

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR NOTASI .....	xvii
ABSTRAK .....	xxi
BAB I : PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Tinjauan Umum .....	5
2.2 Persyaratan Gempa SNI-1726-2012 .....	5
2.2.1 <i>Response Spectrum Design</i> .....	6
2.2.2 Koefisien Respon Seismik .....	9
2.2.3 Periode Alami Struktur .....	10
2.2.4 Simpangan Antar Lantai .....	12
2.2.5 Kinerja Batas Ultimit .....	12
2.2.6 Kombinasi Pembebanan .....	12
2.2.7 Geser Dasar Seismik .....	13
2.2.8 Faktor Keutamaan dan Kategori Resiko Struktur Bangunan .....	13

2.2.9	Pemilihan Sistem Struktur Penahan Beban	
Gempa	.....	17
2.2.10	Kategori Desain Seismik	19
2.2.11	Faktor Redundansi	20
2.3	Analisa Struktur Balok dan Analisa Penampang	21
2.3.1	Analisa Struktur Balok	21
2.3.2	Analisa Penampang	27
2.4	Konsep Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)	34
2.4.1	Prinsip SRPMK	34
2.4.2	Prosedur Perencanaan SRPMK	36
2.4.3	Desain Kolom	42
2.5	Analisa Kekuatan Pondasi	45
2.5.1	Tahanan Aksial Pondasi	46
2.5.2	Tahanan Lateral Pondasi	48
BAB III	: METODOLOGI	50
3.1	Pendahuluan	50
3.2	Langkah Umum Perencanaan Struktur	50
3.2.1	Pengumpulan Data	50
3.2.2	Perhitungan Pembebanan	51
3.3	Analisa Struktur dengan Program ETABS	52
3.3.1	Tahap Perencanaan Struktur dengan ETABS	52
3.3.2	Desain Skematik	53
3.3.3	Perhitungan Beban Struktur	54
3.3.4	Analisis Struktur	55
3.3.5	Desain Struktur	55
BAB IV	: HASIL DAN PEMBAHASAN	57
4.1	Pemodelan Struktur	57
4.1.1	Data Bangunan	57
4.1.2	Pemodelan Pada ETABS	57
4.1.3	Konfigurasi Gedung	58

4.1.4	Perhitungan Beban Gempa .....	60
4.1.5	Pembebanan .....	63
4.1.6	Translasi .....	65
4.1.7	Perbandingan Gaya Gempa Statik Ekuivalen dengan <i>Response Spectrum</i> .....	65
4.2	Perhitungan Struktur Atap .....	76
4.2.1	Perhitungan <i>Gording</i> dan <i>Sargod</i> .....	76
4.2.2	Perhitungan Ikatan Angin ( <i>Tie Rod Bracing</i> ) .....	84
4.3	Perhitungan Pelat Lantai .....	88
4.3.1	Data Bahan Struktur .....	88
4.3.2	Data Pelat Lantai .....	88
4.3.3	Beban Pelat Lantai .....	88
4.3.4	Penulangan Pelat .....	89
4.3.5	Kontrol Lendutan Pelat .....	90
4.4	Perhitungan Balok Anak dan Balok Induk .....	92
4.4.1	Perhitungan Balok Anak .....	92
4.4.2	Perhitungan Balok Induk .....	97
4.5	Perhitungan Tangga dan Bordes .....	108
4.5.1	Perhitungan Pelat Tangga .....	108
4.5.2	Perhitungan Pelat Bordes .....	111
4.6	Analisis Beban Gempa (Berdasarkan PUSKIM) .....	114
4.6.1	Nilai Parameter Variabel Beban Gempa .....	114
4.6.2	Perhitungan Nilai Periode .....	117
4.7	Desain Kapasitas .....	120
4.7.1	Analisis Kekuatan Kolom Beton Bertulang .....	120
4.7.2	Perhitungan Momen Kapasitas Kolom .....	125
4.7.3	Perhitungan Kapasitas Balok Sumbu X dan Sumbu Y .....	126
4.7.4	Momen Kapasitas Kolom Berdasarkan Analisa Kekuatan Kolom Bertulang dengan Diagram Interaksi .....	128

