

DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR NOTASI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan tujuan	3
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Kontribusi Penelitian.....	4
1.6 Metodologi Penulisan.....	4
BAB II STRUKTUR <i>OUTRIGGER</i>	6
2.1 Pendahuluan.....	6
2.2 Metode Analisis <i>Outriggers</i>	8
2.2.1 Asumsi Analisis <i>Outriggers</i>	8
2.2.2 Analisis Dua Struktur <i>Outrigger</i> dengan Beban Merata	9
2.2.2.1 Momen Tahanan	12
2.2.2.2 Analisis Defleksi Gaya Horizontal.....	13
2.2.2.3 Lokasi Optimum <i>Outriggers</i> terhadap Defleksi.....	14
2.2.3 Analisis Struktur Dua <i>Outrigger</i> dengan Beban <i>Triangular</i>	18
2.2.3.1 Momen Tahanan	20
2.2.3.2 Analisis Defleksi Horizontal	21
2.2.3.3 Lokasi optimum <i>outrigger</i>	21
2.2.4 Solusi Umum Sistem Multi <i>Outriggers</i>	25
2.2.4.1 Momen Tahanan	25
2.2.4.2 Analisis Defleksi Horizontal.....	26
2.2.4.3 Lokasi Optimum Sistem Multi <i>Outriggers</i> untuk Defleksi	27
2.2.5 Efisiensi <i>Outriggers</i>	30
2.2.5.1 Efisiensi Momen Reduksi	31
2.2.5.2 Efisiensi Reduksi <i>Drift</i>	33
BAB III KINERJA STRUKTUR MULTI <i>OUTRIGGER</i>	35
3.1 Pendahuluan.....	35
3.2 Analisis Statik Nonlinear.....	37
3.2.1 Analisis Beban Dorong Statik (<i>Static Pushover Analysis</i>).....	37
3.2.2 Permodelan komputer.....	38
3.2.3 Periode fundamental	39

3.2.4 Gaya geser dan Distribusi Beban Lateral	40
3.2.5 Daktilitas struktur (μ) dan faktor modifikasi respons (R) Aktual	41
3.3 Rasio Kapasitas Daktilitas struktur dan Detail Penulangan Struktur ...	44
3.3.1 Gaya geser dasar (<i>Base shear</i>).....	44
3.3.2 Desain struktur.....	46
3.3.3 Pendetailan tulangan <i>outrigger</i>	48
 BAB IV KINERJA STRUKTUR MULTI <i>OUTRIGGER</i>	52
4.1 Data dan Denah Bangunan	52
4.2 Analisis beban dorong statik.....	53
4.2.1 Karakteristik dinamik struktur.....	54
4.2.2 Waktu Getar Bangunan Terhadap Repons Spektrum.....	55
4.2.3 Respons Dinamik Struktur	57
4.2.4 Gaya Geser Dasar dan Distribusi Beban Lateral	58
4.2.5 Disain Struktur.....	59
4.2.6 Kurva Beban Dorong (<i>Pushover Curve</i>) dan Daktilitas Struktur (μ) serta Faktor Reduksi Gempa (R) Aktual	60
4.2.7 Hasil Analisis Struktur Kapasitas	64
4.3 Disain Kapasitas Daktilitas Struktur dan Detail Penulangan	66
4.3.1 Gaya Geser Rencana.....	65
4.3.2 Detail Penulangan.....	68
4.4 Efisiensi <i>Outrigger</i>	71
4.4.1 Simpangan dan <i>Drift</i>	71
4.4.2 Momen Guling Struktur <i>Core Wall Outrigger</i>	73
 BAB V CONTOH PERHITUNGAN KINERJA STRUKTUR MULTI <i>OUTRIGGER</i>	77
5.1 Pendahuluan.....	77
5.2 Analisis Beban Dorong Statik	77
5.2.1 Permodelan struktur.....	77
5.2.2 Karakteristik Dinamik Struktur	78
5.2.3 Respos Dinamik Struktur terhadap Gempa	79
5.2.4 Gaya Geser Dasar dan Distribusi Beban lateral	80
5.2.5 Desain Struktur	82
5.2.6 Kurva Kapasitas Beban Dorong dan Daktilitas Struktur.....	82
5.2.7 Distribusi Sendi plastis	83
5.3 Desain Kapasitas Daktilitas Struktur dan Detail Penulangan.....	84
5.3.1 Gaya geser dasar (<i>base shear</i>).....	84
5.3.2 Detail Penulangan.....	85
5.4 Efisiensi <i>outrigger</i>	87
5.4.1 Simpangan dan <i>drift</i>	87
5.4.2 Momen Guling Struktur Dinding Inti <i>Outrigger</i>	89
5.5. Detail Perhitungan Penulangan <i>Outrigger</i>	90
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	94
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN.....	97

