

SKRIPSI

**STUDI PERBANDINGAN PERILAKU DINAMIS
STUKTUR RANGKA BAJA TERBREIS EKSENTRIS
ANTARA KONFIGURASI *STACKED* DAN *OFFSET*
DENGAN TIPE BREISING *INVERTED V* DAN *SINGLE
DIAGONAL***



**RAISSA AZALIA RAMADHANTY
NPM : 2015410164**

PEMBIMBING: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

KO-PEMBIMBING: Altho Sagara, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNI 2019**

SKRIPSI

**STUDI PERBANDINGAN PERILAKU DINAMIS
STUKTUR RANGKA BAJA TERBREIS EKSENTRIS
ANTARA KONFIGURASI *STACKED* DAN *OFFSET*
DENGAN TIPE BREISING *INVERTED V* DAN *SINGLE
DIAGONAL***



**RAISSA AZALIA RAMADHANTY
NPM : 2015410164**

BANDUNG, 25 JUNI 2019

KO-PEMBIMBING:

Altho Sagara, S.T., M.T.

PEMBIMBING:

Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNI 2019**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Raissa Azalia Ramadhanty

NPM : 2015410164

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: **Studi Perbandingan Perilaku Dinamis Stuktur Rangka Baja Terbreis Eksentris antara Konfigurasi *Stacked* dan *Offset* dengan Tipe Breising *Inverted V* dan *Single Diagonal*** adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 25 Juni 2019



Raissa Azalia Ramadhanty

2015410164

**STUDI PERBANDINGAN PERILAKU DINAMIS STUKTUR RANGKA
BAJA TERBREIS EKSENTRIS ANTARA KONFIGURASI *STACKED* DAN
OFFSET DENGAN TIPE BREISING *INVERTED V* DAN *SINGLE
DIAGONAL***

Raissa Azalia Ramadhanty

NPM: 2015410164

Pembimbing: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

Ko-Pembimbing: Altho Sagara, S.T., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG

JUNI 2019

ABSTRAK

Breising digunakan untuk menambah kekuatan dan kekakuan gedung baja dalam menahan gaya gempa arah horizontal. Perbedaan jenis dan konfigurasi breising pun sering digunakan karena alasan fungsional dari komponen non struktural ataupun estetika. Studi ini meneliti mengenai pengaruh perbedaan konfigurasi *offset* dan *stacked* serta jenis breising *single diagonal* dan *inverted V*. Breising yang digunakan pada studi ini adalah breising eksentris dengan tipe eksentrisitas yaitu *short link* atau *shear link*. Analisis inelastik dilakukan dengan analisis riwayat waktu menggunakan 3 percepatan tanah akibat gempa yaitu gempa El Centro 1940 N-S, Flores 1992, dan Denpasar 1979 T-B. Pada analisis elastik, respons struktur yang ditinjau adalah *mode shape*, gaya geser dasar, peralihan lantai maksimum, simpangan antar lantai, dan pengecekan kinerja. Seluruh model telah memenuhi persyaratan yang berlaku saat ini untuk desain struktur. Dari analisis inelastik, didapatkan respons struktur. Respons struktur yang ditinjau diantaranya adalah peralihan antar lantai maksimum, peralihan antar lantai, sendi plastis, faktor pembesaran defleksi (C_d), faktor kuat lebih (Ω_o), dan tingkat kinerja struktur. Faktor kuat lebih (Ω_o) yang didapatkan untuk keempat model berturut - turut adalah 3,50; 3,61; 3,63; dan 3,80. Faktor yang didapatkan melebihi faktor kuat lebih pada peraturan yaitu 3. Sementara faktor pembesaran defleksi (C_d) didapatkan untuk keempat model berturut - turut adalah 3,36; 3,67; 3,37; dan 3,78. Hasil tersebut kurang dari faktor pembesaran defleksi pada peraturan yaitu 5. Tingkat kinerja struktur pada keempat model yaitu *life safety*.

Kata kunci: breising eksentris, konfigurasi *offset*, konfigurasi *stacked*, *inverted V*, *single diagonal*, analisis riwayat waktu

**COMPARATIVE STUDY ON THE DYNAMIC BEHAVIOUR OF
ECCENTRICALLY STEEL BRACED FRAMES BETWEEN STACKED
AND OFFSET CONFIGURATION WITH INVERTED V AND SINGLE
DIAGONAL BRACING**

**Raissa Azalia Ramadhanty
NPM: 2015410164**

**Advisor: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro
Co-Advisor: Altho Sagara, S.T., M.T.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNE 2019**

ABSTRACT

Bracing is used for increasing strength and stiffness of steel building to resist horizontal earthquake load. Different type and configuration of bracing can be used to accommodate functional value of non structural component and esthetical value. This research is investigating the difference between stacked and offset configuration as well as inverted V and single diagonal brace type. Eccentrically braced frame with shear link or short link is used in this research. Inelastic response was obtained by time history analysis using 3 different records of earthquake ground acceleration, which are El Centro 1940, Denpasar 1979, and Flores 1992. In elastic analysis, structural response observed are mode shape, base shear, maximum story displacement, story drift, and performance level. All four models fullfiled the requirement in structural design code. In the inelastic analysis maximum story displacement, story drift, overstrength factor, deflection amplification factor, plastic hinge, and structure performance level was obtain. Overstrength factors that obtain from time history analysis for all four models respectively are 3,50; 3,61; 3,63; and 3,80. The results are exceeded the value in the code, which is 3. While the results for deflection amplification factors are less than the value in the code which are 3,36; 3,67; 3,37; and 3,78 for all four models respectively. The code for deflection amplification factor is 5,5. Structure performance level for all models is life safety.

Key words: eccentrically braced frame, offset configuration, stacked configuration, inverted V, single diagonal, time history analysis

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia yang telah diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Perbandingan Perilaku Dinamis Stuktur Rangka Baja Terbreis Eksentris antara Konfigurasi *Stacked* dan *Offset* dengan Tipe Breising *Inverted V* dan *Single Diagonal*”. Skripsi ini adalah salah satu syarat dalam menyelesaikan studi sarjana bidang teknik sipil di Universitas Katolik Parahyangan.

