

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xviii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xxii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Struktur Bangunan Bertingkat.....	5
2.2 Beban-Beban Pada Struktur Bangunan Bertingkat .....	6
2.2.1 Beban Mati .....	6
2.2.2 Beban Hidup .....	7
2.2.3 Beban Angin .....	8
2.2.4 Beban Gempa .....	9
2.2.5 Kombinasi Pembebanan Yang Ditinjau .....	9
2.3 Gempa Bumi .....	10
2.3.1 Peta Gempa Menurut SNI 1726 – 2012 .....	10
2.4 Spektrum Respons Desain .....	12

2.5	Dinding Geser .....	13
2.5.1	Stabilitas Dinding Geser .....	14
2.5.2	Pola Keruntuhan Dinding Geser .....	16
2.5.3	Distribusi Regangan Dinding Geser.....	18
2.5.4	Jenis-Jenis Dinding Geser .....	20
2.6	Sistem Ganda Struktur Dinding Geser dan Portal Beton Bertulang .....	21
2.7	Simpangan dan Torsi.....	24
2.8	Desain Kapasitas ( <i>Strong Colomn Weak Beam</i> ) .....	25
2.8.1	Prinsip SPRMK.....	26
2.8.2	<i>Strong Colomn Weak Beam</i> .....	27
2.8.3	Menghindari Keruntuhan Geser .....	27
2.8.4	Pendetailan Untuk Perilaku Daktail .....	28
2.8.5	Metode Analisis .....	28
2.8.6	Reduksi Kekakuan Elemen Struktur .....	28
2.8.7	Prosedur Perencanaan SPRMK.....	29
2.9	<i>Pushover</i> Analisis .....	37
2.10	Kriteria Struktur Tahan Gempa.....	38
2.11	Sendi Plastis .....	39
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>		<b>41</b>
3.1	Peraturan .....	41
3.2	Langkah Umum Perencanaan Struktur .....	41
3.2.1	Pengumpulan Data .....	41
3.2.2	Pemodelan Struktur .....	42
3.2.3	Perhitungan Pembebanan .....	42
3.2.4	Perhitungan Analisa Struktur .....	43
3.2.5	Perhitungan Dimensi .....	43
3.2.6	Analisa Statik Ekuivalen .....	45
3.3	Analisa Struktur dengan Program ETABS .....	46
3.3.1	Pendahuluan .....	46

3.3.2	Joint dan Element .....	47
3.3.3	Koordinat Global dan Koordinat Lokal .....	47
3.3.4	Langkah Analisa Dinamik Stuktur .....	48
3.4	Perbandingan 3 Konfigurasi Dinding Geser .....	50
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>53</b>
4.1	Pemodelan .....	53
4.1.1	Kriteria Bangunan .....	53
4.1.2	Pemodelan Gedung Perkuliahan Universitas Sebelas Maret Surakarta pada ETABS v 9.7.2.....	53
4.1.3	Konfigurasi Gedung .....	54
4.1.4	Sistem Konfigurasi Dinding Geser .....	54
4.1.5	Dimensi dan Penampang .....	56
4.1.6	Mutu Bahan .....	57
4.1.7	Data Gempa Rencana .....	57
4.2	Pembebanan .....	59
4.2.1	Beban pada Plat Lantai T = 15 cm .....	59
4.2.2	Beban pada Plat Lantai T = 12 cm .....	59
4.2.3	Beban Merata Pada Dinding ½ Bata .....	60
4.2.4	Kombinasi Pembebanan .....	60
4.3	Kontrol dan Analisis .....	61
4.3.1	Partisipasi Massa .....	61
4.3.2	Gaya Geser Dasar Nominal, V (Base Shear) .....	62
4.3.3	Perbandingan Gaya Geser Antar Tingkat (Story Shear) ...	63
4.3.4	Kontrol Kinerja Batas Layan Struktur .....	63
4.3.5	Kontrol Kinerja Batas Ultimate Struktur Gedung.....	64
4.3.6	Variasi Konfigurasi Dinding Geser .....	65
4.3.7	Perbandingan 3 Konfigurasi Dinding Geser .....	71
4.4	Desain Kapasitas .....	72
4.4.1	Perhitungan Penulangan Balok .....	72
4.4.2	Perencanaan Kolom .....	83

