

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Keaslian Penelitian	6
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1 Struktur Kolom	10
3.1.1 Ketentuan Komponen Struktur Kolom	12
3.1.2 Stabilitas Kolom	14
3.1.3 Faktor Reduksi Kekuatan ( $\varphi$ )	18
3.1.4 Diagram Interaksi Kolom	18
3.1.5 <i>Strong Column Weak Beam</i> (SCWB)	20
3.2 Perbedaan SNI 2847-2013 dan ACI 318-14	21
3.3 Ketentuan Ketahanan Gempa	22
3.3.1 Penentuan Kategori Gedung	22

3.3.2	Spektrum Respon Desain	25
3.3.3	Kategori Desain Seismik	28
3.3.4	Batasan Perioda Fundamental Struktur ( $T$ )	29
3.3.5	Perhitungan Geser Dasar Seismik	30
3.3.6	Distribusi Gaya Gempa	32
3.3.7	Simpangan Antar Lantai	32
3.4	Standar Perencanaan	34
3.5	Pembebanan	35
3.6	<i>Output</i> Respon Struktur	39
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>		41
4.1	Lokasi Penelitian	41
4.2	Data Struktur dan Denah Bangunan	41
4.3	Perhitungan Struktur	44
4.4	Pengumpulan Data	44
4.5	Alat	45
4.6	Analisis Data	45
4.7	Bagan Alir Penelitian	45
4.8	<i>Time Schedule</i> Penelitian	47
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>		48
5.1	Pembebanan	48
5.1.1	Beban Mati	48
5.1.2	Beban Hidup	51
5.2	Berat Bangunan	51
5.3	<i>Response Spektrum</i> dan Gaya Geser Gempa	54
5.4	Kombinasi Pembebanan	59
5.5	<i>Output</i> Analisis SAP	60
5.6	Analisis Simpangan	63
5.7	Perencanaan Balok	75
5.8	Perencanaan Kolom	85
5.8.1	Perencanaan dengan Kuat Tekan 30 MPa	86
5.8.2	Perencanaan dengan Kuat Tekan 71 MPa	109

5.8.3 Kolom Mutu Tinggi Berdasarkan ACI	115
5.8.4 Re-desain Dimensi Kolom	117
5.9 Pembahasan	128
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	130
6.1 Kesimpulan	130
6.2 Saran	130
DAFTAR PUSTAKA	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang	7
Tabel 3.1 Kategori Risiko Bangunan Untuk Beban Gempa	23
Tabel 3.2 Nilai $I_e$ Faktor Keutamaan Gempa	24
Tabel 3.3 Koefisien situs $F_a$	26
Tabel 3.4 Koefisien situs $F_v$	26
Tabel 3.5 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda Pendek ( $S_{DS}$ )	28
Tabel 3.6 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda 1 detik ( $S_{D1}$ )	28
Tabel 3.7 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung	29
Tabel 3.8 Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ dan $x$	29
Tabel 3.9 Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_o$ untuk sistem penahan gaya gempa	31
Tabel 3.10 Simpangan Ijin Antar Lantai ( $\Delta a$ )	34
Tabel 3.11 Beban Hidup Pada Lantai Gedung	36
Tabel 4.1 Dimensi Balok, Kolom, Pelat yang Digunakan	43
Tabel 4.2 <i>Time Schedule</i> Penelitian	47
Tabel 5.1 Beban Mati Pada Pelat Lantai	48
Tabel 5.2 Beban Mati Pada Pelat Atap	48
Tabel 5.3 Beban Mati Pada Anak Tangga	50
Tabel 5.4 Beban Mati Pada Bordes	50
Tabel 5.5 Berat Bangunan Lantai 1	52
Tabel 5.6 Hubungan Percepatan Respon Spektrum dan Periode	56
Tabel 5.7 Penentuan Kategori Desain Seismik	57
Tabel 5.8 Simpangan Lantai Kolom Kode 1	64
Tabel 5.9 Simpangan Lantai Kolom Kode 2	65
Tabel 5.10 Simpangan Lantai Kolom Kode 3	66
Tabel 5.11 Simpangan Lantai Kolom Kode 4	67
Tabel 5.12 Simpangan Lantai Kolom Kode 5	68

