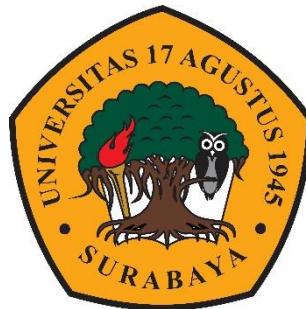


# **TUGAS AKHIR**

**STUDI PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR GEDUNG BAJA  
TAHAN GEMPA DENGAN *BRACING EKSENTRIK INVERTED V (Λ)*  
DAN DIAGONAL MENGGUNAKAN METODE NON LINERAR  
TIME HISTORY ANALYSIS**



Disusun Oleh:

**PETRUS BEKEN HARNILA**

**1431600057**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2021**



# **TUGAS AKHIR**

**STUDI PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR GEDUNG BAJA  
TAHAN GEMPA DENGAN *BRACING EKSENTRIK INVERTED V (Λ)*  
DAN DIAGONAL MENGGUNAKAN METODE NON LINERAR  
TIME HISTORY ANALYSIS**

**Disusun Sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Teknik (ST)  
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya**



**Disusun Oleh:**

**PETRUS BEKEN HARNILA**

**1431600057**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2021**

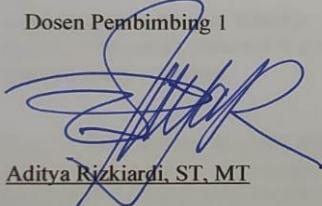


## LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Petyrus Beken Harnila  
NIM : 1431600067  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Judul : STUDI PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR GEDUNG BAJA TAHAN GEMPA DENGAN BRACING EKSENTRIK INVERTED V ( $\Lambda$ ) DAN DIAGONAL MENGGUNAKAN METODE NON LINERAR TIME HISTORY ANALYSIS

Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing 1



Aditya Rizkiardi, ST, MT

NPP. 2043F.15.0657

Dosen Pembimbing 2



Ir. Bantot Sutriono, M. Sc.

NPP. 20430.93.0303

Mengetahui

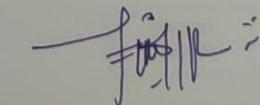
Dosen Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945



Ketua Program Studi Teknik Spil

Universitas 17 Agustus 1945



Faradillah Saves, ST M.T.

NPP. 20430.15.6074

**SURAT PERNYATAAN  
KEASLIAN DAN KESETUJUAN PUBLIKASI TUGAS  
AKHIR**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Petrus Beken Harnila  
NIM : 1431600057  
Alamat : Jl. Anggrek Kel.pau, RT.024/ RW. 008, Kec. Langkerembong,  
Kab.Manggarai, Nusa Tenggara Timur, 86513  
Telepon/HP : 081337112288

Menyatakan Bawa “TUGAS AKHIR” yang saya buat memenuhi persyaratan kelulusan strata 1 (S1) Teknik Sipil – Program Sarjana – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan judul:

**STUDI PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR GEDUNG BAJA TAHAN GEMPA DENGAN BRACING EKSENTRIK INVERTED V (Λ) DAN DIAGONAL MENGGUNAKAN METODE NON LINERAR TIME HISTORY ANALYSIS**

Adalah hasil karya sendiri dan bukan duplikasi dari karya orang lain. Selanjutnya apabila dikemudian hari Klaim dari pihak lain bukan tanggung jawab pembimbing pembimbing dan tau pengelola program, tetapi menjadi tanggungjawab 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 paksaan siapapun.

Surabaya, 09 Januari 2022



Petrus Beken Harnila

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa karna berkan dan berkatnya penulisa dapat menyelesaikan Tugas Ahir ini STUDI PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR GEDUNG BAJA TAHAN GEMPA DENGAN *BRACING EKSENTRIK INVERTED V (Λ)* DAN DIAGONAL MENGGUNAKAN METODE NON LINERAR TIME HISTORY ANALYSIS

Tugas Akhir ini telah penulis susun dengan maksimal dan mendapatkan bantuan dari berbagai pihak refrensi buku, jurnal, artikel dan sumber lainnya, sehingga dapat memperlancar pembuatan Tugas Akhir ini. Untuk itu kami menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pembuatan makalah ini.

Terlepas dari semua itu, Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasanya. Oleh karena itu dengan tangan terbuka, kami menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar kami dapat memperbaiki makalah ini. Untuk itu kami mengucapkan banyak terima kasih kepada beberapa orang yang sangat berperan dalam penyelesaian laporan ini di antara :

1. Bapak Dr. Mulyanto Nugroho, MM. CMA., CPA selaku Rektor Universitas 17 Agustustus 1945 surabaya.
2. Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustustus 1945 surabaya.
3. Faradillah Saves, ST M.T. Selaku ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas 17 Agustustus 1945 surabaya.
4. Bapak Aditya Rizkiardi, ST M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia memberikan bimbingan, arahan serta nasehat sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan
5. Bapak Ir.Bantot Sutriono, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia memberikan bimbingan, arahan serta nasehat sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Ibu Retno Trimurtiningrum ST M.T. Selaku Dosen Penguji yang telah bersedia memberikan bimbingan, arahan serta nasehat sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
7. Bapak dan ibu Dosen Prodi Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu dan pengetauhan dalam proses belajar pada penulis