4.5	Pushover Analisis.....	103
4.5.1	Kurva Kapasitas .....	105
4.5.2	Kurva Kapasitas Spektrum .....	106
4.5.3	Daktilitas Aktual Struktur .....	109
4.5.4	Skema Distribusi Sendi Plastis .....	110

## **BAB V PENUTUP**

5.1	Kesimpulan .....	115
5.2	Saran.....	116

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Berat Sendiri Bangunan dan Komponen Gedung.....	7
<b>Tabel 2.2</b>	Beban Hidup .....	7
<b>Tabel 2.3</b>	Batasan Rasio Drift Atap .....	39
<b>Tabel 4.1</b>	Konfigurasi Gedung .....	54
<b>Tabel 4.2</b>	Dimensi dan Penampang .....	56
<b>Tabel 4.3</b>	Mutu Bahan.....	57
<b>Tabel 4.4</b>	Beban pada Plat Lantai $t = 15$ cm.....	59
<b>Tabel 4.5</b>	Beban pada Plat Lantai $t = 12$ cm.....	59
<b>Tabel 4.6</b>	Beban Merata pada Dinding $\frac{1}{2}$ Bata .....	60
<b>Tabel 4.7</b>	Gaya Geser dari Hasil <i>Output ETABS</i> .....	62
<b>Tabel 4.8</b>	Gaya Geser Dasar dari Hasil Faktor Skala .....	62
<b>Tabel 4.9</b>	Perbandingan Gaya Geser Antar Tingkat .....	63
<b>Tabel 4.10</b>	Kinerja Batas Layan Akibat Gempa Arah X .....	64
<b>Tabel 4.11</b>	Kinerja Batas Layan Akibat Gempa Arah Y .....	64
<b>Tabel 4.12</b>	Kontrol Kinerja Batas <i>Ultimate</i> Arah X dan Y.....	65
<b>Tabel 4.13</b>	Hasil Gaya Geser Arah X Tiap Lantai Tipe 1 .....	66
<b>Tabel 4.14</b>	Hasil Gaya Geser Arah Y Tiap Lantai Tipe 1.....	66
<b>Tabel 4.15</b>	Hasil Gaya Geser Arah X Tiap Lantai Tipe 2 .....	67
<b>Tabel 4.16</b>	Hasil Gaya Geser Arah Y Tiap Lantai Tipe 2 .....	68
<b>Tabel 4.17</b>	Hasil Gaya Geser Arah X Tiap Lantai Tipe 3 .....	69
<b>Tabel 4.18</b>	Hasil Gaya Geser Arah Y Tiap Lantai Tipe 3 .....	69
<b>Tabel 4.19</b>	Perbandingan 3 Konfigurasi Dinding Geser Arah X.....	71
<b>Tabel 4.20</b>	Perbandingan 3 Konfigurasi Dinding Geser Arah Y .....	71
<b>Tabel 4.21</b>	Cek Struktur Rangka Portal .....	85
<b>Tabel 4.22</b>	Momen Primer Balok Induk Portal Arah X As 2A-2.....	101
<b>Tabel 4.23</b>	Nilai <i>Performance Point</i> Arah X.....	108
<b>Tabel 4.24</b>	Nilai <i>Performance Point</i> Arah Y .....	109
<b>Tabel 4.25</b>	Tingkat Kerusakan Struktur Akibat Terbentuknya Sendi Plastis .....	114

