

**PENGARUH *ECCENTRICALLY BRACED FRAME* (EBF) LINK  
HORIZONTAL DAN LINK VERTIKAL TERHADAP PERILAKU  
STRUKTUR GEDUNG GUNUNG GEULIS SEJAHTERA HOTEL**

**TUGAS AKHIR**

diajukan untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil



oleh:

**YOSHITA TRI BINTANG**

**NIM. 1900712**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2023**

PENGARUH *ECCENTRICALLY BRACED FRAME* (EBF) LINK HORIZONTAL  
DAN LINK VERTIKAL TERHADAP PERILAKU STRUKTUR GEDUNG  
GUNUNG GEULIS SEJAHTERA HOTEL

oleh  
Yoshita Tri Bintang

Sebuah Tugas Akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil

© Yoshita Tri Bintang 2023  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Agustus 2023

Hak Cipta dilindungi undang-undang  
Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan  
dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH *ECCENTRICALLY BRACED FRAME* (EBF) LINK  
HORIZONTAL DAN LINK VERTIKAL TERHADAP PERILAKU  
STRUKTUR GEDUNG GUNUNG GEULIS SEJAHTERA HOTEL**

**Disetujui dan disahkan oleh pembimbing :**

Pembimbing I



**Drs. Budi Kudwadi, M.T**

**NIP. 19630622 199001 1 001**

Pembimbing II



**Ben Novarro Batubara, S.T., M.T.**

**NIP. 19801119 200912 1 003**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



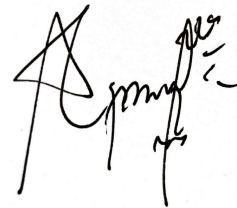
**Dr. Ir. Juang Akbardin, S.T., M.T., IPM, ASEAN.Eng**

**NIP. 19770307 200812 1 001**

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul **“Pengaruh *Eccentrically Braced Frame* (EBF) Link Horizontal Dan Link Vertikal Terhadap Perilaku Struktur Gedung Gunung Geulis Sejahtera Hotel”** beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2023  
Pembuat Pernyataan



Yoshita Tri Bintang  
1900712

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yesus Kristus yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Pengaruh *Eccentrically Braced Frame (EBF)* Link Horizontal Dan Link Vertikal Terhadap Perilaku Struktur Gedung Gunung Geulis Sejahtera Hotel”**. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak yang sudah membantu dan mendukung penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini dari awal hingga selesai.

Tugas Akhir ini dibuat sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat kekurangan dikarenakan keterbatasan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran yang membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap penelitian Tugas Akhir ini kedepannya dapat memberi manfaat bagi pembaca, khususnya kalangan mahasiswa/i teknik sipil.

Bandung, Agustus 2023

Penulis

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menemukan berbagai hambatan. Penulis menyadari banyak penyertaan, bantuan, bimbingan, dan dukungan yang didapatkan sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Dengan penuh rasa syukur dan hormat, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Budi Kudwadi, M.T., dan Bapak Ben Novarro Batubara, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan bimbingan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Juang Akbardin, S.T., M.T., IPM, ASEAN.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Pendidikan Indonesia
3. Dosen – dosen dan staff Program Studi Teknik Sipil Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan ilmu dan membantu banyak hal selama proses perkuliahan dan penyusunan tugas akhir.
4. Kedua orang tua yang selalu memberikan semangat dan dukungan baik melalui doa dan materi. Arrin dan Roito yang memberikan semangat dan selalu menghibur ketika ada kesulitan.
5. Teh Ayu Wulandari, S.T., yang telah bersedia meluangkan waktu untuk berdiskusi mengenai topik Tugas Akhir ini.
6. Pak Totok dan Pak Farhan yang sudah membantu penulis dalam mendapatkan data Tugas Akhir serta berkenan untuk berdiskusi mengenai data tersebut.
7. Teman – teman Teknik Sipil 2019, terutama Azzam, Agnes, dan Sindy yang selalu mendukung, memberi semangat, membantu, dan menjadi teman diskusi selama proses penyusunan Tugas Akhir.
8. Sahabat terkasih, Eflyne, Kak Beta, Rachel, dan Freehana yang selalu ada dan mendengarkan semua keluh kesah penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir.

