

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>LEMBAR MOTTO</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xxviii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xxx
<b>ABSTRAKSI</b> .....	xxxvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pendahuluan.....	6
2.2 Pembahasan Penelitian.....	9

### **BAB III LANDASAN TEORI**

3.1 Pengaruh Gempa .....	10
3.2 Prinsip-prinsip Perencanaan Bangunan Tahan Gempa .....	10
3.3 Analisis Beban Gempa Berdasarkan <i>Code</i> Lama .....	12
3.3.1 Pembagian Wilayah Gempa di Indonesia .....	12
3.3.2 Beban Geser Dasar Akibat Gempa .....	12
3.3.3 Waktu Getar Alami Struktur (T) .....	13
3.3.4 Koefisien Gempa Dasar .....	13
3.3.5 Jenis Tanah .....	14
3.3.6 Faktor Keutamaan Gedung (I) .....	16
3.3.7 Faktor Jenis Struktur (K) .....	16
3.3.8 Berat Total Bangunan (Wt) .....	17
3.3.9 Distribusi Gaya Geser Horizontal (Fi) .....	17
3.3.10 Waktu Getar Struktur .....	18
3.4 Analisis Beban Gempa Berdasarkan <i>Code</i> Baru 2002 .....	19
3.4.1 Pembagian Wilayah Gempa di Indonesia .....	19
3.4.2 Beban Geser Akibat Gempa .....	20
3.4.3 Waktu Getar Alami Struktur (T) .....	21
3.4.4 Koefisien Gempa Dasar .....	21
3.4.5 Jenis Tanah .....	22
3.4.6 Faktor Daktilitas ( $\mu$ ) dan Faktor Reduksi Gempa (R) .....	24
3.4.7 Faktor Keutamaan Gedung (I) .....	27
3.4.8 Berat Total Bangunan (Wt) .....	28

3.4.9	Distribusi Gaya Geser Horisontal ( $F_i$ ) .....	28
3.4.10	Kekakuan tingkat .....	29
3.5	Perencanaan Balok .....	29
3.5.1	Perencanaan Balok Portal Terhadap Beban Lentur .....	29
3.5.2	Perencanaan Balok Portal Terhadap Beban Geser .....	40
3.6	Perencanaan Kolom .....	45
3.7	Perencanaan Titik Pertemuan Balok Kolom .....	57
3.8	Perencanaan Pondasi .....	59
3.8.1	Daya Dukung Ujung Tiang Pancang Tunggal .....	60
3.8.2	Kapasitas Tahanan Kulit .....	62
3.8.3	Kapasitas Dukung Tiang Kelompok .....	65
3.8.4	Perencanaan <i>Pile Cap</i> .....	67
 <b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>		
4.1	Metode Penelitian .....	74
4.2	Pengumpulan Data, Bahan dan Pembebanan .....	74
4.3	Tahapan Analisis dan Desain .....	77
4.4	Waktu Penelitian .....	79
 <b>BAB V ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR</b>		
5.1	Perhitungan Gaya Geser Dasar Horisontal .....	80
5.1.1	Berat Total Struktur ( $W_t$ ) .....	80
5.1.2	Waktu Getar Bangunan ( $T$ ) .....	82
5.1.3	Koefisien Gempa Dasar ( $C$ ) .....	83

5.1.4	Faktor Keutamaan Gedung (I), Faktor Jenis Struktur (K) dan Faktor Reduksi Gempa (R) .....	83
5.1.5	Gaya Geser Horisontal Akibat Gempa .....	83
5.1.6	Distribusi Gaya geser Horisontal Total Akibat Gempa ke Sepanjang Tinggi Gedung (Fi) .....	84
5.1.7	Waktu Getar Struktur dengan Cara T Ryleigh .....	85
5.2	Perhitungan Beban Akibat Gaya Grafitasi.....	89
5.2.1	Perhitungan Beban Grafitasi untuk Portal Arah X .....	89
5.2.2	Perhitungan Beban Grafitasi untuk Portal Arah Y .....	92
5.3	Perancangan Struktur Portal .....	95
5.3.1	Desain Balok .....	96
5.3.1.1	Desain Tulangan Lentur Balok .....	96
5.3.1.2	Desain Tulangan Geser Balok .....	111
5.3.2	Desain Kolom .....	116
5.3.2.1	Desain Tulangan Lentur Kolom (lantai 3) .....	116
5.3.2.2	Desain Tulangan Geser Kolom .....	135
5.3.3	Pendetailan .....	137
5.3.3.1	Balok .....	137
5.3.3.2	Kolom .....	138
5.3.4	Desain Panel Pertemuan Balok Kolom .....	139
5.3.5	Desain Pondasi .....	142
5.3.5.1	Perhitungan Kapasitas Tiang Tunggal .....	142