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Peta Gempa Indonesia.....	11
<b>Gambar 2.2</b>	Perbandingan Respon Spektrum SNI 2002 dan 2012 untuk Wilayah Jakarta.....	13
<b>Gambar 2.3</b>	Stabilitas Dinding Geser .....	16
<b>Gambar 2.4</b>	Pola Keruntuhan Dinding Geser .....	17
<b>Gambar 2.5</b>	Diagram Distribusi Regangan Untuk Dinding Persegi Panjang ...	18
<b>Gambar 2.6</b>	Diagram Distribusi Rrgangan Untuk Dinding Bentuk Kanal .....	19
<b>Gambar 2.7</b>	a) <i>Bearing Walls</i> b) <i>Frame Walls</i> c) <i>Core Walls</i> .....	20
<b>Gambar 2.8</b>	Deformasi Struktur terhadap Beban Lateral Terbagi Rata (a) Dinding Geser; (b) Rangka Pemikul Momen; (c) Sistem Ganda .	22
<b>Gambar 2.9</b>	Perbandingan Respon Sistem Struktur Terhadap Beban Lateral (a) Deformasi Lateral; (b) Diagram Momen; (c) Diagram Gaya Geser Tingkat .....	23
<b>Gambar 2.10</b>	Desain SPRMK mencegah terjadinya mekanisme <i>soft story</i> (a) dengan membuat kolom kuat sehingga <i>drift</i> tersebar erata sepanjang lantai (c) atau sebagian besar lantai (b).....	27
<b>Gambar 2.11</b>	Ketentuan Tulangan Longitudinal Balok.....	30
<b>Gambar 2.12</b>	Lokasi Sendi Plastis .....	31
<b>Gambar 2.13</b>	Lokasi Kelelahan ( <i>Yielding</i> ).....	32
<b>Gambar 2.14</b>	<i>Free Body</i> pada (a) Kolom dan (b) Join.....	32
<b>Gambar 2.15</b>	Luasan Joint Efektif Aj .....	33
<b>Gambar 2.16</b>	Perhitungan Kuat Geser Balok Dengan Mempertimbangkan Mpr	34
<b>Gambar 2.17</b>	Ketentuan Tulangan Geser pada Balok .....	35
<b>Gambar 2.18</b>	Ketentuan Kuat Kolom .....	35
<b>Gambar 2.19</b>	Mpr pada Kolom dipengaruhi Gaya Aksial yang dipikulnya .....	36
<b>Gambar 2.20</b>	Tulangan Geser pada Kolom.....	37
<b>Gambar 2.21</b>	Kurva Kriteria Kinerja .....	38
<b>Gambar 2.22</b>	Ilustrasi Keruntuhan Gedung .....	39

<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alir Perencanaan .....	44
<b>Gambar 3.2</b>	Beban Statik .....	49
<b>Gambar 3.3</b>	Konfigurasi Dinding Geser Tipe 1 .....	50
<b>Gambar 3.4</b>	Konfigurasi Dinding Geser Tipe 2.....	51
<b>Gambar 3.5</b>	Konfigurasi Dinding Geser Tipe 3.....	51
<b>Gambar 3.6</b>	<i>Input</i> Diafragma .....	52
<b>Gambar 3.7</b>	Pendefinisian <i>Case</i> Pembebanan.....	52
<b>Gambar 3.8</b>	Pendefinisian <i>Case</i> Nonlinier.....	53
<b>Gambar 3.9</b>	<i>Input Static</i> Nonlinier Arah X.....	53
<b>Gambar 3.10</b>	<i>Input Static</i> Nonlinier Arah Y .....	54
<b>Gambar 3.11</b>	<i>Input Hinge Property</i> .....	54
<b>Gambar 4.1</b>	Bentuk 3D Gedung Perkuliahan UNS.....	53
<b>Gambar 4.2</b>	Konfigurasi Dinding Geser Tipe 1 .....	54
<b>Gambar 4.3</b>	Konfigurasi Dinding Geser Tipe 2.....	55
<b>Gambar 4.4</b>	Konfigurasi Dinding Geser Tipe 3.....	55
<b>Gambar 4.5</b>	Grafik Respons Spektra Puskim.....	57
<b>Gambar 4.6</b>	<i>Input</i> Respon Spektra SNI 03 – 1726 – 2012 pada ETABS .....	59
<b>Gambar 4.7</b>	Hasil <i>Output</i> Partisipasi Massa Gedung.....	61
<b>Gambar 4.8</b>	Perbandingan Gaya Geser Antar Lantai.....	63
<b>Gambar 4.9</b>	Grafik Gaya Geser Arah X (a) dan Y (b) yang Masuk ke Portal dan <i>Shear Wall</i> Tipe 1 .....	67
<b>Gambar 4.10</b>	Grafik Gaya Geser Arah X (a) dan Y (b) yang Masuk ke Portal dan <i>Shear Wall</i> Tipe 2.....	69
<b>Gambar 4.11</b>	Grafik Gaya Geser Arah X (a) dan Y (b) yang Masuk ke Portal dan <i>Shear Wall</i> Tipe 3.....	70
<b>Gambar 4.12</b>	Grafik Perbandingan Gaya Geser Arah X (a) dan Y (b) dari 3 Konfigurasi Dinding Geser .....	72
<b>Gambar 4.13</b>	Diagram Regangan dan Gaya Dalam Kondisi 1 .....	80
<b>Gambar 4.14</b>	Diagram Regangan dan Gaya Dalam Kondisi 2 .....	81
<b>Gambar 4.15</b>	Sketsa Penulangan Balok G3 .....	83

