

## DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR NOTASI	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxxii
ABSTRAK	xxxiii
<i>ABSTRACT</i>	xxxiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian	5
1.6 Definisi Operasional	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Struktur Dinding	8
2.2 Efektifitas Desain, Respon dan Ketinggian struktur dinding	9
2.3 Penelitian Terdahulu	10
2.4 Keaslian Penelitian	16
BAB III LANDASAN TEORI	17
3.1 Prinsip desain bangunan tahan gempa	17
3.1.1 Desain Filosofi ( <i>Philosophy of Design</i> )	17
3.1.2 Desain Kapasitas ( <i>Capacity Design</i> )	18
3.1.3 <i>Strength Based Seismic Design</i> (SBSD)	19
3.1.4 Kriteria Desain Umum	19
3.2 Perilaku Struktur Bangunan	21
3.2.1 Struktur Portal Terbuka ( <i>Open Frame</i> )	21
3.2.2 Kombinasi antara Portal dengan Dinding ( <i>Frame-Wall</i> )	23

3.3	Struktur Dinding	25
3.3.1	Pengertian Struktur Dinding	25
3.3.2	Pengelompokan Struktur Dinding	26
3.3.3	Penempatan Struktur Dinding Dalam Suatu Bangunan	27
3.3.4	Bentuk-Bentuk Penampang Struktur Dinding	30
3.3.5	Konsep Perencanaan Dimensi Struktur Dinding	30
3.3.6	Bentuk Buakan Pada Struktur Dinding	31
3.3.7	Sistem Kerja Struktur Dinding	32
3.4	Struktur Bangunan Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan	34
3.4.1	Ketidakteraturan Horisontal	34
3.4.2	Ketidakteraturan Vertikal	37
3.5	Perencanaan Struktur Bangunan	39
3.5.1	Beban Rencana	39
3.5.2	Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Menurut SNI-1726-2012	40
3.6	Spektrum Respons Menurut SNI -1726-2012	46
3.6.1	Menentukan lokasi bangunan yang akan dibangun.	46
3.6.2	Menentukan parameter respons spektral percepatan $S_s$ dan $S_1$	46
3.6.3	Menentukan Koefisien terpetakan $C_{RS}$ dan $C_{RI}$	47
3.6.4	Menentukan Klasifikasi jenis tanah	48
3.6.5	Menentukan Faktor Amplikasi ( $F_a$ dan $F_v$ )	48
3.6.6	Menentukan Parameter Respons Spektrum Percepatan $S_{MS}$ dan $S_{MI}$	49
3.6.7	Menentukan Parameter Respons Spektrum Percepatan Desain ( $S_{DS}$ dan $S_{DI}$ )	50
3.6.8	Membuat Respons Spektrum Desain	50
3.7	Analisis Statik Ekuivalen	51
3.7.1	Geser Dasar Seismik & Koefisien Respon Seismik	52
3.8	Analisis Dinamik Respon Spektrum ( <i>Response Spectrum</i> )	52
3.8.1	<i>Input</i> Analisis	53
3.8.2	Partisipasi Massa	53
3.8.3	Skala Gaya	53
3.9	Kinerja Struktur Gedung	53
3.9.1	Penentuan Simpangan Antar Lantai	53
3.9.2	Batasan Simpangan Antar Tingkat	54
3.10	Analisis Beban Struktur Bangunan Gedung	55

3.10.1	Kuat Perlu	55
3.10.2	Kuat Rencana	56
3.10.3	Kombinasi Beban	57
3.11	Perencanaan Desain Struktur Bangunan Gedung	58
3.11.1	Perencanaan Pelat Lantai	58
3.11.2	Perencanaan Balok	61
3.11.3	Perencanaan Kolom	71
3.11.4	Perencanaan Hubungan Balok-Kolom	80
3.11.5	Perencanaan Struktur Dinding tipe <i>Cantilever wall, Coupled walls</i> dan <i>Coupling Beams</i>	82
3.11.6	Perencanaan Pondasi	90
BAB IV METODE PENELITIAN		98
4.1	Lokasi Penelitian	98
4.2	Waktu Penelitian	98
4.3	Model Struktur	98
4.4	Alat-alat dan <i>software</i> yang digunakan	101
4.5	Pemodelan Struktur Dan Material yang digunakan	101
4.6	Pengumpulan Data	102
4.7	Pembebanan Struktur	102
4.8	Metode Analisis	103
BAB V ANALISIS DAN DESAIN		107
5.1	Perhitungan Estimasi Awal Dimensi Elemen Struktur Bangunan	107
5.1.1	Perhitungan estimasi dimensi struktur dinding <i>coupled walls, cantilever wall, boundary element, &amp; coupling beams.</i>	107
5.1.2	Perhitungan estimasi dimensi balok	118
5.1.3	Perhitungan estimasi tebal pelat	119
5.1.4	Perhitungan estimasi ukuran kolom	121
5.2	Pembebanan Struktur	123
5.2.1	Beban Mati	123
5.2.2	Beban Hidup	124
5.2.3	Beban Dinding	125
5.2.4	Beban Gempa Respons Spektrum	126
5.3	Kombinasi Beban Gempa	130
5.4	Gaya Geser Dasar $V_{statik}$	132

5.4.1	Berat Bangunan $W$	132
5.4.2	Koefisien Respon Seismik $C_s$	132
5.4.3	Gaya Geser Dasar ( <i>Base Shear</i> ) $V_{statik}$	134
5.5	Perhitungan dan Perencanaan Elemen-elemen Struktur	134
5.5.1	Perencanaan Tulangan Pelat	134
5.5.2	Perencanaan Tulangan Tangga	138
5.5.3	Redistribusi Momen Balok	145
5.5.4	Perencanaan Tulangan Balok	146
5.5.5	Perencanaan Tulangan Kolom	164
5.5.6	Perencanaan Hubungan Balok-Kolom (HBK)	179
5.5.7	Perencanaan Struktur Dinding tipe <i>cantilever wall</i>	181
5.5.8	Perencanaan Struktur Dinding tipe berangkai ( <i>Coupled wall</i> )	196
5.5.9	Perencanaan Fondasi	219
BAB VI		233
PEMBAHASAN		233
6.1	Perbandingan Efektifitas Respon Struktur Akibat Pengaruh Ketinggian Struktur Dinding	233
6.1.1	Gaya Geser Dasar ( <i>Base Shear</i> , $V_t$ )	233
6.1.2	Partisipasi Massa	240
6.1.3	<i>Mode Shape</i> dan Waktu Getar Alami Struktur $T$	243
6.1.4	Defleksi Lateral $\delta$	255
6.1.5	Ketidakteraturan Struktur Bangunan Menurut SNI-1726-2012	268
6.1.6	Simpangan Antar Tingkat	307
6.1.7	<i>Drift Ratio</i>	336
6.1.8	Kinerja Batas Ijin $\Delta_a$	343
6.2	Perubahan Ukuran Penampang Struktur	354
6.3	Penempatan Struktur Dinding Dalam Suatu Bangunan	359
6.4	Pemilihan Model Variasi Struktur Terbaik	360
BAB VII		361
KESIMPULAN DAN SARAN		361
7.1	Kesimpulan	361
7.2	Saran	363
DAFTAR PUSTAKA		364
LAMPIRAN		