4.7.5	Cek Kekuatan Lentur Kolom .....	128
4.7.6	Perencanaan Hubungan Balok-Kolom .....	129
4.8	Perhitungan <i>Shearwall</i> .....	132
4.9	Perhitungan Pondasi .....	135
4.9.1	Perhitungan Kekuatan Tiang .....	135
4.9.2	Perhitungan Kekuatan Pondasi .....	138
4.9.3	Analisis Daya Dukung dan Penurunan dengan Aplikasi <i>Allpile</i> .....	144
BAB V	: PENUTUP .....	148
5.1	Kesimpulan .....	148
5.2	Saran .....	149
DAFTAR PUSTAKA	.....	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	.....	xxv

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Parameter Percepatan <i>Response Spectral</i> MCE dari Peta Gempa pada Periode Pendek ( $T = 0,2$ detik), $S_S$ .....	8
Tabel 2.2	Parameter <i>Response Spectral</i> Percepatan Gempa ( <i>MCE</i> ) Terpetakan pada Periode ( $T = 1$ detik), $S_I$ .....	8
Tabel 2.3	Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung .....	10
Tabel 2.4	Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	11
Tabel 2.5	Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya untuk Beban Gempa .....	14
Tabel 2.6	Faktor Keutamaan Gempa .....	17
Tabel 2.7	Faktor Keutamaan Gempa .....	18
Tabel 2.8	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode Pendek .....	19
Tabel 2.9	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode 1 Detik .....	19
Tabel 2.10	Skema Tegangan dan Regangan Penampang yang Mengalami Beban Lentur .....	29
Tabel 4.1	Konfigurasi Gedung .....	58
Tabel 4.2	Penampang dan Dimensi Struktur .....	59
Tabel 4.3	Mutu Bahan .....	59
Tabel 4.4	Pembebanan Struktur .....	64
Tabel 4.5	Periode Getar Alami Struktur .....	65
Tabel 4.6	$C_{vx}$ , $C_{vy}$ dan Gaya Lateral Per Lantai .....	67
Tabel 4.7	Gaya Lateral Statik Ekuivalen Per Lantai .....	68
Tabel 4.8	Gaya Geser Statik Ekuivalen Antar Tingkat .....	69
Tabel 4.9	Gaya Geser Statik Ekuivalen Antar Tingkat (85%) .....	70
Tabel 4.10	Gaya Geser <i>Response Spectrum</i> Antar Tingkat .....	71
Tabel 4.11	<i>Base Shear</i> Statik Ekuivalen dan Dinamik <i>Response Spectrum</i> .....	73
Tabel 4.12	Rekapitulasi Faktor Skala .....	74

Tabel 4.13	Beban Mati <i>Gording</i> ( <i>Dead Load</i> ) .....	77
Tabel 4.14	Rekap Tahanan Sambungan .....	87
Tabel 4.15	Beban Mati Pelat Lantai ( <i>Dead Load</i> ) .....	88
Tabel 4.16	Jarak Tulangan Momen Positif Balok Anak .....	95
Tabel 4.17	Jarak Tulangan Momen Negatif Balok Anak .....	96
Tabel 4.18	Jarak Tulangan Momen Positif Balok Induk .....	101
Tabel 4.19	Jarak Tulangan Momen Negatif Balok Induk .....	102
Tabel 4.20	Perhitungan Diagram Interaksi .....	121
Tabel 4.21	Gaya Aksial Kolom .....	126
Tabel 4.22	Data Hasil Pengujian Tanah .....	135
Tabel 4.23	Data Susunan Tiang .....	139
Tabel 4.24	Perbandingan Daya Dukung Pondasi Manual dan <i>Allpile</i> .....	144

