

**SKRIPSI**

**STUDI ANALISIS SISTEM RANGKA *BUCKLING-RESTRAINED BRACE* DENGAN KONFIGURASI *TWO STORY – X* PADA GEDUNG BETON BERTULANG DELAPAN LANTAI**



**CELIA MONICA  
NPM : 6101901054**

**PEMBIMBING : Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.**

**KO-PEMBIMBING : Liyanto Eddy, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2023**

**SKRIPSI**

**STUDI ANALISIS SISTEM RANGKA *BUCKLING-RESTRAINED BRACE* DENGAN KONFIGURASI *TWO STORY – X* PADA GEDUNG BETON BERTULANG DELAPAN LANTAI**



**CELIA MONICA  
NPM : 6101901054**

**PEMBIMBING : Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.**

**KO-PEMBIMBING : Liyanto Eddy, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2023**

**SKRIPSI**

**STUDI ANALISIS SISTEM RANGKA *BUCKLING-RESTRAINED BRACE* DENGAN KONFIGURASI *TWO STORY – X* PADA GEDUNG BETON BERTULANG DELAPAN LANTAI**



**CELIA MONICA  
NPM : 6101901054**

**BANDUNG, 16 JANUARI 2023**

**PEMBIMBING :**

**KO-PEMBIMBING :**

**Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.**

**Liyanto Eddy, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2023**

**SKRIPSI**

**STUDI ANALISIS SISTEM RANGKA *BUCKLING-RESTRAINED BRACE* DENGAN KONFIGURASI *TWO STORY – X* PADA GEDUNG BETON BERTULANG DELAPAN LANTAI**



**CELIA MONICA**  
**NPM : 6101901054**

**PEMBIMBING :** Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

**KO-PEMBIMBING :** Liyanto Eddy, Ph.D.

**PENGUJI 1 :** Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

**PENGUJI 2 :** Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
**BANDUNG**  
**JANUARI 2023**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut :

Nama : Celia Monica

NPM : 6101901054

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

**STUDI ANALISIS SISTEM RANGKA BUCKLING-RESTRAINED BRACE  
DENGAN KONFIGURASI TWO STORY – X PADA GEDUNG BETON  
BERTULANG DELAPAN LANTAI**

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Bandung, 5 Januari 2023



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Celia Monica', is written over the stamp area.

Celia Monica

**STUDI ANALISIS SISTEM RANGKA *BUCKLING-  
RESTRAINED BRACE* DENGAN KONFIGURASI *TWO STORY*  
– X PADA GEDUNG BETON BERTULANG DELAPAN  
LANTAI**

**Celia Monica  
NPM: 6101901054**

**Pembimbing: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.  
Ko-Pembimbing: Liyanto Eddy, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2023**

**ABSTRAK**

Ketersediaan lahan yang semakin sedikit menyebabkan pembangunan cenderung dilakukan ke arah vertikal dengan membangun gedung bertingkat. Indonesia merupakan negara yang sering mengalami bencana gempa karena letak geografisnya. Bencana gempa dapat menyebabkan kegagalan struktur bahkan keruntuhan pada bangunan, sehingga pembangunan gedung bertingkat di Indonesia harus diperhatikan. Salah satu perkembangan teknologi untuk menahan gaya gempa adalah dengan memasang pengaku jenis BRB (*Buckling – Restrained Brace*) yang memiliki kemampuan untuk mencegah terjadinya tekuk pada bresing ketika memikul gaya gempa. Pada skripsi ini, dilakukan analisis sistem rangka BRB pada gedung beton bertulang delapan lantai dengan konfigurasi *Two Story – X* dan dilakukan juga desain sambungan BRB ke rangka beton. Berdasarkan hasil analisis respons spektra, dibutuhkan dimensi balok dan kolom yang cukup besar di daerah pemasangan BRB, untuk daerah lain dapat digunakan dimensi yang lebih kecil. Berdasarkan analisis riwayat waktu, sendi plastis terjadi pertama kali pada elemen BRB sesuai yang diharapkan. Kondisi struktur berada pada tingkat mencapai kondisi ultimitnya pada saat pembebanan gempa Landers dan berada pada tingkat hanya memiliki kekuatan sisa pada saat pembebanan gempa Taiwan dan Chi – Chi. Sambungan BRB ke pelat buhul didesain menggunakan sambungan baut dan dibutuhkan 10 buah baut dengan diameter 30 mm, sedangkan sambungan pelat buhul ke rangka beton didesain menggunakan konektor geser dan dibutuhkan 30 konektor geser dengan diameter 25 mm untuk 1 pelat buhul.

**Kata Kunci:** BRB, Sambungan konektor geser, Sistem rangka *Buckling-Restrained Brace*, Stud geser, Struktur gedung beton bertulang, *Two Story – X*.