# **PENGARUH ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF) LINK HORIZONTAL DAN LINK VERTIKAL TERHADAP PERILAKU STRUKTUR GEDUNG GUNUNG GEULIS SEJAHTERA HOTEL**

**Yoshita Tri Bintang, Budi Kudwadi<sup>1</sup>, Ben Novarro Batubara<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Sipil-S1; Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan;  
Universitas Pendidikan Indonesia

Email : [yoshitatribintang.pardede@upi.edu](mailto:yoshitatribintang.pardede@upi.edu), [bkudwadi@upi.edu](mailto:bkudwadi@upi.edu), [bensnovr@upi.edu](mailto:bensnovr@upi.edu)

## **ABSTRAK**

Sistem EBF merupakan struktur portal baja dengan ujung pengaku berpotongan dengan balok membentuk eksentrisitas horizontal tertentu dari joint yang disebut link. Sistem EBF menjadikan link sebagai elemen utama penyerap energi gempa yang mengalami kerusakan terlebih dahulu dari elemen lainnya. Tipe link yang paling sering digunakan adalah horizontal. Namun, untuk beberapa kasus, struktur dengan link horizontal tidak dapat diterapkan pada beberapa lantai yang harus mampu memikul beban vertikal besar. Selain itu, penggantian link yang mengalami kerusakan pada EBF-H bisa sangat sulit karena link menjadi satu kesatuan dengan balok. Oleh karena itu diusulkan penggunaan link secara vertikal pada sistem EBF. Tugas akhir ini akan menganalisis perilaku struktur EBF dengan tipe link horizontal dan vertikal. Struktur yang dimodelkan adalah hotel 7 lantai dengan pembebanan gempa respons spektrum dan pushover. Dari analisis respons spektrum diperoleh bahwa simpangan yang terjadi pada EBF-H dan EBF-V berkurang sebanyak 51% dan 49% dari simpangan struktur eksisting. Sementara itu, melalui analisis pushover dapat diketahui sendi plastis (leleh) pertama terjadi pada elemen link. Perilaku inelastik struktur pada analisis pushover menunjukkan hasil bahwa kekuatan, kekakuan, dan daktilitas struktur EBF Link Horizontal (Model II) lebih baik dibandingkan dengan struktur EBF Link Vertikal. Level kinerja EBF-H dan EBF-V pada pembebanan gempa respons spektrum adalah *Immediate Occupancy*, sementara pada pembebanan metode pushover level kinerja EBF-H adalah *Damage Control* dan untuk EBF-V adalah *Life Safety*. Dengan adanya perencanaan link, balok di luar link, kolom, dan pengaku pada sistem EBF, struktur dapat memiliki berat yang lebih ringan, juga memiliki kekuatan, kekakuan, dan daktilitas yang lebih baik.

**Kata kunci : *eccentrically braced frame*, link horizontal, link vertikal, analisis respons spektrum, analisis pushover, perilaku struktur**

<sup>1</sup>) Pembimbing Tugas Akhir I

<sup>2</sup>) Pembimbing Tugas Akhir II

# THE EFFECT OF ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF) WITH HORIZONTAL AND VERTICAL LINKS TO STRUCTURAL BEHAVIOR OF GUNUNG GEULIS SEJAHTERA HOTEL

**Yoshita Tri Bintang, Budi Kudwadi<sup>1</sup>, Ben Novarro Batubara<sup>2</sup>**

*Civil Engineering Study Program, Faculty of Technology and Vocational Education;  
Indonesia University of Education*

Email : [yoshitatribintang.pardede@upi.edu](mailto:yoshitatribintang.pardede@upi.edu), [bkudwadi@upi.edu](mailto:bkudwadi@upi.edu), [bensnovr@upi.edu](mailto:bensnovr@upi.edu)