## DAFTAR NOTASI

$A_{ch}$	=	luas penampang kolom dimana lebar dan tingginya sudah dikurangi penutup beton.
$A_{cw}$	=	luas penampang balok kopel ( <i>coupling beams</i> ).
$A_{cv}$	=	luas penampang dinding geser.
$A_g$	=	luas penampang bruto, ( $\text{mm}^2$ ; $\text{cm}^2$ )
$A_j$	=	luas penampang efektif pada hubungan balok-kolom.
$A_p$	=	luas penampang tiang pancang ( $\text{mm}^2$ )
$A_s$	=	luas tulangan, ( $\text{mm}^2$ ; $\text{cm}^2$ ).
$A_s$	=	luas tulangan baja tarik, ( $\text{mm}^2$ ).
$A_s'$	=	luas tulangan baja desak, ( $\text{mm}^2$ ).
$A_{st}$	=	jumlah luas tulangan tarik.
$A_{si}$	=	luas baja tulangan pada baris ke-i.
$A_{sh}$	=	luas penampang total sengkang, ( $\text{mm}^2$ )
$A_{vd}$	=	luas total tulangan dalam setiap kelompok batang tulangan diagonal dalam balok kopel ( <i>coupling beams</i> ) bertulang diagonal dalam satuan , ( $\text{mm}^2$ ).
$A_x$	=	faktor amplikasi torsi.
$a$	=	tebal blok desak beton, (cm; mm).
$b$	=	lebar pelat lantai yang di tinjau sebesar 1000 mm.
$b_c$	=	tinggi kolom setelah dikurangi penutup beton.
$b_w$	=	tebal dinding geser.
$b_l = b$	=	panjang dan lebar <i>boundary element</i> .
$c$	=	jarak serat tekan terluar ke garis netral, (mm; cm).
$C_c$	=	gaya desak beton.
$C_d$	=	koefisien amplikasi defleksi
$C_s$	=	gaya desak baja tulangan.
$C_s$	=	koefisien respon seismik.
$C_t$	=	koefisien nilai parameter perioda pendekatan.
$C_u$	=	<i>cohesion undrained</i> , $C_u = N_{SPT} \cdot 2/3 \cdot (\text{ton}/\text{m}^2)$

$C_{RI}$	=	nilai terpeta koefisien risiko spesifik situs pada perioda 1 detik.
$C_{RS}$	=	nilai terpeta koefisien risiko spesifik situs pada perioda pendek.
$C_u$	=	koefisien batas atas periode yang dihitung.
$D$	=	pengaruh beban mati
$d$	=	jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tarik longitudinal.
$d'$	=	jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan.
$E$	=	pengaruh beban gempa.
$E_g$	=	efisiensi grup tiang
$E_s$	=	modulus elastisitas tulangan, (MPa ; kg/cm <sup>2</sup> ).
$F_a$	=	faktor amplikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek.
$F_v$	=	faktor amplikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda 1 detik.
$f'_c$	=	kuat desak beton, (MPa ; kg/cm <sup>2</sup> )
$f_{si}$	=	tegangan dalam tulangan pada baris ke-i.
$f_{max}$	=	tegangan tekan tepi pada serat terluar.
$f_y$	=	tegangan leleh baja tarik, (MPa; kg/cm <sup>2</sup> ).
$h$	=	tebal minimum pelat lantai, (mm).
$h_n$	=	ketinggian struktur, dalam (m).
$H_k'$	=	tinggi bersih kolom.
$I_e$	=	faktor keutamaan gempa.
$L$	=	pengaruh beban hidup.
$L_a$	=	panjang bruto balok sebelah kanan.
$L_a'$	=	panjang netto balok sebelah kanan.
$L_i$	=	panjang bruto balok sebelah kiri.
$L_i'$	=	panjang netto balok sebelah kiri.
$L_i$	=	tebal lapisan tanah ke-i
$l_w$	=	panjang dinding geser.
$l_n$	=	panjang bentang bersih pelat lantai dalam arah panjang diukur muka ke muka balok.
$M_n$	=	momen nominal, (kN.m; tm).
$M_{nb}$	=	momen nominal kondisi <i>balance</i> .

$M_{nb}$	=	kekuatan lentur nominal balok.
$M_{nc}$	=	kekuatan lentur nominal kolom.
$M_u$	=	momen ultimit, (kN.m; tm).
$M_{u,x}$	=	momen kolom arah x
$M_{u,y}$	=	momen kolom arah y
$M_{pr}^+$	=	momen kapasitas balok positif.
$M_{pr}^-$	=	momen kapasitas balok negatif.
$M_{pr3}$	=	momen ultimit kolom atas.
$M_{pr4}$	=	momen ultimit kolom bawah.
$N\text{-SPT}$	=	jumlah pukulan yang diperlukan dari pengujian SPT .
$n$	=	jumlah kaki sengkang.
$n$	=	banyaknya tiang dalam baris maupun kolom ( $n_1, n_2$ )
$P$	=	perimeter (keliling tiang)
$P_b$	=	penutup beton.
$P_{max}$	=	gaya maksimum pada tiang pancang
$P_n$	=	gaya aksial nominal.
$P_{nb}$	=	gaya aksial nominal kondisi <i>balance</i> .
$P_t$	=	gaya aksial pada kondisi tarik murni.
$P_u$	=	beban vertikal yang ditahan oleh tiang pancang
$Q_{all}$	=	daya dukung ijin tiang tunggal
$Q_E$	=	pengaruh gaya gempa horisontal.
$Q_p$	=	kapasitas daya dukung tanah pada ujung tiang
$Q_s$	=	tahanan geser selimut tiang
$Q_u$	=	daya dukung ultimit tiang tunggal
$R$	=	faktor reduksi gempa.
$S_I$	=	parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik, redaman 5 persen.
$SF$	=	faktor keamanan ( <i>safety factor</i> ), berkisar 1,5-4
$S_s$	=	parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode pendek, redaman 5 persen.
$S_{DI}$	=	parameter percepatan respons spektral pada periode 1 detik, redaman 5 persen.

