

# **TUGAS AKHIR**

**ANALISA PERBANDINGAN SISTEM RANGKA BRESING  
EKSENTRIS (SRBE) TIPE *TWO STORY - X* DAN *INVERTED - V*  
PADA STRUKTUR BAJA 10 LANTAI**



**Disusun Oleh :  
SANIA NINCE AFRIDA  
NBI : 1431900193**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2023**

# TUGAS AKHIR

ANALISA PERBANDINGAN SISTEM RANGKA BRESING  
EKSENTRIS (SRBE) TIPE *TWO STORY - X* DAN *INVERTED - V*  
PADA STRUKTUR BAJA 10 LANTAI



Disusun Oleh :

SANIA NINCE AFRIDA  
NBI : 1431900193

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2023

## LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Sania Nince Afrida  
NBI : 1431900193  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Judul : "ANALISA PERBANDINGAN SISTEM RANGKA BRESING  
EKSENTRIS (SRBE) TIPE *TWO STORY-X* DAN *INVERTED -V*  
PADA STRUKTUR BAJA 10 LANTAI"

Disetujui Oleh :  
Dosen Pembimbing



Retno Trimurtiningrum S.T., M.T.  
NPP. 20430.14.0626

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas 17 Agustus 1945  
Surabaya



Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes. IPU., ASEAN Eng.  
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Universitas 17 Agustus 1945  
Surabaya



Faradlillah Saves, S.T., M.T.  
NPP. 20430.15.0674

# SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN KESETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Sania Nince Afrida

NBI : 1431900193

Alamat : Jl. Rungkut Mejoyo Selatan XI No.6, Surabaya

Telpon/HP : 082334839084

Menyatakan bahwa “TUGAS AKHIR” yang saya buat untuk memenuhi persyaratan kelulusan strata (S1) Teknik Sipil - Program Sarjana – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan judul:

**“Analisa Perbandingan Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE) Tipe Two Story-X dan Inverted-V Pada Struktur Baja 10 Lantai”**

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan duplikasi dari karya orang lain. Selanjutnya apabila dikemudian hari terdapat klaim dari pihak lain bukan tanggung jawab pembimbing dan atau pengelola program, tetapi menjadi tanggung jawab saya sendiri.

Atas hal tersebut saya bersedia menerima sanksi, sesuai dengan hukum atau aturan yang berlaku di Indonesia. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dari pihak manapun.

Surabaya, 23 Juni 2023

Yang menyatakan

  
663AKX522069317

Sania Nince Afrida



UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN  
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA  
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)  
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sania Nince Afrida  
NBI/NPM : 1431900193  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenis Karya : Skripsi

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

**“Analisa Perbandingan Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE) Tipe Two Story-X dan Inverted-V pada Struktur Baja 10 Lantai”**

Dengan *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Pada tanggal : 23 Juni 2023

Surabaya, 23 Juni 2023

Yang menyatakan

  
  
METERAN  
TEMPEL  
BF2AAKX522069321

Sania Nince Afrida

## KATA PENGANTAR

Assalamu`alaikum warrahmatullahi wabaraktuh

Alhamdulillah, puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana dari Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa yang tiada hentinya
2. Faradlillah Saves, ST., MT selaku ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
3. Aditya Rizkiardi, S.T, M.T selaku dosen wali, atas segala arahan dan nasihatnya
4. Retno Trimurtiningrum, ST., MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Ir. Bantot Sutriyono, M.Sc dan Nurul Rochmach S.T, M.T, M.Sc selaku dosen penguji, atas saran dan masukan yang diberikan
6. Teman-teman jurusan Teknik Sipil yang selalu memberikan semangat dan dukungan

Penulis tentu menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kesalahan serta kekurangan di dalamnya. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik serta saran dari pembaca, agar penulisan Tugas Akhir ini nantinya dapat lebih baik lagi. Kemudian apabila terdapat banyak kesalahan, penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Demikian, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat. Terima kasih.