8. Orang tua tercinta Bapak Padi dan Ibu Satinah yang senantiasa memberikan dukungan, doa dan kasih sayang yang tak terhingga.
9. Teman-teman dari BSTI yang selalu memberikan support, dukungan dan juga doa kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang memberikan dukungan dan bantuan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Terima kasih penulis ucapkan bagi semu pihak yang tidak dapat dituliskan satu persatu

Dengan bantuan beliau kami mendapatkan pengarahan maupun bimbingan dalam proses penyelesaian laporan ini. Akhir kata kami berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat maupun inspirasi terhadap pembaca

Surabaya, 12 Januari 2022

Penulis

Petrus Beken Harnila

# **Studi Perbandingan Kinerja Struktur Gedung Baja Tahan Gempa Dengan Bracing Eksentrik *Inverted V* ( $\Lambda$ ) Dan Diagonal Menggunakan Metode *Non-Linear Time Histori Analisys***

Nama : Petrus Beken Harnila  
NBI : 1431600057  
Pembimbing : Aditya Rizkiardi, ST M.T  
Ir.Bantot Sutriono, M.Sc

## **Abstrak**

Pengaruh gempa merupakan salah satu hal terpenting untuk dianalisa dalam perencanaan suatu gedung. Bracing termasuk dalam salah satu metode untuk meminimalis gaya lateral yang diterima struktur gedung, sehingga efek kerusakan yang diterima gedung akibat gempa diminimalis. Studi ini bertujuan untuk mengetahui efek dari pengaruh gaya gempa terhadap struktur gedung bracing eksentrik inverted V ( $\Lambda$ ) dan struktur gedung bracing eksentrik diagonal D. Sehingga dapat dapat diketahui keoptimalan dari penggunaan bracing terhadap gedung. Dari hasil analisa, berdasarkan pengaruh gaya lateral dengan menggunakan metode Nonlinear time history analisis didapatkan hasil displacement bracing eksentrik inverted V ( $\Lambda$ ) arah sumbu X sebesar 0,3102 m, arah sumbu Y 0.2359 m dan Peresentase base share arah sumbu X sebesar 72,090 %, arah sumbu Y 63,44 %. Untuk bracing eksentrik diagonal D didapatkan hasil displacement arah sumbu X sebesar 0,3926 m, arah sumbu Y 0,5460 m dan peresentase base share arah sumbu X sebesar 72,09 %, arah sumbu Y 65,27 %. Sehingga dari hasil tersebut nilai perbandingan paling optimal yang dihasilkan dari penambaan system rangka bracing terjadi pada bracing eksentrik inverted V ( $\Lambda$ ).

**Kata Kunci:** bracing eksentrik inverted V ( $\Lambda$ ), bracing eksentrik diagonal D, Time History Analysis



# **Comparative Study of the Performance of Earthquake Resistant Steel Structures With *Inverted V* ( $\Lambda$ ) and Diagonal Extract Bracing Using the Non-Linear Time History Analysis Method**

Name : Petrus Beken Harnila  
NBI : 1431600057  
Mentor : Aditya Rizkiardi, ST M.T

## ***Abstract***

*The effect of earthquakes is one of the most important things to analyze in the planning of a building. Bracing is included in one of the methods to minimize the lateral force received by the structure of the building, so that the effect of damage received by the building due to earthquakes is minimized. The study aimed to find out the effects of earthquake force influences on the structure of the eccentric bracing building inverted  $V$  ( $\Lambda$ ) and the structure of the eccentric bracing building diagonal D. So that it can be known the optimization of the use of bracing against the building. From the results of the analysis, based on the influence of lateral force using the Nonlinear time history method, the analysis obtained the results of displacement bracing eccentric inverted  $V$  ( $\Lambda$ ) X axis direction of 0.3102 m, Y axis direction 0.2359 m and Peresentase base share direction X axis by 72.090 %, axis direction Y 63.44%. For diagonal eccentric bracing D obtained the result of displacement of the X axis direction of 0.3926 m, the direction of the Y axis 0.5460 m and the peresentase base share of the X axis direction of 72.09 %, the direction of the Y axis 65.27 %. So from these results the most optimal comparison value resulting from the addition of the bracing frame system occurs in eccentric bracing inverted  $V$  ( $\Lambda$ ).*

**Keywords:** bracing eksentrik inverted  $V$  ( $\Lambda$ ), bracing eksentrik diagonal D, Time History Analysis



# **DAFTAR ISI**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	i
SURAT PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Penelitian Terdahulu .....	7
2.1.1 Puspitasari (2014) .....	7
2.1.2 Yurisman, Budiono , Moestopo, & Suarjana (2010) .....	8
2.1.3 Al Rasjid dkk (2013) .....	9
2.2 Material Baja .....	9
2.2.1 Sejarah Baja .....	9
2.2.2 Penjelasan Baja .....	10
2.2.3 Jenis Baja .....	11
2.2.4 Kelebihan dan Kekurangan Beton .....	12
2.3 Struktur Rangka Baja Tahan Gempa .....	13
2.3.1 Sistem Rangka Pemikul Momen .....	13
2.3.2 Sistem Rangka Bresing Eksentrik .....	14