$S_{DS}$	=	parameter percepatan respons spektral pada perioda pendek, redaman 5 persen.
$SD$	=	klasifikasi kelas situs tanah sedang.
$S_{MI}$	=	parameter spektrum respon percepatan pada perioda 1 detik.
$S_{MS}$	=	parameter spektrum respon percepatan pada perioda pendek.
$s$	=	jarak antar tulangan, (mm).
$S_o$	=	jarak antar sengkang kolom.
$T$	=	waktu getar alami fundamental, (detik).
$T_a$	=	waktu getar alami pendekatan, (detik)
$T_s$	=	gaya tarik baja tulangan, kg.
$t_p$	=	tebal <i>pile cap</i>
$U$	=	kekuatan perlu untuk menahan beban beban terfaktor.
$V$	=	geser desain total di dasar struktur dalam arah yang di tinjau.
$V_c$	=	gaya geser yang disediakan oleh beton.
$V_e$	=	gaya geser rencana kolom.
$V_h$	=	gaya geser kolom pada hubungan balok-kolom.
$V_{jh}$	=	gaya geser horisontal hubungan balok-kolom.
$V_n$	=	gaya geser nominal.
$V_s$	=	gaya geser yang disediakan oleh tulangan
$V_t$	=	kombinasi respons untuk geser dasar ragam (analisis dinamik respon spektrum).
$V_u$	=	gaya geser ultimit.
$W$	=	berat seismik efektif bangunan.
$X$	=	jarak pusat tiang ke pusat <i>poer</i> arah x
$Y$	=	jarak pusat tiang ke pusat <i>poer</i> arah y
$\Delta_a$	=	simpangan antar tingkat ijin.
$\Delta$	=	simpangan antar tingkat, (cm).
$\alpha$	=	sudut antara batang tulangan diagonal balok kopel dan luas penampang balok kopel ( <i>coupling beams</i> ).
$\alpha$	=	faktor adhesi antara tanah dan tiang
$\alpha_s$	=	40 untuk kolom interior, 30 untuk kolom tepi, 20 untuk kolom sudut.



$b_o$	=	keliling penampang kritis
$\beta$	=	rasio sisi panjang dan sisi pendek kolom
$\beta$	=	rasio bentang bersih pelat dalam arah panjang terhadap pendek pelat.
$\beta_I$	=	faktor yang menghubungkan tinggi blok tegangan tekan persegi ekuivalen dengan sumbu netral.
$\delta_{avg}$	=	rata-rata perpindahan di titik terjauh struktur di tingkat x.
$\delta_{max}$	=	perpindahan maksimum di tingkat x, dinyatakan dalam (cm).
$\delta_x$	=	defleksi pusat massa di tingkat x.
$\delta_{xe}$	=	defleksi pada lokasi yang di isyaratkan, ditentukan dengan analisis elastis.
$\rho$	=	faktor redudansi struktur.
$\rho$	=	rasio tulangan.
$\rho_b$	=	rasio tulangan pada kondisi penulangan seimbang.
$\rho_{maks}$	=	rasio tulangan maksimum.
$\rho_{min}$	=	rasio tulangan minimum.
$\epsilon_c$	=	regangan desak beton.
$\epsilon_s'$	=	regangan baja desak.
$x$	=	koefisien nilai parameter perioda pendekatan.
$y_i$	=	jarak titik berat tulangan pada baris ke-i sampai ke serat terluar.
$\phi_o$	=	nilai <i>overstrength</i> .
$\phi$	=	faktor reduksi.
$\Omega_0$	=	faktor kuat lebih sistem.

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Analisis dan Desain ( Widodo, 2000).	9
Tabel 2.2 Perbedaan Penelitian Sebelumnya dengan Penelitian Sekarang	14
Tabel 3.1 Ketidakberaturan horisontal pada struktur	34
Tabel 3.2 Ketidakberaturan vertikal pada struktur	38
Tabel 3.3 Faktor Keutamaan Gempa $I_e$	41
Tabel 3.4 Faktor Kategori Desain Seismik berdasarkan $S_{DS}$	42
Tabel 3.5 Faktor Kategori Desain Seismik berdasarkan $S_{DI}$	42
Tabel 3.6 Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk sistem penahan gaya gempa.	44
Tabel 3.7 Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung $C_u$	45
Tabel 3.8 Nilai parameter perioda pendekatan $C_t$ dan $x$	45
Tabel 3.9 Koefisien situs $F_a$	49
Tabel 3.10 Koefisien situs $F_v$	49
Tabel 3.11 Simpangan antar tingkat yang diijinkan $\Delta_a^{a,b}$	55
Tabel 4.1 Variasi model struktur bangunan	98
Tabel 5.1 Ukuran bentang struktur dinding	108
Tabel 5.2 Hasil estimasi ukuran <i>coupled wall</i> pada variasi I arah -x	110
Tabel 5.3 Hasil estimasi ukuran <i>coupled wall</i> pada variasi I arah -y	110
Tabel 5.4 Hasil estimasi dimensi <i>coupling beams</i> pada variasi I arah-x	111
Tabel 5.5 Hasil estimasi dimensi <i>coupling beams</i> pada variasi I arah-y	111
Tabel 5.6 Hasil estimasi ukuran <i>cantilever wall</i> pada variasi I arah-x	112

Tabel 5.7 Hasil estimasi ukuran <i>cantilever wall</i> pada variasi I arah-y	112
Tabel 5.8 Hasil estimasi ukuran <i>coupled wall</i> pada variasi II arah -x	113
Tabel 5.9 Hasil estimasi ukuran <i>coupled wall</i> pada variasi II arah -y	113
Tabel 5.10 Hasil estimasi dimensi <i>coupling beams</i> pada variasi II arah-x	113
Tabel 5.11 Hasil estimasi dimensi <i>coupling beams</i> pada variasi II arah-y	114
Tabel 5.12 Hasil estimasi ukuran <i>cantilever wall</i> pada variasi II arah-x	114
Tabel 5.13 Hasil estimasi ukuran <i>cantilever wall</i> pada variasi II arah-y	114
Tabel 5.14 Hasil estimasi ukuran <i>coupled wall</i> pada variasi III arah -x	115
Tabel 5.15 Hasil estimasi ukuran <i>coupled wall</i> pada variasi III arah -y	115
Tabel 5.16 Hasil estimasi dimensi <i>coupling beams</i> pada variasi III arah-x	115
Tabel 5.17 Hasil estimasi dimensi <i>coupling beams</i> pada variasi III arah-y	116
Tabel 5.18 Hasil estimasi ukuran <i>cantilever wall</i> pada variasi III arah-x	116
Tabel 5.19 Hasil estimasi ukuran <i>cantilever wall</i> pada variasi III arah-y	116
Tabel 5.20 Hasil estimasi ukuran <i>coupled wall</i> pada variasi IV arah -x	116
Tabel 5.21 Hasil estimasi ukuran <i>coupled wall</i> pada variasi IV arah -y	117
Tabel 5.22 Hasil estimasi dimensi <i>coupling beams</i> pada variasi IV arah-x	117
Tabel 5.23 Hasil estimasi dimensi <i>coupling beams</i> pada variasi IV arah-y	117
Tabel 5.24 Hasil estimasi ukuran <i>cantilever wall</i> pada variasi IV arah-x	118
Tabel 5.25 Hasil estimasi ukuran <i>cantilever wall</i> pada variasi IV arah-y	118
Tabel 5.26 Hasil Estimasi Dimensi Balok	119
Tabel 5.27 Hasil estimasi tebal pelat	121
Tabel 5.28 Hasil estimasi ukuran penampang kolom	122
Tabel 5.29 Rekapitulasi nilai waktu perioda fundamental pendekatan $T_a$	127