## ABSTRACT

The EBF system is a steel frame structure with the ends of the braces intersecting the beams forming a certain horizontal eccentricity of the joints called links. The EBF system makes the link as the major seismic energy dissipating element which is damaged earlier than other elements. The most common type of link is horizontal link. However, for some cases, structures with horizontal links cannot be applied to several floors which must be able to carry large vertical loads. In addition, replacing damaged links on the EBF-H can be very difficult because the links become one unit with the beam. Therefore, it is proposed to use a vertical link in the EBF system. This final thesis will analyze the behavior of the EBF structure with horizontal and vertical links. The system structure is modeled as a structure of 7 floors and function as a hotel with a response spectrum and pushover analysis. From the response spectrum analysis, it was found that the horizontal drift that occurred in EBF-H and EBF-V were reduced by 51% and 49% of the deviations in the existing structure. Meanwhile, through pushover analysis it can be seen that the first plastic hinge (yield) occurs in the link elements. The inelastic behavior of the structure in the pushover analysis shows that the strength, stiffness, and ductility of the Horizontal Link EBF structure (Model II) are better than the Vertical Link EBF structure. The performance level of EBF-H and EBF-V under seismic response spectrum analysis is Immediate Occupancy, while for pushover analysis, the performance level for EBF-H is Damage Control and for EBF-V is Life Safety. By re-designing the beam outside the links, columns and diagonal braces in the EBF system, the structure can have a lighter weight, as well as have better strength, stiffness and ductility.

**Keywords:** *eccentrically braced frame, horizontal link, vertical link, response spectrum analysis, pushover analysis, structural behavior*

<sup>1)</sup> *Thesis Advisor I*

<sup>2)</sup> *Thesis Advisor II*



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Rumusan Masalah .....	3
1.5 Tujuan .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	6
2.1 Gempa Bumi .....	6
2.1.1 Metode Analisis Beban Gempa.....	7
2.2 Struktur Baja Tahan Gempa.....	8
2.3 Eccentrically Braced Frame .....	10
2.4 Komponen Penyusun EBF .....	12
2.4.1 Elemen Link.....	12
2.4.2 Pengaku Diagonal dan Balok di Luar Link.....	14
2.4.3 Kolom.....	15
2.4.4 Pengaku Link .....	16
2.5 Karakteristik EBF Link Horizontal ( <i>Inverted-V</i> ) .....	17
2.5.1 Panjang Link Horizontal .....	17

2.5.2 Sudut Rotasi Link Horizontal .....	19
2.6 Karakteristik EBF Link Vertikal ( <i>Inverted-Y</i> ).....	20
2.6.1 Panjang Link Vertikal .....	21
2.6.2 Sudut Rotasi Link Vertikal .....	21
2.7 Pembebanan Struktur .....	23
2.7.1 Beban Mati .....	23
2.7.2 Beban Hidup .....	24
2.7.3 Beban Angin .....	24
2.7.4 Beban Air Hujan .....	25
2.7.5 Beban Gempa.....	25
2.8 Kontrol Elemen Struktur .....	26
2.8.1 Momen Lentur.....	26
2.8.2 Kuat Geser Nominal.....	26
2.8.3 Kelangsingan Penampang .....	27
2.8.4 Tekuk Lateral .....	27
2.9 Perencanaan Gempa Respons Spektrum.....	28
2.9.1 Gempa Rencana .....	28
2.9.2 Kategori Risiko Struktur dan Faktor Keutamaan Gempa .....	28
2.9.3 Klasifikasi Situs .....	31
2.9.4 Desain Respons Spektrum.....	32
2.9.5 Kateogri Desain Seismik.....	36
2.9.6 Sistem Struktur Pemikul Gaya Seismik .....	37
2.9.7 Periode Getar Alami Struktur .....	37
2.10 Perencanaan Gempa Statik Non-Linear Pushover .....	38
2.10.1 Metode Koefisien Perpindahan Yang Diperbaiki (FEMA 440) .....	40
2.11 Kombinasi Beban .....	41