Penyusunan skripsi ini dilalui dengan berbagai hambatan. Hambatan tersebut dapat dilalui dan membuat skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik adalah berkat bantuan, bimbingan, serta dukungan yang diterima oleh penulis dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Deppy Taufik dan Retno Wijayanti selaku orangtua penulis serta Reynard M. Auriel dan Ryla Magnolia selaku adik dari penulis yang telah memberi dukungan berupa doa dan semangat;
2. Bapak Dr. Johannes Adhijoso Tjondro selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberi ilmu yang dapat membimbing penulis untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
3. Bapak Altho Sagara, S.T., M.T. selaku ko-pembimbing yang selalu membantu penulis dalam menghadapi kesulitan;
4. Bapak Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D. dan Ibu Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan dan saran yang sangat membantu untuk skripsi ini;
5. Seluruh dosen dan staf pengajar KBI Struktur Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberi saran dan kritik untuk membuat skripsi ini menjadi lebih baik;
6. Seluruh dosen dan staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberi penulis ilmu saat menjalani studi di Universitas Katolik Parahyangan;
7. Aradea Nurrendra Tersana selaku mahasiswa Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberi dukungan dan semangat pada penulis;

8. Shahira, Alvin, dan Marcellino A selaku teman berjuang dalam mengerjakan skripsi yang selalu membantu penulis dalam menghadapi kesulitan;
9. Chandra, Fawwaz, Martinus, Joanne, dan Marcellino selaku teman bimbingan skripsi yang juga telah memberi masukan pada skripsi ini;
10. Seluruh mahasiswa teknik sipil angkatan 2015 yang tidak bisa penulis sebutkan satu satu yang telah menemani penulis dalam menjalani studi sarjana selama 4 tahun.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat kekurangan dan ketidaksempurnaan. Untuk itu, saran dan kritik sangat dibutuhkan oleh penulis untuk menjadi yang lebih baik kedepannya.

Penulis berharap agar skripsi ini berguna tidak hanya untuk penulis, namun untuk mahasiswa dan pihak lainnya dalam bidang teknik sipil.

Bandung, 25 Juni 2019

Penulis,



Raissa Azalia Ramadhanty

2015410164

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-3
1.3 Tujuan Penelitian	1-3
1.4 Pembatasan Masalah	1-4
1.5 Metode Penelitian.....	1-7
1.6 Diagram Alir Penelitian	1-8
1.7 Sistematika Penulisan	1-9
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	2-1
2.1 Breising Eksentris	2-1
2.2 SNI 1726 : 2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung	2-4
2.2.1 Gempa Rencana	2-4
2.2.2 Faktor Keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan.....	2-4
2.2.3 Klasifikasi Situs	2-5
2.2.4 Respons Spektrum.....	2-6
2.2.5 Kategori Desain Seismik.....	2-10

2.2.6 Sistem Struktur Penahan Beban Gempa.....	2-11
2.2.7 Kombinasi Pembebanan	2-12
2.2.8 Kondisi Diafragma Kaku.....	2-14
2.2.9 Berat Seismik Efektif	2-14
2.2.10 Gaya Lateral Ekuivalen	2-15
2.2.11 Analisis Spektrum Respons Ragam.....	2-16
2.2.12 Skala Gempa.....	2-17
2.2.13 Batas Simpangan antar Lantai	2-17
2.3 SNI 1729 : 2015 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural...2-18	
2.3.1 Dasar Desain.....	2-18
2.3.2 Persyaratan Stabilitas Umum.....	2-19
2.3.3 Persyaratan Analisis Umum	2-20
2.4 SNI 7860 : 2015 Ketentuan Seismik untuk Struktur Baja Bangunan Gedung	2-21
2.4.1 Persyaratan Komponen Struktur.....	2-21
2.4.2 Breising Stabilitas Balok	2-21
2.4.3 Rangka Terbreis Eksentris.....	2-22
2.5 SNI 1727 : 2013 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.....	2-23
2.5.1 Beban Mati	2-23
2.5.2 Beban Hidup	2-23
2.6 Respons Inelastik Struktur.....	2-23
2.7 Analisis Riwayat Waktu	2-24
2.8 Tingkat Kinerja Struktur.....	2-25
2.8.1 Fully Operational (FO)	2-26
2.8.2 Immediately Occupancy (IO).....	2-26

2.8.3 Life Safety (LS).....	2-26
2.8.4 Collapse Prevention (CP).....	2-26
2.9 Redaman Rayleigh	2-26
BAB 3 DESAIN DAN PERMODELAN STRUKTUR.....	3-1
3.1 Data Bangunan	3-1
3.1.1 Data Struktur	3-1
3.1.2 Data Material.....	3-1
3.2 Pembebanan	3-2
3.2.1 Beban Sendiri Struktur.....	3-2
3.2.2 Beban Mati Tambahan	3-3
3.2.3 Beban Hidup	3-3
3.2.4 Beban Gempa.....	3-3
3.2.5 Kombinasi Pembebanan.....	3-4
3.3 Dimensi Elemen Struktur.....	3-4
3.3.1 Profil Kolom	3-5
3.3.2 Profil Balok	3-5
3.3.3 Profil Balok Anak	3-6
3.3.4 Profil Breising	3-6
3.4 Hubungan Antar Elemen.....	3-6
3.5 Analisis Riwayat Waktu.....	3-8
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	4-1
4.1 Respons Struktur Hasil dari Analisis Elastik	4-1
4.1.1 Berat Profil Baja.....	4-1
4.1.2 Analisa <i>Mode Shape</i>	4-1
4.1.3 Ragam Getar dan Periode Getar.....	4-2
4.1.4 Gaya Geser Dasar.....	4-4

4.1.5 Peralihan Lantai Maksimum.....	4-5
4.1.6 Pengecekan Simpangan Antar Lantai.....	4-7
4.1.7 Pengecekan Kapasitas.....	4-11
4.2 Hasil Analisis Riwayat Waktu.....	4-13
4.2.1 Peralihan Lantai Maksimum.....	4-13
4.2.2 Rasio Simpangan antar Lantai.....	4-20
4.2.3 Sendi Plastis.....	4-24
4.2.4 Gaya Geser Dasar dan Faktor Kuat Lebih.....	4-37
4.2.5 Faktor Pembesaran Defleksi.....	4-38
4.2.6 Tingkat Kinerja Struktur.....	4-40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran	5-1
DAFTAR PUSTAKA	xxii