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem Balok Menerus Lantai .....	27
Gambar 2.2	Tegangan – Regangan Teoritis Lentur Penampang Persegi Empat .....	31
Gambar 2.3	Perubahan Diagram Tegangan Parabolik ke Blok Tegangan Ekuivalen .....	33
Gambar 2.4	Desain SRPMK Mencegah Terjadinya Mekanisme <i>Soft Story</i> (a) dengan Membuat Kolom Kuat Sehingga <i>Drift</i> Tersebar Merata Sepanjang Lantai (c) atau Sebagian Besar Lantai (b) .....	35
Gambar 2.5	Ketentuan Tulangan Longitudinal Balok .....	37
Gambar 2.6	Lokasi Sendi Plastis .....	39
Gambar 2.7	Perhitungan Kuat Geser Balok dengan Mempertimbangkan $M_{pr}$ .....	41
Gambar 2.8	Ketentuan Tulangan Geser pada Balok .....	42
Gambar 2.9	Kuat Kolom Akibat Goyangan Kanan dan Kiri .....	43
Gambar 2.10	$M_{pr}$ pada Kolom Dipengaruhi Gaya Aksial yang dipikulnya .....	43
Gambar 2.11	Tulangan Geser pada Kolom .....	45
Gambar 3.1	Diagram Alir Perencanaan Umum Struktur Gedung .....	56
Gambar 4.1	Bentuk 3D Struktur Gedung .....	57
Gambar 4.2	Grafik <i>Response Spectrum</i> Puskim Purwokerto .....	61
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan Gaya Geser Antar Lantai Arah X .....	72
Gambar 4.4	Grafik Perbandingan Gaya Geser Antar Lantai Arah Y .....	72
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan Gaya Geser Antar Lantai Arah X .....	75
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Gaya Geser Antar Lantai Arah Y .....	75
Gambar 4.7	Momen Pelat Persegi .....	88
Gambar 4.8	Portal yang Dianalisa Balok G1A .....	104
Gambar 4.9	Portal yang Dianalisa Balok B5 .....	104
Gambar 4.10	Detail Portal yang Dianalisa Balok G1A .....	105
Gambar 4.11	Detail Portal yang Dianalisa Balok B5 .....	106

Gambar 4.12	Mekanisme Geser Pada Balok Akibat Goyangan ke Kiri dan ke Kanan .....	107
Gambar 4.13	Detail Penulangan Pelat Tangga dan Pelat Bordes .....	113
Gambar 4.14	Diagram Interaksi Analisis Kekuatan Kolom .....	122
Gambar 4.15	Hubungan Balok-Kolom .....	129
Gambar 4.16	Kolom yang Dianalisa K1A dan K1B .....	131
Gambar 4.17	Detail Kolom yang Dianalisa K1A dan K1B .....	131
Gambar 4.18	Diagram Interaksi <i>Shearwall</i> Arah X Lantai 1 .....	134
Gambar 4.19	Grafik API Metode 2 .....	136
Gambar 4.20	Detail Dimensi Pondasi .....	138
Gambar 4.21	Tinjauan Geser Arah X .....	141
Gambar 4.22	Tulangan Lentur Arah X .....	142
Gambar 4.23	Grafik Kolerasi Tahanan Ultimit Tiang .....	146
Gambar 4.24	Detail Pondasi .....	147