2.11.1 Kombinasi Pembebanan Ultimit .....	41
2.12 Kinerja Struktur.....	41
2.12.1 Simpangan Antar Tingkat .....	42
2.12.2 Level Kinerja Struktur.....	44
2.13 Program ETABS .....	46
2.14 Penelitian Terdahulu .....	47
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>50</b>
3.1 Desain Penelitian.....	50
3.2 Lokasi Studi Kasus.....	54
3.3 Data Penelitian .....	54
3.3.1 Data Material.....	54
3.3.2 Data Profil Kolom, Balok, Pelat .....	55
3.4 Tahap Analisis Data .....	55
3.4.1 Studi Literatur .....	55
3.4.2 Pemodelan Struktur.....	56
3.4.3 Pembebanan Struktur .....	56
3.4.4 Perencanaan EBF .....	58
3.4.5 <i>Run Analysis</i> ETABS .....	59
3.4.6 Kontrol Kapasitas Struktur.....	59
3.4.7 Analisis Statik Non-Linear Pushover.....	60
3.4.8 Analisis Kinerja Struktur .....	61
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>62</b>
4.1 Tahap Pemodelan Struktur.....	62
4.2 Pembebanan Struktur Utama.....	62
4.2.1 Beban Mati.....	62
4.2.2 Beban Hidup .....	64

4.2.3	Beban Air Hujan .....	64
4.2.4	Beban Angin .....	65
4.2.5	Beban Gempa .....	68
4.2.6	Kombinasi Pembebanan .....	69
4.3	Analisis Model I Eksisting .....	71
4.3.1	Periode Struktur Model I .....	72
4.3.2	Bentuk dan Jumlah Ragam Model I .....	73
4.3.3	Gaya Geser Dasar dan Penskalaan Gaya Model I .....	73
4.3.4	Simpangan Antar Tingkat Model I .....	76
4.3.5	Level Kinerja Struktur Model I .....	77
4.4	Perencanaan <i>Eccentrically Baced Frame</i> (EBF) Link Horizontal .....	79
4.4.1	Perencanaan Link Horizontal .....	79
4.4.2	Perencanaan Balok di Luar Link .....	82
4.4.3	Perencanaan <i>Bracing</i> .....	85
4.4.4	Perencanaan Kolom .....	88
4.5	Analisis Model II EBF Link Horizontal .....	93
4.5.1	Kontrol Desain EBF Link Horizontal .....	94
4.5.2	Sudut Rotasi Link .....	95
4.5.3	Periode Struktur Model II .....	96
4.5.4	Bentuk dan Jumlah Ragam Model II .....	97
4.5.5	Gaya Geser Dasar dan Penskalaan Gaya Model II .....	97
4.5.6	Simpangan Antar Tingkat Model II .....	100
4.5.7	Level Kinerja Struktur Model II .....	102
4.6	Perencanaan <i>Eccentrically Baced Frame</i> (EBF) Vertikal .....	103
4.6.1	Perencanaan Link Vertikal .....	103
4.6.2	Perencanaan Balok di Luar Link .....	106

4.6.3 Perencanaan <i>Bracing</i> .....	109
4.6.4 Perencanaan Kolom .....	112
4.7 Analisis Model III EBF Link Vertikal .....	116
4.7.1 Kontrol Desain EBF Link Vertikal .....	117
4.7.2 Kontrol Sudut Rotasi Link .....	119
4.7.3 Periode Struktur Model III.....	119
4.7.4 Bentuk dan Jumlah Ragam Model III.....	120
4.7.5 Gaya Geser Dasar dan Penskalaan Gaya Model III.....	121
4.7.6 Simpangan Antar Tingkat Model III.....	124
4.7.7 Level Kinerja Struktur Model III.....	125
4.8 Hasil Analisis Pushover .....	127
4.8.1 Performance Point.....	127
4.8.2 Kurva Pushover ( <i>Base Shear – Displacement</i> ).....	129
4.8.3 Target Perpindahan .....	130
4.8.4 Mekanisme Keruntuhan .....	132
4.9 Evaluasi Hasil Analisis .....	138
4.9.1 Dimensi dan Berat Komponen Struktur.....	138
4.9.2 Perbandingan Perpindahan dan Simpangan Horizontal Struktur.....	139
4.9.3 Perilaku Inelastik Struktur.....	142
4.9.4 Kinerja Struktur Model I, II, dan III .....	145
BAB V KESIMPULAN .....	147
5.1 Kesimpulan .....	147
5.2 Implikasi.....	148
5.3 Rekomendasi .....	148
DAFTAR PUSTAKA .....	149
LAMPIRAN.....	151