2.4	Pembebanan.....	18
2.4.1	Beban Mati .....	18
2.4.2	Beban Hidup .....	18
2.4.3	Beban Gempa .....	19
2.5	Kinerja Statik Nonlinear .....	26
2.5.1	Kinerja Statik Nonlinear Time History Analysis.....	26
2.5.2	Analisa Kinerja .....	29
2.5.3	Menskala Data .....	34
2.6	Analisa Distribusi Gaya Horizontal.....	36
2.7	Kombinasi Pembebanan .....	37
2.8	Penentuan Skala Gaya .....	39
2.9	Kombinasi Pembebanan .....	39
2.9.1	Komponen Struktur Untuk Lentur.....	39
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN .....	51
3. 1	Metodologi Penelitian.....	51
3.1.1	Flowchart.....	51
3.1.2	Penjelasan Flowchart.....	53
BAB IV	ANALISA DAN PEMBAHASAN .....	57
4.1	Deskripsi Bangunan.....	57
4.2	Kapasitas Desain .....	59
4.2.1	Pembebanan Struktur.....	59
4.2.2	Beban Gempa .....	61
4.2.3	Beban Angin .....	70
4.3	Kontrol Struktur.....	73
4.3.1	Kontrol Gempa Respons Spektrum Terhadap Statik Ekifalen .....	73
4.3.2	Kontrol Presentase <i>Base Shear</i> .....	77
4.3.3	Batas Simpangan Lantai ( <i>Drift</i> ) .....	82
4.3.4	Kontrol Partisipasi Massa ( <i>Mass Ratio</i> ) .....	86

4.3.5	Kontrol Pengaruh P-Delta .....	88
4.4	Perhitungan Elemen Struktur .....	92
4.4.1	Perhitungan Plat .....	93
4.4.2	Perhitungan Balok .....	99
4.4.3	Perhitungan Link .....	106
4.4.4	Perhitungan Balok Luar Link .....	112
4.4.5	Perhitungan <i>Bracing</i> .....	120
4.4.6	Perhitungan Kolom .....	131
4.4.7	Strong ColomWith Bem.....	143
4.4.8	Sambungan Balok – Balok .....	148
4.4.9	Sambungan Balok – Kolom .....	152
4.4.10	Sambungan Kolom – Kolom .....	155
4.4.11	Sambungan Batang Bracing .....	159
4.4.12	Sambungan Kolom – Sepatu .....	162
4.5	Analisa Gempa Non LineaR Time Histori Analisys .....	169
4.5.1	Menentukan <i>Grounmotion Sesuai Dengan Kordinat Gedug Dan Jarak Pusat Gempa</i> .....	169
4.5.2	<i>Ground Motion Time History</i> .....	173
4.5.3	Perbandingan <i>Displacement</i> dan <i>Drift Story</i> Struktur Gedung <i>Bresing Eksentrik D</i> Dan <i>Bresing Eksentrik Inverted V</i> .....	231
4.5.4	Hasil Analisa Gedung <i>Bracing Eksentrik V</i> Dan <i>Bracing Eksentrik D</i> 297	
4.5.5	Perbandingan Hasil Kinerja Non Linear Time History .....	310
4.5.6	Hasil Distribusi Gaya Lateral .....	316
4.5.7	Berat Struktur Bangunan .....	316
BAB V	PENUTUP .....	319
5.1	Kesimpulan .....	319
5.2	Saran.....	321
	DAFTAR PUSTAKA .....	323



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk-bentuk SRBE .....	14
Gambar 2. 2 Letak Balok link .....	15
Gambar 2. 3 Prilaku bracung terhadap beban lateral .....	16
Gambar 2. 4 ResponSpektrum .....	23
Gambar 2. 5Tipikal Kurva Kapasitas Pada Berbagai Tingkat Kinerja .....	30
Gambar 2. 6 Ilustrasi Perancangan Berbasis Kinerja .....	31
Gambar 2. 7 Derajat Keruntuhan (Degree of Damage).....	34
Gambar 2. 8 Distribusi Gaya Horizontal.....	37
Gambar 2. 10 Spektrum respons desain .....	47
Gambar 3. 1 Diagram alir.....	52
Gambar 4. 1 Tampak Struktur Bresing Eksentrik V terbalik Pada Permodelan SAP 2000 V22.0.0.....	57
Gambar 4. 2 Tampak Struktur Bresing Eksentrik Diagonal Pada Permodelan Sap 2000 V22.0.0.....	58
Gambar 4. 3 Peta Nilai N-SPT 30m Kota Surabaya (Sumber: Tim Geofisika Pusat Studi Kebumian Bencana Dan Perubahan Iklim LPPM – ITS, 2019) .....	62
Gambar 4. 4 Nilai N-SPT Bor-Log Hingga Kedalaman 32m .....	63
Gambar 4. 5 Grafik Spektral Percepatan Surabaya.....	66
Gambar 4. 6 Responspectrum permodelan SAP 2000 v21 .....	69
Gambar 4. 7 ASCE 7-88 Wind Load Pattern dalam SAP2000 V22 .....	72
Gambar 4. 8 SRMK dan SRBK dalam gempa arah X .....	77
Gambar 4. 9 Grafik Simpangan Struktur Bresing Eksentrik V .....	85
Gambar 4. 10 Grafik Simpangan Struktur Bresing Eksentrik D.....	85
Gambar 4. 11 Grafik P-Delta Bangunan Sistem Breising Eksentrik V .....	91
Gambar 4. 12 Grafik P-Delta Bangunan Sistem Breising Eksentrik D .....	91
Gambar 4. 13 Perancanaan Desain Plat lantai.....	93
Gambar 4. 14 Penampang Profil Balok.....	99
Gambar 4. 15 Penampang Profil Link.....	106
Gambar 4. 16 Penampang Profil Luar Link .....	112
Gambar 4. 17 Penampang Profil Luar Link .....	120
Gambar 4. 18 Penampang Profil Luar Link .....	131
Gambar 4. 19 Penampang Profil Kolom .....	132
Gambar 4. 20 SCWB pada kolom exterior dan balok exterior A.....	143

