

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR NOTASI	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Pembatasan Masalah	5
1.6 Metodologi Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	7
1.8 Kerangka Pemikiran	8

BAB 2 STUDI LITERATUR	9
2.1 Konsep dan Pengembangan Bresing Tahan Tekuk	9
2.2 Sistem Rangka Bresing Tahan Tekuk dan Sistem Rangka Bresing Konsentris	11
2.3 Konfigurasi Bresing Tahan Tekuk.....	13
2.4 Kapasitas Bresing Tahan Tekuk	15
2.4.1 Menghitung Kapasitas Sambungan.....	15
2.4.2 Menghitung Kapasitas Bresing	16
2.5 Penelitian Lain Yang Mendukung	19
2.6 Menghitung Kapasitas Balok	20
2.6.1 Stabilitas Balok	24
2.6.2 Kekuatan Momen Lentur Berdasarkan Klasifikasi Penampang	25
2.6.3 Kekuatan Geser Penampang.....	27
2.7 Menghitung Kapasitas Kolom	28
2.7.1 Teori Kolom	28
2.7.2 <i>Effective Length</i>	31
2.7.3 Kekuatan Tekan Kolom	33
2.7.4 Kombinasi Aksial dan Lentur	35
2.8 Metoda Analisis Langsung (<i>Direct Analysis Method</i>).....	36
2.9 Analisis Linier	38
2.9.1 Situs Wilayah dan Faktor Percepatan Gempa	38
2.9.2 Kategori Risiko Bangunan Menurut SNI1726:2012	39
2.9.3 Sistem Struktur	41
2.9.4 Respons Spektra Menurut SNI1726:2012	45
2.9.5 Koefisien Situs dan Parameter Percepatan Respons Spektra	46

2.9.6	Parameter Percepatan Respons Spektra Untuk Desain	47
2.9.7	Pendekatan Periode Fundamental	48
2.9.8	Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen.....	49
2.9.9	Momen Torsi Bawaan	50
2.9.10	Momen Torsi Tak Terduga	50
2.9.11	Menghitung Simpangan Lantai	51
2.10	Analisis Non-Linier Statik <i>Pushover</i>	52
2.10.1	Metode Koefisien Modifikasi Perpindahan (FEMA 356).....	53
2.10.2	Metode Spektrum Kapasitas (ATC-40).....	54
2.10.3	Tingkat Kinerja Struktur (<i>Structure Performance Level</i>)	55
2.10.4	Sendi Plastis	57
BAB 3	STUDI ANALITIS	59
3.1	Prosedur Memodelkan dan Mendesain Struktur Bresing Tahan Tekuk	59
3.2	Beban Gravitasi.....	62
3.3	Data Bangunan	63
3.4	Data Material.....	64
3.5	Data Pembebanan.....	64
3.6	Permodelan Struktur	65
BAB 4	HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN	69
4.1	Hasil Evaluasi Analisis Elastik-Linier	69
4.1.1	Hasil Kekuatan Lentur dan Aksial	69
4.1.2	Hasil Kekuatan Geser	77