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Dampak Gempa Bumi <i>Sumber: Fundamental of Earthquake Engineering, 2008.</i> .....	6
Gambar 2. 2 Metode Analisis Struktur dalam Rekayasa Gempa <i>Sumber: Fundamental of Earthquake Engineering, 2008.</i> .....	7
Gambar 2. 3 Grafik Gaya dan Perpindahan Model Sistem Struktur Baja .....	9
Gambar 2. 4 Lokasi Aksi Inelastik pada MRF, EBF, dan CBF.....	10
Gambar 2. 5 Konfigurasi Eccentrically Braced Frame (EBF).....	11
Gambar 2. 6 Gaya yang Bekerja pada Balok Link.....	13
Gambar 2. 7 Distribusi Gaya Lateral dan Inlateral pada Rangka .....	15
Gambar 2. 8 Balok Link dengan Pengaku Badan .....	16
Gambar 2. 9 Mekanisme Sendi Plastis Sistem EBF Link Horizontal.....	17
Gambar 2. 10 Klasifikasi Link.....	18
Gambar 2. 11 Sudut Rotasi Sistem EBF Link Horizontal .....	19
Gambar 2. 12 Mekanisme Sendi Plastis Sistem EBF Link Vertikal.....	21
Gambar 2. 13 Diagram Momen pada Sistem EBF Link Vertikal .....	21
Gambar 2. 14 Sudut Rotasi Sistem EBF Link Vertikal .....	22
Gambar 2. 15 Respons Spektra Percepatan SS <i>Sumber: SNI 1726:2019</i> .....	33
Gambar 2. 16 Respons Spektra Percepatan S1 <i>Sumber: SNI 1726:2019</i> .....	33
Gambar 2. 17 Spektrum Respons Desain <i>Sumber: SNI 1726:2019</i> .....	36
Gambar 2. 18 Simpangan Horizontal Akibat Beban Gempa: simpangan antar lantai dan atap (kiri) dan distribusi kekakuan lateral seragam dan tidak seragam (kanan) <i>Sumber: Fundamental of Earthquake Engineering, 2008.</i> .....	42
Gambar 2. 19 Penentuan Simpangan Antar Tingkat <i>Sumber: SNI 1726:2019</i> .....	43
Gambar 2. 20 Kurva Kinerja Struktur.....	46
Gambar 3. 1 Model 3D ETABS .....	50
Gambar 3. 2 Potongan Melintang .....	51
Gambar 3. 3 Potongan Memanjang.....	51
Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian .....	53
Gambar 4. 1 <i>Run Analysis</i> Model I Eksisting .....	72
Gambar 4. 2 Grafik Simpangan Model I.....	77