Gambar 4. 21 SCWB pada kolom exterior dan balok exterior B .....	143
Gambar 4. 22 SCWB pada kolom interior dan balok interior A .....	145
Gambar 4. 23 SCWB pada kolom interior dan balok interior B .....	145
Gambar 4. 24 Sambungan balok anak - balok.....	151
Gambar 4. 25 Sambungan Baut Balok Kolom A .....	154
Gambar 4. 26 Sambungan Baut Balok kolom B.....	154
Gambar 4. 27 Sambungan Badan kolom kolom.....	158
Gambar 4. 28 Sambungan Bracing.....	159
Gambar 4. 29 Sambungan Badan kolom kolom.....	163
Gambar 4. 30 Sambungan Las Spatu kolom .....	165
Gambar 4. 31 Sambungan Baut Spatu Kolom.....	166
Gambar 4. 32 sambungan Sepatu Kolom .....	168
Gambar 4. 33 Software Penghitung Jarak Gempa.....	169
Gambar 4. 34 Input Data Pada Software Penghitung Jarak Gempa.....	170
Gambar 4. 35 Output Data Pada Software Penghitung Jarak Gempa .....	171
Gambar 4. 36 Lokasi dan Koordinat yang berada pada Google Map.....	172
Gambar 4. 37 Menentukan Ground Motion Langkah 1 .....	173
Gambar 4. 38 Menentukan Ground Motion Langkah 2 .....	174
Gambar 4. 39 Menentukan Ground Motion Langkah 2 .....	175
Gambar 4. 40 Menentukan Ground Motion Langkah 1 .....	176
Gambar 4. 41 Menentukan Ground Motion Langkah 5 .....	177
Gambar 4. 42 Menentukan Ground Motion Langkah 6 .....	178
Gambar 4. 43 Data ground motion Dasar.....	179
Gambar 4. 44 Penginputan data ground motion ke seismo match .....	180
Gambar 4. 45 Penginputan data response spectrum ke seismo match.....	181
Gambar 4. 46 Penginputan nilai Tmin dan Tmax.....	184
Gambar 4. 47 Proses matching pertama .....	184
Gambar 4. 48 Proses matching kedua .....	185
Gambar 4. 49 Pengambilan data ground motions dari seismo match.....	186
Gambar 4. 50 Time Seris Corinth Greece X .....	187
Gambar 4. 51 Time Seris Corinth Greece Y .....	187
Gambar 4. 52 Spektra Respons Corinth Greece X .....	188
Gambar 4. 53 Spektra Respons Corinth Greece Y .....	188
Gambar 4. 54 Time Seris Corinth Greece X .....	189
Gambar 4. 55 Time Seris Corinth Greece Y .....	189
Gambar 4. 56 Spektra Respons Friulli Itali X .....	190

Gambar 4. 57 Spektra Respons Friulli Itali Y .....	190
Gambar 4. 58 Time Seris Gazli USSR X .....	191
Gambar 4. 59 Time Seris Gazli USSR Y .....	191
Gambar 4. 60 Spektra Respons Gazli USSR X.....	192
Gambar 4. 61 Spektra Respons Gazli USSR Y.....	192
Gambar 4. 62 Time Seris Helena Montana X .....	193
Gambar 4. 63 Time Seris Helena Montana Y .....	193
Gambar 4. 64 Spektra Respons Helena Montana X.....	194
Gambar 4. 65 Spektra Respons Helena Montana Y .....	194
Gambar 4. 66 Time Seris Imperial Valley X.....	195
Gambar 4. 67 Time Seris Imperial Valley Y.....	195
Gambar 4. 68 Spektra Respons Imperial Valley X .....	196
Gambar 4. 69 Spektra Respons Imperial Valley Y .....	196
Gambar 4. 70 Time Seris Irpinia Italy X.....	197
Gambar 4. 71 Time Seris Irpinia Italy Y .....	197
Gambar 4. 72 Spektra Respons Irpinia Italy X .....	198
Gambar 4. 73 Spektra Respons Irpinia Italy X .....	198
Gambar 4. 74 Time Seris Managua Nicaragua X .....	199
Gambar 4. 75 Time Seris Managua Nicaragua Y .....	199
Gambar 4. 76 Spektra Respons Managua Nicaragua X .....	200
Gambar 4. 77 Spektra Respons Managua Nicaragua X .....	200
Gambar 4. 78 Time Seris Northern Calif X .....	201
Gambar 4. 79 Time Seris Northern Calif Y .....	201
Gambar 4. 80 Spektra Respons Northern Calif X .....	202
Gambar 4. 81 Spektra Respons Northern Calif Y .....	202
Gambar 4. 82 Time Seris Parkfield X.....	203
Gambar 4. 83 Time Seris Parkfield Y .....	203
Gambar 4. 84 Spektra Respons Parkfield X.....	204
Gambar 4. 85 Spektra Respons Parkfield Y .....	204
Gambar 4. 86 Time Seris San Fernando X.....	205
Gambar 4. 87 Time Seris San Fernando Y .....	205
Gambar 4. 88 Spektra Respons San Fernando X .....	206
Gambar 4. 89 Spektra Respons San Fernando Y .....	206
Gambar 4. 90 Time Seris Tabas Iran X.....	207
Gambar 4. 91 Time Seris Tabas Iran Y .....	207