Surabaya, 27 Juni 2023

Penulis

# ANALISA PERBANDINGAN SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS (SRBE) TIPE *TWO STORY – X* DAN *INVERTED – V* PADA STRUKTUR BAJA 10 LANTAI

Nama : Sania Nince Afrida  
NBI : 1431900193  
Dosen Pembimbing : Retno Trimurtiningrum, S.T., M.T

## ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan bangunan tingkat tinggi terutama dipertanian disebabkan karena keterbatasan lahan. Pada perencanaan bangunan gedung tingkat tinggi hal yang harus diperhatikan adalah terkait kestabilan struktur. Untuk memastikan kestabilan struktur harus dicek terhadap simpangan, periode, dan efek P-Delta. Jika rasio kelangsingan semakin besar, maka struktur akan semakin fleksibel. Untuk mengatasi fleksibilitas pada struktur akibat adanya beban lateral, maka diperlukan pengaku lateral (bresing) agar deformasi struktur yang terjadi tidak melampaui batas yang telah ditetapkan dalam peraturan SNI 1726-2019. Struktur rangka bresing eksentris memiliki kekakuan elastik yang tinggi dan mampu memberikan perilaku daktail ketika terjadi gempa dibanding dengan sistem konsentrik, namun deformasi yang dihasilkan tidak sebesar SRPM. Ada berbagai jenis konfigurasi sistem rangka bresing eksentrik, salah satunya penggunaan elemen link ditengah yang lebih menguntungkan karena dapat menghindari kegagalan pada kolom. Sehingga dalam penelitian ini dilakukan analisis perbandingan perilaku struktur dari sitem bresing eksentris *Two Story-X* dan *Inverted-V*. Berdasarkan analisis perbandingan perilaku struktur rangka bresing eksentris *Two story-X* dan *Inverted-V* menggunakan program bantu SAP 2000, didapatkan massa struktur bresing *Two Story X* lebih besar 0,013% dari struktur *Inverted-V*, dan nilai periode yang dihasilkan oleh *Inverted V* adalah 1, 618 detik sedangkan periode *Two Story X* adalah 1,676 detik. Serta nilai simpangan antar lantai terbesar terjadi pada struktur *Two story X* yaitu 25,016 mm dan *Inverted V* 23,388 mm. Koefisien kestabilan  $\theta$  dari kedua struktur, *Two Story-X* dan *Inverted-V* selisih 10% dengan nilai masing-masing diperoleh 0,081 dan 0,090. Dari analisis kinerja menggunakan metode FEMA 356 dan FEMA 440, didapatkan hasil kedua struktur tersebut berada pada level kinerja LS (*Life Safety*) dimana hasil drift maksimum untuk *Two Story X* lebih besar dari *Inverted-V*, yang masing-masing adalah 0,71% dan 0,68%.

Kata kunci: eksentris, periode, simpangan, P-delta, level kinerja

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN KESETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Material Baja.....	8
2.2.1 Sifat Mekanik Baja.....	8
2.2.2 Kelebihan Material Baja.....	10
2.2.3 Kelemahan Material Baja.....	11
2.3 Konsep Dasar Mekanisme Gempa Bumi.....	11
2.4 Konsep Perencanaan Gedung Tahan Gempa.....	12
2.5 Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE).....	14
2.5.1 Elemen Link.....	15
2.5.2 Pengaruh Panjang Link.....	16
2.6 Pembebanan.....	18
2.6.1 Kombinasi Pembebanan.....	18



2.6.2	Beban Mati .....	19
2.6.3	Beban Hidup .....	20
2.6.4	Beban Angin .....	20
2.6.5	Beban Gempa .....	29
2.7	Metode Analisa Gaya Gempa .....	42
2.8	Cek Rasio Partisipasi Massa .....	42
2.9	Penskalaan Gaya Gempa .....	43
2.10	Penentuan Simpangan antar tingkat .....	43
2.11	Batasan simpangan antar tingkat .....	44
2.12	Pengaruh P-delta .....	44
2.13	Perencanaan Elemen Struktur .....	45
2.13.1	Komponen Balok (Elemen Lentur) .....	46
2.13.2	Shear Connector .....	50
2.13.3	Komponen Kolom .....	51
2.13.4	Link .....	56
2.13.5	Komponen Struktur dengan Kombinasi Gaya .....	58
2.14	Analisis Level Kinerja dengan <i>Pushover Analysis (Static Non-linier)</i> .....	59
2.14.1	Kinerja Struktur Metode FEMA 356 .....	59
2.14.2	Kinerja Struktur Metode FEMA 440 <i>Displacement Modification</i> .....	64
BAB III METODE PENELITIAN .....		65
3.1	Diagram Alir .....	65
3.2	Penjelasan Diagram Alir .....	67
3.2.1	Studi Literatur .....	67
3.2.2	Pengumpulan Data .....	67
3.2.3	Preliminary Desain .....	68
3.2.4	Perhitungan Pembebanan .....	68
3.2.5	Permodelan Struktur .....	68
3.2.6	Pengecekan Perilaku Struktur .....	70
3.2.7	Desain Struktur .....	70
3.2.8	Analisa Level Kinerja Struktur .....	70
3.2.9	Pembahasan Perbandingan Perilaku Struktur .....	71