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	:	Luas pada profil I
b	:	Lebar web profil I
C	:	Redaman
C _d	:	Koefisien amplifikasi defleksi
CP	:	<i>Collapse Prevention</i>
C _s	:	Koefisien respons seismik
C _t	:	Parameter untuk periode fundamental pendekatan
C _u	:	Koefisien untuk batas atas periode yang dihitung
d	:	Tinggi profil I
DL	:	Beban mati
D _e	:	Panjang diafragma
d _{stud}	:	Diameter stud
e	:	Panjang Eksentrisitas
E	:	Beban gempa
E	:	Modulus Elastisitas
E _h	:	Pengaruh beban gempa horizontal
E _v	:	Pengaruh beban gempa vertikal
E _x	:	Beban gempa arah x
E _y	:	Beban gempa arah y
F _a	:	Koefisien situs untuk periode 0.2 detik
F _c	:	Mutu beton
FO	:	<i>Fully Operational</i>
F _u	:	Tegangan putus minimum
F _v	:	Koefisien situs untuk periode 1 detik
F _y	:	Tegangan leleh minimum
g	:	<i>Gravitational acceleration</i>
I _e	:	Faktor keutamaan gempa
IO	:	<i>Immediate Occupancy</i>
K	:	Kekakuan struktur pada suatu tingkat
H	:	Tinggi pada profil I

h_n	:	Tinggi struktur
h_r	:	Tebal dek
h_s	:	Tinggi stud pada <i>deck</i>
h_{sx}	:	Tinggi tingkat di bawah tingkat x
L	:	Beban hidup
Lb	:	Jarak maksimum antar pengaku lateral
LS	:	<i>Life safety</i>
M	:	Massa
M_p	:	Momen plastis
M_r	:	Kekuatan lentur
Q_E	:	Pengaruh gaya gempa horizontal dari V atau F_p
P	:	Gaya aksial
R	:	Koefisien modifikasi respons
R_a	:	Kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DKI
R_n	:	Kekuatan nominal
R_u	:	Kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DFBK
R_y	:	Rasio dari tegangan leleh ekspektasi terhadap tegangan leleh minimum yang disyaratkan
r_x	:	Radius girasi penampang terhadap sumbu x
r_y	:	Radius girasi penampang terhadap sumbu y
RZ	:	Rotasi arah sumbu z
S	:	Lebar diafragma
S_a	:	Spektrum respons percepatan desain
SIDL	:	Beban mati tambahan
S_{M1}	:	Parameter spektral respons percepatan pada periode 0.2 detik
S_{MS}	:	Parameter spektral respons percepatan pada periode 1 detik
S_1	:	Parameter percepatan gempa pada periode 1 detik
S_{D1}	:	Parameter percepatan spektral desain untuk periode 1 detik
S_{DS}	:	Parameter percepatan spektral desain untuk periode 0.2 detik
s_r	:	Jarak antar rusuk pada <i>deck</i>
S_S	:	Parameter percepatan gempa pada periode 0.2 detik
T	:	Periode fundamental struktur

T_a	:	Periode fundamental pendekatan
t_c	:	Tebal slab pada <i>deck</i>
t_f	:	Lebar flens profil I
t_w	:	Lebar web profil I
T_a	:	Periode fundamental pendekatan
UX	:	Translasi pada arah sumbu x
UY	:	Translasi pada arah sumbu y
V	:	Gaya dasar seismik
V_p	:	Gaya geser plastis
V_s	:	Gaya lateral statik
W	:	Berat seismic efektif
w_{rb}	:	Tebal rusuk bawah pada <i>deck</i>
w_{rt}	:	Tebal rusuk atas pada <i>deck</i>
x	:	Parameter untuk periode fundamental pendekatan
$\ddot{x}(t)$:	Percepatan Struktur pada waktu t
$\dot{x}(t)$:	Kecepatan Struktur pada waktu t
$x(t)$:	Peralihan Struktur pada waktu t
$x\ddot{g}(t)$:	Percepatan Tanah pada waktu t
Z	:	Modulus penampang plastis
ρ	:	Faktor redudansi
Ω_0	:	Faktor kuat lebih
Δ	:	Simpangan antar lantai TINGKAT desain
Δ_a	:	Simpangan izin antar lantai
δ_{xe}	:	Defleksi yang disyaratkan pada lokasi yang ditinjau
θ	:	Faktor dalam Metode Wilson
ϕ	:	Faktor ketahanan
ϕR_n	:	Kekuatan desain
Ω	:	Faktor keamanan
R_n / Ω	:	Kekuatan izin
α	:	Konstanta skalar yang proporsional terhadap massa
β	:	Konstanta skalar yang proporsional terhadap kekakuan
ξ	:	Rasio redaman

ω : Frekuensi alami
 γ : Berat jenis

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jenis Breising Eksentris	1-2
Gambar 1.2 Konfigurasi pada Breising.....	1-2
Gambar 1.3 Denah Struktur Gedung.....	1-4
Gambar 1.4 Sistem Rangka Breising Eksentris Jenis <i>Inverted V</i> dengan Konfigurasi <i>Offset</i> (Model 1)	1-4
Gambar 1.5 Sistem Rangka Breising Eksentris Jenis <i>Inverted V</i> dengan Konfigurasi <i>Stacked</i> (Model 2)	1-5
Gambar 1.6 Sistem Rangka Breising Eksentris Jenis <i>Single Diagonal</i> dengan Konfigurasi <i>Offset</i> (Model 3).....	1-5
Gambar 1.7 Sistem Rangka Breising Eksentris Jenis <i>Single Diagonal</i> dengan Konfigurasi <i>Stacked</i> (Model 4)	1-6
Gambar 1.8 Diagram Alir Studi Perbandingan Perilaku Dinamis Stuktur Rangka Baja Terbreis Eksentris antara Konfigurasi <i>Stacked</i> dan <i>Offset</i> dengan Tipe Breising <i>Inverted V</i> dan <i>Single Diagonal</i>	1-8
Gambar 2.1 Breising Eksentris	2-1
Gambar 2.2 Gaya yang bekerja pada balok <i>link</i>	2-2
Gambar 2.3 Sudut rotasi balok <i>link</i>	2-3
Gambar 2.4 Konfigurasi pada Breising.....	2-4
Gambar 2.5 Parameter gerak tanah S_s	2-7
Gambar 2.6 Parameter gerak tanah S_1	2-7
Gambar 2.7 Spektrum Respons Desain.....	2-10
Gambar 2.8 Diafragma Kaku	2-14
Gambar 2.9 Model Redaman Rayleigh.....	2-27
Gambar 3.1 Spektrum Respons Desain.....	3-4
Gambar 3.2 Hubungan Elemen Elevasi 1, 5, A, dan E pada Model 1 dan Model 2	3-6
Gambar 3.3 Hubungan Antar Elemen Elevasi 1, 5, A, dan E pada Model 3 dan Model 4	3-7
Gambar 3.4 Hubungan Antar Elemen Elevasi B, C, D, 2, 3, dan 4 pada Seluruh Model	3-7