Tabel 5.30 Hasil <i>output</i> periode getar $T$ , dari analisis SAP 2000	128
Tabel 5.31 Rekapitulasi nilai waktu perioda fundamental pendekatan $T_{pakai}$	129
Tabel 5.32 Kombinasi Beban Ultimit Pakai	131
Tabel 5.33 Kombinasi Beban Ijin Pakai	131
Tabel 5.34 Berat total struktur bangunan untuk semua variasi	132
Tabel 5.35 Koefisien Respon Seismik $C_s$ untuk semua variasi	133
Tabel 5.36 Rekapitulasi gaya geser dasar $V_{statik}$ untuk semua variasi	134
Tabel 5.37 Momen hasil analisis SAP 2000 pada pelat lantai $P_1$	135
Tabel 5.38 Hasil perhitungan pelat lantai dan atap	137
Tabel 5.39 Momen hasil analisis SAP 2000 pada pelat tangga	140
Tabel 5.40 Hasil analisis perhitungan pelat tangga dan bordes	145
Tabel 5.41 Hasil analisis perhitungan dan desain balok	155
Tabel 5.42 Hasil perhitungan geser balok	162
Tabel 5.43 Rekapitulasi nilai aksial, $P_u$ dan momen, $M_u$	170
Tabel 5.44 Momen rencana dan Gaya aksial kolom lantai 1, portal (1-3)	171
Tabel 5.45 Hasil perhitungan desain untuk semua kolom	179
Tabel 5.46 Regangan dan Tegangan pada kondisi <i>balance</i>	187
Tabel 5.47 Regangan dan Tegangan pada kondisi pada kondisi beban tekan maksimum yang diijinkan	189
Tabel 5.48 Regangan dan Tegangan pada kondisi pada kondisi beban aksial nol, kondisi seperti balok	191
Tabel 5.49 Hasil desain struktur dinding <i>cantilever wall</i> pada sumbu arah-x	194
Tabel 5.50 Hasil desain struktur dinding <i>cantilever wall</i> pada sumbu arah-y	195
Tabel 5.51 Regangan dan Tegangan pada kondisi <i>balance</i>	203

Tabel 5.52 Regangan dan Tegangan pada kondisi pada kondisi beban tekan maksimum yang diijinkan	205
Tabel 5.53 Regangan dan Tegangan pada kondisi pada kondisi beban aksial nol, kondisi seperti balok	206
Tabel 5.54 Hasil desain struktur dinding tipe <i>coupled wall</i> untuk kedua dinding pada sumbu arah-x	215
Tabel 5.55 Hasil desain struktur dinding tipe <i>coupled wall</i> untuk kedua dinding pada sumbu arah-y	216
Tabel 5.56 Hasil desain balok kopel ( <i>coupling beams</i> ) pada arah-x	217
Tabel 5.57 Hasil desain balok kopel ( <i>coupling beams</i> ) pada arah-y	218
Tabel 5.58 Gaya –gaya dalam hasil analisis struktur	219
Tabel 5.59 Daya dukung selimut tiang $Q_s$ pada tanah non-koheusif	222
Tabel 5.60 Daya dukung selimut tiang $Q_s$ pada tanah koheusif	223
Tabel 6.1 Kontrol <i>Base Shear</i> $V_t$ dan $V$ untuk variasi I	234
Tabel 6.2 Kontrol <i>Base Shear</i> $V_t$ dan $V$ untuk variasi II	234
Tabel 6.3 Kontrol <i>Base Shear</i> $V_t$ dan $V$ untuk variasi III	234
Tabel 6.4 Kontrol <i>Base Shear</i> $V_t$ dan $V$ untuk variasi IV	235
Tabel 6.5 Nilai persentase <i>base shear</i> $V_t$ pada variasi I	237
Tabel 6.6 Nilai persentase <i>base shear</i> $V_t$ pada variasi II	237
Tabel 6.7 Nilai persentase <i>base shear</i> $V_t$ pada variasi III	238
Tabel 6.8 Nilai persentase <i>base shear</i> $V_t$ pada variasi IV	239
Tabel 6.9 Hasil Analisis Partisipasi Massa untuk Variasi I	241
Tabel 6.10 Hasil Analisis Partisipasi Massa untuk Variasi II	241
Tabel 6.11 Hasil Analisis Partisipasi Massa untuk Variasi III	242
Tabel 6.12 Hasil Analisis Partisipasi Massa untuk Variasi IV	242

Tabel 6.13 Hasil output SAP 2000 Waktu Getar Alami $T$ ,untuk Variasi I	243
Tabel 6.14 Batasan Periode Getar Struktur untuk Variasi I	245
Tabel 6.15 Hasil output SAP 2000 Waktu Getar Alami $T$ untuk Variasi II	246
Tabel 6.16 Batasan Periode Getar Struktur untuk Variasi II	248
Tabel 6.17 Hasil output SAP 2000 Waktu Getar Alami $T$ untuk Variasi III	249
Tabel 6.18 Batasan Periode Getar Struktur untuk Variasi III	251
Tabel 6.19 Hasil output SAP 2000 Waktu Getar Alami $T$ , untuk Variasi IV	252
Tabel 6.20 Batasan Periode Getar Struktur untuk Variasi IV	254
Tabel 6.21 Defleksi lateral $\delta$ , yang terjadi pada portal (1-3) untuk semua variasi	256
Tabel 6.22 Defleksi lateral $\delta$ , yang terjadi pada portal (2-4) untuk semua variasi	259
Tabel 6.23 Defleksi lateral $\delta$ , yang terjadi pada portal (1-2) untuk semua variasi	261
Tabel 6.24 Defleksi lateral $\delta$ , yang terjadi pada portal (3-0) untuk semua variasi	263
Tabel 6.25 Defleksi lateral $\delta$ , yang terjadi pada portal (2-1) untuk semua variasi	265
Tabel 6.26 Defleksi lateral $\delta$ , yang terjadi pada portal (4-0) untuk semua variasi	267
Tabel 6.27 Ketidakberaturan torsi pada portal (1-2) untuk variasi I	271
Tabel 6.28 Ketidakberaturan torsi pada portal (1-3) untuk variasi I	273
Tabel 6.29 Ketidakberaturan torsi pada portal (2-4) untuk variasi I	274
Tabel 6.30 Ketidakberaturan torsi pada portal (1-2) untuk variasi II	276
Tabel 6.31 Ketidakberaturan torsi pada portal (1-3) untuk variasi II	278
Tabel 6.32 Ketidakberaturan torsi pada portal (2-4) untuk variasi II	280
Tabel 6.33 Ketidakberaturan torsi pada portal (1-2) untuk variasi III	282
Tabel 6.34 Ketidakberaturan torsi pada portal (1-3) untuk variasi III	284
Tabel 6.35 Ketidakberaturan torsi pada portal (2-4) untuk variasi III	286