3.2.10	Kesimpulan dan Saran.....	71
	BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	73
4.1	Preliminary Desain.....	73
4.1.1	Perencanaan Dimensi Pelat Lantai Gedung.....	73
4.1.2	Perencanaan <i>Shear Connector</i> .....	77
4.1.3	Perencanaan Bresing.....	80
4.1.4	Perencanaan Kolom.....	81
4.1.5	Perencanaan Balok.....	82
4.2	Pembebanan.....	84
4.2.1	Beban Mati.....	84
4.2.2	Beban Hidup.....	84
4.2.3	Beban Angin.....	84
4.2.4	Perhitungan Beban Efektif.....	86
4.2.5	Beban Gempa.....	89
4.3	Permodelan Struktur menggunakan SAP 2000 v.22.0.0.....	93
4.3.1	Permodelan Rangka Struktur.....	93
4.3.2	Input Pembebanan ke SAP 2000.....	101
4.3.3	Running Analisis dan Output SAP 2000.....	107
4.4	Kontrol Berat Struktur.....	109
4.5	Analisa Dinamis dan Cek perilaku struktur.....	116
4.5.1	Kontrol Partisipasi Massa.....	116
4.5.2	Kontrol Waktu Getar Alami (Periode).....	118
4.5.3	Penskalaan Gaya Gempa.....	120
4.5.4	Kontrol Simpangan.....	127
4.5.5	Kontrol P-Delta.....	132
4.6	Kontrol Elemen Struktur.....	136
4.6.1	Link.....	136
4.6.2	Balok Luar Link.....	145
4.6.3	Bresing.....	161
4.6.4	Balok Induk.....	177
4.6.5	Balok Anak.....	189

4.6.6	Kolom.....	194
4.7	Analisa Level Kinerja.....	209
4.7.1	Level Kinerja Berdasarkan FEMA-356 .....	218
4.7.2	Level Kinerja Berdasarkan FEMA-440 .....	227
4.7.3	Sendi Plastis .....	233
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>241</b>
5.1	Kesimpulan .....	241
5.2	Saran.....	242
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>243</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>247</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Konfigurasi Bresing Eksentris.....	3
Gambar 2. 1 Kelelahan pada kolom (kiri) dan kelelahan pada balok (kanan) .....	14
Gambar 2. 2 Perbedaan perilaku sistem struktur baja .....	15
Gambar 2. 3 Konfigurasi bresing SRBE dan mekanisme plastifikasi.....	16
Gambar 2. 4 Klasifikasi Link .....	17
Gambar 2. 5 Faktor Topografi, $Kzt$ .....	24
Gambar 2. 6 Sistem Penahan Gaya Angin Utama, Koefisien tekanan Eksternal, $Cp$ untuk Bangunan Tertutup .....	28
Gambar 2. 7 Spektrum Respon Desain .....	36
Gambar 2. 8 Peta Transisi Periode Panjang, $TL$ , Wilayah Indonesia.....	37
Gambar 2. 9 Penentuan simpangan antar tingkat .....	43
Gambar 2. 10 Penampang Melintang Profil WF.....	47
Gambar 2. 11 Penampang Melintang Profil <i>King Cross</i> .....	52
Gambar 2. 12 Tingkat Kinerja Struktur .....	60
Gambar 2. 13 Perilaku pasca leleh struktur.....	62
Gambar 3. 1 Flowchart.....	65
Gambar 3. 2 Denah Gedung.....	67
Gambar 3. 3 Konfigurasi Bresing Eksentris Tipe <i>Inverted-V</i> .....	69
Gambar 3. 4 Konfigurasi Bresing Eksentris Tipe <i>Two Story-X</i> .....	69
Gambar 4. 1 Pelat lantai Tipikal.....	73
Gambar 4. 2 Diagram Momen Lentur Balok .....	79
Gambar 4. 3 Penampang Melintang Balok dan <i>Shear Connector</i> .....	79
Gambar 4. 4 Detail Pemasangan <i>Shear Connector</i> .....	79
Gambar 4. 5 <i>Layout</i> Gedung .....	86
Gambar 4. 6 Grafik Desain Respon Spektrum .....	89
Gambar 4. 7 Membuat Lembar Kerja Baru SAP 2000 .....	93
Gambar 4. 8 Memilih Template .....	94
Gambar 4. 9 Input ukuran grid .....	94
Gambar 4. 10 Input Spesifikasi Material Beton .....	95
Gambar 4. 11 Input Spesifikasi Material Baja .....	96
Gambar 4. 12 Input Propertis Baja WF.....	97
Gambar 4. 13 Input Propertis Baja <i>King Cross</i> .....	97
Gambar 4. 14 Input Area Section .....	98
Gambar 4. 15 Menggambar elemen frame pada grid.....	98
Gambar 4. 16 Menggambar Bresing pada Grid .....	99