Gambar 4. 3 Lokasi EBF Link Horizontal .....	79
Gambar 4. 4 Ilustrasi Gaya Aksial <i>Bracing</i> Digoal .....	87
Gambar 4. 5 <i>Run Analysis</i> Model II EBF Link Horizontal.....	93
Gambar 4. 6 Rasio Hasil <i>Steel Check Design</i> Portal Melintang EBF-H.....	93
Gambar 4. 7 Rasio Hasil <i>Steel Check Design</i> Portal Memanjang EBF-H.....	94
Gambar 4. 8 Lokasi Kontrol Link, Balok di Luar Link, dan <i>Bracing</i> EBF-H.....	94
Gambar 4. 9 Lokasi Kontrol Kolom EBF Link Horizontal .....	95
Gambar 4. 10 Grafik Simpangan Model II .....	101
Gambar 4. 11 Lokasi EBF Link Vertikal .....	103
Gambar 4. 12 <i>Run Analysis</i> Model III EBF Link Vertikal .....	116
Gambar 4. 13 Rasio Hasil <i>Steel Check Design</i> Portal Melintang EBF-V.....	117
Gambar 4. 14 Rasio Hasil <i>Steel Check Design</i> Portal Memanjang EBF-V.....	117
Gambar 4. 15 Lokasi Kontrol Link, Balok di Luar Link, dan <i>Bracing</i> EBF-V..	117
Gambar 4. 16 Lokasi Kontrol Kolom EBF Link Vertikal .....	118
Gambar 4. 17 Grafik Simpangan Model III.....	125
Gambar 4. 18 Performance Point Model II Arah X.....	127
Gambar 4. 19 Performance Point Model II Arah Y.....	127
Gambar 4. 20 Performance Point Model III Arah X.....	128
Gambar 4. 21 Performance Point Model III Arah Y.....	128
Gambar 4. 22 Kurva <i>Displacement – Base Shear</i> Arah X.....	129
Gambar 4. 23 Kurva <i>Displacement – Base Shear</i> Arah Y.....	129
Gambar 4. 24 Deformasi pada EBF Link Horizontal Akibat Beban Gempa Pushover Arah X (Step 6) .....	132
Gambar 4. 25 Deformasi pada EBF Link Horizontal Akibat Beban Gempa Pushover Arah X (Step 10) .....	133
Gambar 4. 26 Deformasi pada EBF Link Horizontal Akibat Beban Gempa Pushover Arah X (Step 28) .....	133
Gambar 4. 27 Deformasi pada EBF Link Horizontal Akibat Beban Gempa Pushover Arah Y (Step 12) .....	134
Gambar 4. 28 Deformasi pada EBF Link Horizontal Akibat Beban Gempa Pushover Arah Y (Step 57) .....	134

Gambar 4. 29 Deformasi pada EBF Link Vertikal Akibat Beban Gempa Pushover Arah X (Step 7) .....	135
Gambar 4. 30 Deformasi pada EBF Link Vertikal Akibat Beban Gempa Pushover Arah X (Step 15) .....	135
Gambar 4. 31 Deformasi pada EBF Link Vertikal Akibat Beban Gempa Pushover Arah X (Step 94) .....	136
Gambar 4. 32 Deformasi pada EBF Link Vertikal Akibat Beban Gempa Pushover Arah Y (Step 10) .....	136
Gambar 4. 33 Deformasi pada EBF Link Vertikal Akibat Beban Gempa Pushover Arah Y (Step 95) .....	137
Gambar 4. 34 Grafik Perbandingan Perpindahan Arah-X .....	139
Gambar 4. 35 Grafik Perbandingan Simpangan Arah-X .....	140
Gambar 4. 36 Grafik Perbandingan Perpindahan Arah-Y .....	141
Gambar 4. 37 Grafik Perbandingan Simpangan Arah-X .....	141
Gambar 4. 38 Perbandingan Gaya Geser Model II dan Model III (Arah X) .....	142
Gambar 4. 39 Perbandingan Gaya Geser Model II dan Model III (Arah Y) .....	143
Gambar 4. 40 Perbandingan Kekakuan Model II dan Model III .....	143
Gambar 4. 41 Perbandingan Daktilitas Model II dan Model III .....	144