Tabel 6.36 Ketidakberaturan torsi pada portal (1-2) untuk variasi IV	287
Tabel 6.37 Ketidakberaturan torsi pada portal (1-3) untuk variasi IV	288
Tabel 6.38 Ketidakberaturan torsi pada portal (2-4) untuk variasi IV	290
Tabel 6.39 Ketidakberaturan vertikal pada portal (1-3) untuk variasi I	291
Tabel 6.40 Ketidakberaturan vertikal pada portal (2-4) untuk variasi I	292
Tabel 6.41 Ketidakberaturan vertikal pada portal (3-0) untuk variasi I	292
Tabel 6.42 Ketidakberaturan vertikal pada portal (1-2) untuk variasi I	293
Tabel 6.43 Ketidakberaturan vertikal pada portal (2-1) untuk variasi I	294
Tabel 6.44 Ketidakberaturan vertikal pada portal (4-0) untuk variasi I	294
Tabel 6.45 Ketidakberaturan vertikal pada portal (1-3) untuk variasi II	295
Tabel 6.46 Ketidakberaturan vertikal pada portal (2-4) untuk variasi II	296
Tabel 6.47 Ketidakberaturan vertikal pada portal (3-0) untuk variasi II	296
Tabel 6.48 Ketidakberaturan vertikal pada portal (1-2) untuk variasi II	297
Tabel 6.49 Ketidakberaturan vertikal pada portal (2-1) untuk variasi II	298
Tabel 6.50 Ketidakberaturan vertikal pada portal (4-0) untuk variasi II	298
Tabel 6.51 Ketidakberaturan vertikal pada portal (1-3) untuk variasi III	299
Tabel 6.52 Ketidakberaturan vertikal pada portal (2-4) untuk variasi III	300
Tabel 6.53 Ketidakberaturan vertikal pada portal (3-0) untuk variasi III	300
Tabel 6.54 Ketidakberaturan vertikal pada portal (1-2) untuk variasi III	301
Tabel 6.55 Ketidakberaturan vertikal pada portal (2-1) untuk variasi III	302
Tabel 6.56 Ketidakberaturan vertikal pada portal (4-0) untuk variasi III	302
Tabel 6.57 Ketidakberaturan vertikal pada portal (1-3) untuk variasi IV	303
Tabel 6.58 Ketidakberaturan vertikal pada portal (2-4) untuk variasi IV	304

Tabel 6.59 Ketidakberaturan vertikal pada portal (3-0) untuk variasi IV	304
Tabel 6.60 Ketidakberaturan vertikal pada portal (1-2) untuk variasi IV	305
Tabel 6.61 Ketidakberaturan vertikal pada portal (2-1) untuk variasi IV	306
Tabel 6.62 Ketidakberaturan vertikal pada portal (4-0) untuk variasi IV	306
Tabel 6.63 Simpangan antar tingkat $\Delta$ , pada portal (1-3) untuk semua variasi	308
Tabel 6.64 Persentase pengurangan nilai simpangan antar tingkat, $\Delta$ pada variasi II, III dan IV terhadap variasi I pada portal (1-3)	311
Tabel 6.65 Simpangan antar tingkat, $\Delta$ pada portal (2-4) untuk semua variasi	313
Tabel 6.66 Persentase pengurangan nilai simpangan antar tingkat $\Delta$ , pada variasi II, III dan IV terhadap variasi I pada portal (2-4)	316
Tabel 6.67 Simpangan antar tingkat $\Delta$ , pada portal (1-2) untuk semua variasi	317
Tabel 6.68 Persentase pengurangan nilai simpangan antar tingkat, $\Delta$ pada variasi II, III dan IV terhadap variasi I pada portal (1-2)	320
Tabel 6.69 Simpangan antar tingkat $\Delta$ , pada portal (3-0) untuk semua variasi	322
Tabel 6.70 Persentase pengurangan nilai simpangan antar tingkat, $\Delta$ pada variasi II, III dan IV terhadap variasi I pada portal (3-0)	324
Tabel 6.71 Simpangan antar tingkat $\Delta$ , pada portal (2-1) untuk semua variasi	326
Tabel 6.72 Persentase pengurangan nilai simpangan antar tingkat $\Delta$ , pada variasi II, III dan IV terhadap variasi I pada portal (2-1)	328
Tabel 6.73 Simpangan antar tingkat $\Delta$ , pada portal (4-0) untuk semua variasi	330
Tabel 6.74 Persentase pengurangan nilai simpangan antar tingkat, $\Delta$ pada variasi II, III dan IV terhadap variasi I pada portal (4-0)	333
Tabel 6.75 <i>Drift ratio</i> pada portal (1-3) untuk semua variasi	337
Tabel 6.76 <i>Drift ratio</i> pada portal (2-4) untuk semua variasi	338
Tabel 6.77 <i>Drift ratio</i> pada portal (1-2) untuk semua variasi	339
Tabel 6.78 <i>Drift ratio</i> pada portal (3-0) untuk semua variasi	340



Tabel 6.79 <i>Drift ratio</i> pada portal (2-1) untuk semua variasi	341
Tabel 6.80 <i>Drift ratio</i> pada portal (4-0) untuk semua variasi	342
Tabel 6.81 Kinerja batas ijin $\Delta_a$ , pada portal (1-3) untuk semua variasi	344
Tabel 6.82 Kinerja batas ijin $\Delta_a$ , pada portal (2-4) untuk semua variasi	345
Tabel 6.83 Kinerja batas ijin $\Delta_a$ , pada portal (1-2) untuk semua variasi	347
Tabel 6.84 Kinerja batas ijin $\Delta_a$ , pada portal (3-0) untuk semua variasi	349
Tabel 6.85 Kinerja batas ijin $\Delta_a$ , pada portal (2-1) untuk semua variasi	351
Tabel 6.86 Kinerja batas ijin $\Delta_a$ , pada portal (4-0) untuk semua variasi	353
Tabel 6.87 Perubahan ukuran penampang struktur balok	354
Tabel 6.88 Perubahan ukuran penampang struktur kolom	356
Tabel 6.89 Perubahan penampang struktur dinding tipe <i>cantilever wall</i> arah – x	356
Tabel 6.90 Perubahan penampang struktur dinding tipe <i>cantilever wall</i> arah – y	357
Tabel 6.91 Perubahan penampang struktur dinding tipe <i>Coupled wall</i> arah – x	357
Tabel 6.92 Perubahan penampang struktur dinding tipe <i>Coupled wall</i> arah – y	357
Tabel 6.93 Perubahan penampang <i>Coupling beams</i> arah – x	358
Tabel 6.94 Perubahan penampang <i>Coupling beams</i> arah – x	358