Gambar 4. 17 Menggambar Pelat.....	99
Gambar 4. 18 Input Jenis perletakan.....	100
Gambar 4. 19 Hasil Permodelan.....	100
Gambar 4. 20 Input jenis pembebanan.....	101
Gambar 4. 21 Modifikasi parameter beban angin.....	101
Gambar 4. 22 Modifikasi parameter beban statik.....	102
Gambar 4. 23 Modifikasi Parameter beban gempa dinamik.....	102
Gambar 4. 24 Input faktor skala gempa dinamik.....	103
Gambar 4. 25 Menentukan <i>Mass Source</i> .....	104
Gambar 4. 26 Input Kombinasi Pembebanan.....	105
Gambar 4. 27 Input beban dinding pada balok.....	106
Gambar 4. 28 Input beban hidup pada pelat.....	106
Gambar 4. 29 Mengatur Opsi Analisis.....	107
Gambar 4. 30 Mengatur aksi running.....	107
Gambar 4. 31 Menampilkan Tabel ouput gaya dalam elemen.....	108
Gambar 4. 32 Export tabel ouput dalam format Excel.....	108
Gambar 4. 33 Dimensi Bresing X.....	110
Gambar 4. 34 Dimensi Bresing Y.....	111
Gambar 4. 35 Faktor skala gempa baru arah Y SRBE <i>Two Story-X</i> .....	122
Gambar 4. 36 Faktor skala gempa baru arah X SRBE <i>Inverted-V</i> .....	126
Gambar 4. 37 Simpangan SRBE <i>Two Story-X</i> .....	129
Gambar 4. 38 Simpangan SRBE <i>Inverted V</i> .....	131
Gambar 4. 39 P-Delta SRBE <i>Two Story-X</i> .....	134
Gambar 4. 40 P-Delta SRBE <i>Inverted-V</i> .....	136
Gambar 4. 41 Diagram Momen dan Geser Balok Link X Frame 873-SRBE <i>Two Story-X</i> .....	138
Gambar 4. 42 Diagram Momen dan Geser Balok Link X Frame 1248-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	141
Gambar 4. 43 Diagram Momen dan Geser Balok Link Y Frame 924-SRBE <i>Two Story-X</i> .....	142
Gambar 4. 44 Diagram Momen dan Geser Balok Link Y Frame 1281-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	144
Gambar 4. 45 Diagram Momen dan Geser Balok Luar Link X Lantai 1-5 Frame 1152-SRBE <i>Two Story-X</i> .....	148
Gambar 4. 46 Diagram Aksial Balok Luar Link X Lantai 1-5 Frame 1152-SRBE <i>Two Story-X</i> .....	149
Gambar 4. 47 Diagram Momen dan Geser Balok Luar Link X Lantai 1-5 Frame 1247-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	154