5.3.5.2 Analisis Daya Dukung Kelompok Tiang .....	150
5.3.5.3 Perencanaan <i>Pile Cap</i> .....	154
<b>BAB VI HASIL PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN</b>	
6.1 Hasil Penelitian .....	163
6.2 Pembahasan .....	208
6.2.1 Perbandingan Beban Gempa .....	208
6.2.2 Kebutuhan Tulangan Balok .....	208
6.2.3 Kebutuhan Tulangan Kolom .....	209
6.2.4 Kebutuhan Tulangan Pondasi .....	209
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
7.1 Kesimpulan .....	210
7.2 Saran .....	211
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	212
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Model Pendekatan Statik Ekuivalen .....	11
Gambar 3.2	Pembagian Daerah Gempa di Indonesia Untuk Respon Spektrum Lama (PPTGIUG, 1981).....	12
Gambar 3.3	Koefisien Gempa Dasar Untuk Berbagai Wilayah Gempa (PPGURDG, 1987) .....	14
Gambar 3.4	Pembagian Daerah Gempa di Indonesia Untuk Respon Spektrum Baru .....	20
Gambar 3.5	Respon Spektrum Baru Untuk Masing-masing Daerah Gempa .....	21
Gambar 3.6	Diagram Redistribusi Momen .....	32
Gambar 3.7	Diagram Regangan dan Keseimbangan Kopel Balok Bertulangan Sebelah .....	34
Gambar 3.8	Diagram Regangan dan Keseimbangan Kopel Balok Bertulangan Rangkap .....	35
Gambar 3.9	Desain Balok Bertulang Rangkap .....	37
Gambar 3.10	Balok Portal Dengan Sendi Plastis Pada Kedua Ujungnya ...	41
Gambar 3.11	Diagram Gaya Dalam Kolom .....	42
Gambar 3.11	Pertemuan Balok Kolom Dengan Sendi Plastis Pada Ujung Balok di Sebelah Kiri dan Kanan .....	47

Gambar 3.12	Gaya Aksial Kolom .....	48
Gambar 3.13	Diagram Gaya Dalam Kolom .....	51
Gambar 3.14	Kolom Lantai Dasar dan Kolom Lantai Atas Dengan Mu, k yang Ditetapkan Berdasarkan Kapasitas Sendi Plastis Balok .....	55
Gambar 3.15	Gaya-Gaya Pada Titik Pertemuan Rangka .....	57
Gambar 3.16	Tegangan Efektif Tanah .....	63
Gambar 3.17	Susunan Kelompok Tiang Pancang .....	66
Gambar 3.18	Konfigurasi Kelompok Tiang Pancang .....	68
Gambar 3.19	Reaksi Tiang Pancang Akibat Beban Aksial dan Momen ...	69
Gambar 3.20	Penampang Kritis <i>Pile Cap</i> Akibat Geser .....	70
Gambar 3.21	Penampang Kritis <i>Pile Cap</i> Akibat Momen .....	71
Gambar 4.1	Denah Struktur Bangunan .....	75
Gambar 4.2	Struktur Portal Arah X .....	76
Gambar 4.3	Struktur Portal Arah Y .....	76
Gambar 4.4	Bagan Alir Pelaksanaan Tugas Akhir .....	78
Gambar 5.1	Gaya Geser Horizontal Portal E untuk masing-masing Rangking-Wilayah Gempa .....	88
Gambar 5.2	Gaya Geser Horizontal Portal 2 untuk masing-masing Rangking-Wilayah Gempa .....	88
Gambar 5.3	Pembagian Beban Grafitasi .....	89
Gambar 5.4	Momen Akibat Gempa Pada Lantai 3 .....	95
Gambar 5.5	Momen Akibat Berat Sendiri Pada Lantai 3 .....	96

Gambar 5.6	Penampang Balok Tumpuan .....	100
Gambar 5.7	Penampang Balok Lapangan .....	110
Gambar 5.8	Reaksi Balok .....	112
Gambar 5.9	Gaya Geser Penampang Kritis, Daerah Sendi Plastis Dan Luar Sendi Plastis .....	113
Gambar 5.10	Keseimbangan Momen Kolom .....	117
Gambar 5.11	Gaya Aksial Kolom .....	119
Gambar 5.12	Diagram Gaya Dalam Kolom .....	124
Gambar 5.13	Diagram Mn-Pn .....	134
Gambar 5.14	Kedalaman Tanah .....	142
Gambar 5.15	Tegangan Efektif Tanah .....	146
Gambar 5.16	Dimensi <i>Pile Cap</i> Dengan 4 Tiang .....	150
Gambar 5.17	Dimensi <i>Pile Cap</i> Dengan 9 Tiang .....	154
Gambar 5.18	Konfigurasi Kelompok Tiang Pancang .....	155
Gambar 5.19	Reaksi Tiang Pancang Akibat Beban Aksial dan Momen .....	156
Gambar 5.20	Penampang Kritis <i>Pile Cap</i> Akibat Geser .....	157
Gambar 5.21	Penampang Kritis <i>Pile Cap</i> Akibat Momen .....	158
Gambar 6.1.1	Grafik Beban Gempa Portal E R/W 1/1 Lama & 1/6 Baru ...	163
Gambar 6.1.2	Grafik Beban Gempa Portal 2 R/W 1/1 Lama & 1/6 Baru ...	163
Gambar 6.1.3	Grafik Beban Gempa Portal E R/W 2/2 Lama & 2/5 Baru ...	163
Gambar 6.1.4	Grafik Beban Gempa Portal 2 R/W 2/2 Lama & 2/5 Baru ...	163
Gambar 6.2.1	Grafik Momen Tumpuan Portal E Bentang 7m R/W 1/1 Lama.....	164