## DAFTAR NOTASI

$Ab$	= Luas dasar tiang ( $m^2$ ); Luas penampang ujung bawah tiang ( $m^2$ ); Luas ujung bawah tiang ( $m^2$ )
$ad$	= Faktor adhesi
$As$	= Luas permukaan dinding tiang ( $m^2$ ); Luas permukaan segmen dinding tiang ( $m^2$ ); Luas selimut tiang ( $m^2$ )
$cb$	= Kohesi tanah di bawah dasar tiang ( $kN/m^2$ )
$Cd$	= Faktor pembesaran defleksi
$C_s$	= Koefisien periode seismic; Koefisien <i>response</i> seismik
$C_t$	= Koefisien rangka beton pemikul momen
$C_u$	= Koefisien batas atas pada periode yang dihitung
$cu$	= Kohesi tanah di sepanjang tiang ( $kN/m^2$ )
$D$	= Diameter pondasi (m)
$DL$	= Beban mati
$e$	= Jarak beban lateral terhadap muka tanah (m)
$f'c$	= Kuat tekan karakteristik beton ( $MPa$ )
$F_a$	= Koefisien situs untuk periode pendek (pada periode 0,2 detik)
$F_v$	= Koefisien situs untuk periode panjang (pada periode 1 detik)
$f_y$	= Tegangan leleh profil baja tulangan ( $MPa$ )
$h_n$	= Ketinggian struktur (m)
$I$	= Faktor keutamaan gempa; Faktor keutamaan hunian beban mati
$I_e$	= Faktor keutamaan berdasarkan kategori resiko
$kh$	= Modulus subgrade horisontal ( $kN/m^3$ )
$L_1$	= Panjang segmen pondasi yang ditinjau (m)
$LL$	= Beban hidup
$MCE_R$	= Spektrum respons gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget
$M_n$	= Kuat momen nominal pada penampang ( $kN-m$ )
$M_{nb}$	= Momen terfaktor dalam keadaan <i>balanced</i>

- $M_{pr}$  = Momen lentur dari suatu komponen struktur dengan atau tanpa beban aksial, yang ditentukan menggunakan sifat-sifat komponen struktur pada joint dengan menganggap kuat tarik pada tulangan longitudinal sebesar minimum
- $M_u$  = Momen yang terjadi pada penampang
- $M_x$  = Momen arah  $x$  ( $ton.m$ )
- $M_y$  = Momen arah  $y$  ( $ton.m$ )
- $\check{N}$  = Nilai SPT rata-rata di sepanjang tiang
- $N_b$  = Nilai SPT di sekitar dasar tiang, dihitung dari 8.D di atas dasar tiang s.d 4.D di bawah dasar tiang
- $N_c$  = Faktor daya dukung
- $P_{maks}$  = Beban maksimum yang diterima 1 tiang ( $ton$ )
- $P_n$  = Kuat nominal penampang yang mengalami tekan ( $N$ )
- $P_u$  = Kuat beban aksial terfaktor pada eksentrisitas tertentu ( $N$ )
- $Q_{ult}$  = Daya dukung pondasi tiang pancang ( $ton$ )
- $Q_{all}$  = Nilai daya dukung tanah ( $ton$ )
- $q_c$  = Tahanan penetrasi kerucut statis yang merupakan nilai rata-rata dihitung
- $Q_E$  = Pengaruh gaya seismik horisontal dari  $V$
- $QE$  = Pengaruh gaya seismik horizontal dari  $V$
- $q_f$  = Tahanan gesek kerucut statis rata-rata ( $kN/m$ )
- $Q_p$  = Tahanan ujung selimut tiang ( $kg$ )
- $Q_s$  = Tahanan geser selimut tiang ( $kg$ )
- $R$  = Faktor modifikasi periode; Faktor modifikasi *response*
- $S_1$  = Parameter percepatan *response spectral* MCE dari peta gempa pada periode 1 detik, redaman 5 persen; Parameter *response spectral* percepatan gempa  $MCE_R$  untuk periode 1 detik.
- $S_D$  = Parameter percepatan *response spectrum design* pada periode 1 detik
- $S_{D1}$  = Parameter percepatan periode *spectrum* pada periode 1 detik redaman 5 persen; Parameter percepatan *response spectrum* yang dipetakan
- $S_{DS}$  = Parameter percepatan *response spectrum design* pada periode pendek; Parameter percepatan periode *spectrum* pada periode pendek, redaman 5

