design</i>	93
3.39	<i>Dynamic Analysis Option</i>	94
3.40	<i>Response Spectrum Case Data</i>	95
3.41	<i>Response Spectrum Case Data</i> setelah nilai α dimasukkan ke dalam <i>Excitation angle</i>	96
3.42	<i>Response Spectrum Case Data</i> setelah dimasukkan FS*	101
3.43	<i>Override Eccentricities</i>	103
3.44	<i>Define Load Combinations</i> sebelum <i>COMB3</i> dimasukkan	104
3.45	<i>Load Combination Data</i> untuk <i>COMB3</i>	104
3.46	<i>Define Load Combinations</i> setelah semua kombinasi pembebanan dimasukkan	105
3.47	<i>Response Spectrum Case Data SPEC1</i>	105
3.48	<i>Concrete Frame Design Preference</i>	106
3.49	<i>Concrete Frame Design Overwrites</i>	106
3.50	Denah Tipikal Bangunan dengan As D-F	109
3.51	<i>Building Plan Grid System and Story Data Definition</i>	110
3.52	<i>Edit Story Data</i>	111
3.53	<i>Material Property Data</i> untuk RC	112
3.54	<i>Material Property Data</i> untuk PC	112
3.55	<i>Define Frame Properties</i>	113
3.56	<i>Rectangular Section</i> untuk balok (sebelum <i>reinforcement data</i> diubah)	113
3.57	<i>Reinforcement Data</i> untuk balok	114
3.58	<i>Rectangular Section</i> untuk balok (setelah <i>reinforcement data</i> diubah)	114
3.59	<i>Define Frame Properties</i>	115
3.60	<i>Rectangular Section</i> untuk kolom (sebelum <i>reinforcement data</i> diubah)	115
3.61	<i>Reinforcement Data</i> untuk kolom	116

3.62 <i>Rectangular Section</i> untuk kolom (setelah <i>reinforcement data</i> diubah)	116
3.63 <i>Define Frame Properties</i>	117
3.64 <i>Wall / Slab Section</i>	117
3.65 <i>Define Static Load Cases</i>	118
3.66 <i>Define Load Combinations</i> sebelum <i>COMB2</i> dimasukkan	118
3.67 <i>Load Combination Data</i> untuk <i>COMB2</i>	119
3.68 <i>Define Load Combinations</i> sebelum <i>COMB4</i> dimasukkan	119
3.69 <i>Load Combination Data</i> untuk <i>COMB4</i>	119
3.70 <i>Define Load Combinations</i> setelah semua kombinasi pembebanan dimasukkan	120
3.71 <i>Define Mass Source</i>	120
3.72 <i>Assign Restraints</i>	113
3.73 <i>Assign Diaphragm</i>	113
3.74 <i>Input</i> nilai gempa EQX	127
3.75 <i>Input</i> nilai gempa EQY	128
3.76 <i>Analysis Property Modification Factors</i>	129
3.77 <i>Define Static Load Cases</i>	130
3.78 <i>Response Spectrum UBC97 Function Definition</i>	131
3.79 <i>Special Seismic Data for Design</i>	131
3.80 <i>Dynamic Analysis Option</i>	132
3.81 <i>Response Spectrum Case Data</i>	133
3.82 <i>Response Spectrum Case Data</i> setelah nilai α dimasukkan ke dalam <i>Excitation angle</i>	134
3.83 <i>Response Spectrum Case Data</i> setelah dimasukkan FS*	139
3.84 <i>Override Eccentricities</i>	141
3.85 <i>Define Load Combinations</i> sebelum <i>COMB3</i> dimasukkan	142
3.86 <i>Load Combination Data</i> untuk <i>COMB3</i>	142
3.87 <i>Define Load Combinations</i> setelah semua kombinasi pembebanan dimasukkan	143
3.88 <i>Response Spectrum Case Data SPEC1</i>	143