Gambar 6.2.2 Grafik Rasio MKap-MTersedia Tumpuan Portal E Bentang 7m R/W 1/1 Lama .....	164
Gambar 6.2.3 Grafik Momen Tumpuan Portal E Bentang 4m R/W 1/1 Lama .....	164
Gambar 6.2.4 Grafik Rasio MKap-MTersedia Tumpuan Portal E Bentang 4m R/W 1/1 Lama .....	164
Gambar 6.2.5 Grafik Momen Tumpuan Portal 2 R/W 1/1 Lama .....	164
Gambar 6.2.6 Grafik Rasio MKap-MTersedia Tumpuan Portal 2 R/W 1/1 Lama .....	164
Gambar 6.2.7 Grafik Momen Lapangan Portal E Bentang 7m R/W 1/1 Lama .....	165
Gambar 6.2.8 Grafik Rasio MKap-MTersedia Lapangan Portal E Bentang 7m R/W 1/1 Lama .....	165
Gambar 6.2.9 Grafik Momen Lapangan Portal E Bentang 4m R/W 1/1 Lama .....	165
Gambar 6.2.10Grafik Rasio MKap-MTersedia Lapangan Portal E Bentang 4m R/W 1/1 Lama .....	165
Gambar 6.2.11Grafik Momen Lapangan Portal 2 R/W 1/1 Lama .....	165
Gambar 6.2.12Grafik Rasio MKap-MTersedia Lapangan Portal 2 R/W 1/1 Lama .....	165
Gambar 6.2.13Grafik Momen Tumpuan Portal E Bentang 7m R/W 1/6 Baru .....	166

Gambar 6.2.14	Grafik Rasio MKap-MTersedia Tumpuan Portal E Bentang 7m R/W 1/6 Baru .....	166
Gambar 6.2.15	Grafik Momen Tumpuan Portal E Bentang 4m R/W 1/6 Baru .....	166
Gambar 6.2.16	Grafik Rasio MKap-MTersedia Tumpuan Portal E Bentang 4m R/W 1/6 Baru .....	166
Gambar 6.2.17	Grafik Momen Tumpuan Portal 2 R/W 1/6 Baru .....	166
Gambar 6.2.18	Grafik Rasio MKap-MTersedia Tumpuan Portal 2 R/W 1/6 Baru .....	166
Gambar 6.2.19	Grafik Momen Lapangan Portal E Bentang 7m R/W 1/6 Baru .....	167
Gambar 6.2.20	Grafik Rasio MKap-MTersedia Lapangan Portal E Bentang 7m R/W 1/6 Baru .....	167
Gambar 6.2.21	Grafik Momen Lapangan Portal E Bentang 4m R/W 1/6 Baru .....	167
Gambar 6.2.22	Grafik Rasio MKap-MTersedia Lapangan Portal E Bentang 4m R/W 1/6 Baru .....	167
Gambar 6.2.23	Grafik Momen Lapangan Portal 2 R/W 1/6 Baru .....	167
Gambar 6.2.24	Grafik Rasio MKap-MTersedia Lapangan Portal 2 R/W 1/6 Baru .....	167
Gambar 6.2.25	Grafik Momen Tumpuan Portal E Bentang 7m R/W 2/2 Lama .....	168

Gambar 6.2.26	Grafik Rasio $M_{Kap}$ - $M_{Tersedia}$ Tumpuan Portal E Bentang 7m R/W 2/2 Lama .....	168
Gambar 6.2.27	Grafik Momen Tumpuan Portal E Bentang 4m R/W 2/2 Lama .....	168
Gambar 6.2.28	Grafik Rasio $M_{Kap}$ - $M_{Tersedia}$ Tumpuan Portal E Bentang 4m R/W 2/2 Lama .....	168
Gambar 6.2.29	Grafik Momen Tumpuan Portal 2 R/W 2/2 Lama .....	168
Gambar 6.2.30	Grafik Rasio $M_{Kap}$ - $M_{Tersedia}$ Tumpuan Portal 2 R/W 2/2 Lama .....	168
Gambar 6.2.31	Grafik Momen Lapangan Portal E Bentang 7m R/W 2/2 Lama.....	169
Gambar 6.2.32	Grafik Rasio $M_{Kap}$ - $M_{Tersedia}$ Lapangan Portal E Bentang 7m R/W 2/2 Lama .....	169
Gambar 6.2.33	Grafik Momen Lapangan Portal E Bentang 4m R/W 2/2 Lama.....	169
Gambar 6.2.34	Grafik Rasio $M_{Kap}$ - $M_{Tersedia}$ Lapangan Portal E Bentang 4m R/W 2/2 Lama .....	169
Gambar 6.2.35	Grafik Momen Lapangan Portal 2 R/W 2/2 Lama .....	169
Gambar 6.2.36	Grafik Rasio $M_{Kap}$ - $M_{Tersedia}$ Lapangan Portal 2 R/W 2/2 Lama .....	169
Gambar 6.2.37	Grafik Momen Tumpuan Portal E Bentang 7m R/W 2/5 Baru .....	170