# **STUDY OF ANALYSIS OF BUCKLING-RESTRAINED BRACE FRAME SYSTEM WITH TWO STORY – X CONFIGURATION IN AN EIGHT STORY REINFORCED CONCRETE BUILDING**

**Celia Monica**  
**NPM: 6101901054**

**Advisor: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.**  
**Co-Advisor: Liyanto Eddy, Ph.D.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**  
**FACULTY OF ENGINEERING**  
**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**  
**BACHELOR PROGRAM**  
(Accredited by SK BAN-PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
**BANDUNG**  
**JANUARY 2023**

## **ABSTRACT**

The limited availability of area has impacted the development done vertically by building high-rise buildings. Indonesia is a country that experience frequent earthquake due to its geographical location. Earthquake are causing structural failure and collapse of buildings, hence, the construction of high-rise buildings in Indonesia should be taken attention of. One of the technological developments to withstand the earthquake is by installing a BRB - (Buckling – Restrained Brace) which has ability to prevent buckling of the braces when earthquakes occur. In this thesis, an analysis of the BRB frame system is carried out in an eight-story reinforced concrete building with the Two Story – X configuration, and performed the design of the BRB connection to the concrete frame. Based on the results of the spectra responses analysis, the large beam and column are required in the area of BRB installation, but for other areas smaller dimension can be used. Based on time history analysis, the plastic hinge is first occurred in the BRB elements as expected. The structures condition reaches its ultimate condition when the Landers earthquake is loaded and is at a level that only has remaining strength when the Taiwan and Chi-Chi earthquake is loaded. The BRB connection to gusset plate is designed using a bottled connection with 10 bolts with 30mm diameter, and the gusset to the concrete frame is designed using shear stud and 30 shear studs with 25 mm diameter are required for 1 gusset plate.

**Keywords:** BRB, Shear connector connection, Buckling-Restrained Brace frame, Shear stud, RC Frame, Two Story – X.



## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, perlindungan dan karunia-Nya, skripsi yang berjudul “Studi Analisis Sistem Rangka *Buckling-Restrained Braces* dengan konfigurasi *Two Story – X* pada Gedung Beton Bertulang Delapan Lantai” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini merupakan syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat Sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Dalam proses pelaksanaan skripsi ini tentu saja penulis tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

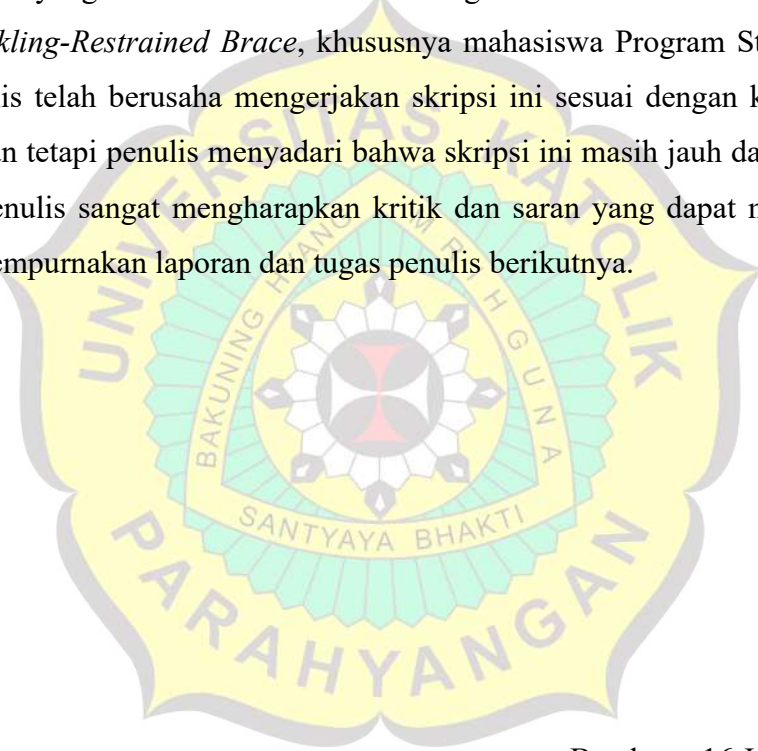
1. Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, memberikan saran dan memberikan banyak pembelajaran kepada penulis dalam menyusun skripsi ini,
2. Liyanto Eddy, Ph.D. selaku Dosen Ko-Pembimbing yang telah membimbing, memberikan saran dan memberikan banyak pembelajaran kepada penulis dalam menyusun skripsi ini,
3. Dr. Johannes Adhijoso Tjondro selaku Dosen Penguji 1 yang telah memberikan kritik dan saran kepada penulis guna memperbaiki skripsi ini,
4. Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D. selaku Dosen Penguji 2 yang telah memberikan kritik dan saran kepada penulis guna memperbaiki skripsi ini,
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil yang telah mengajarkan ilmu teknik sipil kepada penulis selama masa studi,
6. Seluruh anggota keluarga yang selalu memberikan dukungan, doa dan motivasi dalam menyusun skripsi ini,
7. Teman – teman bimbingan skripsi yaitu, Alberto Richard Geonawan dan Yeremia Verrel Susanto yang telah berjuang bersama dan memberikan bantuan serta saran-saran dalam menyusun skripsi ini,
8. Andrea Polisar, Linda Azhari, Gabriella Sharon, Novilya, Margaretha Wirasetya, Janssen Alandrio Hendry, Eliot Baga Wicaksono, Efnus S Sinuhaji, Alyssa, Vincent Sutirta, Caroline Marlene dan Erica Wijaya



Erwin yang telah memberikan dukungan serta semangat selama proses penyusunan skripsi ini,

9. Seluruh rekan mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Angkatan 2019 yang telah telah memberikan dukungan serta semangat selama proses studi penulis, sehingga penulis dapat lulus dan menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya,
10. Dan kepada semua pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu atas kontribusi dan dukungan yang telah diberikan.

Penulis berharap agar skripsi yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi para pembaca yang memerlukan informasi mengenai stuktur beton dengan sistem rangka *Buckling-Restrained Brace*, khususnya mahasiswa Program Studi Teknik Sipil. Penulis telah berusaha mengerjakan skripsi ini sesuai dengan kemampuan penulis, akan tetapi penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun guna menyempurnakan laporan dan tugas penulis berikutnya.