Gambar 3.5 Hubungan Antar Elemen pada Balok Anak	3-7
Gambar 3.6 Penempatan Sendi Plastis Elevasi 1, 5, A, dan E pada Model 1	3-8
Gambar 3.7 Penempatan Sendi Plastis Elevasi 1, 5, A, dan E pada Model 2	3-9
Gambar 3.8 Penempatan Sendi Plastis Elevasi 1, 5, A, dan E pada Model 3	3-9
Gambar 3.9 Penempatan Sendi Plastis Elevasi 1, 5, A, dan E pada Model 4	3-10
Gambar 3.10 Penempatan Sendi Plastis Elevasi 2, 3, 4, B, C, D pada Seluruh Model	3-10
Gambar 3.11 Pembebanan Gravitasi Kondisi Nonlinier Statis	3-11
Gambar 3.12 Rekaman Gempa El Centro	3-11
Gambar 3.13 Rekaman Gempa Denpasar.....	3-11
Gambar 3.14 Rekaman Gempa Flores.....	3-12
Gambar 4.1 Peralihan Lantai Maksimum Seluruh Model pada Arah X	4-5
Gambar 4.2 Peralihan Lantai Maksimum Seluruh Model pada Arah Y	4-6
Gambar 4.3 Peralihan Antar Lantai pada Seluruh Model Arah X dan Y	4-6
Gambar 4.4 Grafik Simpangan Antar Lantai Model 1	4-8
Gambar 4.5 Grafik Simpangan Antar Lantai Model 2	4-9
Gambar 4.6 Grafik Simpangan Antar Lantai Model 3	4-10
Gambar 4.7 Grafik Simpangan Antar Lantai Model 4	4-11
Gambar 4.8 Rasio D/C Elevasi A dan 1 pada Model 1	4-11
Gambar 4.9 Rasio D/C Elevasi A dan 1 pada Model 2	4-12
Gambar 4.10 Rasio D/C pada Model 3	4-12
Gambar 4.11 Rasio D/C pada Model 4	4-13
Gambar 4.12 Grafik Peralihan Lantai Maksimum Model 1	4-14
Gambar 4.13 Grafik Peralihan Lantai Maksimum Model 2.....	4-15
Gambar 4.14 Grafik Peralihan Lantai Maksimum Model 3.....	4-16
Gambar 4.15 Grafik Peralihan Lantai Maksimum Model 4.....	4-17
Gambar 4.16 Grafik Peralihan Lantai Maksimum akibat gempa El Centro arah X	4-17
Gambar 4.17 Grafik Peralihan Lantai Maksimum akibat gempa El Centro arah Y	4-18
Gambar 4.18 Grafik Peralihan Lantai Maksimum akibat gempa Denpasar arah X	4-18

Gambar 4.19 Grafik Peralihan Lantai Maksimum akibat gempa Denpasar arah Y	4-19
Gambar 4.20 Grafik Peralihan Lantai Maksimum akibat gempa Flores arah X	4-19
Gambar 4.21 Grafik Peralihan Lantai Maksimum akibat gempa Flores arah Y	4-20
Gambar 4.22 Rasio Simpangan Antar Lantai pada Model 1	4-21
Gambar 4.23 Rasio Simpangan Antar Lantai pada Model 2	4-22
Gambar 4.24 Rasio Simpangan Antar Lantai pada Model 3	4-23
Gambar 4.25 Rasio Simpangan Antar Lantai pada Model 4	4-24
Gambar 4.26 Lokasi Sendi Plastis pada Model 1 akibat Gempa El Centro arah X pada detik ke 2 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi 1 dan 5.....	4-24
Gambar 4.27 Lokasi Sendi Plastis pada Model 1 akibat Gempa El Centro arah Y pada detik ke 2 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi A dan E ...	4-25
Gambar 4.28 Lokasi Sendi Plastis pada Model 1 akibat Gempa Denpasar arah X pada detik ke 4,4 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi 1 dan 5..	4-25
Gambar 4.29 Lokasi Sendi Plastis pada Model 1 akibat Gempa Denpasar arah Y pada detik ke 5,5 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi A dan E	4-26
Gambar 4.30 Lokasi Sendi Plastis pada Model 1 akibat Gempa Flores arah X pada detik ke 25 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi 1 dan 5	4-26
Gambar 4.31 Lokasi Sendi Plastis pada Model 1 akibat Gempa Flores arah Y pada detik ke 25 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi A dan E.....	4-27
Gambar 4.32 Lokasi Sendi Plastis pada Model 2 akibat Gempa El Centro arah X pada detik ke 2 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi 1 dan 5.....	4-27
Gambar 4.33 Lokasi Sendi Plastis pada Model 2 akibat Gempa El Centro arah Y pada detik ke 2,8 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi A dan E	4-28
Gambar 4.34 Lokasi Sendi Plastis pada Model 2 akibat Gempa Denpasar arah X pada detik ke 5,5 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi 1 dan 5..	4-28
Gambar 4.35 Lokasi Sendi Plastis pada Model 2 akibat Gempa Denpasar arah Y pada detik ke 5,5 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi A dan E	4-29
Gambar 4.36 Lokasi Sendi Plastis pada Model 2 akibat Gempa Flores arah X pada detik ke 25 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi 1 dan 5	4-29
Gambar 4.37 Lokasi Sendi Plastis pada Model 2 akibat Gempa Flores arah Y pada detik ke 25 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi A dan E.....	4-30

Gambar 4.38 Lokasi Sendi Plastis pada Model 3 akibat Gempa El Centro arah X pada detik ke 2 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi 1 dan 54-30

Gambar 4.39 Lokasi Sendi Plastis pada Model 3 akibat Gempa El Centro arah Y pada detik ke 2,8 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi A dan E.4-31

Gambar 4.40 Lokasi Sendi Plastis pada Model 3 akibat Gempa Denpasar arah X pada detik ke 4 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi 1 dan 54-31

Gambar 4.41 Lokasi Sendi Plastis pada Model 3 akibat Gempa Denpasar arah Y pada detik ke 5,5 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi A dan E.4-32

Gambar 4.42 Lokasi Sendi Plastis pada Model 3 akibat Gempa Flores arah X pada detik ke 25 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi 1 dan 5.....4-32

Gambar 4.43 Lokasi Sendi Plastis pada Model 3 akibat Gempa Flores arah Y pada detik ke 25 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi A dan E4-33

Gambar 4.44 Lokasi Sendi Plastis pada Model 4 akibat Gempa El Centro arah X pada detik ke 2 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi 1 dan 54-33

Gambar 4.45 Lokasi Sendi Plastis pada Model 4 akibat Gempa El Centro arah Y pada detik ke 2 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi A dan E....4-34

Gambar 4.46 Lokasi Sendi Plastis pada Model 4 akibat Gempa Denpasar arah X pada detik ke 4 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi 1 dan 54-34

Gambar 4.47 Lokasi Sendi Plastis pada Model 4 akibat Gempa Denpasar arah Y pada detik ke 4 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi A dan E....4-35

Gambar 4.48 Lokasi Sendi Plastis pada Model 4 akibat Gempa Flores arah X pada detik ke 25 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi 1 dan 5.....4-35

Gambar 4.49 Lokasi Sendi Plastis pada Model 4 akibat Gempa Flores arah Y pada detik ke 25 (Awal Terjadinya Sendi Plastis) dan Akhir Elevasi A dan E4-36