Gambar 6.2.38	Grafik Rasio MKap-MTersedia Tumpuan Portal E Bentang 7m R/W 2/5 Baru .....	170
Gambar 6.2.39	Grafik Momen Tumpuan Portal E Bentang 4m R/W 2/5 Baru .....	170
Gambar 6.2.40	Grafik Rasio MKap-MTersedia Tumpuan Portal E Bentang 4m R/W 2/5 Baru .....	170
Gambar 6.2.41	Grafik Momen Tumpuan Portal 2 R/W 2/5 Baru .....	170
Gambar 6.2.42	Grafik Rasio MKap-MTersedia Tumpuan Portal 2 R/W 2/5 Baru .....	170
Gambar 6.2.43	Grafik Momen Lapangan Portal E Bentang 7m R/W 2/5 Baru .....	171
Gambar 6.2.44	Grafik Rasio MKap-MTersedia Lapangan Portal E Bentang 7m R/W 2/5 Baru .....	171
Gambar 6.2.45	Grafik Momen Lapangan Portal E Bentang 4m R/W 2/5 Baru .....	171
Gambar 6.2.46	Grafik Rasio MKap-MTersedia Lapangan Portal E Bentang 4m R/W 2/5 Baru .....	171
Gambar 6.2.47	Grafik Momen Lapangan Portal 2 R/W 2/5 Baru .....	171
Gambar 6.2.48	Grafik Rasio MKap-MTersedia Lapangan Portal 2 R/W 2/5 Baru .....	171
Gambar 6.2.49	Momen Perlu Tumpuan Portal E Bentang 7m .....	172
Gambar 6.2.50	Rasio MPerlu Tumpuan Portal E Bentang 7m R/W 1/6 Baru – R/W 1/1 Lama .....	172

Gambar 6.2.51	Momen Perlu Tumpuan Portal E Bentang 4m .....	172
Gambar 6.2.52	Rasio MPerlu Tumpuan Portal E Bentang 4m R/W 1/6 Baru	
	– R/W 1/1 Lama .....	172
Gambar 6.2.53	Momen Perlu Tumpuan Portal 2 .....	172
Gambar 6.2.54	Rasio MPerlu Tumpuan Portal 2 R/W 1/6 Baru – R/W 1/1	
	Lama .....	172
Gambar 6.2.55	Momen Perlu Tumpuan Portal E Bentang 7m .....	173
Gambar 6.2.56	Rasio MPerlu Tumpuan Portal E Bentang 7m R/W 2/5 Baru	
	– R/W 2/2 Lama .....	173
Gambar 6.2.57	Momen Perlu Tumpuan Portal E Bentang 4m .....	173
Gambar 6.2.58	Rasio MPerlu Tumpuan Portal E Bentang 4m R/W 2/5 Baru	
	– R. W 2.2 Lama .....	173
Gambar 6.2.59	Momen Perlu Tumpuan Portal 2 .....	173
Gambar 6.2.60	Rasio MPerlu Tumpuan Portal 2 R/W 2.5 Baru – R/W 2/2	
	Lama .....	173
Gambar 6.2.61	Momen Perlu Lapangan Portal E Bentang 7m .....	174
Gambar 6.2.62	Rasio MPerlu Lapangan Portal E Bentang 7m R/W 1/6 Baru	
	– R/W 1/1 Lama .....	174
Gambar 6.2.63	Momen Perlu Lapangan Portal E Bentang 4m .....	174
Gambar 6.2.64	Rasio MPerlu Lapangan Portal E Bentang 4m R/W 1/6 Baru	
	– R/W 1/1 Lama .....	174
Gambar 6.2.65	Momen Perlu Lapangan Portal 2 .....	174

Gambar 6.2.66 Rasio MPerlu Lapangan Portal 2 R/W 1/6 Baru – R/W 1/1 Lama .....	174
Gambar 6.2.67 Momen Perlu Lapangan Portal E Bentang 7m .....	175
Gambar 6.2.68 Rasio MPerlu Lapangan Portal E Bentang 7m R/W 2/5 Baru – R/W 2/2 Lama .....	175
Gambar 6.2.69 Momen Perlu Lapangan Portal E Bentang 4m .....	175
Gambar 6.2.70 Rasio MPerlu Lapangan Portal E Bentang 4m R/W 2/5 Baru – R/W 2/2 Lama .....	175
Gambar 6.2.71 Momen Perlu Lapangan Portal 2 .....	175
Gambar 6.2.72 Rasio MPerlu Lapangan Portal 2 R/W 2/5 Baru – R/W 2/2 Lama .....	175
Gambar 6.2.73 Momen Tersedia Tumpuan Portal E Bentang 7m .....	176
Gambar 6.2.74 Rasio MTersedia Tumpuan Portal E Bentang 7m R/W 1/6 Baru – R/W 1/1 Lama .....	176
Gambar 6.2.75 Momen Tersedia Tumpuan Portal E Bentang 4m .....	176
Gambar 6.2.76 Rasio MTersedia Tumpuan Portal E Bentang 4m R/W 1/6 Baru – R/W 1/1 Lama .....	176
Gambar 6.2.77 Momen Tersedia Tumpuan Portal 2 .....	176
Gambar 6.2.78 Rasio MTersedia Tumpuan Portal 2 R/W 1/6 Baru – R/W 1/1 Lama .....	176
Gambar 6.2.79 Momen Tersedia Tumpuan Portal E Bentang 7m .....	177
Gambar 6.2.80 Rasio MTersedia Tumpuan Portal E Bentang 7m R/W 2/5 Baru – R/W 2/2 Lama .....	177