Bandung, 16 Januari 2023

Celia Monica

6101901054

# DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN .....	i
ABSTRAK .....	ii
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR NOTASI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xx
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1 Bagian Pendahuluan .....	1-1
1.2 Inti Permasalahan .....	1-3
1.3 Tujuan Penulisan .....	1-4
1.4 Pembatasan Masalah .....	1-4
1.5 Metode Penelitian .....	1-6
1.6 Sistematika Penulisan .....	1-7
BAB 2 STUDI PUSTAKA .....	2-1
2.1 Buckling-Restrained Brace .....	2-1
2.2 Beban untuk Bangunan .....	2-4
2.2.1 Beban Mati .....	2-4
2.2.2 Beban Hidup .....	2-4
2.2.3 Beban Gempa .....	2-5
2.3 Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung .....	2-5
2.3.1 Gempa Rencana .....	2-5
2.3.2 Faktor Keutamaan Gempa dan Kategori Risiko Struktur Bangunan ..	2-5

2.3.3	Klasifikasi Situs .....	2-8
2.3.4	Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa $MCE_R$ .....	2-8
2.3.5	Parameter Respons Spektral Percepatan Desain.....	2-11
2.3.6	Penentuan Periode Struktur .....	2-11
2.3.7	Spektrum Respons Desain .....	2-12
2.3.8	Kategori Desain Seismik .....	2-14
2.3.9	Kombinasi Sistem Struktur Penahan Gaya Gempa .....	2-15
2.3.10	Koefisien Respons Seismik .....	2-16
2.3.11	Berat Seismik Efektif.....	2-17
2.3.12	Gaya Geser Dasar Seismik .....	2-17
2.3.13	Kombinasi Pembebanan .....	2-17
2.3.14	Ketidakteraturan.....	2-19
2.3.15	Faktor Skala .....	2-22
2.3.16	Simpangan Antar Tingkat.....	2-22
2.4	Perencanaan Struktur Rangka Gedung Beton Bertulang dengan BRB ...	2-24
2.5	Sambungan Buckling-Restrained Brace (BRB) pada Struktur Beton Bertulang.....	2-26
2.5.1	Sambungan Pelat Buhul dengan BRB .....	2-27
2.5.2	Sambungan Pelat Buhul dengan Rangka Beton .....	2-33
2.6	Metode Analisis Beban Gempa .....	2-38
2.6.1	Analisis Statik Linier .....	2-38
2.6.2	Analisis Dinamik Linier .....	2-38
2.6.3	Analisis Statik Nonlinier.....	2-39
2.6.4	Analisis Dinamik Nonlinier .....	2-39
2.7	Analisis Riwayat Waktu Nonlinier .....	2-40
2.8	Metode Redaman Rayleigh.....	2-43

2.9 Metode Integrasi Waktu Newmark .....	2-44
2.10 Sendi Plastis .....	2-45
2.11 Tingkat Kinerja Struktur .....	2-45
<b>BAB 3 DESAIN DAN PEMODELAN GEDUNG.....</b>	<b>3-1</b>
3.1 Data Gedung.....	3-1
3.2 Data Material.....	3-1
3.3 Data Pembebanan.....	3-2
3.3.1 Beban Mati .....	3-2
3.3.2 Beban Mati Tambahan .....	3-2
3.3.3 Beban Hidup.....	3-3
3.3.4 Beban Gempa .....	3-3
3.4 Kombinasi Pembebanan.....	3-4
3.5 Dimensi Profil Elemen Struktur.....	3-4
3.6 Desain Balok dan Kolom .....	3-7
3.7 Tulangan Balok dan Kolom .....	3-9
3.8 Analisis Riwayat Waktu.....	3-11
<b>BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>4-1</b>
4.1 Analisis Respons Spektra.....	4-1
4.1.1 Periode Struktur dan Partisipasi Massa Ragam .....	4-1
4.1.2 Gerak Dominan Struktur .....	4-2
4.1.3 Simpangan Antar Lantai dan Perpindahan Lantai.....	4-2
4.1.4 Ketidakberaturan Horizontal .....	4-5
4.1.5 Ketidakberaturan Vertikal .....	4-6
4.1.6 Faktor Perbesaran Torsi Tak Terduga.....	4-10
4.1.7 Pengecekan Elemen Bresing .....	4-11
4.1.8 Pengecekan Elemen Kolom .....	4-13