3.89	<i>Concrete Frame Design Preference</i>	144
3.90	<i>Concrete Frame Design Overwrites</i>	144
3.91	<i>General Setting</i>	147
3.92	<i>Design Settings</i>	148
3.93	<i>Span Geometry</i>	148
3.94	<i>Supports-Geometry</i>	149
3.95	<i>Supports-Boundary Conditions</i>	149
3.96	<i>Loading</i>	150
3.97	<i>Material-Concrete</i>	151
3.98	<i>Material-Reinforcement</i>	151
3.99	<i>Material-Post Tensioning</i>	152
3.100	<i>Criteria-Allowable Stresses</i>	153
3.101	<i>Criteria-Recommended Post-Tensioning Values</i>	153
3.102	<i>Criteria-Calculation Options</i>	154
3.103	<i>Criteria-Calculation Options</i>	155
3.104	<i>Criteria-Tendon Profile</i>	156
3.105	<i>Criteria-Minimum Covers</i>	157
3.106	<i>Criteria-Minimum Bar Extension</i>	157
3.107	<i>Load Combination</i>	158
3.108	<i>Criteria-Design Code</i>	158
3.109	<i>PT Recycling</i>	159
3.110	<i>PT Recycling Tendon Selection & Extents</i>	159
3.111	<i>Execution Successfully Completed</i>	160
3.112	<i>Post-Processors Selection</i>	160
3.113	<i>Lateral Moments Data (Settings)</i>	161
3.114	<i>Lateral Moments Data (Moments)</i>	161
4.1	Denah Tipikal Bangunan dengan As A-C	164
4.2	Potongan As 1	165
4.3	Gambar balok yang ditinjau	167
4.4	Nilai momen balok yang ditinjau	168
4.5	Nilai gaya geser balok yang ditinjau	168
4.6	Nilai gaya torsi balok yang ditinjau	169

4.7	Luas tulangan lentur <i>Output</i> ETABS	169
4.8	Luas tulangan geser <i>Output</i> ETABS	169
4.9	Luas tulangan torsi <i>Output</i> ETABS	170
4.10	Diagram kompatibilitas regangan ($c > d'$)	171
4.11	Diagram kompatibilitas regangan ($c < d'$)	172
4.12	Diagram kompatibilitas regangan ($c > d'$)	174
4.13	Diagram kompatibilitas regangan ($c < d'$)	174
4.14	Detail kait tulangan balok	177
4.15	Gambar kolom yang ditinjau	181
4.16	Gambar gaya dalam kolom yang ditinjau (a) bidang moment (b) gaya geser (c) gaya aksial	181
4.17	Hasil <i>output</i> tulangan ETABS untuk kolom K1 (a) tulangan lentur (b) tulangan geser	182
4.18	Diagram Interaksi untuk Kolom K1	184
4.19	Detail Balok BRC1 As 1 A-B Bangunan	186
4.20	Detail Penulangan Kolom K1 Bangunan dengan As A-C	187
4.21	Denah Tipikal Bagian Tengah Bangunan	188
4.22	Potongan As D	189
4.23	Gambar balok yang ditinjau	191
4.24	Nilai momen balok yang ditinjau	192
4.25	Nilai gaya geser balok yang ditinjau	192
4.26	Nilai gaya torsi balok yang ditinjau	192
4.27	Luas tulangan lentur <i>Output</i> ETABS	193
4.28	Luas tulangan geser <i>Output</i> ETABS	193
4.29	Luas tulangan torsi <i>Output</i> ETABS	193
4.30	Diagram kompatibilitas regangan ($c > d'$)	195
4.31	Diagram kompatibilitas regangan ($c > d'$)	197
4.32	Diagram kompatibilitas regangan ($c < d'$)	197
4.33	Detail kait tulangan balok	199
4.34	Gambar balok beton prategang yang ditinjau	202
4.35	Nilai momen balok yang ditinjau	202
4.36	Nilai gaya geser balok yang ditinjau	203