Gambar 6.2.81	Momen Tersedia Tumpuan Portal E Bentang 4m .....	177
Gambar 6.2.82	Rasio MTersedia Tumpuan Portal E Bentang 4m R/W 2/5 Baru – R/W 2/2 Lama .....	177
Gambar 6.2.83	Momen Tersedia Tumpuan Portal 2 .....	177
Gambar 6.2.84	Rasio MTersedia Tumpuan Portal 2 R/W 2/5 Baru – R/W 2/2 Lama .....	177
Gambar 6.2.85	Momen Tersedia Lapangan Portal E Bentang 7m .....	178
Gambar 6.2.86	Rasio MTersedia Lapangan Portal E Bentang 7m R/W 1/6 Baru – R/W 1/1 Lama .....	178
Gambar 6.2.87	Momen Tersedia Lapangan Portal E Bentang 4m .....	178
Gambar 6.2.88	Rasio MTersedia Lapangan Portal E Bentang 4m R/W 1/6 Baru – R W 1.1 Lama .....	178
Gambar 6.2.89	Momen Tersedia Lapangan Portal 2 .....	178
Gambar 6.2.90	Rasio MTersedia Lapangan Portal 2 R/W 1/6 Baru – R/W 1/1 Lama .....	178
Gambar 6.2.91	Momen Tersedia Lapangan Portal E Bentang 7m .....	179
Gambar 6.2.92	Rasio MTersedia Lapangan Portal E Bentang 7m R/W 2/5 Baru – R/W 2/2 Lama .....	179
Gambar 6.2.93	Momen Tersedia Lapangan Portal E Bentang 4m .....	179
Gambar 6.2.94	Rasio MTersedia Lapangan Portal E Bentang 4m R/W 2/5 Baru – R/W 2/2 Lama .....	179
Gambar 6.2.95	Momen Tersedia Lapangan Portal 2 .....	179

Gambar 6.2.96 Rasio M Tersedia Lapangan Portal 2 R/W 2/5 Baru – R/W 2/2 Lama .....	179
Gambar 6.2.97 Momen Kapasitas Tumpuan Portal E Bentang 7m .....	180
Gambar 6.2.98 Rasio M Kapasitas Tumpuan Portal E Bentang 7m R/W 1/6 Baru – R/W 1/1 Lama .....	180
Gambar 6.2.99 Momen Kapasitas Tumpuan Portal E Bentang 4m .....	180
Gambar 6.2.100 Rasio M Kapasitas Tumpuan Portal E Bentang 4m R/W 1/6 Baru – R/W 1/1 Lama .....	180
Gambar 6.2.101 Momen Kapasitas Tumpuan Portal 2 .....	180
Gambar 6.2.102 Rasio M Kapasitas Tumpuan Portal 2 R/W 1/6 Baru – R/W 1/1 Lama .....	180
Gambar 6.2.103 Momen Kapasitas Tumpuan Portal E Bentang 7m .....	181
Gambar 6.2.104 Rasio M Kapasitas Tumpuan Portal E Bentang 7m R/W 2/5 Baru – R/W 2/2 Lama .....	181
Gambar 6.2.105 Momen Kapasitas Tumpuan Portal E Bentang 4m .....	181
Gambar 6.2.106 Rasio M Kapasitas Tumpuan Portal E Bentang 4m R/W 2/5 Baru – R/W 2/2 Lama .....	181
Gambar 6.2.107 Momen Kapasitas Tumpuan Portal 2 .....	181
Gambar 6.2.108 Rasio M Kapasitas Tumpuan Portal 2 R/W 2/5 Baru – R/W 2/2 Lama .....	181
Gambar 6.2.109 Momen Kapasitas Lapangan Portal E Bentang 7m .....	182
Gambar 6.2.110 Rasio M Kapasitas Lapangan Portal E Bentang 7m R/W 1/6 Baru – R/W 1/1 Lama .....	182