Tabel 5.13 Simpangan Lantai Kolom Kode 6	69
Tabel 5.14 Simpangan Lantai Kolom Kode 7	70
Tabel 5.15 Simpangan Lantai Kolom Kode 8	71
Tabel 5.16 Simpangan Lantai Kolom Kode 9	72
Tabel 5.17 Simpangan Lantai Kolom Kode 10	73
Tabel 5.18 Simpangan Lantai Kolom Kode 11	74
Tabel 5.19 Rekapitulasi Momen Balok yang Bekerja Pada Kolom	84
Tabel 5.20 Gaya-Gaya Dalam Kolom Kode 7	85
Tabel 5.21 Gaya-Gaya Dalam Kolom Kode 11	86
Tabel 5.22 Rekapitulasi Nilai Gaya Dalam Kolom 7 dan Kolom 11	91
Tabel 5.23 Rekapitulasi Gaya Desain	92
Tabel 5.24 Kondisi $0,6 - 0,8C_b$ Pada Tulangan 4	95
Tabel 5.25 Kondisi $1,2 - 1,4C_b$ Pada Tulangan 4	96
Tabel 5.26 Nilai $M_n-P_n$ Variasi Tulangan Kolom 7 Lantai 1 Arah X	98
Tabel 5.27 Nilai $M_n-P_n$ Variasi Tulangan Kolom 7 Lantai 1 Arah Y	99
Tabel 5.28 Rekapitulasi Nilai $M_n-P_n$ Baru dan Jumlah Tulangan Pakai	100
Tabel 5.29 Rekapitulasi Kontrol Momen Kolom	102
Tabel 5.30 Rekapitulasi Nilai Gaya Geser ( $V_e$ )	104
Tabel 5.31 Rekapitulasi Tulangan Geser	108
Tabel 5.32 Rekapitulasi Gaya Dalam $f'_c$ 71 MPa	109
Tabel 5.33 Rekapitulasi Gaya Desain $f'_c$ 71 MPa	109
Tabel 5.34 Rekapitulasi Jumlah Tulangan Pakai $f'_c$ 71 MPa	109
Tabel 5.35 Rekapitulasi Momen Balok $f'_c$ 71 MPa	110
Tabel 5.36 Rekapitulasi Kontrol Momen $f'_c$ 71 MPa	110
Tabel 5.37 Rekapitulasi Gaya Geser ( $V_e$ ) $f'_c$ 71 MPa	111
Tabel 5.38 Rekapitulasi Tulangan Geser $f'_c$ 71 MPa	114
Tabel 5.39 Rekapitulasi Luas Pengekang ( $A_{sh}$ ) SNI 2013 dan ACI 14	116
Tabel 5.40 Dimensi Kolom Desain Awal dan Baru	118
Tabel 5.41 Gaya Aksial Kolom Kode 7 dan 11 Desain Baru	118
Tabel 5.42 <i>Drift Ratio</i> Kolom Kode K7 Arah X	119
Tabel 5.43 <i>Drift Ratio</i> Kolom Kode K7 Arah Y	120