Gambar 4. 48 Diagram Aksial Balok Luar Link X Lantai 1-5 Frame 1247-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	154
Gambar 4. 49 Diagram Momen dan Geser Balok Luar Link Y Lantai 1-5 Frame 1177- SRBE <i>Two Story-X</i> .....	156
Gambar 4. 50 Diagram Aksial Balok Luar Link Y Lantai 1-5 Frame 1177-SRBE <i>Two</i> <i>Story-X</i> .....	157
Gambar 4. 51 Diagram Momen dan Geser Balok Luar Link Y Lantai 1-5 Frame 1280- SRBE <i>Inverted-V</i> .....	159
Gambar 4. 52 Diagram Aksial Balok Luar Link Y Lantai 1-5 Frame 1280-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	159
Gambar 4. 53 Momen untuk Perhitungan Cb .....	167
Gambar 4. 54 Lendutan Balok Induk X- Frame 996-SRBE <i>Two Story-X</i> .....	178
Gambar 4. 55 Diagram Momen dan Geser Balok Induk X-Frame 996-SRBE <i>Two</i> <i>Story-X</i> .....	179
Gambar 4. 56 Lokasi Sendi Plastis Balok .....	181
Gambar 4. 57 Layout <i>End - Plate Stiffener</i> Geometri 8ES .....	182
Gambar 4. 58 Diagram Momen dan Geser Balok Induk X-Frame 998-SRBE <i>Inveted-</i> <i>V</i> .....	183
Gambar 4. 59 Lendutan Balok Induk X- Frame 998-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	184
Gambar 4. 60 Diagram Momen dan Geser Balok Induk Y-Frame 1181-SRBE <i>Two</i> <i>Story-X</i> .....	186
Gambar 4. 61 Lendutan Balok Induk Y- Frame 1181-SRBE <i>Two Story-X</i> .....	186
Gambar 4. 62 Diagram Momen dan Geser Balok Induk Y-Frame 1157-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	188
Gambar 4. 63 Lendutan Balok Induk Y- Frame 1157-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	188
Gambar 4. 64 Diagram Momen dan Geser Balok Anak-Frame 563-SRBE <i>Two Story-</i> <i>X</i> .....	191
Gambar 4. 65 Lendutan Balok Anak-Frame 563-SRBE <i>Two Story-X</i> .....	191
Gambar 4. 66 Diagram Momen dan Geser Balok Anak-Frame 4-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	193
Gambar 4. 67 Lendutan Balok Anak Frame 4-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	194
Gambar 4. 68 Diagram Aksial Kolom Frame 1372-SRBE <i>Two Story-X</i> .....	196
Gambar 4. 69 Diagram Aksial Kolom Frame 1369-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	204
Gambar 4. 70 Input Load Case Gravity .....	210
Gambar 4. 71 Input titik acuan beban dorong .....	210
Gambar 4. 72 Mengganti Results Saved .....	211
Gambar 4. 73 Input Pushover arah X .....	212
Gambar 4. 74 Pemilihan DOF pada Pushover arah X .....	212

Gambar 4. 75 Results Saved pushover arah X.....	213
Gambar 4. 76 Pendefinisian Pushover arah Y.....	213
Gambar 4. 77 pendefinisian sendi plastis geser pada link.....	214
Gambar 4. 78 Input parameter sendi plastis pada link.....	215
Gambar 4. 79 Menetapkan sendi plastis pada link.....	215
Gambar 4. 80 Input sendi plastis pada balok luar link.....	216
Gambar 4. 81 Input sendi plastis pada balok induk.....	217
Gambar 4. 82 hinges overwrites.....	217
Gambar 4. 83 Running Pushover.....	218
Gambar 4. 84 Target Perpindahan Pushover X FEMA 356-SRBE Two story X.....	219
Gambar 4. 85 Calculated Values Pushover X FEMA 356-SRBE Two Story-X.....	220
Gambar 4. 86 Target Perpindahan Pushover Y FEMA 356-SRBE Two story X.....	221
Gambar 4. 87 Calculated Values Pushover Y FEMA 356-SRBE Two Story-X.....	222
Gambar 4. 88 Target Perpindahan Pushover X FEMA 356-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	223
Gambar 4. 89 Calculated Values Pushover X FEMA 356-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	224
Gambar 4. 90 Target Perpindahan Pushover Y FEMA 356-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	225
Gambar 4. 91 Calculated Values Pushover Y FEMA 356-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	226
Gambar 4. 92 Target Perpindahan Pushover X FEMA 440-SRBE <i>Two story X</i> .....	227
Gambar 4. 93 Calculated Values Pushover X FEMA 440-SRBE Two Story-X.....	228
Gambar 4. 94 Target Perpindahan Pushover Y FEMA 440-SRBE Two story X.....	229
Gambar 4. 95 Calculated Values Pushover Y FEMA 440-SRBE Two Story-X.....	229
Gambar 4. 96 Target Perpindahan Pushover X FEMA 440-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	230
Gambar 4. 97 Calculated Values Pushover X FEMA 440-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	231
Gambar 4. 98 Target Perpindahan Pushover Y FEMA 440-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	232
Gambar 4. 99 Calculated Values Pushover Y FEMA 440-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	232
Gambar 4. 100 Sendi Plastis Pertama (step 2) arah X – SRBE Two Story-X.....	235
Gambar 4. 101 Pola keruntuhan (step 5) arah X – SRBE Two Story-X.....	235
Gambar 4. 102 Sendi Plastis Pertama (step 2) arah X – SRBE Two Story-X.....	236
Gambar 4. 103 Pola keruntuhan (step 4) arah Y – SRBE Two Story-X.....	236
Gambar 4. 104 Sendi Plastis Pertama (step 1) arah X – SRBE <i>Inverted-V</i> .....	237
Gambar 4. 105 Pola keruntuhan (step 2) arah X – SRBE <i>Inverted-V</i> .....	237
Gambar 4. 106 Sendi Plastis Pertama (step 2) arah Y – SRBE <i>Inverted-V</i> .....	238
Gambar 4. 107 Pola keruntuhan (step 4) arah Y – SRBE <i>Inverted-V</i> .....	238