4.37	Nilai gaya torsi balok yang ditinjau	203
4.38	Data ADAPT-PT	205
4.39	Gambar kolom yang ditinjau	208
4.40	Gambar gaya dalam kolom yang ditinjau (a) bidang moment (b) gaya geser (c) gaya aksial	209
4.41	Hasil <i>output</i> tulangan ETABS untuk kolom K3 (a) tulangan lentur (b) tulangan geser	209
4.42	Diagram Interaksi untuk Kolom K3	211
4.43	Detail Balok BRC1 Bangunan dengan As D-F	214
4.44	Detail Balok Prategang BPC Bangunan dengan As D-F	215
4.45	Detail Penulangan Kolom K3 Bangunan dengan As D-F	216

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Percepatan puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah untuk masing-masing Wilayah Gempa Indonesia [SNI-1726-2002]	15
2.2 Faktor Keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan [SNI-1726-2002]	18
2.3 Faktor daktilitas maksimum, faktor reduksi gempa maksimum, faktor tahanan lebih struktur dan faktor tahanan lebih total beberapa jenis sistem dan subsistem struktur gedung [SNI-1726-2002]	19
2.4 Spektrum respons gempa rencana [SNI-1726-2002]	21
3.1 Tipe Balok	48
3.2 Beban pelat untuk Kolom 1 (K1)	51
3.3 Beban balok untuk Kolom 1 (K1)	51
3.4 Beban mati tambahan (SDL) untuk Kolom 1 (K1)	52
3.5 Total beban mati (ΣDL) untuk Kolom 1 (K1)	53
3.6 Beban hidup (LL) untuk Kolom 1 (K1)	53
3.7 <i>Preliminary</i> Luas Kolom 1 (K1)	54
3.8 Beban pelat untuk Kolom 2 (K2)	55
3.9 Beban balok untuk Kolom 2 (K2)	56
3.10 Beban mati tambahan (SDL) untuk Kolom 2 (K2)	56
3.11 Total beban mati (ΣDL) untuk Kolom 2 (K2)	57
3.12 Beban hidup (LL) untuk Kolom 2 (K2)	57
3.13 <i>Preliminary</i> Luas Kolom 2 (K2)	58
3.14 Beban pelat untuk Kolom 3 (K3)	59
3.15 Beban balok untuk Kolom 3 (K3)	60
3.16 Beban mati tambahan (SDL) untuk Kolom 3 (K3)	61
3.17 Total beban mati (ΣDL) untuk Kolom 3 (K3)	61
3.18 Beban hidup (LL) untuk Kolom 3 (K3)	62

3.19	<i>Preliminary</i> Luas Kolom 3 (K3)	62
3.20	Beban pelat untuk Kolom 4 (K4)	64
3.21	Beban balok untuk Kolom 4 (K4)	64
3.22	Beban mati tambahan (SDL) untuk Kolom 4 (K4)	65
3.23	Total beban mati (ΣDL) untuk Kolom 4 (K4)	65
3.24	Beban hidup (LL) untuk Kolom 4 (K4)	66
3.25	<i>Preliminary</i> Luas Kolom 4 (K4)	66
3.26	Tipe Kolom	67
3.27	Dimensi Balok dan Kolom Bangunan dengan As A-C	74
3.28	Tabel <i>Modal Participating Mass Ratios</i>	84
3.29	<i>Base Shear</i> Struktur (V_{bx})	85
3.30	<i>Base Shear</i> Struktur (V_{by})	86
3.31	Gaya gempa rencana (F_x)	87
3.32	Gaya gempa rencana (F_y)	87
3.33	<i>Center Mass Rigidity</i>	87
3.34	Koordinat X untuk pusat gempa setelah ditambah e_d	88
3.35	Koordinat Y untuk pusat gempa setelah ditambah e_d	89
3.36	Dimensi Balok dan Kolom	91
3.37	Table <i>Response Spectrum Base Reactions</i>	96
3.38	Table <i>Response Spectrum Base Reactions</i>	97
3.39	<i>Modal Participating Mass Ratios</i>	99
3.40	Tabel Berat Struktur	99
3.41	<i>Center Mass Rigidity</i>	101
3.42	Nilai eksentrisitas rencana arah x untuk pusat gempa	102
3.43	Nilai eksentrisitas rencana arah y untuk pusat gempa	102
3.44	Nilai eksentrisitas rencana untuk pusat gempa	103
3.45	Batas kinerja struktur gedung	108
3.46	Dimensi Balok dan Kolom	113
3.47	Tabel <i>Modal Participating Mass Ratios</i>	122
3.48	<i>Base Shear</i> Struktur (V_{bx})	123
3.49	<i>Base Shear</i> Struktur (V_{by})	124
3.50	Gaya gempa rencana (F_x)	125