Tabel 5.44 *Drift Ratio* Kolom Kode K11 Arah X

121

Tabel 5.45 *Drift Ratio* Kolom Kode K11 Arah Y

122



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Proyek Pembangunan Rumah Sakit JIH Solo	2
Gambar 3.1 Kolom dengan (a)Beban Aksial dan (b)Momen Lentur	10
Gambar 3.2 (a) Kolom Persegi dengan Senggang Persegi, (b) Kolom Bundar dengan Senggang Spiral, (c) Kolom Komposit	12
Gambar 3.3 Persyaratan Detail Tulangan Transversal Kolom	14
Gambar 3.4 Faktor Panjang Efektif	15
Gambar 3.5 Faktor Reduksi Kekuatan	18
Gambar 3.6 Diagram Interaksi Kolom	18
Gambar 3.7 Konsep <i>Strong Column Weak Beam</i> (SCWB)	20
Gambar 3.8 $S_s$ , Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko Tertarget	25
Gambar 3.9 $S_I$ , Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko Tertarget	25
Gambar 3.10 Spektrum Respon Desain	28
Gambar 3.11 Parameter Simpangan Antar Lantai	33
Gambar 4.1 Lokasi Obyek Penelitian	41
Gambar 4.2 Denah Balok Lantai 1	42
Gambar 4.3 Denah Kolom Lantai 1	42
Gambar 4.4 Denah Pelat Lantai 1	42
Gambar 4.5 Pemodelan Bangunan	44
Gambar 4.6 <i>Flowchart</i> Penelitian	46
Gambar 5.1 Denah Struktur Tangga	49
Gambar 5.2 Mencari Tinggi Vertikal	49
Gambar 5.3 Output Berat Struktur SAP2000	53
Gambar 5.4 Grafik Respon Spektrum	57
Gambar 5.5 Periode Hasil Analisa Struktur	58
Gambar 5.6 Nilai Partisipasi Massa Struktur Hasil Pemodelan SAP2000	61
Gambar 5.7 Periode Tiap Mode Hasil Pemodelan SAP2000	61
Gambar 5.8 Gaya Geser Dinamik Hasil SAP2000	62
Gambar 5.9 Denah Kolom yang Ditinjau untuk Analisis Simpangan	63

Gambar 5.10 Grafik Simpangan Arah X dan Arah Y Kolom Kode 1	64
Gambar 5.11 Grafik Simpangan Arah X dan Arah Y Kolom Kode 2	65
Gambar 5.12 Grafik Simpangan Arah X dan Arah Y Kolom Kode 3	66
Gambar 5.13 Grafik Simpangan Arah X dan Arah Y Kolom Kode 4	67
Gambar 5.14 Grafik Simpangan Arah X dan Arah Y Kolom Kode 5	68
Gambar 5.15 Grafik Simpangan Arah X dan Arah Y Kolom Kode 6	69
Gambar 5.16 Grafik Simpangan Arah X dan Arah Y Kolom Kode 7	70
Gambar 5.17 Grafik Simpangan Arah X dan Arah Y Kolom Kode 8	71
Gambar 5.18 Grafik Simpangan Arah X dan Arah Y Kolom Kode 9	72
Gambar 5.19 Grafik Simpangan Arah X dan Arah Y Kolom Kode 10	73
Gambar 5.20 Grafik Simpangan Arah X dan Arah Y Kolom Kode 11	74
Gambar 5.21 Tinjauan Perencanaan Balok	75
Gambar 5.22 Ilustrasi Penampang Balok Tumpuan	77
Gambar 5.23 Tinjauan Perencanaan Kolom	85
Gambar 5.24 Tinjauan Kolom Kode 7 Lantai 1	86
Gambar 5.25 Nomogram Kekangan Ujung Kolom Arah X	88
Gambar 5.26 Nomogram Kekangan Ujung Kolom Arah Y	90
Gambar 5.27 Diagram Mn-Pn Kolom 7 Lantai 1 Arah X	98
Gambar 5.28 Diagram Mn-Pn Kolom 7 Lantai 1 Arah Y	99
Gambar 5.29 Contoh Tinjauan Kontrol Momen Kolom	101
Gambar 5.30 Grafik Luas Pengekang SNI-2013 dan ACI-14	117
Gambar 5.31 Tinjauan Desain Kolom	118
Gambar 5.32 Drift Ratio Desain Awal K7X dan Desain Baru K7X	119
Gambar 5.33 Drift Ratio Desain Awal K7Y dan Desain Baru K7Y	120
Gambar 5.34 Drift Ratio Desain Awal K11X dan Desain Baru K11X	121
Gambar 5.35 Drift Ratio Desain Awal K11Y dan Desain Baru K11Y	122