4.2	Hasil Evaluasi Analisis Non-Linier Statik <i>Pushover</i>	88
4.2.1	Kurva Kapasitas	100
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	107
5.1	Kesimpulan	107
5.2	Saran	107
DAFTAR PUSTAKA		108
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kerusakan yang Mengakibatkan Keruntuhan Struktur Saat Gempa Kobe Tahun 1995 (Bruneau et al., 2011).....	2
Gambar 1.2	Tekuk Lokal Pada Struktur Rangka Bresing Konsentris (Bruneau et al., 2011).....	3
Gambar 1.3	Contoh Bangunan Dengan Sistem SRBTT (NIST CGR 15-917-34, 2015).....	4
Gambar 1.4	Konfigurasi Bresing yang Akan Dianalisis	6
Gambar 1.5	<i>Flow Chart</i> Metodologi Penelitian	8
Gambar 2.1	Anatomi Bresing Tahan Tekuk (Sabelli and Lopez, 2004).....	9
Gambar 2.2	Komponen Bresing Tahan Tekuk (Bruneau et al., 2011).....	10
Gambar 2.3	Contoh Pengembangan Bresing Tahan Tekuk di Jepang (Bruneau et al, 2011).....	11
Gambar 2.4	Perilaku SRBK dan SRBTT (Clifton dan Wijanto, 2014).....	12
Gambar 2.5	Detil Sambungan Bresing Tahan Tekuk (Fahnestock dan Wigle, 2008) ..	15
Gambar 2.6	Detil Sambungan Bresing (Bruneau et al., 2011).....	16
Gambar 2.7	Kurva <i>Backbone</i> Bresing Tahan Tekuk (AISC Commentary, AISC 341-10).....	17
Gambar 2.8	Diagram Gaya Pada Bresing tipe V Terbalik (Engelhardt, 2007).....	18
Gambar 2.9	Pola Konfigurasi Bresing Tahan Tekuk (Shadiya dan Anjusha, 2015).....	19
Gambar 2.10	Perbandingan Hasil Kofigurasi Bresing Tahan Tekuk (Shadiya dan Anjusha, 2015)	20
Gambar 2.11	Distribusi Tegangan Pada Penampang Balok yang Dibebani (Segui, 2013)	

.....	21
Gambar 2.12 Tahap Distribusi Tegangan Pada Penampang Balok yang Terbebani Secara Terpusat (Segui, 2013)	22
Gambar 2.13 Distribusi Tegangan Plastis (Segui, 2013)	23
Gambar 2.14 Penyokong Balok Untuk Mencegah <i>Lateral Torsional Buckling</i> (Segui, 2013).....	24
Gambar 2.15 Batasan Kelangsingan Penampang IWF (Segui, 2013).....	25
Gambar 2.16 Kurva Hubungan Momen Kapasitas Terhadap Panjang Balok Tak Tersokong (Segui, 2013)	25
Gambar 2.17 Distribusi Tegangan Geser (Segui, 2013).....	27
Gambar 2.18 Batang yang Dibebeani Gaya Aksial (Segui, 2013).....	29
Gambar 2.19 Kurva Tegangan-Regangan (Segui, 2013)	30
Gambar 2.20 Kurva Kekuatan Kolom (Segui, 2013).....	31
Gambar 2.21 Batang Tekan Dengan Tumpuan Sendi dan Jepit (Segui, 2013).....	32
Gambar 2.22 Nilai Pendekatan Faktor Panjang Efektif (Tabel C-A-7.1 <i>AISC 360-10 Commentary Appendix 7</i>)	33
Gambar 2.23 Kurva Tekan Kolom Dengan Batasan Elastis dan Inelastis Kolom (Segui, 2013).....	35
Gambar 2.24 Respon Spektra (SNI 1726:2012).....	46
Gambar 2.25 Ilustrasi Momen Torsi Tak Terduga (www.skghoshassociates.com/SKGAblog , diakses 27 Agustus 2016).....	51
Gambar 2.26 Tipe Kurva <i>Backbone</i> (FEMA 440)	52
Gambar 2.27 Ilustrasi Proses Metode Koefisien Digunakan Untuk Mengestimasi Perpindahan Target terhadap Respons Spektra dan Perioda Efektif (FEMA 440).....	54
Gambar 2.28 Grafik Metode Spektrum Kapasitas ATC-40 (FEMA 440)	55