3.51	Gaya gempa rencana (F_y)	125
3.52	<i>Center Mass Rigidity</i>	125
3.53	Koordinat X untuk pusat gempa setelah ditambah e_d	126
3.54	Koordinat Y untuk pusat gempa setelah ditambah e_d	127
3.55	Dimensi Balok dan Kolom	129
3.56	<i>Table Response Spectrum Base Reactions</i>	134
3.57	<i>Table Response Spectrum Base Reactions</i>	135
3.58	<i>Modal Participating Mass Ratios</i>	137
3.59	Tabel Berat Struktur	137
3.60	<i>Center Mass Rigidity</i>	139
3.61	Nilai eksentrisitas rencana arah x untuk pusat gempa	140
3.62	Nilai eksentrisitas rencana arah y untuk pusat gempa	140
3.63	Nilai eksentrisitas rencana untuk pusat gempa	141
3.64	Batas kinerja struktur gedung	146
4.1	Data struktur bangunan dengan As A-C	163
4.2	Data struktur bangunan dengan As A-C yang digunakan	165
4.3	Ukuran balok bangunan dengan As A-C	166
4.4	Hasil <i>Output</i> penulangan balok	166
4.5	Gaya dalam balok	166
4.6	Tulangan balok yang digunakan	179
4.7	Ukuran kolom bangunan dengan As A-C	179
4.8	Hasil <i>Output</i> penulangan kolom	180
4.9	Nilai gaya dalam kolom	180
4.10	Tulangan kolom yang digunakan	185
4.11	Data struktur bangunan dengan As D-F	188
4.12	Data struktur bangunan dengan As D-F yang digunakan	189
4.13	Ukuran balok bangunan dengan As D-F	190
4.14	Hasil <i>Output</i> penulangan balok	190
4.15	Gaya dalam balok	190
4.16	Tulangan balok yang digunakan	201
4.17	Ukuran balok beton prategang	201
4.18	Gaya dalam balok	201

4.19	Ukuran kolom bagian kiri bangunan	207
4.20	Hasil <i>Output</i> penulangan kolom	207
4.21	Nilai gaya dalam kolom	207
4.22	Tulangan kolom yang digunakan	213

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	Luas penampang secara umum, mm^2
ABS	<i>Scaled Absolute Sum Method</i>
ACI	<i>American Concrete Institute</i>
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_{ps}	Luas penampang tendon, mm^2
A_r	Pembilang dalam persamaan hiperbola Faktor Respons Gempa C pada Spektrum Respons Gempa Rencana
A_s	Luas tulangan lentur, mm^2
A_v	Luas tulangan geser, mm^2
b	Lebar efektif flens tekan dari komponen struktur, mm
B _{PC}	Balok <i>Post-Tensioned Concrete</i>
B _{RC}	Balok <i>Reinforced Concrete</i>
b_w	Lebar penampang, mm
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
CQC	<i>Complete Quadratic Combination</i>
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