DAFTAR NOTASI

a	= jarak horizontal antara <i>core wall</i> dengan tepi
A_s^-	= luas tulangan negatif
A_s^+	= luas tulangan positif
A_v	= luas tulangan geser vertikal
A_{vh}	= luas tulangan geser horizontal
A_{smin}	= luas tulangan minimum
b	= jarak bersih <i>outrigger</i>
DL	= beban mati
C_1	= nilai faktor respons gempa
$d/2$	= jarak horizontal dari pusat <i>core wall</i>
EI	= kekakuan lentur
$(EA)_c$	= kekakuan aksial kolom
$(EI)_o$	= kekakuan efektif lentur <i>outrigger</i>
$(EI')_o$	= kekakuan efektif lentur aktual <i>outrigger</i>
E_x	= beban gempa arah x
E_y	= beban gempa arah y
f_1	= faktor kuat lebih beban dan bahan
f_y	= mutu baja tulangan
H	= ketinggian total struktur dinding utama
J_d	= lengan momen
LL	= beban hidup
M_1	= momen tahanan <i>core wall</i> pada <i>outrigger</i> 1
M_2	= momen tahanan <i>core wall</i> pada <i>outrigger</i> 2
M_x	= momen dasar <i>core wall</i>
$M_{1.b/d}$	= momen maksimum di <i>outrigger</i> tingkat 1
$M_{2.b/d}$	= momen maksimum di <i>outrigger</i> tingkat 2
M_e	= jumlah momen pada pusat hubungan balok kolom, sehubungan dengan kuat lentur nominal kolom pada join
M_g	= jumlah momen pada pusat hubungan balok-kolom, sehubungan dengan kuat lentur nominal balok-balok pada join
M_{pr}	= kekuatan lentur <i>probabile</i>
n	= jumlah tingkatnya
R	= faktor reduksi gempa
s	= jarak tulangan geser
T_1	= waktu getar alami fundamental
V_b	= gaya geser akibat jumlah ragam
V_{bi}	= gaya geser lantai ke- i
V_{bn}	= gaya geser lantai
V_1	= gaya geser dasar nominal sebagai respons dinamik ragam pertama
V_c	= kuat geser yang disumbangkan oleh beton
V_E	= pembebanan maksimum akibat gempa rencana
V_n	= kuat geser nominal
V_s	= kuat geser yang disumbangkan oleh tulangan geser
V_t	= gaya geser dasar nominal hasil analisis ragam spektrum

V_u	= kuat geser <i>ultimit</i>
x_1, x_2	= ketinggian <i>outrigger</i> tingkat 1 dan tingkat 2 dari puncak <i>core wall</i>
w	= beban horizontal
w_i	= berat lantai ke- <i>i</i> , termasuk beban hidup
W_t	= berat total gedung, termasuk beban hidup
z_i	= ketinggian lantai tingkat ke- <i>i</i> diukur dari taraf penjepitan lateral
\emptyset	= faktor reduksi
\emptyset_i	= ragam ke- <i>i</i>
δ_y	= simpangan maksimum pada kondisi di ambang keruntuhan
δ_m	= simpangan maksimum pada saat terjadi pelelehan pertama
μ	= faktor daktilitas struktur gedung
μ_m	= nilai faktor daktilitas maksimum
β_{in}	= rasio frekuensi
ζ	= koefisien pengali untuk batasan waktu getar alami
ζ_i	= rasio redaman ragam ke- <i>i</i>
ζ_j	= rasio redaman ragam ke- <i>j</i>
ρ_{ij}	= koefisien korelasi ragam ke- <i>i</i> dan ke- <i>j</i>
ω	= parameter yang tidak berdimensi <i>outriggers</i>
ω_i	= frekuensi lingkaran alami ragam ke- <i>i</i>
ω_j	= frekuensi lingkaran alami ragam ke- <i>j</i>
θ_1	= rotasi <i>outrigger</i> tingkat 1
θ_2	= rotasi <i>outrigger</i> tingkat 2
Δ_0	= simpangan pada puncak bangunan tanpa momen tahanan
Δ_R	= simpangan pada puncak bangunan dengan momen tahanan
Δ_T	= simpangan total pada puncak bangunan
ρ_{Mx}	= rasio efisiensi reduksi momen dasar
$\rho_{\Delta e}$	= rasio efisiensi reduksi <i>drift</i>