4.2 Desain sambungan .....	4-15
4.3 Analisis Riwayat Waktu Nonlinier .....	4-19
4.3.1 Sendi Plastis .....	4-21
4.3.2 Simpangan Antar Lantai dan Perpindahan Lantai .....	4-36
4.3.3 Kurva Histerisis BRB .....	4-40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	5-1
5.1 Kesimpulan .....	5-1
5.2 Saran .....	5-2
DAFTAR PUSTAKA .....	xxi
LAMPIRAN 1 PRELIMINARY DESAIN ELEMEN STRUKTUR .....	L1-1
LAMPIRAN 2 FAKTOR SKALA .....	L2-1
LAMPIRAN 3 PENULANGAN BALOK MODEL TANPA BRB .....	L3-1
LAMPIRAN 4 PENULANGAN BALOK MODEL AKHIR .....	L4-1
LAMPIRAN 5 PENULANGAN KOLOM MODEL AKHIR .....	L5-1
LAMPIRAN 6 DESAIN SAMBUNGAN .....	L6-1
LAMPIRAN 7 LOKASI SENDI PLASTIS MODEL 1 AKIBAT PERCEPATAN GEMPA LANDERS, USA .....	L7-1
LAMPIRAN 8 LOKASI SENDI PLASTIS MODEL 1 AKIBAT PERCEPATAN GEMPA TAIWAN .....	L8-1
LAMPIRAN 9 LOKASI SENDI PLASTIS MODEL 1 AKIBAT PERCEPATAN GEMPA CHI – CHI, TAIWAN .....	L9-1
LAMPIRAN 10 LOKASI SENDI PLASTIS MODEL 2 AKIBAT PERCEPATAN GEMPA LANDERS, USA .....	L10-1
LAMPIRAN 11 LOKASI SENDI PLASTIS MODEL 2 AKIBAT PERCEPATAN GEMPA TAIWAN .....	L11-1
LAMPIRAN 12 LOKASI SENDI PLASTIS MODEL 2 AKIBAT PERCEPATAN GEMPA CHI – CHI, TAIWAN .....	L12-1



## DAFTAR NOTASI

$A_b$	= luas penampang baut
$A_e$	= luas efektif pelat
$A_g$	= luas total pelat
$A_{gv}$	= luas kotor bidang yang mengalami geser
$A_{nt}$	= luas kotor bidang yang mengalami tarik
$A_{nv}$	= luas bersih bidang yang mengalami geser
$A_{ph}$	= luas penampang <i>plate hooping</i>
$A_s$	= luas penampang stud geser
$A_{sv}$	= luas penampang tulangan transversal
$A_{sc}$	= luas inti BRB yang digunakan
$A_{sc,min}$	= luas inti BRB yang dibutuhkan
$C$	= matriks redaman
$C_d$	= faktor pembesaran simpangan lateral
$C_u$	= koefisien untuk batas atas
$C_S$	= koefisien respons seismik
$C_{S\ min}$	= koefisien respons seismik minimum
$C_t, x$	= parameter periode pendekatan periode fundamental struktur
$d$	= diameter lubang
$d_b$	= diameter baut
DCR	= <i>demand-to-capacity ratio</i>
$d_s$	= diameter tulangan transversal
$E$	= pengaruh beban seismik
$e_b$	= $\frac{1}{2}$ (tinggi balok + tinggi pelat)
$e_c$	= $\frac{1}{2}$ lebar kolom
$E_c$	= modulus elastisitas beton
$E_h$	= pengaruh beban seismik horizontal
$E_s$	= modulus elastisitas material pelat
$E_v$	= pengaruh beban seismik vertikal
$F_a$	= faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek



$F_e$	= tegangan elastik tekuk pelat
$f'_c$	= kuat tekan beton
$f_d$	= faktor skala
$F_{nv}$	= tegangan nominal geser baut
$F_u$	= tegangan tarik ultimit elemen pelat
$F_v$	= faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik
$F_y$	= tegangan leleh elemen pelat
$F_y$	= tegangan leleh tulangan
$F_{yBRB}$	= tegangan leleh inti BRB
$F_{yg}$	= tegangan leleh material pelat buhul
$F_{yph}$	= tegangan leleh <i>plate hooping</i>
$F_{ys}$	= tegangan leleh stud geser
$h_n$	= ketinggian struktur (m) dari dasar sampai tingkat tertinggi struktur
$H_{ub}$	= gaya horizontal pada permukaan pelat buhul dengan permukaan balok
$H_{uc}$	= gaya horizontal pada permukaan pelat buhul dengan permukaan kolom
$I_e$	= faktor keutamaan gempa
$K$	= matriks kekakuan
$K$	= kekakuan
$L$	= panjang tidak terkekang
$L_c$	= jarak bersih bidang kegagalan
$M$	= matriks massa
$n_b$	= jumlah bresing yang berada pada lantai yang ditinjau
$n_{bidang\ geser}$	= jumlah bidang geser
$N_u$	= gaya aksial terfaktor pada bresing
$N_{QE}$	= gaya aksial pada bresing
$P_{BRB_{max}}$	= gaya maksimum dari kapasitas BRB (tarik / tekan)
$P_C$	= kapasitas aksial tekan pada BRB
$P_{CH}$	= gaya aksial tekan pada BRB arah horizontal
$P_{CV}$	= gaya aksial tekan pada BRB arah vertikal
$P_T$	= kapasitas aksial tarik pada BRB
$P_{TH}$	= gaya aksial tarik pada BRB arah horizontal