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$a$	= Antrede
$\alpha$	= Sudut ( $^{\circ}$ )
$As/D$	= Luasan 1 tulangan D pakai
$A_g$	= Luasan bruto penampang
$A_{sh}/s$	= Rasio luas tulangan pengekuat
$A_{ch}$	= Luas penampang dari sengkang terluar
ACI	= <i>American Concrete Institute</i>
$b$	= Lebar
$bc$	= Lebar penampang inti beton yang terkekang
$BJ$	= Berat jenis
$C_d$	= Faktor amplifikasi defleksi
$C_{RS}$	= Nilai terpetak koefisien risiko spesifik situs pada periode pendek
$C_{R1}$	= Nilai terpetak koefisien risiko spesifik situs pada periode pendek
$C_s$	= Koefisien respons gempa
$C_u \cdot T_a$	= Batas atas periode pendekatan
$C_{VX}$	= Faktor distribusi vertikal
$ds$	= Jarak dari tepi balok/kolom ke tulangan tarik
$ds'$	= Jarak dari tepi balok/kolom ke tulangan tekan
$D$	= Beban mati
$\epsilon_c$	= Regangan beton
$\epsilon_s$	= Regangan baja
$E_s$	= Modulus elastisitas
$f'_c$	= Kekuatan tekan beton yang disyaratkan
$f_y$	= Kekuatan leleh tulangan yang disyaratkan
$F_a$	= Koefisien situs untuk periode pendek
$F_v$	= Koefisien situs untuk periode panjang
$F_i, F_x$	= Bagian dari gaya geser dasar
$g$	= Percepatan gaya gravitasi

$hx$	= Tinggi bangunan
$h$	= Tinggi balok atau kolom
$K_f$	= Faktor kuat tekan beton
$K_n$	= Faktor keefektifan pengekang
$L$	= Beban hidup
$L_n$	= Bentang bersih balok/kolom
$l_o$	= Panjang daerah sendi plastis
$l_l$	= Panjang daerah non sendi plastis
$M_u$	= Momen ultimate
$M_{pr}$	= Momen kapasitas
$M_n$	= Momen nominal
$M_{2s}$	= Momen akibat portal tak bergoyang
$M_{2ns}$	= Momen akibat portal bergoyang
$I_e$	= Faktor keutamaan
$n$	= Jumlah tulangan
$o$	= Optrede
$P_b$	= Selimut beton
$P_u$	= Beban aksial
$P_n$	= Kuat beban nominal
$Q_{ex}$	= Beban gempa arah X
$Q_{ey}$	= Beban gempa arah Y
$R$	= Nilai koefisien modifikasi respon
$S$	= Jarak antar tulangan
$s$	= Tulangan sengkang
$S_a$	= Percepatan respon spektrum
$S_s$	= Parameter percepatan respon spektral pada peta gempa periode pendek, redaman 5%
$S_1$	= Parameter percepatan respon spektral pada peta gempa periode 1 detik, redaman 5%
$S_{DS}$	= Parameter percepatan respons spektral pada periode pendek, redaman 5%
$S_{D1}$	= Parameter percepatan respons spektral pada periode 1 detik, redaman 5%

- $S_{MS}$  = Parameter percepatan respons spektral pada periode pendek yang sudah disesuaikan dengan kelas situs  
 $S_{M1}$  = Parameter percepatan respons spektral pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan dengan kelas situs  
 $T$  = Periode fundamental struktur  
 $T_a$  = Periode pendekatan  
 $T_c$  = Hasil *output* SAP2000  
 $V$  = Gaya geser dasar bangunan  
 $V_e$  = Gaya geser gempa  
 $W$  = Berat seismik bangunan  
 $\Delta$  = Simpangan antar lantai desain  
 $\Delta_a$  = Simpangan antar lantai izin  
 $\delta_x$  = Defleksi pusat massa di tingkat  $x$   
 $\delta_s$  = Pembesaran momen  
 $\theta$  = Koefisien stabilitas pengaruh P-Delta  
 $\rho$  = Faktor redundansi struktur  
 $\Omega_o$  = Faktor kuat lebih sistem