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1(a)	Outrigger sistem dua sisi dengan struktur <i>core wall</i>	6
Gambar 2.1(b)	Outrigger sistem dengan satu sisi dengan struktur <i>core wall</i> ...	6
Gambar 2.1(c)	Diagonal <i>outrigger</i>	6
Gambar 2.1(d)	Balok lantai yang berfungsi sebagai <i>outrigger</i>	6
Gambar 2.2(a)	Deformasi struktur <i>outrigger</i> akibat beban lateral	7
Gambar 2.2(b)	Defleksi.....	7
Gambar 2.2(c)	Momen <i>core wall</i>	7
Gambar 2.3	<i>Tophat</i> struktur <i>outrigger</i>	8
Gambar 2.4(a)	Struktur 2 <i>outrigger</i>	10
Gambar 2.4(b)	Diagram momen eksternal	10
Gambar 2.4(c)	Diagram momen <i>resultante</i>	10
Gambar 2.5(a)	Outrigger terhubung dengan tepi <i>core wall</i>	11
Gambar 2.5(b)	Balok <i>outrigger</i> ekuivalen terhubung dengan tepi <i>core wall</i>	11
Gambar 2.6	Lokasi optimum struktur dua <i>outrigger</i> akibat beban merata (Chang et al, 2005)	18
Gambar 2.7(a)	Struktur 2 <i>outrigger</i>	18
Gambar 2.7(b)	Struktur diagram momen eksternal	18
Gambar 2.7(c)	Diagram momen <i>resultante</i>	18
Gambar 2.8	Lokasi optimum struktur dua <i>outrigger</i> akibat beban <i>triangular</i> (Chang et al, 2005)	24
Gambar 2.9(a)	Lokasi optimum 1 <i>outrigger</i>	27
Gambar 2.9(b)	Lokasi optimum 2 <i>outrigger</i>	28
Gambar 2.9(c)	Lokasi optimum 3 <i>outrigger</i>	28
Gambar 2.9(d)	Lokasi optimum 4 <i>outrigger</i>	29
Gambar 2.9(e)	Lokasi optimum 5 <i>outrigger</i>	29
Gambar 2.10	Efisiensi momen dasar : (a)akibat beban merata ; (b)akibat beban <i>triangular</i>	32
Gambar 2.11	Efisiensi <i>drift</i> : (a)akibat beban merata ; (b)akibat beban <i>triangular</i>	34
Gambar 3.1	Bagan alir	36
Gambar 3.2(a)	Permodelan struktur.....	37
Gambar 3.2(b)	Perpindahan struktur	37
Gambar 3.2(c)	Kurva kapasitas beban dorong.....	37
Gambar 3.3(a)	Permodelan <i>core wall outrigger</i>	38
Gambar 3.3(b)	<i>Pier</i> dan <i>spandrel</i>	38
Gambar 3.4	Diagram beban-simpangan SNI 03-1726-2002.....	43
Gambar 3.5	Diagram gaya geser tingkat nominal tingkat.....	46
Gambar 4.1(a)	Denah lantai dan posisi <i>outrigger</i>	52
Gambar 4.1(b)	Denah lantai tipikal.....	52
Gambar 4.2	Potongan dan posisi <i>outrigger</i> yang ditinjau	53
Gambar 4.3	Waktu getar alami bangunan	55
Gambar 4.4	Respons spektrum terhadap waktu getar (a) arah x; (b) arah y.....	56