$P_{TV}$	= gaya aksial tarik pada BRB arah vertikal
$P_{YSC}$	= gaya aksial dari kapasitas bresing
$r$	= radius girasi
$R$	= koefisien modifikasi respons
$R_{nf}$	= kapasitas fraktur pelat
$R_{n\ tumpu}$	= kapasitas tumpu pelat pada 1 bidang kegagalan
$R_{nv}$	= kapasitas geser baut
$R_{ny}$	= kapasitas leleh pelat
$R_y$	= faktor tegangan leleh terekspektasi
$s$	= spasi tulangan transversal
$S_1$	= percepatan batuan dasar pada periode 1 detik
$S_{D1}$	= parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik
$S_{DS}$	= parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek
$S_{M1}$	= parameter respons spektral percepatan gempa $MCE_R$ pada periode 1 detik
$S_{MS}$	= parameter respons spektral percepatan gempa $MCE_R$ pada periode pendek
$s_{ph}$	= spasi <i>plate hooping</i>
$S_s$	= percepatan batuan dasar pada periode pendek
$T$	= periode getar fundamental struktur
$T_{a\ min}$	= periode fundamental struktur minimum
$T_{a\ max}$	= periode fundamental struktur maksimum
$t_g$	= tebal pelat buhul
$T_j$	= periode struktur pada mode 1
$T_i$	= periode struktur pada mode 4
$T_L$	= peta transisi periode panjang
$t_p$	= tebal pelat
$V$	= gaya geser dasar seismik
$V$	= nilai gaya geser dari hasil perhitungan menggunakan metode statik ekuivalen
$V_{PBL}$	= kapasitas geser 1 konektor geser tipe PBL
$V_{story}$	= gaya geser pada lantai yang ditinjau
$V_t$	= nilai gaya geser dasar dari hasil analisis ragam
$V_{ub}$	= gaya vertikal pada permukaan pelat buhul dengan permukaan balok
$V_{uc}$	= gaya vertikal pada permukaan pelat buhul dengan permukaan kolom

$V_{WSS}$	= kapasitas geser 1 konektor geser tipe WSS
$W$	= berat seismik efektif
$\theta$	= sudut terhadap bidang horizontal yang terbentuk pada rangka bresing
$\rho$	= faktor redundansi ( $\rho = 1 / 1,3$ )
$\phi$	= faktor reduksi ( $\phi = 0,9$ )
$\phi_c$	= faktor reduksi kapasitas tekuk ( $\phi_c = 0,9$ )
$\phi_f$	= faktor reduksi kapasitas fraktur ( $\phi_f = 0,75$ )
$\phi_v$	= faktor reduksi kapasitas geser ( $\phi_v = 0,75$ )
$\phi_y$	= faktor reduksi kapasitas leleh ( $\phi_y = 0,9$ )
$\omega$	= faktor penyesuaian pengerasan regangan
$\alpha$	= konstanta skalar yang proporsional terhadap massa
$\alpha_u$	= konstanta skalar yang proporsional terhadap massa
$\beta$	= konstanta skalar yang proporsional terhadap kekakuan
$\beta$	= faktor penyesuaian kekuatan tekan
$\beta_u$	= faktor penyesuaian kekuatan tekan
$\Delta x$	= simpangan antar tingkat
$\delta x$	= perpindahan inelastik yang dihitung pada tingkat – x
$\delta x_e$	= perpindahan elastik yang dihitung pada tingkat – x
$\sum M_{nb}$	= momen nominal balok total pada joint yang ditinjau
$\sum M_{nc}$	= momen nominal kolom total pada joint yang ditinjau
$\xi$	= rasio redaman
$\omega_a$	= frekuensi pada mode 1
$\omega_b$	= frekuensi pada mode 4
$\sigma_b$	= tegangan normal pada permukaan pelat buhul dengan permukaan balok
$\sigma_c$	= tegangan normal pada permukaan pelat buhul dengan permukaan kolom
$\tau_b$	= tegangan geser pada permukaan pelat buhul dengan permukaan balok
$\tau_c$	= tegangan geser pada permukaan pelat buhul dengan permukaan kolom
$\Psi$	= faktor pengurangan kekuatan

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Macam – macam konfigurasi BRB.....	1-2
<b>Gambar 1.2</b> Denah tipikal lantai 1 – 8.....	1-4
<b>Gambar 1.3</b> Model 3D bangunan dengan bresing konfigurasi <i>Two Story – X</i> ...	1-5
<b>Gambar 1.4</b> <i>Elevation A,F,1 dan 6</i> pada bangunan dengan bresing konfigurasi <i>Two Story – X</i> .....	1-5
<b>Gambar 2.1</b> Grafik perilaku BRB.....	2-1
<b>Gambar 2.2</b> Bentuk penampang dan potongan BRB.....	2-2
<b>Gambar 2.3</b> Macam – macam konfigurasi BRB.....	2-2
<b>Gambar 2.4</b> Parameter gerak tanah $S_s$ pada periode pendek wilayah Indonesia ( $T = 0,2$ s).....	2-9
<b>Gambar 2.5</b> Parameter gerak tanah $S_1$ pada periode 1 detik wilayah Indonesia ( $T = 1$ s).....	2-10
<b>Gambar 2.6</b> Spektrum respons desain acuan.....	2-13
<b>Gambar 2.7</b> Peta transisi periode panjang wilayah Indonesia.....	2-14
<b>Gambar 2.8</b> Penentuan simpangan antar tingkat.....	2-22
<b>Gambar 2.9</b> Ilustrasi gaya tarik dan tekan yang terjadi pada bresing konfigurasi two story - x.....	2-25
<b>Gambar 2.10</b> Ilustrasi kondisi terbuka dan tertutup pada sambungan.....	2-26
<b>Gambar 2.11</b> Bentuk sambungan pelat buhul dengan konektor geser.....	2-27
<b>Gambar 2.12</b> Lokasi gaya pada permukaan pelat buhul dengan permukaan balok dan kolom.....	2-29
<b>Gambar 2.13</b> Bidang kegagalan tumpu.....	2-31
<b>Gambar 2.14</b> Kurva histerisisis rangka beton dengan BRB menggunakan sambungan PBL dan WSS.....	2-34
<b>Gambar 2.15</b> Kerusakan pada sambungan tipe PBL.....	2-35
<b>Gambar 2.16</b> Kerusakan pada sambungan tipe WSS.....	2-35
<b>Gambar 2.17</b> Ilustrasi gaya pada konektor geser.....	2-36
<b>Gambar 2.18</b> Ilustrasi gaya pada konektor geser.....	2-37
<b>Gambar 2.19</b> Grafik rekaman percepatan gempa Landers, 1992 arah 1.....	2-41
<b>Gambar 2.20</b> Grafik rekaman percepatan gempa Taiwan, 1986 arah 1.....	2-41