Gambar 4. 92 Spektra Respons Tabas Iran X.....	208
Gambar 4. 93 Spektra Respons Tabas Iran Y.....	208
Gambar 4. 94 Time Seris Corinth Greece X .....	209
Gambar 4. 95 Time Seris Corinth Greece Y .....	209
Gambar 4. 96 Spektra Respons Corinth Greecece X .....	210
Gambar 4. 97 Spektra Respons Corinth Greecece Y .....	210
Gambar 4. 98 Time Seris Friuli Italy X.....	211
Gambar 4. 99 Time Seris Friuli Italy Y.....	211
Gambar 4. 100 Spektra Respons Friuli Italy X .....	212
Gambar 4. 101 Spektra Respons Friuli Italy Y .....	212
Gambar 4. 102 Time Seris Gazli USSR X .....	213
Gambar 4. 103 Time Seris Gazli USSR Y .....	213
Gambar 4. 104 Spektra Respons Gazli USSR X .....	214
Gambar 4. 105 Spektra Respons Gazli USSR Y .....	214
Gambar 4. 106 Time Seris Helena Montana X.....	215
Gambar 4. 107 Time Seris Helena Montana Y.....	215
Gambar 4. 108 Spektra Respons Helena Montana X .....	216
Gambar 4. 109 Spektra Respons Helena Montana Y .....	216
Gambar 4. 110 Time Seris Imperial Valley X.....	217
Gambar 4. 111 Time Seris Imperial Valley Y .....	217
Gambar 4. 112 Spektra Respons Imperial Valley X.....	218
Gambar 4. 113 Spektra Respons Imperial Valley Y.....	218
Gambar 4. 114 Time Seris Irpinia Italy X .....	219
Gambar 4. 115 Time Seris Irpinia Italy Y .....	219
Gambar 4. 116 Spektra Respons Irpinia Italy X.....	220
Gambar 4. 117 Spektra Respons Irpinia ItalyY .....	220
Gambar 4. 118 Time Seris Managua Nicaragua X.....	221
Gambar 4. 119 Time Seris Managua Nicaragua Y .....	221
Gambar 4. 120 Spektra Respons Managua Nicaragua X .....	222
Gambar 4. 121 Spektra Respons Managua Nicaragua Y .....	222
Gambar 4. 122 Time Seris Northern Calif X.....	223
Gambar 4. 123 Time Seris Northern Calif Y.....	223
Gambar 4. 124 Spektra Respons Northern Calif X .....	224
Gambar 4. 125 Spektra Respons Northern Calif Y .....	224
Gambar 4. 126 Time Seris Parkfield X .....	225

Gambar 4. 127 Time Seris Parkfield Y .....	225
Gambar 4. 128 Spektra Respons Parkfield X.....	226
Gambar 4. 129 Spektra Respons Parkfield Y .....	226
Gambar 4. 130 Time Seris San Fernando X.....	227
Gambar 4. 131 Time Seris San Fernando Y.....	227
Gambar 4. 132 Spektra Respons San Fernando X .....	228
Gambar 4. 133 Spektra Respons San Fernando Y .....	228
Gambar 4. 134 Time Seris Tabas Iran X.....	229
Gambar 4. 135 Time Seris Tabas Iran Y .....	229
Gambar 4. 136 Spektra Respons Tabas Iran X .....	230
Gambar 4. 137 Spektra Respons Tabas Iran Y .....	230
Gambar 4. 138 Grafik Drift Story Corinth X .....	232
Gambar 4. 139 Grafik Drift Story Corinth Y .....	232
Gambar 4. 140 Grafik Disblesmen Corinth .....	233
<i>Gambar 4. 141 Grafik Drift Story Friulli Itali X .....</i>	235
Gambar 4. 142 Grafik Drift Story Friulli Itali Y .....	235
Gambar 4. 143 Grafik Disblesmen Friulli Itali .....	236
Gambar 4. 144 Grafik Drift Story Gazil X.....	238
Gambar 4. 145 Grafik Drift Story Gazil Y .....	238
Gambar 4. 146 Grafik Disblesmen Gazil .....	239
Gambar 4. 147 Grafik Drift Story Helena Montana X.....	241
Gambar 4. 148 Grafik Drift Story Helena Montana Y .....	241
Gambar 4. 149 Grafik Disblesmen Helena Montana .....	242
Gambar 4. 150 Grafik Drift Story Imperial Valley X .....	244
Gambar 4. 151 Grafik Drift Story Imperial Valley Y .....	244
Gambar 4. 152 Grafik Disblesmen Imperial Valley.....	245
Gambar 4. 153 Grafik Drift Story Iprina Itali X .....	247
Gambar 4. 154 Grafik Drift Story Iprina Itali Y .....	247
Gambar 4. 155 Grafik Disblesmen Iprina Itali.....	248
Gambar 4. 156 Grafik Drift Story Managuai X .....	250
Gambar 4. 157 Grafik Drift Story Managuai Y .....	250
Gambar 4. 158 Grafik Disblesmen Managuai.....	251
Gambar 4. 159 Grafik Drift Story Northeren X .....	253
Gambar 4. 160 Grafik Drift Story Northeren Y .....	253