Gambar 2.29	Kurva Hubungan <i>Force-Displacement</i> (FEMA 356).....	57
Gambar 3.1	Menentukan Panjang Titik Kerja Bresing Tahan Tekuk (<i>NIST CGR 15-917-34</i>)	60
Gambar 3.2	Diagram Alir Prosedur Desain SRBTT	61
Gambar 3.3	Persyaratan <i>Metal Deck</i> Untuk Balok Komposit (<i>Aghayere et al., 2009</i>)	65
Gambar 3.4	Tipikal Denah SRBTT Konfigurasi X.....	66
Gambar 3.5	Bangunan SRBTT dengan Konfigurasi X	66
Gambar 3.6	Tipikal Denah SRBTT Konfigurasi V Terbalik	67
Gambar 3.7	Bangunan SRBTT dengan Konfigurasi V Terbalik	67
Gambar 3.8	Tipikal Denah SRBTT Konfigurasi Diagonal Sederhana	68
Gambar 3.9	Bangunan SRBTT dengan Konfigurasi Diagonal Sederhana.....	68
Gambar 4.1	Denah Tipikal SRBTT yang Dianalisis	69
Gambar 4.2	Rasio Kekuatan SRBTT Konfigurasi Diagonal Sederhana pada Grid A ..	70
Gambar 4.3	Rasio Kekuatan SRBTT Konfigurasi Diagonal Sederhana pada Grid E...	70
Gambar 4.4	Rasio Kekuatan SRBTT Konfigurasi Diagonal Sederhana pada Grid 1 ...	71
Gambar 4.5	Rasio Kekuatan SRBTT Konfigurasi Diagonal Sederhana pada Grid 5 ...	71
Gambar 4.6	Diagram Gaya Dalam SRBTT Dengan Konfigurasi V Terbalik.....	72
Gambar 4.7	Rasio Kekuatan SRBTT Konfigurasi V Terbalik pada Grid A	73
Gambar 4.8	Rasio Kekuatan SRBTT Konfigurasi V Terbalik pada Grid E	73
Gambar 4.9	Rasio Kekuatan SRBTT Konfigurasi V Terbalik pada Grid 1	74
Gambar 4.10	Rasio Kekuatan SRBTT Konfigurasi V Terbalik pada Grid 5.....	74
Gambar 4.11	Rasio Kekuatan SRBTT Konfigurasi X pada Grid A.....	75
Gambar 4.12	Rasio Kekuatan SRBTT Konfigurasi X pada Grid E	76

Gambar 4.13	Rasio Kekuatan SRBTT Konfigurasi X pada Grid 1	76
Gambar 4.14	Rasio Kekuatan SRBTT Konfigurasi X pada Grid 5	77
Gambar 4.15	Rasio Kekuatan Geser SRBTT Konfigurasi Diagonal Sederhana Grid A	78
Gambar 4.16	Rasio Kekuatan Geser SRBTT Konfigurasi Diagonal Sederhana Grid E	78
Gambar 4.17	Rasio Kekuatan Geser SRBTT Konfigurasi Diagonal Sederhana Grid 1	79
Gambar 4.18	Rasio Kekuatan Geser SRBTT Konfigurasi Diagonal Sederhana Grid 5	79
Gambar 4.19	Rasio Kekuatan Geser SRBTT Konfigurasi V Terbalik Grid A	80
Gambar 4.20	Rasio Kekuatan Geser SRBTT Konfigurasi V Terbalik Grid E	81
Gambar 4.21	Rasio Kekuatan Geser SRBTT Konfigurasi V Terbalik Grid 1	81
Gambar 4.22	Rasio Kekuatan Geser SRBTT Konfigurasi V Terbalik Grid 5	82
Gambar 4.23	Rasio Kekuatan Geser SRBTT Konfigurasi X Grid A	83
Gambar 4.24	Rasio Kekuatan Geser SRBTT Konfigurasi X Grid E	83
Gambar 4.25	Rasio Kekuatan Geser SRBTT Konfigurasi X Grid 1	84
Gambar 4.26	Rasio Kekuatan Geser SRBTT Konfigurasi X Grid 5	84
Gambar 4.27	Kurva Perbandingan Simpangan Antar Lantai Arah X	87
Gambar 4.28	Kurva Perbandingan Simpangan Antar Lantai Arah Y	87
Gambar 4.29	Pembebanan Bertahap Pada Kurva Kapasitas	88
Gambar 4.30	Pelelehan Pertama Pada Bresing dan Balok SRBTT Konfigurasi Diagonal Sederhana Arah X	89
Gambar 4.31	Pelelehan Pertama Pada Kolom SRBTT Konfigurasi Diagonal Sederhana Arah X	90