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Jarak Pengaku dan Kapasitas Rotasi Link .....	16
Tabel 2. 2 Berat Sendiri Material dan Komponen Bangunan .....	23
Tabel 2. 3 Beban Hidup Terdistribusi Merata dan Terpusat Minimum.....	24
Tabel 2. 4 Kategori Risiko Bangunan Gedung Dan Non Gedung Untuk Beban..	29
Tabel 2. 5 Faktor Keutamaan Gempa .....	31
Tabel 2. 6 Klasifikasi Situs .....	31
Tabel 2. 7 Koefisien Situs, Fa .....	34
Tabel 2. 8 Koefisien Situs, Fv.....	34
Tabel 2. 9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek .....	36
Tabel 2. 10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik .....	36
Tabel 2. 11 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode yang Dihitung.....	37
Tabel 2. 12 Nilai parameter periode pendekatan Ct dan x.....	38
Tabel 2. 13 Simpangan Antar Tingkat Izin.....	43
Tabel 2. 14 Level Kinerja ATC-40 .....	45
Tabel 3. 1 Profil Kolom .....	55
Tabel 3. 2 Profil Balok.....	55
Tabel 3. 3 Tipe Pelat .....	55
Tabel 3. 4 Batasan Rasio Lebar terhadap Tebal untuk Elemen Tekan Untuk Komponen Struktur Daktail Sedang dan Daktail Tinggi .....	58
Tabel 4. 1 Berat Struktur Balok dan Kolom .....	63
Tabel 4. 2 Tekanan Kecepatan Angin .....	65
Tabel 4. 3 Beban Angin Arah X .....	67
Tabel 4. 4 Beban Angin Arah Y .....	68
Tabel 4. 5 <i>Modal Participating Mass Ratio</i> Model I Eksisting .....	72
Tabel 4. 6 <i>Mass Summary by Story</i> Model I.....	74
Tabel 4. 7 <i>Base Reaction</i> Model I.....	75
Tabel 4. 8 Kontrol Simpangan Antar Tingkat Model I.....	77
Tabel 4. 9 Profil Link Horizontal.....	80

Tabel 4. 10 Profil Balok di Luar Link.....	82
Tabel 4. 11 Resume Kontrol Kapasitas Balok .....	85
Tabel 4. 12 Profil <i>Bracing</i> Diagonal.....	85
Tabel 4. 13 Resume Kontrol Kapasitas <i>Bracing</i> .....	88
Tabel 4. 14 Profil Kolom .....	89
Tabel 4. 15 Kontrol Kapasitas Link, Balok di Luar Link, dan <i>Bracing</i> EBF-H...	94
Tabel 4. 16 Sudut Rotasi Link Model II Arah X.....	95
Tabel 4. 17 Sudut Rotasi Link Model II Arah Y.....	96
Tabel 4. 18 <i>Modal Participating Mass Ratio</i> Model II EBF-H.....	96
Tabel 4. 19 <i>Mass Summary by Story</i> Model II.....	98
Tabel 4. 20 <i>Base Reaction</i> Model II.....	99
Tabel 4. 21 Kontrol Simpangan Atar Tingkat Model II.....	101
Tabel 4. 22 Profil Link Vertikal.....	104
Tabel 4. 23 Profil Balok di Luar Link.....	106
Tabel 4. 24 Resume Kontrol Kapasitas Balok .....	108
Tabel 4. 25 Profil <i>Bracing</i> Diagonal.....	109
Tabel 4. 26 Resume Kontrol Kapasitas <i>Bracing</i> .....	111
Tabel 4. 27 Profil <i>Bracing</i> Diagonal.....	113
Tabel 4. 28 Kontrol Kapasitas Link, Balok di Luar Link, dan <i>Bracing</i> EBF-V .	118
Tabel 4. 29 Sudut Rotasi Link Model III Arah X .....	119
Tabel 4. 30 Sudut Rotasi Link Model III Arah Y .....	119
Tabel 4. 31 <i>Modal Participating Mass Ratio</i> Model III EBF-V.....	120
Tabel 4. 32 <i>Mass Summary by Story</i> Model III .....	122
Tabel 4. 33 <i>Base Reaction</i> Model III .....	122
Tabel 4. 34 Kontrol Simpangan Atar Tingkat Model III .....	124
Tabel 4. 35 Perbandingan Kekuatan Struktur Analisis Pushover .....	130
Tabel 4. 36 Perbandingan Kekakuan Struktur Analisis Pushover .....	130
Tabel 4. 37 Perbandingan Daktilitas Struktur Analisis Pushover .....	130
Tabel 4. 38 Target Perpindahan dan <i>Drift Ratio</i> Model II EBF-H .....	131
Tabel 4. 39 Target Perpindahan dan <i>Drift Ratio</i> Model II EBF-V .....	131
Tabel 4. 40 Dimensi Profil EBF-H dn EBF-V .....	138
Tabel 4. 41 Hasil <i>Re-Design</i> Penampang Model Eksisting dan EBF .....	138