Gambar 4. 161 Grafik Displesmen Northeren .....	254
Gambar 4. 162 Grafik Drift Story Parkfield X .....	256
Gambar 4. 163 Grafik Drift Story Corinth Y .....	256
Gambar 4. 164 Grafik Displesmen Corinth.....	257
Gambar 4. 165 Grafik Drift Story San Fenando X.....	259
Gambar 4. 166 Grafik Drift Story San Fernando Y.....	259
Gambar 4. 167 Grafik Displesmen San Fernando Y .....	260
Gambar 4. 168 Grafik Drift Story Tabes X .....	262
Gambar 4. 169 Grafik Drift Story Tabes Y .....	262
Gambar 4. 170 Grafik Displesmen Tabes Y.....	263
Gambar 4. 171 Grafik Drift Story Corinth X .....	265
Gambar 4. 172 Grafik Drift Story Corinth Y .....	265
Gambar 4. 173 Grafik Displesmen Corinth.....	266
Gambar 4. 174 Grafik Drift Story Friulli Itali X .....	268
Gambar 4. 175 Grafik Drift Story Friulli Itali Y .....	268
Gambar 4. 176 Grafik Displesmen Friulli Itali.....	269
Gambar 4. 177 Grafik Drift Story Gazil X .....	271
Gambar 4. 178 Grafik Drift Story Gazil Y .....	271
Gambar 4. 179 Grafik Displesmen Gazil .....	272
Gambar 4. 180 Grafik Drift Story Helena Montana X .....	274
Gambar 4. 181 Grafik Drift Story Helena Montana Y .....	274
Gambar 4. 182 Grafik Displesmen Helena Montana.....	275
Gambar 4. 183 Grafik Drift Story Imperial Valley X .....	277
Gambar 4. 184 Grafik Drift Story Imperial Valley Y .....	277
Gambar 4. 185 Grafik Displesmen Imperial Valley .....	278
Gambar 4. 186 Grafik Drift Story Iprina Itali X.....	280
Gambar 4. 187 Grafik Drift Story Iprina Itali Y .....	280
Gambar 4. 188 Grafik Displesmen Iprina Itali .....	281
Gambar 4. 189 Grafik Drift Story Managuai X.....	283
Gambar 4. 190 Grafik Drift Story Managuai Y .....	283
Gambar 4. 191 Grafik Displesmen Managuai .....	284
Gambar 4. 192 Grafik Drift Story Northeren X .....	286
Gambar 4. 193 Grafik Drift Story Northeren Y .....	286
Gambar 4. 194 Grafik Displesmen Northeren .....	287

Gambar 4. 195 Grafik Drift Story Corinth Y .....	289
Gambar 4. 196 Grafik Drift Story Corinth Y .....	289
Gambar 4. 197 Grafik Displesmen Corinth .....	290
Gambar 4. 198 Grafik Drift Story San Fenando X.....	292
Gambar 4. 199 Grafik Drift Story San Fernando Y .....	292
Gambar 4. 200 Grafik Displesmen San Fernando.....	293
Gambar 4. 201 Grafik Drift Story Tabes X.....	295
Gambar 4. 202 Grafik Drift Story Tabes Y.....	295
Gambar 4. 203 Grafik Displesmen Tabes .....	296
Gambar 4. 204 Sendi plastis terakhir pada Gempa Chorint X dan Y.....	298
Gambar 4. 205 Sendi plastis terakhir pada Gempa Friuli Itali X dan Y .....	298
Gambar 4. 206 Sendi plastis terakhir pada Gempa Gazil X dan Y .....	299
Gambar 4. 207 Sendi plastis terakhir pada Gempa Helena Montana X dan Y .....	299
Gambar 4. 208 Sendi plastis terakhir pada Gempa Imperial Valley X dan Y.....	300
Gambar 4. 209 Sendi plastis terakhir pada Gempa Iprina Itali X dan Y .....	300
Gambar 4. 210 Sendi plastis terakhir pada Gempa Managuai X dan Y .....	301
Gambar 4. 211 Sendi plastis terakhir pada Gempa Northeren X dan Y .....	301
Gambar 4. 212 Sendi plastis terakhir pada Gempa Park Field X dan Y .....	302
Gambar 4. 213 Sendi plastis terakhir pada Gempa San Fernando X dan Y.....	302
Gambar 4. 214 Sendi plastis terakhir pada Gempa Tabes X dan Y .....	303
Gambar 4. 215 Sendi plastis terakhir pada Gempa Chorint Sumbu X dan Sumbu Y .....	304
Gambar 4. 216 Sendi plastis terakhir pada Gempa Friulli Itali Sumbu X dan Sumbu Y .....	304
Gambar 4. 217 Sendi plastis terakhir pada Gempa Gazil Sumbu X dan Sumbu Y.305	305
Gambar 4. 218 Sendi plastis terakhir pada Gempa Helena Montana Sumbu X dan Sumbu Y .....	305
Gambar 4. 219 Sendi plastis terakhir pada Gempa Imperial Valley Sumbu X dan Sumbu Y.....	306
Gambar 4. 220 Sendi plastis terakhir pada Gempa Iprina Itali Sumbu X dan Sumbu Y .....	306
Gambar 4. 221 Sendi plastis terakhir pada Gempa Managua Sumbu X dan Sumbu Y .....	307