- persen
- $S_{M1}$  = Parameter percepatan *response spectral* MCE pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
- $\Sigma M_c$  = Jumlah Mn kolom yang bertemu di joint balok kolom.
- $\Sigma M_g$  = Jumlah Mn balok yang bertemu di joint balok kolom.
- $S_{MS}$  = Parameter percepatan *response spectral* MCE pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
- $S_s$  = Parameter percepatan *response spectral* MCE dari peta gempa pada periode pendek, redaman 5 persen; Parameter *response spectral* percepatan gempa  $MCE_R$  untuk periode pendek
- $T$  = Periode struktur dasar (detik)
- $T_a$  = Periode fundamental pendekatan.
- $V$  = Gaya lateral (*kg*)
- $V_e$  = Gaya geser rencana
- $V_n$  = Kuat geser nominal penampang (*N*)
- $V_t$  = Beban gempa dasar nominal
- $V_u$  = Gaya geser terfaktor penampang (*N*)
- $V_x$  = Beban gempa arah *x*
- $V_y$  = Beban gempa arah *y*
- $W$  = Berat lantai
- $W_t$  = Berat total gedung.
- $x$  = Absis tiang ke pusat koordinat penampang (*m*)
- $y$  = Ordinattiang ke pusat koordinat penampang (*m*)
- $Y_o$  = Defleksi tiang maksimum (*m*)
- $\alpha$  (*alpha*) = Faktor adhesi antara tanah dan tiang
- $\beta$  = Koefisien defleksi tiang
- $\beta_l$  = 0,85 untuk  $f'c \leq 30 \text{ Mpa}$
- $\beta_c$  = Sisi panjang kolom / sisi pendek kolom
- $\Delta l$  = Interval lapisan (*m*)
- $\delta_e$  (*delta e*) = Deformasi elastis
- $\delta_m$  = Simpangan maksimum

- $\delta_p$  = Deformasi plastis  
 $\delta_{xe}$  = Defleksi pada lokasi yang disyaratkan dan ditentukan sesuai dengan analisis elastis  
 $\delta_y$  = Pelelehan pertama  
 $\phi$  (*phi*) = Faktor reduksi lentur; Faktor reduksi; jika  $D < 1$  m  $\rightarrow \phi = 0,8$  dan  $D > 1$  m  $\rightarrow \phi = 0,75$   
 $\lambda$  = Angka kelangsingan  
 $\rho$  = Faktor redundansi untuk desain seismik  
 $\rho$  (*rho*) = Rasio tulangan, faktor redundansi untuk desain seismik  
 $\rho_b$  = Rasio tulangan yang memberikan kondisi regangan seimbang  
 $\rho_g$  = Rasio penulangan total terhadap luas penampang kolom  
 $\rho_{maks}$  = Rasio penulangan maksimum  
 $\rho_{min}$  = Rasio penulangan minimum  
 $\sigma_b$  (*sigma b*) = Tegangan ijin beton (*MPa*)  
 $\Sigma P_v$  = Jumlah beban vertikal (*ton*)  
 $\Sigma x^2$  = Jumlah kuadrat jarak arah *x* (ordinat-ordinat) tiang (*m*)  
 $\Sigma y^2$  = Jumlah kuadrat jarak arah *y* (absis-absis) tiang (*m*)  
 $\Psi$  (*psi*) = Koefisien pengali dari percepatan puncak muka tanah (termasuk faktor keutamaannya) untuk mendapatkan faktor respons gempa vertikal, bergantung pada wilayah gempa.  
 $\omega$  = Faktor reduksi nilai tahanan ujung nominal tiang

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Berita Acara Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 2 Lembar Koreksi Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 3 Daftar Hadir Dosen Penguji Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 4 Daftar Hadir Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 5 Lembar Asistensi Tugas Akhir
- Lampiran 6 Turnitin
- Lampiran 7 Ringkasan Laporan Data Hasil Perhitungan ETABS
- Lampiran 8 Ringkasan Laporan Data Hasil Perhitungan ALLPILE
- Lampiran 9 Tabel Momen Pelat Persegi
- Lampiran 10 Tabel Rekap Hasil Perhitungan Balok
- Lampiran 11 Tabel Rekap Hasil Perhitungan Kolom
- Lampiran 12 Tabel Analisis Kolom Dengan Diagram Interaksi
- Lampiran 13 Gambar Perencanaan Gedung Parkir RSUD Margono Purwokerto