Tabel 4. 42 Perbandingan Berat Struktur .....	138
Tabel 4. 43 Perbandingan Total Berat Struktur .....	139
Tabel 4. 44 Perbandingan Perpindahan dan Simpangan Arah X Model I, II, dan III .....	139
Tabel 4. 45 Perbandingan Perpindahan dan Simpangan Arah Y Model I, II, dan III .....	140
Tabel 4. 46 Perbandingan Level Kinerja Respons Spektrum Arah X.....	145
Tabel 4. 47 Perbandingan Level Kinerja Respons Spektrum Arah Y.....	145
Tabel 4. 48 Perbandingan Level Kinerja Pushover.....	146

## DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726-2019*. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2020). *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 1727:2020*. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2020). *Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural SNI 1729-2020*. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2020). *Ketentuan Seismik untuk Bangunan Gedung Baja Struktural SNI 7860:2020*. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia.
- AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION (ANSI/AISC 341-16). (2016). *Seismic Provisions for Structural Steel Building*. Chicago: AISC.
- AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION (ANSI/AISC 360-10). (2016). *Specification for Structural Steel Buildings*. Chicago: AISC.
- Applied Technology Council-40. (1996). *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*. California: Report SSC 96-01.
- Bruneau, M., Uang, C.M., dan Whittaker, A. 1998. *Ductile Design of Steel Structure*. McGraw-Hill International Edition.
- Chopra, A.K, 2002, *Dynamic Structure Theory and Application to Earthquake Engineering*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall
- Daneshmand, Ardeshir, dan Behrokh H. Hashemi. (2011), *Performance of Intermediate and Long Links in Eccentrically Braced Frames*. *Journal of Constructional Steel Research*, 70 (11): 167-176.
- Elnashai, Amr S, dkk. (2008). *Fundamentals of Earthquake Engineering*. New Jersey: Wiley.
- Elnashai. 2001, *Advanced Inelastic Static (Push-Over) Analysis for Earthquake Applications*, *Structural Engineering and Mechanics*. London, 51-69.
- Engelhardt, M.D. 2013. *Basic Concept in Ductile Detailing of Steel Structure*. *Laporan penelitian*. Universitas Texas: Austin.

- Gaylord, E.H., Gaylord, C.N., Stallmeyer, J.E. 1992. *DESIGN OF STEEL STRUCTURE*. Amerika: McGraw Hill Education.
- Popov, E.P, Engelhardt, M.D. 1988. *Seismic Eccentrically Braced Frames*. J. Construct. Steel Research. 10: 321- 354.
- Popov, E.P, Kasai, K., dan Engelhardt, M.D. 1986. *Advances in Design of Eccentrically Braced Frames*. Buletin of The New Zealand National Society for Earthquake Engineering, Vol. 20, No. 1: 22-29
- Purnomo, E., Purwanto, E., Supriyadi. 2014. Analisis Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan Analisis Dinamik Respon Spektrum Menggunakan Software Etabs (Studi Kasus: Bangunan Hotel di Semarang). e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL Universitas Sebelas Maret.
- Salmon, C.G., Johnson, J. 1992. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*. Jakarta: PT Gramedia Utama, 1992.
- Shayanfar, M.A., Barkhordari, M.A., Dan Rezaelan, A.R. 2011. *Experimental Study of Cyclic Behavior of Composite Vertical Shear Link in Eccentrically Braced Frames*. Steel And Composite Structure, Vol. 12, No. 1: 13-29