Gambar 4.32	Pelelehan Pertama Pada Bresing dan Balok SRBTT Konfigurasi Diagonal Sederhana Arah Y	90
Gambar 4.33	Pelelehan Pertama Pada Kolom SRBTT Konfigurasi Diagonal Sederhana Arah Y	91
Gambar 4.34	Pelelehan Pertama Pada Balok SRBTT Konfigurasi V Terbalik Arah X	92
Gambar 4.35	Pelelehan Pertama Pada Bresing SRBTT Konfigurasi V Terbalik Arah X	92
Gambar 4.36	Pelelehan Pertama Pada Kolom SRBTT Konfigurasi V Terbalik Arah X	93
Gambar 4.37	Pelelehan Pertama Pada Balok SRBTT Konfigurasi V Terbalik Arah Y	94
Gambar 4.38	Pelelehan Pertama Pada Bresing SRBTT Konfigurasi V Terbalik Arah Y	95
Gambar 4.39	Pelelehan Pertama Pada Kolom SRBTT Konfigurasi V Terbalik Arah Y	95
Gambar 4.40	Pelelehan Pertama Pada Balok SRBTT Konfigurasi X Arah X	96
Gambar 4.41	Pelelehan Pertama Pada Bresing SRBTT Konfigurasi X Arah X	97
Gambar 4.42	Pelelehan Pertama Pada Kolom SRBTT Konfigurasi X Arah X	97
Gambar 4.43	Pelelehan Pertama Pada Balok SRBTT Konfigurasi X Arah Y	98
Gambar 4.44	Pelelehan Pertama Pada Bresing SRBTT Konfigurasi X Arah Y	99
Gambar 4.45	Pelelehan Pertama Pada Kolom SRBTT Konfigurasi X Arah Y	99
Gambar 4.46	Pelelehan Pada <i>Step</i> Terakhir SRBTT Konfigurasi X Arah Y	100
Gambar 4.47	Perbandingan Kurva Kapasitas SRBTT Arah X	101
Gambar 4.48	Perbandingan Kurva Kapasitas SRBTT Arah Y	101

Gambar 4.49	Grafik Perpotongan Kurva Kapasitas Dengan <i>Demand Spectrum</i> (ATC-40).....	103
Gambar 4.50	Kurva Kapasitas Spektrum SRBTT Konfigurasi Diagonal Sederhana Arah X	103
Gambar 4.51	Kurva Kapasitas Spektrum SRBTT Konfigurasi Diagonal Sederhana Arah Y	104
Gambar 4.52	Kurva Kapasitas Spektrum SRBTT Konfigurasi V Terbalik Arah X	104
Gambar 4.53	Kurva Kapasitas Spektrum SRBTT Konfigurasi V Terbalik Arah Y	105
Gambar 4.54	Kurva Kapasitas Spektrum SRBTT Konfigurasi X Arah X.....	105
Gambar 4.55	Kurva Kapasitas Spektrum SRBTT Konfigurasi X Arah Y.....	106