Gambar 4. 222 Sendi plastis terakhir pada Gempa Northeren Sumbu X dan Sumbu Y .....	307
Gambar 4. 223 Sendi plastis terakhir pada Gempa Park Field Sumbu X dan Sumbu Y .....	308
Gambar 4. 224 Sendi plastis terakhir pada Gempa San Fernando Sumbu X dan Sumbu Y .....	308
Gambar 4. 225 Sendi plastis terakhir pada Gempa Tabes Sumbu X dan Sumbu Y	309
Gambar 4. 226 Ilustrasi peranvangan berbasis Kinerja .....	317

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Berat Sendiri Bahan Bangunan .....	18
Tabel 2. 2 Kategori Risiko Bangunan .....	20
Tabel 2. 3 Faktor Keutamaan Gempa.....	20
Tabel 2. 4 Koefisien Situs $T=0,2$ detik, $F_a$ .....	21
Tabel 2. 5 Koefisien Situs $T=1$ detik.....	21
Tabel 2. 6 Kategori Desain Seismik Periode Pendek .....	23
Tabel 2. 7 Kategori Desain Seismik Periode 1 detik.....	24
Tabel 2. 8 Sistem Penahan Gaya Seismik .....	25
Tabel 2. 9 Macam – macam Data Ground Motions .....	28
Tabel 2. 10 Level Kinerja Struktur.....	30
Tabel 2. 11Level Kinerja Struktur.....	31
Tabel 2. 12 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya untuk Beban Gempa .....	40
Tabel 2. 13 Klasifikasi Situs .....	43
Tabel 2. 14 Koefisien Situs, $F_a$ untuk Menentukan Nilai $S_1$ .....	44
Tabel 2. 15 Kategori Lokasi $F_v$ untuk Menentukan Nilai $S_1$ .....	44
Tabel 2. 16 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek .....	47
Tabel 2. 17 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1,0 detik.....	48
Tabel 2. 18 Kategori Desain Gempa (KDG) dan Resiko Kegempaan .....	48
Tabel 2. 19 Faktor $R, C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk Sistem Penahan Gaya Gempa.....	49
Tabel 4. 1 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa	61
Tabel 4. 2 Tabel 4 – Faktor keutamaan gempa .....	61
Tabel 4. 3 Perhitungan Nilai $N$ .....	64
Tabel 4. 4 Klasifikasi Situs Gedung.....	65
Tabel 4. 5 Kategori Resiko Sesuai Nilai SDs.....	68
Tabel 4. 6 Kategori Resiko Sesuai Nilai SD1 .....	68
Tabel 4. 7 Faktor arah angin $K_d$ .....	71
Tabel 4. 8 Kofisien tekanan eksternal $C_p$ .....	71

Tabel 4. 9 Kofisien tekanan Atap Cp .....	72
Tabel 4. 10.a Presentase Base Shear Bangunan Eksentrik V .....	78
Tabel 4. 11.b Presentase Base Shear Bangunan Eksentrik V .....	79
Tabel 4. 12.a Presentase Base Shear Bangunan Eksentrik D .....	80
Tabel 4. 13.b Presentase Base Shear Bangunan Eksentrik D .....	81
Tabel 4. 14 Simpangan Antar Lantai Bangunan Eksentrik V Arah X.....	83
Tabel 4. 15 Simpangan Antar Lantai Bangunan Eksentrik D Arah X.....	83
Tabel 4. 16 Simpangan Antar Lantai Bangunan Eksentrik V Arah Y.....	84
Tabel 4. 17 Simpangan Antar Lantai Bangunan Eksentrik D Arah Y.....	84
Tabel 4. 18 Presentase Partisipasi Massa Bracing Eksentrik V.....	86
Tabel 4. 19 Presentase Partisipasi Massa Breising Eksentrik D.....	87
Tabel 4. 20 Perhitungan P-Delta Breising Eksentrik V Sumbu X.....	89
Tabel 4. 21 Perhitungan P-Delta Breising Eksentrik D Sumbu X.....	89
Tabel 4. 22 Perhitungan P-Delta Breising Eksentrik V Sumbu Y.....	90
Tabel 4. 23 Perhitungan P-Delta Breising Eksentrik D Sumbu Y.....	90
Tabel 4. 24 Data Profil Struktur Bangunan Eksentrik.....	92
Tabel 4. 25 Data Tebal Pelat Pada Struktur.....	92
Tabel 4. 26 Momen plat lantai.....	94
Tabel 4. 27 Data Profil Balok yang Digunakan.....	99
Tabel 4. 28 Tabel perhitungan balok Eksentrik V .....	105
Tabel 4. 29 Tabel perhitungan balok Eksentrik V .....	105
Tabel 4. 30 Data Profil Balok Link Yang Digunakan .....	106
Tabel 4. 31 Perhitungan balok link Eksentrik V .....	111
Tabel 4. 32 Perhitungan balok link Eksentrik D .....	111
Tabel 4. 33 Data Profil Balok Luar Link Yang Digunakan.....	112
Tabel 4. 34 Tabel perhitungan balok luar link eksentrik V .....	119
Tabel 4. 35 Tabel perhitungan balok luar link eksentrik D .....	119
Tabel 4. 36Data Profil Bracing Yang Digunakan.....	120
Tabel 4. 37 Data Profil Bracing Yang Digunakan.....	121
Tabel 4. 38 Tabel perhitungan Bracing Eksentrik V .....	130
Tabel 4. 39 Tabel perhitungan Bracing Eksentrik D .....	130
Tabel 4. 40 Data Profil Bresing Yang Digunakan .....	131
Tabel 4. 41 Tabel perhitungan kolom eksentrik V .....	142
Tabel 4. 42 Tabel perhitungan kolom eksentrik V .....	142
Tabel 4. 43 Tabel perhitungan SCWB eksentrik V .....	147