Gambar 4.50 Sendi Plastis yang Terjadi pada Gedung di Seluruh Model4-36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Keutamaan Gempa	2-4
Tabel 2.2 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa	2-5
Tabel 2.3 Klasifikasi Situs	2-5
Tabel 2.4 Koefisien Situs F_a	2-8
Tabel 2.5 Koefisien Situs F_v	2-8
Tabel 2.6 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek	2-10
Tabel 2.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 detik	2-11
Tabel 2.8 Faktor R , Ω_0 , dan C_d untuk sistem penahan gaya gempa	2-11
Tabel 2.9 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	2-15
Tabel 2.10 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	2-15
Tabel 2.11 Simpangan Antar Lantai Ijin.....	2-18
Tabel 2.12 Persyaratan <i>Roof Drift Ratio</i> Menurut FEMA 356	2-25
Tabel 3.1 Dimensi Kolom.....	3-5
Tabel 3.2 Dimensi Balok.....	3-5
Tabel 3.3 Dimensi Balok Anak.....	3-6
Tabel 3.4 Dimensi Breising.....	3-6
Tabel 4.1 Berat Profil Baja pada keempat model	4-1
Tabel 4.2 Pengecekan <i>Mode Shape</i> Gedung	4-1
Tabel 4.3 Ragam Getar dan Periode Getar pada Model 1.....	4-2
Tabel 4.4 Ragam Getar dan Periode Getar pada Model 2.....	4-3
Tabel 4.5 Ragam Getar dan Periode Getar pada Model 3.....	4-3
Tabel 4.6 Ragam Getar dan Periode Getar pada Model 4.....	4-4
Tabel 4.7 Gaya Geser Dasar akibat Gaya Gempa.....	4-4
Tabel 4.8 Peralihan Lantai Maksimum Seluruh Model	4-5
Tabel 4.9 Pengecekan Simpangan Antar Lantai Model 1	4-7
Tabel 4.10 Pengecekan Simpangan Antar Lantai Model 2.....	4-8
Tabel 4.11 Pengecekan Simpangan Antar Lantai Model 3.....	4-9

Tabel 4.12 Pengecekan Simpangan Antar Lantai Model 4	4-10
Tabel 4.13 Peralihan Lantai Maksimum Model 1	4-13
Tabel 4.14 Peralihan Lantai Maksimum Model 2	4-14
Tabel 4.15 Peralihan Lantai Maksimum Model 3	4-15
Tabel 4.16 Peralihan Lantai Maksimum Model 4	4-16
Tabel 4.17 Rasio Simpangan Antar Lantai pada Model 1	4-20
Tabel 4.18 Rasio Simpangan Antar Lantai pada Model 2	4-21
Tabel 4.19 Rasio Simpangan Antar Lantai pada Model 3	4-22
Tabel 4.20 Rasio Simpangan Antar Lantai pada Model 4	4-23
Tabel 4.21 Detik saat Sendi Plastis Mulai Terjadi	4-36
Tabel 4.22 Gaya Geser Dasar dan Faktor Kuat Lebih pada Model 1	4-37
Tabel 4.23 Gaya Geser Dasar dan Faktor Kuat Lebih pada Model 2	4-37
Tabel 4.24 Gaya Geser Dasar dan Faktor Kuat Lebih pada Model 3	4-38
Tabel 4.25 Gaya Geser Dasar dan Faktor Kuat Lebih pada Model 4	4-38
Tabel 4.26 Faktor Pembesaran Defleksi pada Model 1	4-39
Tabel 4.27 Faktor Pembesaran Defleksi pada Model 2	4-39
Tabel 4.28 Faktor Pembesaran Defleksi pada Model 3	4-39
Tabel 4.29 Faktor Pembesaran Defleksi pada Model 4	4-40
Tabel 4.30 Tingkat Kinerja Struktur	4-40

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PROFIL KOLOM, BALOK, DAN BREISING	L1-1
LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN PANJANG EKSENTRISITAS	L2-1
LAMPIRAN 3 PERHITUNGAN FAKTOR SKALA	L3-1
LAMPIRAN 4 PERHITUNGAN BALOK, KOLOM, DAN BREISING	L4-1
LAMPIRAN 5 PENGECEKAN KETIDAKBERATURAN HORIZONTAL DAN VERTIKAL	L5-1
LAMPIRAN 6 PERALIHAN LANTAI MAKSIMUM ELASTIK	L6-1
LAMPIRAN 7 KURVA HISTERESIS	L7-1
LAMPIRAN 8 PENGECEKAN <i>STRONG COLUMN WEAK BEAM</i>	L8-1
LAMPIRAN 9 PENGECEKAN BALOK <i>LINK</i>	L9-1
LAMPIRAN 10 RASIO D/C PADA BANGUNAN	L10-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

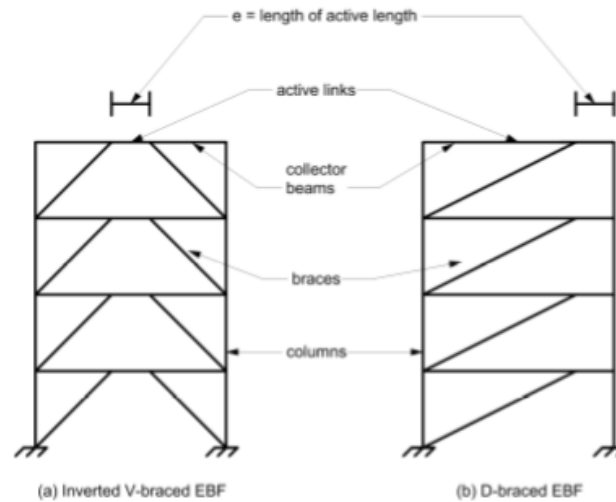
Gempa bumi adalah getaran yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi yang disebabkan oleh patahan akibat pergerakan lempeng bumi. Gempa bumi dapat mengakibatkan kerusakan pada permukaan bumi yang membuat struktur di atasnya hancur. Kerusakan akibat gempa bumi dapat menyebabkan kerugian ekonomi maupun korban jiwa. Saat ini belum ada alat yang tepat untuk memprediksi waktu terjadinya gempa bumi. Gempa bumi dapat terjadi kapan saja tanpa dapat diprediksi. Maka dari itu, diperlukan cara untuk meminimalkan kerusakan akibat gempa bumi. Salah satu cara yaitu dengan membuat gedung tahan gempa.

Material bangunan yang umum digunakan diantaranya adalah kayu, baja, dan beton. Baja merupakan material yang memiliki daktilitas, kekakuan, dan kekuatan yang tinggi dibandingkan dengan dua material lainnya. Penggunaan baja pun menjadi umum digunakan karena relatif lebih cepat dalam pembangunannya. Gedung baja harus dapat menahan gaya gempa. Untuk menambah kekuatan dan kekakuan gedung baja dalam menahan gaya gempa arah horizontal, dapat digunakan breising.