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 <i>Joint</i> tetap kaku sehingga terdapat pengekangan atau perlawanan ( <i>constraint</i> ) pada <i>joint</i> . (Sumber: Widodo, 2012 hal. 508)	21
Gambar 3.2 Struktur portal bertingkat banyak (a), struktur portal yang mengalami goyangan <i>shear deflected shape</i> akibat gaya lateral/horisontal (b), dan <i>interstorey drift</i> pada lantai dasar (c). (Sumber: Widodo, 2012 hal. 508)	22
Gambar 3.3 Pola goyangan <i>deflected shape</i> pada struktur portal (a), <i>deflected shape</i> untuk struktur dinding (b), dan pola simpangan yang saling berlawanan khususnya pada tingkat-tingkat atas (c). (Sumber: Widodo, 2012 hal. 525).	23
Gambar 3.4 Denah dan potongan struktur dinding (a), potongan struktur dinding berbangun barbel. (Sumber: Widodo, 2012 hal.526)	24
Gambar 3.5 Struktur dinding tipe <i>cantilever wall</i> .	27
Gambar 3.6 Struktur dinding tipe <i>coupled wall</i> .	27
Gambar 3.7 Penempatan struktur dinding dalam suatu bangunan gedung	29
Gambar 3.8 Denah struktur bangunan gedung yang mengalami rotasi akibat momen puntir tingkat	29
Gambar 3.9 Beberapa bentuk penampang struktur dinding.	30
Gambar 3.10 Dimensi minimum struktur dinding	30
Gambar 3.11 Hubungan antara $b_c$ dan $\mu_A$	31
Gambar 3.12 Bentuk-bentuk bukaan pada struktur dinding	31
Gambar 3.13 Struktur dinding kantilever atau <i>cantilever wall</i> yang mengalami deformasi disebabkan oleh gaya lateral gempa.	33
Gambar 3.14 Struktur dinding berpasangan atau <i>coupled wall</i> yang mengalami deformasi disebabkan oleh gaya lateral gempa.	33
Gambar 3.15 Ketidakberaturan torsi (Sumber: SNI-1726-2012)	36

Gambar 3.16 Torsi tak terduga (Sumber: FEMA 451B)	37
Gambar 3.17 Ilustrasi pemakaian perioda getar struktur (sumber: FEMA 451B)	46
Gambar 3.18 Peta wilayah gempa untuk di Indonesia, $S_I$	47
Gambar 3.19 Peta wilayah gempa untuk di Indonesia, $S_S$	47
Gambar 3.20 $C_{RS}$ , Koefisien resiko terpetakan, perioda respons spektral 0,2 detik.(Sumber: SNI-1726-2012).	48
Gambar 3.21 $C_{RI}$ , Koefisien resiko terpetakan, perioda respons spektral 1 detik.(Sumber: SNI-1726-2012).	48
Gambar 3.22 Spektrum Respons Desain.	51
Gambar 3.23 Analisis statik ekuivalen.	51
Gambar 3.24 Penentuan Simpangan Antar tingkat	54
Gambar 3.25 Hubungan antara nilai $\varepsilon_t$ dan aktor reduksi kekuatan $\phi$	57
Gambar 3.26 Gaya-gaya dalam pada tulangan pelat di daerah tumpuan	58
Gambar 3.27 Gaya-gaya dalam pada tulangan pelat di daerah lapangan	58
Gambar 3.28 Diagram tegangan dan regangan balok tulangan rangkap	64
Gambar 3.29 Perencanaan geser untuk balok	70
Gambar 3.30. Penampang kolom (a), diagram tegangan pada kolom (b)	72
Gambar 3.31. Penampang kolom (a), diagram regangan kolom (b) dan diagram gaya-gaya dalam (widodo,2000).	73
Gambar 3.32. Hubungan $M_u-P_u$ pada kolom beton bertulang	77
Gambar 3.33 Perencanaan geser untuk kolom (SNI-2847-2013)	77
Gambar 3.34. Tulangan geser pada kolom (SNI-2847-2013)	80
Gambar 3.35 Dimensi minimum struktur dinding	83
Gambar 3.36. Hubungan diagram interaksi $M_n-P_n$	87
Gambar 3.37 Keseimbangan gaya-gaya dalam pada struktur dinding	88

Gambar 3.38 Pengekangan diagonal individu penampang balok kopel	90
Gambar 3.39 Pengekangan penuh individu penampang balok kopel	90
Gambar 3.40 Grafik hubungan antara $\alpha$ dengan $C_u$ (Das, 1990)	92
Gambar 3.41 Korelasi antara $N_{SPT}$ dengan $C_u$ (Terzaghi)	92
Gambar 3.42 Susunan kelompok tiang	93
Gambar 4.1 Denah bangunan dengan penampatan dan posisi struktur dinding tetap	99
Gambar 4.2 Model variasi I, dengan ketinggian struktur dinding berada pada ketinggian mencapai total keseluruhan tinggi bangunan	99
Gambar 4.3 Model variasi II, dengan ketinggian struktur dinding berada pada ketinggian mencapai tingkat ke-17 dari 20 tingkat	100
Gambar 4.4 Model variasi III, dengan ketinggian struktur dinding berada pada ketinggian mencapai tingkat ke-15 dari 20 tingkat	100
Gambar 4.5 Model variasi IV, dengan ketinggian struktur dinding berada pada ketinggian mencapai tingkat ke-12 dari 20 tingkat	101
Gambar 4.5 Tahapan dalam pekerjaan	105
Gambar 4.7 Tahapan dalam pekerjaan (lanjutan)	106
Gambar 5.1 Hubungan antara $b_c$ dan $\mu_\Delta$	109
Gambar 5.2 Dimensi minimum struktur dinding	110
Gambar 5.3 Penampang balok $B_4$	120
Gambar 5.4 Penampang balok $B_5$	120
Gambar 5.5 Ilustrasi pemakaian perioda getar struktur $T$ , pada variasi I	128
Gambar 5.6 Grafik Respon Spektrum (sumber: <i>software</i> SAP 2000)	130
Gambar 5.7 Gaya-gaya dalam pada tulangan pelat di daerah tumpuan	135
Gambar 5.8 Rencana Tangga	138
Gambar 5.9 <i>Antrede</i> dan <i>Uptrede</i> pada model tangga	139