Gambar 6.2.111 Momen Kapasitas Lapangan Portal E Bentang 4m .....	182
Gambar 6.2.112 Rasio MKapasitas Lapangan Portal E Bentang 4m R/W 1/6 Baru – R/W 1/1 Lama .....	182
Gambar 6.2.113 Momen Kapasitas Lapangan Portal 2 .....	182
Gambar 6.2.114 Rasio MKapasitas Lapangan Portal 2 R/W 1/6 Baru – R/W 1/1 Lama .....	182
Gambar 6.2.115 Momen Kapasitas Lapangan Portal E Bentang 7m .....	183
Gambar 6.2.116 Rasio MKapasitas Lapangan Portal E Bentang 7m R/W 2/5 Baru – R/W 2/2 Lama .....	183
Gambar 6.2.117 Momen Kapasitas Lapangan Portal E Bentang 4m .....	183
Gambar 6.2.118 Rasio MKapasitas Lapangan Portal E Bentang 4m R/W 2/5 Baru – R. W 2 2 Lama .....	183
Gambar 6.2.119 Momen Kapasitas Lapangan Portal 2 .....	183
Gambar 6.2.120 Rasio MKapasitas Lapangan Portal 2 R. W 2 5 Baru – R/W 2/2 Lama .....	183
Gambar 6.2.121 Rasio Momen Tepi-As Portal E Bentang 7m R/W 1/1 Lama .....	184
Gambar 6.2.122 Rasio Momen Tepi-As Portal E Bentang 7m R/W 1/6 Baru .....	184
Gambar 6.2.123 Rasio Momen Tepi-As Portal E Bentang 4m R/W 1/1 Lama .....	184
Gambar 6.2.124 Rasio Momen Tepi-As Portal E Bentang 4m R/W 1/6 Baru .....	184

Gambar 6.2.125 Rasio Momen Tepi-As Portal 2 R/W 1/1 Lama .....	184
Gambar 6.2.126 Rasio Momen Tepi-As Portal 2 R/W 1/6 Baru .....	184
Gambar 6.2.127 Rasio Momen Tepi-As Portal E Bentang 7m R/W 2/2 Lama .....	185
Gambar 6.2.128 Rasio Momen Tepi-As Portal E Bentang 7m R/W 2/5 Baru .....	185
Gambar 6.2.129 Rasio Momen Tepi-As Portal E Bentang 4m R/W 2/2 Lama .....	185
Gambar 6.2.130 Rasio Momen Tepi-As Portal E Bentang 4m R/W 2/5 Baru .....	185
Gambar 6.2.131 Rasio Momen Tepi-As Portal 2 R/W 2/2 Lama .....	185
Gambar 6.2.132 Rasio Momen Tepi-As Portal 2 R/W 2/5 Baru .....	185
Gambar 6.2.133 Momen Kapasitas Kolom A untuk Arah X .....	186
Gambar 6.2.134 Momen Kapasitas Kolom A untuk Arah Y .....	186
Gambar 6.2.135 Momen Kapasitas Kolom B untuk Arah X .....	186
Gambar 6.2.136 Momen Kapasitas Kolom B untuk Arah Y .....	186
Gambar 6.2.137 Momen Kapasitas Kolom C untuk Arah X .....	187
Gambar 6.2.138 Momen Kapasitas Kolom C untuk Arah Y .....	187
Gambar 6.2.139 Momen Kapasitas Kolom D untuk Arah X .....	187
Gambar 6.2.140 Momen Kapasitas Kolom D untuk Arah Y .....	187
Gambar 6.3.1 Balok Portal E Bentang 7m Lantai 3 .....	195
Gambar 6.3.2 Balok Portal E Bentang 4m Lantai 3 .....	195
Gambar 6.3.3 Balok Portal 2 Lantai 3 .....	196

Gambar 6.3.4	Balok Portal E Bentang 7m Lantai 4 .....	196
Gambar 6.3.5	Balok Portal E Bentang 4m Lantai 4 .....	197
Gambar 6.3.6	Balok Portal 2 Lantai 4 .....	197
Gambar 6.3.7	Balok Portal E Bentang 7m Lantai 7 .....	198
Gambar 6.3.8	Balok Portal E Bentang 4m Lantai 7 .....	198
Gambar 6.3.9	Balok Portal 2 Lantai 7 .....	199
Gambar 6.3.10	Balok Portal E Bentang 7m Lantai 10 .....	199
Gambar 6.3.11	Balok Portal E Bentang 4m Lantai 10 .....	200
Gambar 6.3.12	Balok Portal 2 Lantai 10 .....	200
Gambar 6.3.13	Balok Portal E Bentang 7m Lantai 12 .....	201
Gambar 6.3.14	Balok Portal E Bentang 4m Lantai 12 .....	201
Gambar 6.3.15	Balok Portal 2 Lantai 12 .....	202
Gambar 6.3.16	Kolom D .....	203
Gambar 6.3.17	Pondasi dan Kolom D .....	204
Gambar 6.3.18	Detail Joint Balok-Kolom D Lantai 12 .....	205
Gambar 6.3.19	Detail Joint Balok-Kolom D Lantai 10 dan 11 .....	205
Gambar 6.3.20	Detail Joint Balok-Kolom D Lantai 7,8,9 .....	206
Gambar 6.3.21	Detail Joint Balok-Kolom D Lantai 4,5,6 .....	206
Gambar 6.3.22	Detail Joint Balok-Kolom D Lantai 1,2,3 .....	207