Salah satu jenis breising yaitu sistem rangka breising eksentris. Jika suatu elemen pada struktur berperilaku daktail, maka elemen tersebut dapat mempertahankan kekuatan lelehnya saat elemen tersebut diberi regangan lebih dari batas elastisnya (AISC, 2009). Perilaku daktil pada EBF didasarkan oleh leleh pada balok *link* (Han, 2008). Balok *link* adalah bagian dari rangka breising eksentris yang dapat mendisipasi energi.

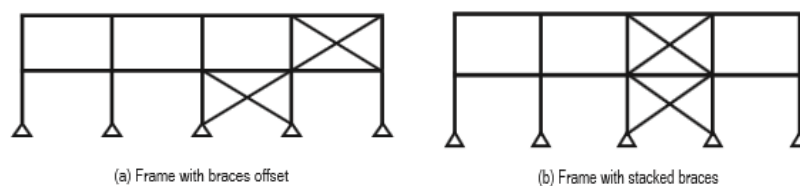
Sistem rangka breising eksentris ini dibuat untuk mengakomodir konsep balok *link* yang dapat diganti. Saat gempa bumi besar terjadi, balok *link* mengalami sendi plastis karena didesain lebih lemah daripada elemen - elemen struktur lainnya. Perbaikan gedung diharapkan hanya meliputi penggantian balok *link* saja, sehingga kerugian ekonomi akibat kerusakan struktur dapat dikurangi walaupun struktur telah kembali ke tingkat keamanan sebelumnya (Clifton dan Cowie, 2013).

Sistem rangka breising eksentris yang umum digunakan diantaranya yaitu *single diagonal* atau *D - braced* dan *inverted V*. Pada sistem rangka breising eksentris tipe *single diagonal*, balok *link* terdapat di tepi balok dekat dengan kolom. Sementara pada sistem rangka breising eksentris tipe *inverted V*, balok *link* terdapat pada tengah balok.



Gambar 1.1 Jenis Breising Eksentris
(Sumber : HERA, 2013)

Sistem rangka breising dapat dipasang dengan konfigurasi *stacked* ataupun *offset*. Kedua konfigurasi tersebut memiliki respons yang berbeda terhadap struktur. Pada penelitian ini dibahas mengenai variasi kombinasi dan jenis sistem rangka breising eksentris.



Gambar 1.2 Konfigurasi pada Breising
(Sumber: Sabelli et al., 2013)

1.2 Inti Permasalahan

Pada umumnya, gedung baja menggunakan breising dengan konfigurasi *stacked*. Namun komponen arsitektur seperti pintu dan jendela akan sulit dipasang jika terdapat breising. Untuk mengatasi hal tersebut, breising dipasang dengan konfigurasi *offset*. Konfigurasi *offset* pun digunakan untuk menambah nilai estetika. Perbedaan konfigurasi tersebut akan mempengaruhi distribusi gaya – gaya dalam dan perilaku struktur.

Sistem rangka breising eksentris memiliki berbagai jenis breising. Sama halnya dengan variasi konfigurasi, perbedaan jenis breising pun akan mempengaruhi distribusi gaya – gaya dalam dan perilaku struktur. Maka dari itu, perlu dilakukan analisis perilaku inelastis terhadap variasi konfigurasi dan jenis breising untuk mengetahui pengaruh perbedaan konfigurasi dan jenis pada distribusi gaya– gaya dalam dan perilaku struktur struktur.

1.3 Tujuan Penelitian

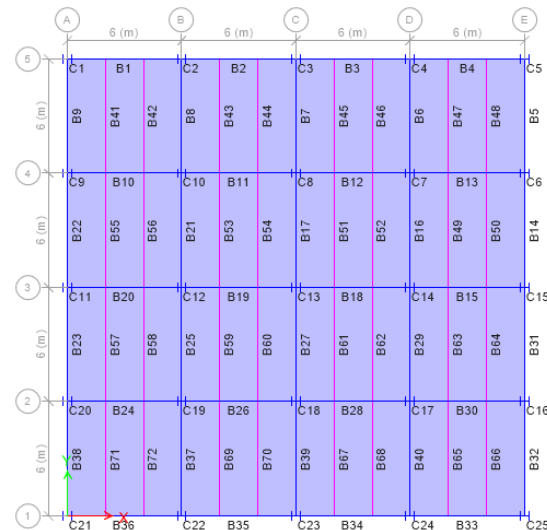
Tujuan penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut,

1. Mengetahui dan membandingkan perilaku inelastis struktur (peralihan antar lantai, penyebaran sendi plastis, dan gaya geser dasar) akibat penggunaan konfigurasi *offset* dan *stacked* pada rangka breising eksentris jenis *inverted V*.
2. Mengetahui dan membandingkan perilaku inelastis stuktur (peralihan antar lantai, penyebaran sendi plastis, dan gaya geser dasar) akibat penggunaan konfigurasi *offset* dan *stacked* pada rangka breising eksentris jenis *single diagonal*.
3. Membandingkan faktor kuat lebih (Ω_0) dan faktor pembesaran defleksi (C_d) hasil analisis riwayat waktu dengan peraturan gempa.

1.4 Pembatasan Masalah

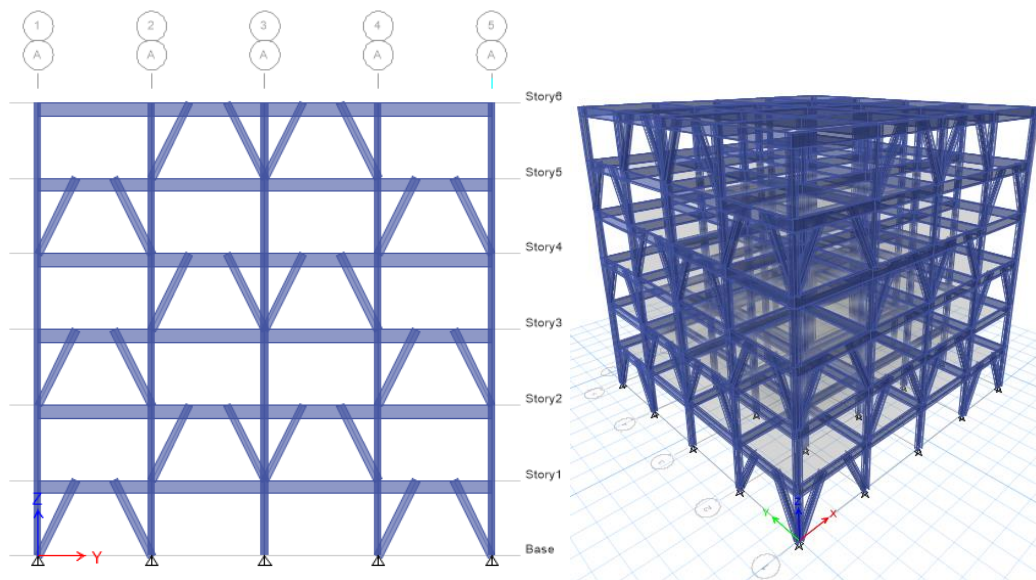
Pembatasan masalah pada skripsi ini adalah sebagai berikut,