c_1	Ukuran kolom yang diukur dalam arah bentang dimana momen lentur sedang ditentukan, mm
c_2	Ukuran kolom yang diukur dalam arah tegak lurus terhadap arah bentang dimana momen lentur sedang ditentukan, mm
d_p	Jarak dari serat tepi tertekan ke pusat tendon, mm
d	Jarak dari serat tepi tertekan ke pusat tulangan tarik, mm
d_i	Simpangan horizontal lantai tingkat i dari hasil analisis 3 dimensi struktur gedung akibat beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada pusat massa pada taraf lantai-lantai tingkat
DL	Beban mati, kg/m^2
E_c	Modulus elastisitas beton, MPa
E_{ps}	Modulus elastisitas baja prategang, MPa
E_s	Modulus elastisitas baja tulangan, MPa
Eqx	Beban gempa arah x
Eqy	Beban gempa arah y
f_i	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
FS	Faktor skala
F_i	Beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada pusat massa pada taraf lantai tingkat ke- i struktur atas gedung
f'_c	Kuat silinder beton pada umur 28 hari, MPa
f_{pu}	Tegangan putus prategang (<i>Ultimate strength</i>), MPa
f_{se}	Kuat tekan efektif rata-rata, MPa
f_y	Tegangan leleh (<i>Yield strength</i>), MPa
f_{ys}	Kuat geser tulangan, MPa
F_x	Gaya gempa rencana arah x

F_y	Gaya gempa rencana arah y
g	Percepatan gravitasi, m/det ²
h	Tinggi balok, mm
h_{min}	Tinggi minimum balok, mm
I	Faktor keutamaan gedung
I_1	Faktor keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung
I_2	Faktor keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian umur gedung tersebut
K	Koefisien <i>wobble</i>
L	Panjang bentang, m
L_{nx}	Panjang bentang bersih arah x, m
L_{ny}	Panjang bentang bersih arah y, m
LL	Beban hidup, kg/m ²
M_n	Momen nominal
n	Nomor lantai tingkat paling atas (lantai puncak); jumlah lantai tingkat struktur gedung; dalam subskrip menunjukkan besaran nominal
n_{ps}	Jumlah tendon
PTI	<i>Post-Tensioning Institute</i>
P_u	Gaya aksial terfaktor, N
P_e	Gaya prategang pada beban kerja, N
R	Faktor reduksi gempa
RH	Kelembaban relatif, %
R_m	Faktor reduksi gempa maksimum yang dapat dikerahkan oleh suatu jenis sistem atau subsistem struktur gedung

s	Jarak tulangan geser, mm
SNI	Standar Nasional Indonesia
SRSS	<i>Square Root of the Sum of the Squares</i>
t	Umur beton saat ditegangkan, hari
T	Waktu getar alami struktur gedung dinyatakan dalam detik yang menentukan besarnya Faktor Respons Gempa struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam Spektrum Respons Gempa Rencana
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
V_b	<i>Base Shear</i> Struktur
V_D	Gaya geser dinamik, kN
V_s	Gaya geser dasar desain, kN
V/S	Perbandingan volume terhadap luas, mm
w_{bal}	Beban imbang per lebar satuan, N/m ²
w_c	Massa jenis beton, kN/m ³
W_i	Berat lantai tingkat ke-i struktur atas suatu gedung, termasuk beban hidup yang sesuai
W_t	Berat total gedung, kN
z_i	Ketinggian lantai tingkat ke-i suatu struktur gedung terhadap taraf penjepitan lateral
γ_c	Berat jenis beton, kN/m ³
ϕ	Faktor reduksi kekuatan secara umum
μ	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

- μ_m Nilai faktor daktilitas maksimum yang dapat dikerahkan oleh suatu sistem atau subsistem struktur gedung
- β Faktor pelapis
- ξ Faktor pengali dari simpangan struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal untuk mendapatkan simpangan maksimum struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Penulangan Balok dan Kolom	221
Lampiran 2 Diagram Interaksi Kolom	226
Lampiran 3 Hasil <i>Output</i> Program ADAPT-PT	230