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jenis-Jenis Tanah (menurut Respon Spektrum Lama).....	15
Tabel 3.2	Faktor Keutamaan I Untuk Berbagai Kategori Gedung dan Bangunan .....	16
Tabel 3.3	Koefisien K (PPTGIUG, 1983) .....	17
Tabel 3.4	Percepatan Puncak Batuan Dasar dan Perepatan Puncak Muka Tanah Untuk masing-masing Wilayah Gempa Indonesia ( <i>Code</i> baru).....	22
Tabel 3.5	Jenis-jenis Tanah (menurut Respon Spektrum Baru) .....	23
Tabel 3.6	Parameter Daktilitas Struktur Gedung ( <i>Code</i> baru) .....	24
Tabel 3.7	Faktor Daktilitas, Faktor Reduksi Gempa Maksimum, Faktor Tahanan Lebih Struktur dan Faktor Tahanan Lebih Total Beberapa Jenis Sistem dan Subsystem Struktur Gedung .....	25
Tabel 3.8	Faktor Keutamaan Gedung (I) untuk Berbagai Kategori Gedung dan Bangunan .....	27
Tabel 3.9	Faktor Adesi .....	64
Tabel 3.10	Jarak Antara Tiang Pancang .....	65
Tabel 4.1	Rencana Jadwal Tugas Akhir .....	79
Tabel 5.1	Berat Total Struktur .....	82
Tabel 5.2	Hitungan Gaya Horizontal R/W 1/1 Lama.....	84

Tabel 5.3	Hitungan Gaya Horizontal R/W 1/6 Baru.....	85
Tabel 5.4	Kontrol Periode Getar Menurut Reyleigh untuk R/W 1/1 Lama.	86
Tabel 5.5	Momen Output SAP .....	116
Tabel 5.6	Diketahui Nilai CPT dan N-SPT .....	142
Tabel 5.7	Perhitungan Tahanan Selimut ( $Q_s$ ) dengan Metode $\alpha$ .....	146
Tabel 5.8	Perhitungan Tahanan Selimut ( $Q_s$ ) dengan Metode $\beta$ .....	148



## DAFTAR NOTASI

- $A$  = luas efektif beton tulangan tarik disekitar tulangan lentur tarik, bertitik pusat sama dengan tulangan tersebut, dibagi dengan jumlah batang tulangan,  $\text{mm}^2$ .
- $A(\bigcirc)$  = luas penampang satu batang tulangan,  $\text{mm}^2$ .
- $A_g$  = luas bruto penampang,  $\text{mm}^2$ .
- $A_{jh}$  = luas tulangan geser horisontal pada pertemuan balok kolom,  $\text{mm}^2$ .
- $A_{jv}$  = luas tulangan geser vertikal pada pertemuan balok kolom,  $\text{mm}^2$ .
- $A_s$  = luas tulangan tarik longitudinal,  $\text{mm}^2$ .
- $A_s'$  = luas tulangan tekan longitudinal,  $\text{mm}^2$ .
- $A_{vh}$  = luas tulangan geser horisontal yang melewati bidang kritis horisontal,  $\text{mm}^2$ .
- $A_v$  = luas tulangan geser pada daerah sejarak  $s$ , atau luas tulangan geser yang tegak lurus terhadap tulangan lentur tarik dalam suatu daerah sejarak  $s$  pada komponen struktur lentur tinggi,  $\text{mm}^2$ .
- $a$  = tinggi blok tegangan tekan persegi ekuivalen.
- $a_k$  = tinggi blok tegangan tekan persegi kapasitas ekuivalen.
- $b$  = lebar komponen struktur, mm.
- $b_j$  = lebar efektif join, mm.

- $b_v$  = lebar penampang pada bidang kontak yang ditinjau terhadap geser horisontal, mm.
- $b_w$  = lebar badan balok atau diameter penampang bulat, mm.
- $c$  = jarak dari serat tekan terluar ke garis netral, mm.
- $C_c$  = tegangan tekan beton, Mpa.
- $C_s$  = tegangan tekan baja tulangan, Mpa.
- $d$  = jarak dari serat terluar ke pusat tulangan tarik (tinggi efektif balok), mm.
- $d'$  = jarak dari serat terluar ke pusat tulangan tekan, mm.
- $M$  = beban mati, dan atau momen yang berhubungan dengan beban tersebut.
- $e$  = eksentrisitas gaya terhadap sumbu, mm.
- $E$  = pengaruh gaya gempa dan atau momen yang berhubungan dengan beban tersebut.
- $E_c$  = modulus elastis beton, Mpa.
- $E_s$  = modulus elastis baja, Mpa.
- $F_c$  = kuat tekan beton, Mpa.
- $F_s$  = kuat leleh tulangan pada saat beban bekerja, Mpa.
- $F_y$  = kuat leleh baja tulangan yang disyaratkan, Mpa.
- $F_i$  = distribusi beban geser dasar pada tingkat ke-i, kN.
- $h_c$  = tinggi total penampang kolom dalam arah geser yang ditinjau (mm)
- $H_k$  = tinggi kolom portal, mm.
- $H_n$  = tinggi bersih kolom portal, mm.