1. Pemodelan struktur gedung baja adalah 3 dimensi dengan jumlah 6 lantai, ketinggian antar lantai adalah 4 meter, gedung terdiri atas 4 bentang, dan jarak antar bentang adalah 6 meter;

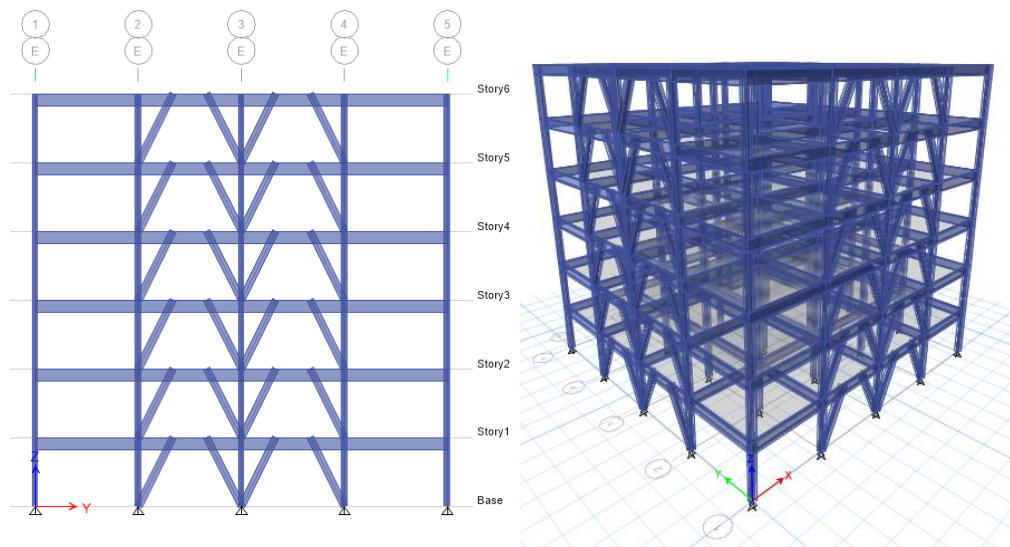


Gambar 1.3 Denah Struktur Gedung

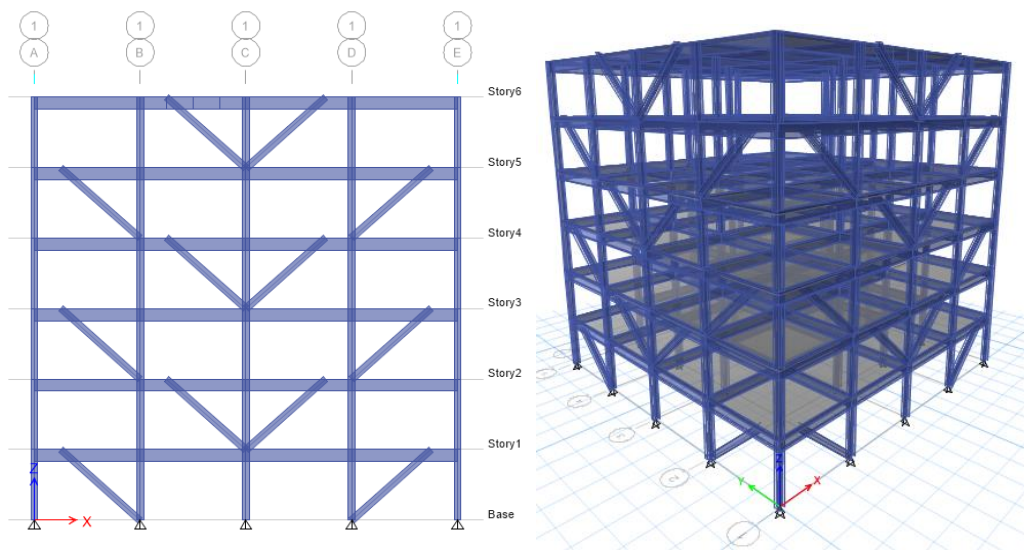
2. Gedung simetris bentuk persegi;
3. Pada penelitian ini digunakan 4 model yaitu sebagai berikut,



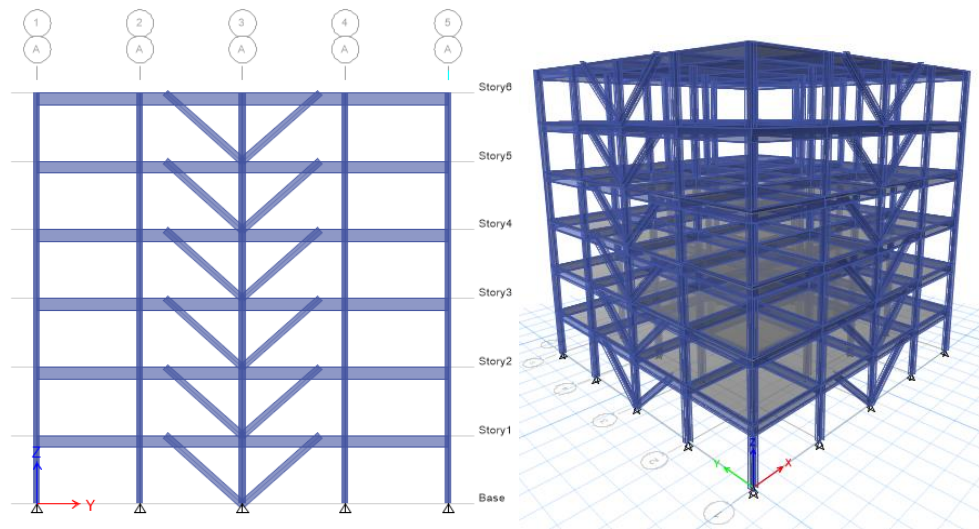
Gambar 1.4 Sistem Rangka Breising Eksentris Jenis *Inverted V* dengan Konfigurasi *Offset* (Model 1)



Gambar 1.5 Sistem Rangka Breising Eksentris Jenis *Inverted V* dengan Konfigurasi *Stacked* (Model 2)