<b>Gambar 4.16</b>	Kolom yang Ditinjau Lantai 2 As – 2A .....	84
<b>Gambar 4.17</b>	Skema Kolom Lantai 2 pada As X-2A .....	86
<b>Gambar 4.18</b>	Cek Kapasitas Kolom Menggunakan <i>PCA Colomn</i> .....	94
<b>Gambar 4.19</b>	Diagram Interaksi P-M Kolom K 80x80.....	97
<b>Gambar 4.20</b>	Pengecekan Kolom As 2A lt. 1 – lt. 3 dengan Diagram Interaksi <i>PCA Colomn</i> .....	98
<b>Gambar 4.21</b>	Diagram Interakasi Kuat Desain Kolom Dengan $F_s = 1,25 F_y$ dan $\emptyset = 1$ .....	100
<b>Gambar 4.22</b>	Arah Gaya Momen Primer pada Kolom .....	101
<b>Gambar 4.23</b>	Sketsa Penulangan Kolom K1 80x80.....	102
<b>Gambar 4.24</b>	Kurva Kapasitas Arah X .....	105
<b>Gambar 4.25</b>	Kurva Kapasitas Arah Y .....	106
<b>Gambar 4.26</b>	Kapasitas Spektrum X.....	106
<b>Gambar 4.27</b>	Kapasitas Spektrum Y .....	106
<b>Gambar 4.28</b>	Gambar Portal AS-2A Sendi Plastis Step 0 Arah X .....	110
<b>Gambar 4.29</b>	Gambar Portal AS-2A Sendi Plastis Step 1 Arah X .....	110
<b>Gambar 4.30</b>	Gambar Portal AS-2A Sendi Plastis Step 2 Arah X .....	111
<b>Gambar 4.31</b>	Gambar Portal AS-2A Sendi Plastis Step 4 Arah X .....	111
<b>Gambar 4.32</b>	Gambar Portal AS-E Sendi Plastis Step 0 Arah Y.....	112
<b>Gambar 4.33</b>	Gambar Portal AS-E Sendi Plastis Step 1 Arah Y.....	112
<b>Gambar 4.34</b>	Gambar Portal AS-E Sendi Plastis Step 2 Arah Y.....	113
<b>Gambar 4.35</b>	Gambar Portal AS-E Sendi Plastis Step 8 Arah Y.....	113



## DAFTAR NOTASI

$A_s$	= luas tulangan tarik ( $mm^2$ )
$A_{sh}$	= luas penampang inti beton, diukur dari serat terluar hoop ke serat terluar hoop di sisi lainnya.
$A_v$	= luas tulangan sengkang ikat dalam daerah sejarak $s$ ( $mm^2$ )
$A'_s$	= luas tulangan tekan ( $mm^2$ )
$b$	= lebar penampang balok ( $mm$ )
$b_w$	= lebar badan ( $mm$ )
$C_a$	= koefisien akselerasi
$C_d$	= faktor pembesaran defleksi
$CP$	= <i>Collapse Prevention</i>
$C_s$	= koefisien respons seismik; kohesi <i>undrained</i> ( $ton/m^2$ )
$C_t$	= koefisien rangka beton pemikul momen
$C_u$	= koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung
$C_v$	= koefisien respon gempa vertikal
$DF$	= faktor distribusi momen di bagian atas dan bawah kolom yang didesain
$DL$	= <i>dead load</i> (beban mati)
$D_t$	= displacement total
$D_1$	= displacement pertama
$d$	= tinggi efektif pelat; jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik ( $mm$ ); diameter tiang ( $cm$ )
$E$	= pengaruh beban gempa
$E_c$	= modulus elastisitas beton ( $MPa$ )
$E_h$	= pengaruh beban gempa horisontal
$E_s$	= modulus elastisitas tulangan ( $MPa$ )
$E_v$	= pengaruh beban gempa vertikal
$F$	= gaya lateral ekuivalen
$F_a$	= koefisien situs untuk perioda pendek (pada perioda 0,2 detik)
$F_v$	= koefisien situs untuk perioda panjang (pada perioda 1 detik)