- $H$  = tinggi total portal struktur, mm.
- $H_i$  = tinggi tingkat ke- $i$ , mm.
- $I$  = momen inersia penampang yang menahan beban luar terfaktor.
- $I_g$  = momen inersia penampang bruto beban terhadap garis sumbu.
- $I_{sc}$  = momen inersia tulangan terhadap sumbu pusat penampang kolom.
- $k$  = faktor panjang efektif komponen struktur tekan.
- $K$  = faktor jenis struktur.
- $l_l$  = beban hidup, atau momen yang berhubungan dengan beban tersebut.
- $L_d$  = panjang penyaluran tulangan tekan, mm
- $L_n$  = panjang bentang bersih komponen dalam arah momen dari muka ke muka tumpuan, mm.
- $L_k$  = panjang bentang balok portal as ke as pertemuan / join, mm.
- $L_k'$  = panjang bersih bentang balok portal, mm.
- $M_{kap}$  = momen kapasitas penampang, kN.m.
- $M_{tersedia}$  = momen tersedia penampang, kN.m.
- $M_u$  = momen ultimit terfaktor penampang, kN.m.
- $N_g$  = gaya aksial akibat beban grafitasi terfaktor pada pusat join, kN.
- $N_E$  = gaya aksial akibat beban gempa pada pusat join, kN.
- $N_u$  = gaya aksial terfaktor, normal terhadap penampang dan terjadi bersamaan dengan  $V_u$ , diambil positif untuk tekan, negatif untuk tarik dan memperhitungkan pengaruh tarik akibat rangkai dan susut.
- $P_b$  = kuat beban aksial nominal pada kondisi regangan seimbang, kN.
- $P_c$  = beban kritis, kN.



- $P_o$  = gaya aksial nominal pada eksentrisitas nol, kN.  
 $P_u$  = gaya aksial terfaktor pada eksentrisitas yang diberikan, kN.  
 $Q$  = beban terfaktor persatuan luas, kN/m.  
 $r$  = radius girasi penampang komponen struktur tekan, mm.  
 $R$  = faktor reduksi gempa.  
 $R_v$  = faktor reduksi gaya aksial kolom portal untuk memperhitungkan pengaruh terbentuknya sendi plastis yang tidak pada semua balok portal dalam struktur.  
 $S$  = spesi tulangan geser atau torsi ke arah paralel dengan tulangan longitudinal, mm.  
 $T_s$  = tegangan tarik baja tulangan, Mpa.  
 $U$  = kuat perlu untuk menahan beban terfaktor atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengannya.  
 $V_D$  = gaya geser dasar akibat beban mati, kN.  
 $V_g$  = gaya geser dasar akibat beban mati ditambah beban hidup, kN.  
 $V_E$  = gaya geser dasar akibat gempa, kN.  
 $V_l$  = gaya geser dasar akibat beban hidup, kN.  
 $V_c$  = kuat geser nominal yang disumbangkan oleh beton, kN.  
 $V_{ch}$  = start beton diagonal yang melewati daerah tekan ujung joint yang memikul gaya geser, kN.  
 $V_{jh}$  = tegangan geser horisontal nominal dalam joint, kN.  
 $V_{jv}$  = tegangan geser joint vertikal, kN.

- $V_{sh}$  = tegangan geser horisontal nominal dalam joint (jika tegangan tekan rata-rata minimum pada penampang bruto kolom di atas joint kurang dari  $0,1 \cdot f_c$ ), kN.
- $V_n$  = kuat geser nominal, kN.
- $V_s$  = kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser, kN.
- $V_u$  = kuat geser penampang, kN.
- $Z$  = besaran pembatas distribusi tegangan lentur.
- $\alpha$  = rasio kekakuan lentur penampang terhadap kekakuan pelat, dengan lebar yang dibatasi secara lateral oleh garis sumbu panel yang bersebelahan, pada sisi balok atau sudut antara sengkang miring dan sumbu longitudinal komponen struktur.
- $\alpha_k$  = faktor distribusi momen kolom portal yang ditinjau, yang nilainya dihitung sebanding dengan kekakuan relatif unsur-unsur yang bertemu pada titik pertemuan tersebut.
- $\beta_d$  = rasio beban mati terfaktor maksimum terhadap momen beban mati total terfaktor maksimum.
- $\beta_i$  = faktor reduksi tinggi blok tegangan tekan ekuivalen beton.
- $\epsilon_c$  = regangan tekan beton.
- $\epsilon_s$  = regangan pada baja tulangan.
- $\epsilon_y$  = regangan leleh baja tulangan.
- $\rho$  = rasio penulangan tarik non prategang.
- $\rho'$  = rasio penulangan tekan non prategang.
- $\rho_b$  = rasio penulangan pada kondisi seimbang.

- $\phi$  = faktor reduksi kekuatan.
- $\Phi$  = diameter kolom.
- $\phi_o$  = faktor penambahan kekuatan (overstrength factor), yang ditetapkan sebesar 1,25 untuk baja tulangan dengan  $f_y < 400$  Mpa dan 1,4 untuk  $f_y > 400$  Mpa.
- $\omega_d$  = koefisien pembesar dinamis yang memperhitungkan pengaruh dari terbentuknya sendi plastis pada struktur secara keseluruhan.