<b>Gambar 2.21</b>	Grafik rekaman percepatan gempa Chi – Chi, 1999 arah 1 .....	2-41
<b>Gambar 2.22</b>	Grafik rekaman percepatan gempa Landers, 1992 arah 2 .....	2-42
<b>Gambar 2.23</b>	Grafik rekaman percepatan gempa Taiwan, 1986 arah 2 .....	2-42
<b>Gambar 2.24</b>	Grafik rekaman percepatan gempa Chi – Chi, 1999 arah 2 .....	2-42
<b>Gambar 2.25</b>	Ilustrasi model redaman Rayleigh .....	2-44
<b>Gambar 2.26</b>	Grafik hubungan <i>force – displacement</i> .....	2-46
<b>Gambar 3.1</b>	Respon spektrum kota Jakarta dengan situs tanah lunak .....	3-3
<b>Gambar 3.2</b>	Elemen struktur pada <i>elevation</i> A,F,1 dan 6 .....	3-5
<b>Gambar 3.3</b>	Elemen struktur pada <i>elevation</i> B,E,2 dan 5 .....	3-5
<b>Gambar 3.4</b>	Elemen struktur pada <i>elevation</i> C,D,3 dan 4 .....	3-6
<b>Gambar 3.5</b>	Denah elemen struktur .....	3-6
<b>Gambar 3.6</b>	Gaya pada model tanpa BRB .....	3-8
<b>Gambar 4.1</b>	Grafik simpangan antar lantai .....	4-4
<b>Gambar 4.2</b>	Grafik perpindahan lantai .....	4-4
<b>Gambar 4.3</b>	Grafik gaya geser tingkat .....	4-10
<b>Gambar 4.4</b>	D/C bresing pada elevasi A dan F .....	4-12
<b>Gambar 4.5</b>	D/C bresing pada elevasi 1 dan 6 .....	4-13
<b>Gambar 4.6</b>	Rasio P-M-M terbesar pada kolom K1 .....	4-14
<b>Gambar 4.7</b>	Rasio P-M-M terbesar pada kolom K2 dan K3 .....	4-15
<b>Gambar 4.8</b>	Ilustrasi sambungan pada rangka beton .....	4-16
<b>Gambar 4.9</b>	Detail sambungan baut .....	4-17
<b>Gambar 4.10</b>	Detail sambungan baut pada pelat tepi dan pelat tengah .....	4-17
<b>Gambar 4.11</b>	Detail sambungan pelat buhul bagian tepi dengan konektor geser .....	4-18
<b>Gambar 4.12</b>	Detail sambungan pelat buhul bagian tengah dengan konektor geser .....	4-19
<b>Gambar 4.13</b>	Pemasangan sendi plastis pada model 1 .....	4-20
<b>Gambar 4.14</b>	Pemasangan sendi plastis pada model 2 .....	4-20
<b>Gambar 4.15</b>	Indikator warna keruntuhan sendi plastis .....	4-21
<b>Gambar 4.16</b>	Sendi plastis pertama pada model 1 akibat gempa Landers, USA (1) .....	4-22



<b>Gambar 4.17</b> Sendi plastis pertama pada model 1 akhibat gempa Landers, USA (2)	4-22
<b>Gambar 4.18</b> Sendi plastis pertama pada model 1 akhibat gempa Taiwan (1).	4-23
<b>Gambar 4.19</b> Sendi plastis pertama pada model 1 akhibat gempa Taiwan (2).	4-23
<b>Gambar 4.20</b> Sendi plastis pertama pada model 1 akhibat gempa Taiwan (3).	4-24
<b>Gambar 4.21</b> Sendi plastis pertama pada model 1 akhibat gempa Taiwan (4).	4-24
<b>Gambar 4.22</b> Sendi plastis pertama pada model 1 akhibat gempa Chi – Chi, Taiwan	4-25
<b>Gambar 4.23</b> Sendi plastis pertama pada model 2 akhibat gempa Landers, USA (1)	4-25
<b>Gambar 4.24</b> Sendi plastis pertama pada model 2 akhibat gempa Landers, USA (2)	4-26
<b>Gambar 4.25</b> Sendi plastis pertama pada model 2 akhibat gempa Taiwan (1).	4-26
<b>Gambar 4.26</b> Sendi plastis pertama pada model 2 akhibat gempa Taiwan (2).	4-27
<b>Gambar 4.27</b> Sendi plastis pertama pada model 2 akhibat gempa Taiwan (3).	4-27
<b>Gambar 4.28</b> Sendi plastis pertama pada model 2 akhibat gempa Taiwan (4).	4-28
<b>Gambar 4.29</b> Sendi plastis pertama pada model 2 akhibat gempa Chi – Chi, Taiwan	4-28
<b>Gambar 4.30</b> Kondisi sendi plastis akhir pada model 1 elevasi A akibat gempa Landers, USA	4-29
<b>Gambar 4.31</b> Kondisi sendi plastis akhir pada model 1 elevasi 1 akibat gempa Landers, USA	4-30
<b>Gambar 4.32</b> Kondisi sendi plastis akhir pada model 1 elevasi A akibat gempa Taiwan	4-30
<b>Gambar 4.33</b> Kondisi sendi plastis akhir pada model 1 elevasi 1 akibat gempa Taiwan	4-31
<b>Gambar 4.34</b> Kondisi sendi plastis akhir pada model 1 elevasi A akibat gempa Chi – Chi, Taiwan	4-31
<b>Gambar 4.35</b> Kondisi sendi plastis akhir pada model 1 elevasi 1 akibat gempa Chi – Chi, Taiwan	4-32
<b>Gambar 4.36</b> Kondisi sendi plastis akhir pada model 2 elevasi A akibat gempa Landers, USA	4-32