Gambar 4.5	Pola gaya geser (a) arah x ; (b) arah y	57
Gambar 4.6	Pola distribusi beban lateral (a) arah a; (b) arah y	59
Gambar 4.7	Beban-simpangan struktur 1 <i>outrigger</i> : (a) arah x ; (b) arah y	62
Gambar 4.8	Beban-simpangan struktur 2 <i>outrigger</i> : (a) arah x ; (b) arah y	62
Gambar 4.9	Beban-simpangan struktur 3 <i>outrigger</i> : (a) arah x ; (b) arah y	63
Gambar 4.10	Beban-simpangan struktur 4 <i>outrigger</i> : (a) arah x ; (b) arah y	63
Gambar 4.11	Beban-simpangan struktur 5 <i>outrigger</i> : (a) arah x ; (b) arah y	64
Gambar 4.12	Kinerja struktur multi <i>outrigger</i>	66
Gambar 4.13	Perbandingan gaya geser tingkat : (a) arah x ; (b) arah y	68
Gambar 4.14	Penulangan balok.....	69
Gambar 4.15	Penulangan kolom	70
Gambar 4.16	Penulangan <i>core wall</i>	70
Gambar 4.17	Perbandingan defleksi bangunan : (a) arah x ; (b) arah y	71
Gambar 4.18	Perbandingan drift bangunan : (a) arah x ; (b) arah y	72
Gambar 4.19	Permodelan momen guling 1 <i>outrigger</i> : (a) arah x ; (b) arah y	74
Gambar 4.20	Permodelan momen guling 2 <i>outrigger</i> : (a) arah x ; (b) arah y	74
Gambar 4.21	Permodelan momen guling 3 <i>outrigger</i> : (a) arah x ; (b) arah y	75
Gambar 4.22	Permodelan momen guling 4 <i>outrigger</i> : (a) arah x ; (b) arah y	75
Gambar 4.23	Permodelan momen guling 5 <i>outrigger</i> : (a) arah x ; (b) arah y	76
Gambar 5.1	Pola gerak vibrasi bebas	78
Gambar 5.2	Gaya geser Tingkat sebagai respons dinamik terhadap gempa rencana struktur elastik penuh ($R=1$) : (a) arah x ; (b) arah y	80
Gambar 5.3	Pola distribusi beban lateral : (a) arah x ; (b) arah y	81
Gambar 5.4	Penulangan balok <i>shearwall-frame-2 outriggers</i>	85
Gambar 5.5	Penulangan kolom <i>shearwall-frame-outriggers</i>	86
Gambar 5.6	Penulangan shear wall <i>shearwall-frame-outriggers</i>	86
Gambar 5.7	Perbandingan defleksi bangunan : (a) arah x ; (b) arah y	87

Gambar 5.8	Perbandingan <i>drift</i> bangunan :	
	(a) arah x ; (b) arah y	88
Gambar 6.1	Detail <i>Outrigger</i>	93

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Kekakuan efektif elemen struktur (SNI 2847-2002)	39
Tabel 3.2	<i>Outrigger</i> sistem dengan satu sisi dengan struktur <i>core wall</i> ...	40
Tabel 3.3	Pendetailan Tulangan.....	47
Tabel 4.1	Dimensi elemen penampang.....	53
Tabel 4.2	Variasi perletakkan <i>outrigger</i> terhadap ketinggian	54
Tabel 4.3	Karakteristik Dinamik Struktur	54
Tabel 4.4	Faktor daktilitas, faktor reduksi gempa dan gaya geser dasar ..	58
Tabel 4.5	Beban – simpangan bangunan arah x	60
Tabel 4.6	Beban – simpangan bangunan arah x	61
Tabel 4.7	Faktor kuat lebih struktur f_2 dan faktor kuat lebih Total f struktur gedung arah x	61
Tabel 4.8	Faktor kuat lebih struktur f_2 dan faktor kuat lebih Total f struktur gedung arah y	61
Tabel 4.9	Parameter desain struktur <i>outrigger</i>	67
Tabel 4.10	Efisiensi simpangan x	72
Tabel 4.11	Efisiensi simpangan y	72
Tabel 4.12	Efisiensi <i>drift</i> x	73
Tabel 4.13	Efisiensi <i>drift</i> y	73
Tabel 4.14	Efisiensi momen guling arah x	76
Tabel 4.15	Efisiensi momen guling arah y	76
Tabel 5.1	Karakteristik dinamik struktur	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Gaya geser tiap lantai (beban dorong statik)	97
Lampiran 2	<i>Distribusi beban lateral tiap lantai (beban dorong statik).....</i>	98
Lampiran 3	Beban – simpangan struktur 1 <i>outrigger</i>	99
Lampiran 4	Beban – simpangan struktur 2 <i>outrigger</i>	100
Lampiran 5	Beban – simpangan struktur 3 <i>outrigger</i>	101
Lampiran 6	Beban – simpangan struktur 4 <i>outrigger</i>	102
Lampiran 7	Beban – simpangan struktur 5 <i>outrigger</i>	103
Lampiran 8	Struktur 1 <i>outrigger</i>	104
Lampiran 9	Sendi plastis struktur 1 <i>outrigger</i> x	105
Lampiran 10	Struktur 2 <i>outrigger</i>	106
Lampiran 11	Sendi plastis struktur 2 <i>outrigger</i>	107
Lampiran 12	Struktur 3 <i>outrigger</i>	108
Lampiran 13	Sendi plastis struktur 3 <i>outrigger</i>	109
Lampiran 14	Struktur 4 <i>outrigger</i>	110
Lampiran 15	Sendi plastis struktur 4 <i>outrigger</i>	111
Lampiran 16	Struktur 5 <i>outrigger</i>	112
Lampiran 17	Sendi plastis struktur 5 <i>outrigger</i>	113