Gambar 5.10 Momen akibat gempa arah kanan dan kiri untuk dominasi beban gempa sebelum didistribusi	145
Gambar 5.11 Momen akibat gempa arah kanan dan kiri untuk dominasi beban gempa setelah didistribusi	146
Gambar 5.12 Diagram tegangan dan regangan balok tulangan rangkap	148
Gambar 5.13 Penulangan balok induk B <sub>3</sub> (lantai 1, 2, 3, 4 dan 5)	151
Gambar 5.14 Perencanaan geser untuk balok ( SNI 03-2847-2013)	158
Gambar 5.15 Gaya geser akibat beban gravitasi, $V_G$ .	159
Gambar 5.16 Gaya geser balok akibat beban gravitasi (1), beban gempa (2) dan hasil superposisi (3).	159
Gambar 5.17 Hasil superposisi gaya geser balok	160
Gambar 5.18 Lokasi kolom K dasar, lantai 1 Portal (1-3) Variasi II	164
Gambar 5.19 Diagram $M_n-P_n$ dalam kondisi ultimit	172
Gambar 5.20 Kolom 850 x 850 beserta tulangan pakai pada tingkat 1-5	172
Gambar 5.21 Diagram $M_n-P_n$ Kolom 850 x 850 pada lantai 1-5	174
Gambar 5.22 Momen nominal balok, ( $M_{n,b}^-$ ) dan momen nominal balok ( $M_{n,b}^+$ ), harus dilawan oleh momen-momen nominal pada kolom ( $M_{n,c}$ )	175
Gambar 5.23 Penentuan gaya geser rencana kolom $V_e$ , untuk daerah sendi non-plastis sesuai SNI-2847-2013 Pasal 21.6.2.2 & 21.6.4.1	177
Gambar 5.24 Analisa geser dari hubungan balok-kolom (HBK) kolom tengah.	180
Gambar 5.25 Model struktur dinding tipe <i>cantilever wall</i> berbentuk L	182
Gambar 5.26 Penulangan struktur dinding tipe <i>cantilever wall</i> pada sumbu -x	186
Gambar 5.27 Penampang struktur dinding pada kondisi <i>balance</i>	187
Gambar 5.28 Penampang struktur dinding pada kondisi beban tekan maksimum yang diijinkan	189
Gambar 5.29 Penampang struktur dinding pada kondisi beban aksial nol, kondisi seperti balok.	191

Gambar 5.30 Grafik diagram $M_n-P_n$ struktur dinding tipe <i>cantilever wall</i> pada sumbu-x (tingkat 3,4 & 5).	193
Gambar 5.31 Grafik diagram $M_n-P_n$ struktur dinding tipe <i>cantilever wall</i> pada sumbu-y (tingkat 6, 7, 8, 9 dan 10).	194
Gambar 5.32 Model struktur dinding tipe <i>Coupled wall</i> dan <i>coupling beams</i> .	197
Gambar 5.33 Penulangan struktur dinding tipe <i>coupled wall</i>	201
Gambar 5.34 Penampang struktur dinding pada kondisi <i>balance</i>	202
Gambar 5.35 Penampang struktur dinding pada kondisi beban tekan maksimum yang diijinkan	204
Gambar 5.36 Penampang struktur dinding pada kondisi beban aksial nol, kondisi seperti balok.	206
Gambar 5.37 Grafik diagram $M_n-P_n$ struktur dinding tipe <i>coupled wall</i> pada tingkat 3, 4 & 5.	208
Gambar 5.38 Pengekangan diagonal individu penampang balok kopel	209
Gambar 5.39 Komponen vertikal dan horisontal <i>C &amp; T</i>	210
Gambar 5.40 Rencana penulangan balok kopel ( <i>coupling beams</i> )	212
Gambar 5.41 Rencana penulangan balok kopel ( <i>coupling beams</i> )	215
Gambar 5.42 Data hasil pengujian $N_{-SPT}$	220
Gambar 5.43 Penentuan kedalaman $N_1$ dan $N_2$ dari data $N_{-SPT}$ .	221
Gambar 5.44 Konfigurasi tiang pancang $n_1 \times n_2$	223
Gambar 5.45 Konfigurasi kelompok tiang pancang 4 x 4	224
Gambar 5.46 potongan <i>pile cap</i> arah x = arah y	227
Gambar 5.47 penampang kritis <i>pile cap</i> geser dua arah	227
Gambar 5.48 penampang kritis <i>pile cap</i> geser satu arah sejauh $d$	228
Gambar 5.49 Potongan gambar <i>pile cap</i> arah x dan arah y	229
Gambar 5.50 Potongan dan tampak atas <i>pile cap</i> arah x dan arah y	232

Gambar 6.1 <i>Mode</i> ke-1 (kiri) dan <i>mode</i> ke-5 (kanan) pada variasi I	245
Gambar 6.2 <i>Mode</i> ke-10 (kiri) dan <i>mode</i> ke-11 (kanan) pada variasi I	246
Gambar 6.3 <i>Mode</i> ke-15 (kiri) dan <i>mode</i> ke-20 (kanan) pada variasi I	246
Gambar 6.4 <i>Mode</i> ke-1 (kiri) dan <i>mode</i> ke-5 (kanan) pada variasi II	248
Gambar 6.5 <i>Mode</i> ke-10 (kiri) dan <i>mode</i> ke-12 (kanan) pada variasi II	249
Gambar 6.6 <i>Mode</i> ke-15 (kiri) dan <i>mode</i> ke-20 (kanan) pada variasi II	249
Gambar 6.7 <i>Mode</i> ke-1 (kiri) dan <i>mode</i> ke-5 (kanan) pada variasi III	251
Gambar 6.8 <i>Mode</i> ke-10 (kiri) dan <i>mode</i> ke-13 (kanan) pada variasi III	252
Gambar 6.9 <i>Mode</i> ke-15 (kiri) dan <i>mode</i> ke-20 (kanan) pada variasi III	252
Gambar 6.10 <i>Mode</i> ke-1 (kiri) dan <i>mode</i> ke-5 (kanan) pada variasi IV	254
Gambar 6.11 <i>Mode</i> ke-10 (kiri) dan <i>mode</i> ke-14 (kanan) pada variasi IV	255
Gambar 6.12 <i>Mode</i> ke-15 (kiri) dan <i>mode</i> ke-20 (kanan) pada variasi IV	255
Gambar 6.13 Titik <i>joint</i> portal tinjauan pada model bangunan	256
Gambar 6.14 Defleksi lateral $\delta$ , yang terjadi pada portal (1-3) untuk semua variasi	258
Gambar 6.15 Posisi letak portal (2-4) yang diberi garis berwarna merah	258
Gambar 6.16 Defleksi lateral $\delta$ , yang terjadi pada portal (2-4) untuk semua variasi	260
Gambar 6.17 Posisi letak portal (1-2) yang diberi garis berwarna merah	260
Gambar 6.18 Defleksi lateral $\delta$ , yang terjadi pada portal (1-2) untuk semua variasi	262
Gambar 6.19 Posisi letak portal (3-0) yang diberi garis berwarna merah	262
Gambar 6.20 Defleksi lateral $\delta$ , yang terjadi pada portal (3-0) untuk semua variasi	264
Gambar 6.21 Posisi letak portal (2-1) yang diberi garis berwarna merah	264
Gambar 6.22 Defleksi lateral $\delta$ , yang terjadi pada portal (2-1) untuk semua variasi	266
Gambar 6.23 Posisi letak portal (4-0) yang diberi garis berwarna merah	266