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tipe Sambungan Bresing (Clifton dan Wijanto, 2014)	13
Tabel 2.2	Klasifikasi Situs (SNI 1726:2012)	38
Tabel 2.3	Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya Untuk Beban Gempa (SIN 1726:2012)	39
Tabel 2.4	Faktor Keutamaan (I_e) menurut SNI 1726:2012	41
Tabel 2.5	Koefisien Desain Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa (SNI 1726:2012)....	42
Tabel 2.6	Koefisien Situs, F_a (SNI 172:2012).....	47
Tabel 2.7	Koefisien Situs, F_v (SNI 172:2012).....	47
Tabel 2.8	Koefisien C_p dan α (SNI 1726:2012)	48
Tabel 2.9	Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode yang Dihitung (SNI 1726:2012)	48
Tabel 2.10	Batas Nilai Simpangan Antar Lantai (SNI 1726:2012)	51
Tabel 3.1	Pembagian Distribusi Beban pada SRBTT (Sabelli dan Lopez, 2004).....	63
Tabel 4.1	Dimensi Struktur Rangka Bresing Tahan Tekuk Hasil Analisis Elastik- Linier	85
Tabel 4.2	Periode Struktur SRBTT Untuk Setiap Konfigurasi	86
Tabel 4.3	Perbandingan Simpangan Antar Lantai Hasil Analisis Elastik-Linier	86

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Permodelan Bangunan Bresing Dengan ETABS V15.2.2
Lampiran 2	Perhitungan Bangunan Terhadap Beban Gempa
Lampiran 3	Prosedur Perhitungan Kekuatan Balok
Lampiran 4	Prosedur Perhitungan Kekuatan Kolom
Lampiran 5	Prosedur Analisis <i>Pushover</i> Dengan ETABS V15.2.2

DAFTAR NOTASI

A_{gc}	= luas penampang inti baja
C_d	= faktor amplifikasi defleksi berdasarkan sistem struktur tabel
C_{max}	= gaya tekan maksimum bresing
C_s	= koefisien gaya gempa dasar
C_{vx}	= faktor distribusi vertical
E	= modulus elastisitas
F_{ygc}	= tegangan leleh minimum inti baja
h_n	= Tinggi total bangunan
h_{sx}	= tinggi per lantai
I_e	= faktor keutamaan
I_{trans}	= momen inersia tekuk keluar bidang dari segmen tidak leleh tidak terkekang bresing
k	= eksponen tergantung pada periode struktur, periode ≤ 0.5 s, $k = 1$ Periode $\geq 2,5$ s, $k = 2$
K	= faktor panjang efektif
KF	= faktor modifikasi kekakuan
L_b	= panjang sambungan tidak terikat
L_{wp-wp}	= panjang titik kerja ke titik kerja bresing
N	= jumlah tingkat
P_{e_trans}	= kuat tekuk ke arah luar bidang pada sambungan
P_{ygc}	= kapasitas aksial inti baja bresing
R	= faktor modifikasi respon
R_y	= faktor kekuatan bahan, 1, jika P_{ygc} dihitung menggunakan nilai dari hasil pengetesan F_{ygc}
S_a	= percepatan respon spektra desain
S_{Ds}	= percepatan desain respons spektra pada periode jangka pendek
S_{D1}	= percepatan desain respons spektra pada periode 1 s.
S_{MS}	= parameter respons spektral percepatan parameter respons spektral percepatan

	gempa MCE _R untuk periode pendek.
S_{M1}	= parameter respons spektral percepatan parameter respons spektral percepatan gempa MCE _R untuk periode 1s.
S_s	= parameter respons spektral percepatan gempa MCE _R yang terpetakan untuk periode pendek.
S_1	= parameter respons spektral percepatan gempa MCE _R yang terpetakan untuk periode 1,0 detik.
T	= periode fundamental dari struktur
T_a	= Periode fundamental pendekatan
T_L	= periode transisi jangka panjang
V	= total gaya geser dasar gempa
W	= berat total bangunan
δ_x	= simpangan antar lantai
Ω_0	= faktor kuat lebih
ϕ	= faktor reduksi kekuatan
ω	= faktor penyesuaian <i>Strain-hardening</i> , diaplikasikan pada gaya tarik
β	= faktor kuat lebih untuk tekan, tidak boleh lebih kecil dari 1.0