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat-Sifat Mekanis Baja Struktural .....	10
Tabel 2. 2 Berat Sendiri Komponen dan Bahan Bangunan .....	19
Tabel 2. 3 Beban hidup .....	20
Tabel 2. 4 Kategori Risiko Bangunan dan Struktur lain untuk Beban Angin .....	20
Tabel 2.5 Faktor Arah Angin, $K_d$ .....	22
Tabel 2.6 Faktor Elevasi Permukaan Tanah, $K_e$ .....	25
Tabel 2.7 Koefisien Tekanan Internal, ( $G_{Cpi}$ ).....	26
Tabel 2.8 Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan, $K_h$ dan $K_z$ .....	26
Tabel 2.9 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa...30	
Tabel 2. 10 Faktor Keutamaan Gempa.....	32
Tabel 2. 11 Klasifikasi Situs .....	33
Tabel 2. 12 Koefisien situs, $F_a$ .....	34
Tabel 2. 13 Koefisien situs, $F_v$ .....	35
Tabel 2. 14 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek.....	37
Tabel 2. 15 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik.....	38
Tabel 2. 16 Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik.....	38
Tabel 2. 17 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung .....	41
Tabel 2. 18 Nilai parameter periode pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	42
Tabel 2. 19 Simpangan antar tingkat izin.....	44
Tabel 2. 20 Faktor tahanan $\phi$ .....	46
Tabel 2. 21 Keadaan batas yang dialami profil WF sebagai elemen lentur .....	48
Tabel 2. 22 Nilai $R_g$ dan $R_p$ berdasarkan kondisi .....	50
Tabel 2. 23 Keadaan Batas pada Elemen Tekan Profil WF .....	53
Tabel 2. 24 Kondisi Bangunan Pasca Gempa dan Kategori Bangunan pada Tingkat Kinerja Struktur .....	60
Tabel 2. 25 Batasan Simpangan Sistem Rangka Bresiing.....	64
Tabel 4. 1 Preliminary Dimensi Bresiing .....	80
Tabel 4. 2 Preliminary Dimensi Kolom .....	81
Tabel 4. 3 Preliminary Dimensi Balok.....	83
Tabel 4. 4 Data Kecepatan Angin Kota Surabaya.....	85
Tabel 4. 5 Beban Seismik Efektif.....	88
Tabel 4. 6 Berat Material pada SRBE Two Story-X.....	111
Tabel 4. 7 Berat Struktur SRBE Two Story-X dari SAP 2000 .....	112