Gambar 6.24 Defleksi lateral $\delta$ , yang terjadi pada portal (4-0) untuk semua variasi	268
Gambar 6.25 Ketidakberaturan torsi	269
Gambar 6.26 Ketidakberaturan torsi pada portal (1-2) yang disebabkan oleh defleksi lateral $\delta$ , pada kedua portal sumbu arah-Y yang ditandai garis berwarna merah	270
Gambar 6.27 Ketidakberaturan torsi pada portal (1-3) yang disebabkan oleh defleksi lateral $\delta$ , pada kedua portal sumbu arah-X yang ditandai garis berwarna merah	272
Gambar 6.28 Ketidakberaturan torsi pada portal (2-4) yang disebabkan oleh defleksi lateral $\delta$ , pada kedua portal sumbu arah-X yang ditandai garis berwarna merah	274
Gambar 6.29 Ketidakberaturan torsi pada portal (1-2) yang disebabkan oleh defleksi lateral $\delta$ , pada kedua portal sumbu arah-Y yang ditandai garis berwarna merah	276
Gambar 6.30 Ketidakberaturan torsi pada portal (1-3) yang disebabkan oleh defleksi lateral $\delta$ , pada kedua portal sumbu arah-X yang ditandai garis berwarna merah	278
Gambar 6.31 Ketidakberaturan torsi pada portal (2-4) yang disebabkan oleh defleksi lateral $\delta$ , pada kedua portal sumbu arah-X yang ditandai garis berwarna merah	280
Gambar 6.32 Ketidakberaturan torsi pada portal (1-2) yang disebabkan oleh defleksi lateral $\delta$ , pada kedua portal sumbu arah-Y yang ditandai garis berwarna merah	282
Gambar 6.33 Ketidakberaturan torsi pada portal (1-3) yang disebabkan oleh defleksi lateral $\delta$ , pada kedua portal sumbu arah-X yang ditandai garis berwarna merah	284
Gambar 6.34 Ketidakberaturan torsi pada portal (2-4) yang disebabkan oleh defleksi lateral $\delta$ , pada kedua portal sumbu arah-X yang ditandai garis berwarna merah	286
Gambar 6.35 Posisi letak portal (1-3) yang diberi garis berwarna merah	308
Gambar 6.36 Simpangan antar tingkat, $\Delta$ pada portal (1-3) untuk semua variasi	310
Gambar 6.37 Pengurangan & peningkatan nilai simpangan antar tingkat $\Delta$ , pada portal (1-3).	310



Gambar 6.38 Posisi letak portal (2-4) yang diberi garis berwarna merah	313
Gambar 6.39 Simpangan antar tingkat, $\Delta$ pada portal (2-4) untuk semua variasi	314
Gambar 6.40 Pengurangan & peningkatan nilai simpangan antar tingkat $\Delta$ , pada portal (2-4).	315
Gambar 6.41 Posisi letak portal (1-2) yang diberi garis berwarna merah	317
Gambar 6.42 Simpangan antar tingkat, $\Delta$ pada portal (1-2) untuk semua variasi	319
Gambar 6.43 Pengurangan & peningkatan nilai simpangan antar tingkat $\Delta$ , pada portal (1-2).	319
Gambar 6.44 Posisi letak portal (3-0) yang diberi garis berwarna merah	321
Gambar 6.45 Simpangan antar tingkat $\Delta$ , pada portal (3-0) untuk semua variasi	323
Gambar 6.46 Pengurangan & peningkatan nilai simpangan antar tingkat $\Delta$ , pada portal (3-0).	323
Gambar 6.47 Posisi letak portal (1-2) yang diberi garis berwarna merah	325
Gambar 6.48 Simpangan antar tingkat, $\Delta$ pada portal (2-1) untuk semua variasi	327
Gambar 6.49 Pengurangan & peningkatan nilai simpangan antar tingkat $\Delta$ , pada portal (2-1).	328
Gambar 6.50 Posisi letak portal (4-0) yang diberi garis berwarna merah	330
Gambar 6.51 Simpangan antar tingkat $\Delta$ , pada portal (4-0) untuk semua variasi	332
Gambar 6.52 Pengurangan & peningkatan nilai simpangan antar tingkat $\Delta$ , pada portal (4-0).	332
Gambar 6.53 Titik <i>joint</i> portal tinjauan pada model bangunan	336
Gambar 6.54 Kinerja batas ijin $\Delta_a$ , pada portal (1-3) untuk semua variasi	345
Gambar 6.55 Kinerja batas ijin $\Delta_a$ , pada portal (2-4) untuk semua variasi	347
Gambar 6.56 Kinerja batas ijin $\Delta_a$ , pada portal (1-2) untuk semua variasi	349
Gambar 6.57 Kinerja batas ijin $\Delta_a$ , pada portal (3-0) untuk semua variasi	351
Gambar 6.58 Kinerja batas ijin $\Delta_a$ , pada portal (2-1) untuk semua variasi	352

Gambar 6.59 Kinerja batas ijin  $\Delta_a$ , pada portal (4-0) untuk semua variasi 354

Gambar 6.60 Denah bangunan irregular serta penempatan tata letak struktur dinding 360



## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran A Data Lapangan

1. Pengujian hasil lab. Tanah dengan metode N-SPT

### Lampiran B Gambar-gambar

1. Model struktur bangunan Variasi I
2. Model struktur bangunan Variasi II
3. Model struktur bangunan Variasi III
4. Model struktur bangunan Variasi IV
5. Penulangan pelat lantai
6. Penulangan tangga
7. Penulangan Balok
8. Penulangan Kolom
9. Penulangan struktur dinding tipe *cantilever wall*
10. Penulangan struktur dinding tipe *coupled wall* dan *coupling beams*
11. Penulangan fondasi tiang pancang