<b>Gambar 4.37</b> Kondisi sendi plastis akhir pada model 2 elevasi 1 akibat gempa Landers, USA .....	4-33
<b>Gambar 4.38</b> Kondisi sendi plastis akhir pada model 2 elevasi A akibat gempa Taiwan .....	4-33
<b>Gambar 4.39</b> Kondisi sendi plastis akhir pada model 2 elevasi 1 akibat gempa Taiwan .....	4-34
<b>Gambar 4.40</b> Kondisi sendi plastis akhir pada model 2 elevasi A akibat gempa Chi – Chi, Taiwan.....	4-34
<b>Gambar 4.41</b> Kondisi sendi plastis akhir pada model 2 elevasi 1 akibat gempa Chi – Chi, Taiwan.....	4-35
<b>Gambar 4.42</b> Grafik kontrol simpangan antar lantai akibat gempa Landers, USA .....	4-38
<b>Gambar 4.43</b> Grafik kontrol simpangan antar lantai akibat gempa Taiwan ....	4-38
<b>Gambar 4.44</b> Grafik kontrol simpangan antar lantai akibat gempa Chi – Chi, Taiwan .....	4-39
<b>Gambar 4.45</b> Grafik perpindahan lantai akibat gempa Landers, USA.....	4-39
<b>Gambar 4.46</b> Grafik perpindahan lantai akibat gempa Taiwan .....	4-39
<b>Gambar 4.47</b> Grafik perpindahan lantai akibat gempa Chi – Chi, Taiwan.....	4-40
<b>Gambar 4.48</b> Kurva Histerisis BRB akibat gempa Landers, USA.....	4-41
<b>Gambar 4.49</b> Kurva Histerisis BRB akibat gempa Taiwan .....	4-41
<b>Gambar 4.50</b> Kurva Histerisis BRB akibat gempa Chi – Chi, Taiwan.....	4-41

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Kategori risiko struktur bangunan untuk beban gempa.....	2-6
<b>Tabel 2.1.</b> Kategori risiko struktur bangunan untuk beban gempa (lanjutan) .....	2-7
<b>Tabel 2.2</b> Faktor keutamaan gempa.....	2-7
<b>Tabel 2.3</b> Klasifikasi situs .....	2-8
<b>Tabel 2.4</b> Koefisien situs, $F_a$ .....	2-10
<b>Tabel 2.5</b> Koefisien situs, $F_a$ .....	2-10
<b>Tabel 2.6</b> Nilai parameter periode pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	2-11
<b>Tabel 2.7</b> Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung .....	2-12
<b>Tabel 2.8</b> Penentuan periode fundamental struktur yang digunakan.....	2-12
<b>Tabel 2.9</b> Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek ( $S_{DS}$ ).....	2-14
<b>Tabel 2.10</b> Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik ( $S_{D1}$ ).....	2-15
<b>Tabel 2.11</b> Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung .....	2-15
<b>Tabel 2.12</b> Ketidakberaturan horizontal pada struktur .....	2-20
<b>Tabel 2.13</b> Ketidakberaturan vertikal pada struktur .....	2-21
<b>Tabel 2.14</b> Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a$ .....	2-23
<b>Tabel 2.15</b> Perbedaan perencanaan elemen balok dan kolom .....	2-24
<b>Tabel 2.16</b> Spasi baut dan diameter lubang baut.....	2-30
<b>Tabel 2.17</b> Data Rekaman Gempa untuk Analisis Riwayat Waktu.....	2-41
<b>Tabel 3.1</b> Dimensi elemen struktur .....	3-4
<b>Tabel 3.2</b> Gaya aksial tekan dan aksial tarik BRB .....	3-7
<b>Tabel 3.3</b> Gaya aksial tarik BRB teruraikan.....	3-7
<b>Tabel 3.4</b> Gaya aksial tekan BRB teruraikan .....	3-8
<b>Tabel 3.5</b> Luas tulangan balok yang dibutuhkan.....	3-9
<b>Tabel 3.6</b> Luas tulangan dan jumlah tulangan balok yang digunakan.....	3-9
<b>Tabel 3.7</b> Tulangan transversal balok yang digunakan .....	3-10
<b>Tabel 3.8</b> Luas tulangan kolom yang dibutuhkan .....	3-10
<b>Tabel 3.9</b> Luas tulangan dan jumlah tulangan kolom yang digunakan .....	3-10
<b>Tabel 3.10</b> Tulangan transversal kolom yang digunakan .....	3-10