Tabel 4. 8 Perbandingan Berat struktur Manual dan SAP pada SRBE Two Story-X .....	113
Tabel 4. 9 Berat Material pada SRBE <i>Inverted-V</i> .....	114
Tabel 4. 10 Berat Struktur SRBE <i>Inverted-V</i> dari SAP 2000 .....	114
Tabel 4. 11 Perbandingan Berat struktur Manual dan SAP pada SRBE <i>Inverted-V</i> .....	115
Tabel 4. 12 Rasio Partisipasi Massa SRBE Two Story-X .....	116
Tabel 4. 13 Rasio Partisipasi Massa SRBE <i>Inverted-V</i> .....	117
Tabel 4. 14 Periode SRBE <i>Two Story-X</i> .....	119
Tabel 4. 15 Periode SRBE <i>Inverted-V</i> .....	119
Tabel 4. 16 Gaya Geser Dasar-1 SRBE <i>Two Story-X</i> .....	120
Tabel 4. 17 Gaya Geser Dasar-2 SRBE <i>Two Story-X</i> .....	121
Tabel 4. 18 Gaya Geser Dasar-3 SRBE <i>Two Story-X</i> .....	123
Tabel 4. 19 Gaya Geser Dasar-1 SRBE <i>Inverted-V</i> .....	123
Tabel 4. 20 Gaya Geser Dasar-2 SRBE <i>Inverted-V</i> .....	125
Tabel 4. 21 Gaya Geser Dasar-3 SRBE <i>Inverted-V</i> .....	126
Tabel 4. 22 Kontrol Simpangan SRBE <i>Two Story-X</i> Akibat Gempa X .....	128
Tabel 4. 23 Kontrol Simpangan SRBE <i>Two Story-X</i> Akibat Gempa Y .....	128
Tabel 4. 24 Kontrol Simpangan SRBE <i>Inverted-V</i> Akibat Gempa X .....	130
Tabel 4. 25 Kontrol Simpangan SRBE <i>Inverted-V</i> Akibat Gempa Y .....	130
Tabel 4. 26 Kontrol P-Delta SRBE Two Story-X Arah X .....	133
Tabel 4. 27 Kontrol P-Delta SRBE Two Story-X Arah Y .....	133
Tabel 4. 28 Kontrol P-Delta SRBE <i>Inverted-V</i> Arah X .....	135
Tabel 4. 29 Kontrol P-Delta SRBE <i>Inverted-V</i> Arah Y .....	135
Tabel 4. 30 Rekapitulasi Kapasitas Desain Balok Luar Link Arah X- SRBE <i>Two Story-X</i> .....	153
Tabel 4. 31 Rekapitulasi Kapasitas Desain Balok Luar Link Arah X- SRBE <i>Inverted-V</i> .....	155
Tabel 4. 32 Rekapitulasi Kapasitas Desain Balok Luar Link Arah Y- SRBE <i>Two Story-X</i> .....	158
Tabel 4. 33 Rekapitulasi Kapasitas Desain Balok Luar Link Arah Y- SRBE <i>Inverted-V</i> .....	160
Tabel 4. 34 Rekapitulasi Kapasitas Desain Balok Induk X- SRBE <i>Two Story-X</i> .....	181
Tabel 4. 35 Rekapitulasi Kapasitas Desain Balok Induk X- SRBE <i>Inverted-V</i> .....	184
Tabel 4. 36 Rekapitulasi Kapasitas Desain Balok Induk Y- SRBE <i>Two Story-X</i> .....	187
Tabel 4. 37 Rekapitulasi Kapasitas Desain Balok Induk Y- SRBE <i>Inverted-V</i> .....	189
Tabel 4. 38 Rekapitulasi Aksial-Lentur Kolom SRBE <i>Two Story-X</i> .....	203
Tabel 4. 39 Rekapitulasi Aksial-Lentur Kolom SRBE <i>Inverted-V</i> .....	208

Tabel 4. 40 Beban Dorong Pushover X-SRBE Two story-X .....	219
Tabel 4. 41 Parameter Pushover X FEMA 356- SRBE Two story X .....	220
Tabel 4. 42 Beban Dorong Pushover Y-SRBE Two story-X.....	221
Tabel 4. 43 Parameter Pushover Y FEMA 356- SRBE Two story X .....	222
Tabel 4. 44 Beban Dorong Pushover X-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	223
Tabel 4. 45 Parameter pushover X FEMA 356- SRBE <i>Inverted-V</i> .....	224
Tabel 4. 46 Beban Dorong Pushover Y-SRBE <i>Inverted-V</i> .....	225
Tabel 4. 47 Parameter Pushover Y FEMA 356- SRBE <i>Inverted-V</i> .....	226
Tabel 4. 48 Parameter Pushover X FEMA 440- SRBE Two story X .....	228
Tabel 4. 49 Parameter Pushover Y FEMA 440- SRBE Two story X .....	230
Tabel 4. 50 Parameter Pushover X FEMA 440- SRBE <i>Inverted-V</i> .....	231
Tabel 4. 51 Parameter Pushover Y FEMA 440- SRBE <i>Inverted-V</i> .....	233
Tabel 4. 52 Tingkat Kerusakan Struktur Akibat Terjadinya Sendi Plastis.....	234
Tabel 4. 53 Rekapitulasi Drift Maksimum .....	238