Gambar 1.6 Sistem Rangka Breising Eksentris Jenis *Single Diagonal* dengan Konfigurasi *Offset* (Model 3)



Gambar 1.7 Sistem Rangka Breising Eksentris Jenis *Single Diagonal* dengan Konfigurasi *Stacked* (Model 4)

4. Fungsi bangunan sebagai gedung perkantoran;
5. Bangunan terletak di atas tanah sedang di Kota Bandung;
6. Pemodelan struktur menggunakan bantuan program ETABS;
7. Profil baja yang digunakan untuk struktur utama seperti balok dan kolom serta inti breising menggunakan BJ – 37 dengan $F_y = 240$ MPa dan $F_u = 370$ MPa;
8. Analisis dinamik riwayat waktu menggunakan 3 percepatan gempa yaitu El Centro 1940 N-S, Denpasar 1979 T-B, dan Flores 1992;
9. Desain breising menggunakan EBF tipe link *short link* dengan 2 jenis breising yaitu *single diagonal* dan *inverted V*;
10. Peraturan-peraturan yang digunakan adalah,
 - a) SNI 1726:2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
 - b) SNI 1727:2013. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
 - c) SNI 1729:2015. Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.

- d) SNI 7860:2015. Ketentuan Seismik untuk Struktur Baja Bangunan Gedung.
- e) Peta Gempa Indonesia 2017

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut,

1. Studi Pustaka

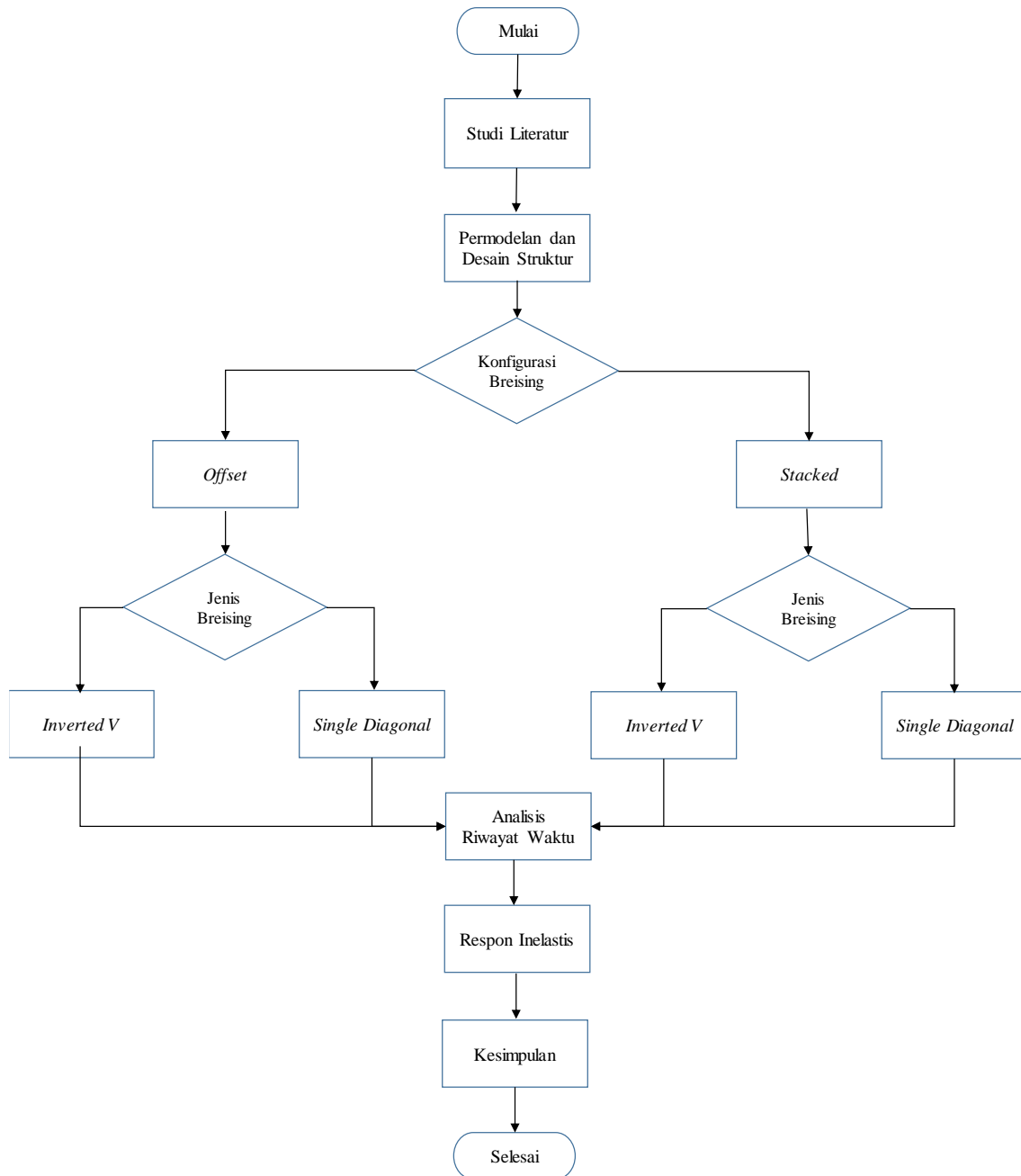
Skripsi ini menggunakan teori yang berdasar dari buku-buku, *paper*, skripsi, dan peraturan yang berhubungan dengan desain struktur gedung baja, breising dan gempa bumi.

2. Studi Analisis

Skripsi ini menggunakan perangkat lunak ETABS untuk studi analisis terhadap struktur gedung. Perangkat lunak Microsoft Excel dan Mathcad digunakan sebagai alat bantu perhitungan.

1.6 Diagram Alir Penelitian

Berikut ini adalah diagram alir untuk penelitian ini



Gambar 1.8 Diagram Alir Studi Perbandingan Perilaku Dinamis Struktur Rangka Baja Terbreis Eksentris antara Konfigurasi *Stacked* dan *Offset* dengan Tipe Breising *Inverted V* dan *Single Diagonal*

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada skripsi ini adalah sebagai berikut,

BAB 1 Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penulisan, pembatasan masalah, diagram alir, dan sistematika penulisan skripsi

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi dasar teori yang digunakan sebagai acuan dalam proses pemodelan dan analisis bangunan gedung

BAB 3 Desain dan Permodelan Struktur

Bab ini berisi desain dan pemodelan struktur bangunan rangka baja dengan dengan rangka breising eksentris menggunakan konfigurasi *offset* dan *stacked*.

BAB 4 Analisis dan Pembahasan

Bab ini berisi tinjauan respons inelastis struktur dengan analisis dinamik riwayat waktu dengan bantuan program ETABS.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil analisis yang didapat dan saran berdasarkan kesimpulan yang didapat.