$f_y$	= tegangan leleh profil baja ( <i>MPa</i> )
$f'_c$	= kuat tekan karakteristik beton ( <i>MPa</i> )
$h_c$	= lebar penampang inti beton (yang terkekang) ( <i>mm</i> )
$h_n$	= ketinggian struktur (m)
$h_x$	= spasi horisontal maksimum untuk kaki sengkang tertutup atau sengkang ikat pada muka kolom
$I$	= faktor keutamaan struktur
$IO$	= <i>Immediate Occupancy</i>
$J$	= koefisien lengan momen
$LL$	= <i>live load</i> (beban hidup)
$LS$	= <i>Life Safety</i>
$l_n$	= panjang sisi terpanjang
$l_o$	= panjang minimum
$MCE_R$	= spektrum respons gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget
$M_n$	= kuat momen nominal pada penampang ( <i>kN-m</i> )
$M_{nb}$	= 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 <i>x</i> ( <i>ton.m</i> )
$M_y$	= momen arah <i>y</i> ( <i>ton.m</i> )
$n$	= jumlah lantai gedung
$P_u$	= kuat beban aksial terfaktor pada eksentrisitas tertentu ( <i>N</i> )
$R$	= faktor reduksi gempa; radius girrasi
$R_x$	= resultan gaya arah <i>x</i>
$R_y$	= resultan gaya arah <i>y</i>
$S_a$	= spektrum respons percepatan disain
$S_{DS}$	= parameter respons spektral percepatan disain pada perioda pendek

$S_{DI}$	= parameter respons spektral percepatan disain pada perioda 1 detik
$S_{MS}$	= parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek
$S_{MI}$	= parameter spektrum respons percepatan pada perioda 1 detik
$S_s$	= percepatan batuan dasar pada perioda pendek
$s_x$	= spasi longitudinal tulangan transvesal dalam panjang $l_0$
$S_I$	= percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik
$T_a$	= perioda getar fundamental struktur
$T_{eff}$	= waktu getar gedung efektif ( $dt$ )
$V$	= gaya lateral ( $kg$ )
$V_t$	= beban gempa dasar nominal
$V_e$	= gaya geser rencana
$V_n$	= kuat geser nominal penampang ( $N$ )
$V_s$	= kecepatan rambat gelombang geser melalui lapisan tanah ke-i; kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser ( $N$ )
$V_{sway}$	= gaya geser rencana berdasarkan momen kapasitas pada balok
$V_u$	= gaya geser terfaktor penampang ( $N$ )
$V_x$	= beban gempa arah $x$
$V_y$	= beban gempa arah $y$
$W$	= berat lantai
$W_t$	= berat total struktur
$x$	= absis tiang ke pusat koordinat penampang ( $m$ )
$y$	= ordinat tiang ke pusat koordinat penampang ( $m$ )
$B_{eff}$	= indeks kepercayaan efektif
$\beta_1$	= 0,85 untuk $f'c \leq 30 \text{ Mpa}$
$\beta_c$	= sisi panjang kolom/sisi pendek kolom
$\delta_e(\text{delta } e)$	= deformasi elastis
$\delta_p$	= deformasi plastis
$\delta_m$	= simpangan maksimum
$\delta_{xe}$	= defleksi pada lokasi yang disyaratkn dan ditentukan seuai dengan analisis elastis

$\delta_y$	=	pelelehan pertama
$\rho(rho)$	=	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
$\rho_{min}$	=	rasio penulangan minimum
$\rho_{maks}$	=	rasio penulangan maksimum
$\sigma_b(\text{sigma } b)$	=	tegangan ijin beton (MPa)
$\emptyset(\text{phi})$	=	faktor reduksi lentur
$\lambda$	=	angka kelangsingan
$\Psi(\text{psi})$	=	koefisien pengali dari percepatan puncak muka tanah (termasuk faktor keutamaannya) untuk mendapatkan faktor respons gempa vertikal, bergantung pada Wilayah Gempa.
$\Sigma M_c$	=	jumlah Mn kolom yang bertemu di <i>joint</i> balok kolom.
$\Sigma M_g$	=	jumlah Mn balok yang bertermu di <i>joint</i> balok kolom.
$\Sigma P_v$	=	jumlah beban vertikal (ton)