## DAFTAR NOTASI

$D$	:	Pengaruh beban mati
$L$	:	Pengaruh beban hidup
$L_r$	:	Pengaruh beban hidup atap
$R$	:	Beban air hujan
$W$	:	Beban angin
$E_v$	:	Pengaruh beban seismik vertikal
$E_h$	:	Pengaruh beban seismik horizontal
$\rho$	:	Faktor redundansi
$Q_E$	:	Pengaruh gaya seismik horizontal dari $V$ atau $F_p$
$K_d$	:	Faktor arah angin
$K_{zt}$	:	Faktor topografi
$K_e$	:	Faktor permukaan tanah
$G$	:	Faktor efek hembusan angin
$GC_{pi}$	:	Koefisien tekanan internal
$K_z$ atau $K_h$	:	Koefisien eksposur velositas
$q_z$ atau $q_h$	:	Tekanan velositas
$C_p$ atau $C_n$	:	Koefisien tekanan eksternal
$p$	:	Tekanan angin
$I_e$	:	Faktor keutamaan gempa
$F_a$	:	Faktor amplifikasi percepatan pada getaran periode pendek
$F_v$	:	Faktor amplifikasi percepatan pada getaran periode 1 detik
$S_{MS}$	:	Parameter respons spektral percepatan pada periode pendek
$S_{M1}$	:	Parameter respons spektral percepatan pada periode 1 detik
$S_s$	:	Parameter respons spektral percepatan gempa $MCE_R$ periode pendek
$S_1$	:	Parameter respons spektral percepatan gempa $MCE_R$ periode 1 detik
$S_{DS}$	:	Parameter percepatan spektral desain periode pendek
$S_{D1}$	:	Parameter percepatan spektral desain periode 1 detik
$T$	:	Periode getar fundamental struktur
$T_a$	:	Periode fundamental pendekatan
$R$	:	Koefisien modifikasi respon
$\Omega_0$	:	Faktor kuat lebih sistem
$C_d$	:	Faktor pembesaran simpangan lateral

$V$	: Gaya geser dasar
$C_s$	: Koefisien respon seismik
$W$	: Berat seismik efektif
$\Delta$	: Simpangan antar tingkat
$\Delta_a$	: Simpangan antar tingkat izin
$\theta$	: Koefisien stabilitas
$R_u$	: Kuat perlu
$R_n$	: Kuat nominal
$\phi$	: Faktor tahanan
$\phi R_n$	: Kuat rencana
$\lambda$	: Rasio lebar terhadap tebal untuk elemen seperti didefinisikan dalam SNI 1729-2020 Pasal B4.1
$\lambda_p$	: Batas parameter lebar terhadap tebal untuk elemen kompak
$\lambda_r$	: Batas parameter lebar terhadap tebal untuk elemen nonkompak
$h$	: Jarak bersih badan, (mm)
$b$	: Lebar sayap, (mm)
$t_f$	: Tebal sayap, (mm)
$t_w$	: Tebal badan, (mm)
$K$	: Faktor panjang efektif
$E$	: Modulus elastisitas baja (200.000 Mpa)
$G$	: Modulus elastisitas geser (77.200 Mpa)
$F_y$	: Tegangan leleh minimum terspesifikasi (Mpa)
$F_u$	: Kekuatan tarik minimum terspesifikasi (Mpa)
$M_n$	: Kekuatan lentur nominal, (N-mm)
$M_p$	: Momen lentur plastis, (N-mm)
$L_b$	: Panjang antara titik-titik yang terbreis untuk mencegah peralihan lateral sayap tekan atau terbreis untuk mencegah puntir penampang melintang, (mm)
$L_p$	: Batas panjang tak terbreis secara lateral untuk kondisi batas leleh, (mm)
$L_r$	: Batas panjang tak terbreis secara lateral untuk kondisi batas tekuk torsi-lateral inelastis, (mm)
$C_b$	: Faktor modifikasi tekuk torsi-lateral untuk diagram momen tidak seragam apabila kedua ujung segmen terbreis
$S_x$	: Modulus penampang elastis terhadap sumbu x, (mm <sup>3</sup> )
$F_{cr}$	: Tegangan kritis (Mpa)
$V_n$	: Kekuatan geser nominal, (N)

$A_w$	:	Luas badan,tinggi keseluruhan dikalikan tebal badan, (mm <sup>2</sup> )
$C_v$	:	Koefisien kekuatan geser badan
$R_y$	:	Rasio tegangan leleh terekspektasi terhadap leleh minimum terspesifikasi $F_y$
$V_u$	:	Kekuatan geser perlu menggunakan kombinasi beban LRFD, (N)
$P_n$	:	Kekuatan aksial nominal, (N)
$P_u$	:	Kekuatan aksial tekan perlu dengan menggunakan kombinasi beban DFBD, (N)
$A_g$	:	Luas penampang bruto komponen struktur, (mm <sup>2</sup> )
$A_e$	:	Luas efektif, (mm <sup>2</sup> )
$e$	:	Eksentrisitas pada sambungan rangka batang, (mm)
$T_e$	:	Waktu getar efektif
$T_i$	:	Waktu getar elastik
$K_e$	:	Kekakuan lateral efektif
$K_i$	:	Kekakuan lateral elastik
$\delta_T$	:	Target perpindahan
$g$	:	Percepatan gravitasi (9,81 m/detik <sup>2</sup> )