Tabel 4. 44 Tabel perhitungan SCWB eksentrik D .....	147
Tabel 4. 45 Data Profil Bresing Yang Digunakan.....	148
Tabel 4. 46 Diameter baut dan lubang baut .....	148
Tabel 4. 47 Kebutuhan Baut.....	151
Tabel 4. 48 Profil baja yang digunakan.....	152
Tabel 4. 49 Diameter baut dan lubang baut .....	152
Tabel 4. 50 Profil baja yang digunakan.....	155
Tabel 4. 51 Diameter baut dan lubang baut .....	155
Tabel 4. 52 Diameter baut dan lubang baut .....	157
Tabel 4. 53 Profil baja yang digunakan.....	162
Tabel 4. 54 Diameter baut dan lubang baut .....	162
Tabel 4. 55 Participating Mass Bresing Eksentrik V .....	182
Tabel 4. 56 Participating Mass Bresing Eksentrik D .....	182
Tabel 4. 57 Perbandingan Displacement dan Drift Corinth .....	231
Tabel 4. 58 Perbandingan Displacement dan Drift Friuli Itali .....	234
Tabel 4. 59 Perbandingan Displacement dan Drift Gazil.....	237
Tabel 4. 60 Perbandingan Displacement dan Drift Helena Montana.....	240
Tabel 4. 61 Perbandingan Displacement dan Drift Imperial Valley .....	243
Tabel 4. 62 Perbandingan Displacement dan Drift Iprina Itali .....	246
Tabel 4. 63 Perbandingan Displacement dan Drift Managuai .....	249
Tabel 4. 64 Perbandingan Displacement dan Drift Northeren .....	252
Tabel 4. 65 Perbandingan Displacement dan Drift Park Field.....	255
Tabel 4. 66 Perbandingan Displacement dan Drift San Fernando .....	258
Tabel 4. 67 Perbandingan Displacement dan Drift Tabes.....	261
Tabel 4. 68 Perbandingan Displacement dan Drift Corinth .....	264
Tabel 4. 69 Perbandingan Displacement dan Drift Friuli Itali .....	267
Tabel 4. 70 Perbandingan Displacement dan Drift Gazil.....	270
Tabel 4. 71 Perbandingan Displacement dan Drift Helena Montana.....	273
Tabel 4. 72 Perbandingan Displacement dan Drift Imperial Valley .....	276
Tabel 4. 73 Perbandingan Displacement dan Drift Iprina Itali .....	279
Tabel 4. 74 Perbandingan Displacement dan Drift Managuai .....	282
Tabel 4. 75 Perbandingan Displacement dan Drift Northeren .....	285
Tabel 4. 76 Perbandingan Displacement dan Drift Park Field.....	288
Tabel 4. 77 Perbandingan Displacement dan Drift San Fernando .....	291
Tabel 4. 78 Perbandingan Displacement dan Drift Tabes.....	294

Tabel 4. 79 Tingkat kerusakan akibat terjadinya sendi plastis .....	297
Tabel 4. 80 Drift Story Bracing Eksentrik D.....	310
Tabel 4. 81 Drift Story Bracing Eksentrik V.....	310
Tabel 4. 82 Drift Story Bresing Eksentrik V .....	311
Tabel 4. 83 Level kinerja struktur gedung Eksentrik D berdasarkan ATC-40.....	312
Tabel 4. 84 Level kinerja struktur gedung Eksentrik V berdasarkan ATC-40.....	314
Tabel 4. 85 Tabel Perbandingan Bracing Eksentrik V berdasarka Displesmen .....	315
Tabel 4. 86 Tabel Perbandingan Bracing Eksentrik D berdasarka Displesmen .....	315
Tabel 4. 87 Rekappitulai Presentasi BaseShare.....	316
Tabel 4. 88 Tabel Berat Bangunan Baja Bracing eksentrik V dan Bresing wksentrik D .....	316
Tabel 4. 89 Tabel Kebutuhan baja Bresing eksentrik V dan Bracing wksentrik D	317