<b>Tabel 3.11</b> Rekapitulasi tulangan balok dan kolom .....	3-11
<b>Tabel 4.1</b> Periode struktur dan partisipasi massa ragam .....	4-1
<b>Tabel 4.1</b> Periode struktur dan partisipasi massa ragam (lanjutan) .....	4-2
<b>Tabel 4.2</b> Gerak Dominan Struktur .....	4-2
<b>Tabel 4.3</b> Kontrol simpangan antar lantai arah x .....	4-2
<b>Tabel 4.3</b> Kontrol simpangan antar lantai arah x (lanjutan).....	4-3
<b>Tabel 4.4</b> Kontrol simpangan antar lantai arah y .....	4-3
<b>Tabel 4.5</b> Perpindahan lantai arah x dan y .....	4-3
<b>Tabel 4.6</b> Ketidakberaturan horizontal tipe 1a dan 1b arah x .....	4-5
<b>Tabel 4.7</b> Ketidakberaturan horizontal tipe 1a dan 1b arah y .....	4-5
<b>Tabel 4.8</b> Ketidakberaturan vertikal tipe 1a dan 1b arah x .....	4-7
<b>Tabel 4.9</b> Ketidakberaturan vertikal tipe 1a dan 1b arah y .....	4-7
<b>Tabel 4.9</b> Ketidakberaturan vertikal tipe 1a dan 1b arah y (lanjutan).....	4-8
<b>Tabel 4.10</b> Ketidakberaturan vertikal tipe 2.....	4-8
<b>Tabel 4.11</b> Ketidakberaturan vertikal tipe 5a dan 5b arah x .....	4-9
<b>Tabel 4.12</b> Ketidakberaturan vertikal tipe 5a dan 5b arah y .....	4-10
<b>Tabel 4.13</b> Perbesaran torsi tidak terduga arah x .....	4-11
<b>Tabel 4.14</b> Perbesaran torsi tidak terduga arah y .....	4-11
<b>Tabel 4.15</b> Pengecekan rasio D/C pada BRB.....	4-11
<b>Tabel 4.15</b> Pengecekan Rasio D/C pada BRB (lanjutan).....	4-12
<b>Tabel 4.16</b> Pengecekan SCWB pada model dengan BRB .....	4-13
<b>Tabel 4.17</b> Pengecekan rasio interaksi P-M-M .....	4-14
<b>Tabel 4.18</b> Hasil dimensi elemen sambungan CoreBRB_14.0 .....	4-15
<b>Tabel 4.18</b> Hasil dimensi elemen sambungan CoreBRB_14.0 (lanjutan) .....	4-16
<b>Tabel 4.19</b> Lokasi, jumlah dan waktu terjadinya sendi plastis pertama.....	4-21
<b>Tabel 4.20</b> Kondisi struktur secara keseluruhan .....	4-36
<b>Tabel 4.21</b> Kontrol simpangan antar lantai arah x .....	4-36
<b>Tabel 4.21</b> Kontrol simpangan antar lantai arah x (lanjutan).....	4-37
<b>Tabel 4.22</b> Kontrol simpangan antar lantai arah y .....	4-37
<b>Tabel 4.23</b> Perpindahan lantai arah x.....	4-37
<b>Tabel 4.24</b> Perpindahan lantai arah y .....	4-38
<b>Tabel 4.25</b> Gaya dan deformasi terbesar respon sendi plastis .....	4-42

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PRELIMINARY DESAIN ELEMEN STRUKTUR.....	L1-1
LAMPIRAN 2 FAKTOR SKALA.....	L2-1
LAMPIRAN 3 PENULANGAN BALOK MODEL TANPA BRB .....	L3-1
LAMPIRAN 4 PENULANGAN BALOK MODEL AKHIR.....	L4-1
LAMPIRAN 5 PENULANGAN KOLOM MODEL AKHIR.....	L5-1
LAMPIRAN 6 DESAIN SAMBUNGAN .....	L6-1
LAMPIRAN 7 LOKASI SENDI PLASTIS MODEL 1 AKIBAT PERCEPATAN GEMPA LANDERS, USA .....	L7-1
LAMPIRAN 8 LOKASI SENDI PLASTIS MODEL 1 AKIBAT PERCEPATAN GEMPA TAIWAN.....	L8-1
LAMPIRAN 9 LOKASI SENDI PLASTIS MODEL 1 AKIBAT PERCEPATAN GEMPA CHI – CHI, TAIWAN.....	L9-1
LAMPIRAN 10 LOKASI SENDI PLASTIS MODEL 2 AKIBAT PERCEPATAN GEMPA LANDERS, USA .....	L10-1
LAMPIRAN 11 LOKASI SENDI PLASTIS MODEL 2 AKIBAT PERCEPATAN GEMPA TAIWAN.....	L11-1
LAMPIRAN 12 LOKASI SENDI PLASTIS MODEL 2 AKIBAT PERCEPATAN GEMPA CHI – CHI, TAIWAN.....	L12-1

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Bagian Pendahuluan

Setiap tahunnya, jumlah penduduk terus meningkat dengan pesat, sehingga mendorong kebutuhan akan bangunan. Jenis bangunan yang dibutuhkan memiliki berbagai fungsi, antara lain sebagai tempat tinggal, sekolah, rumah sakit, perkantoran dan bangunan untuk kegiatan industri. Dengan banyaknya pembangunan yang dilakukan, maka ketersediaan akan lahan menjadi semakin sedikit. Untuk mengatasi masalah tersebut, pembangunan cenderung dilakukan ke arah vertikal dengan membangun gedung bertingkat.

Struktur bangunan gedung bertingkat dapat terbuat dari material beton, baja dan kayu. Material beton lebih sering digunakan dalam pembangunan struktur gedung bertingkat di Indonesia, karena memiliki biaya pembangunan dan pemeliharaan yang lebih murah, dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran serta tahan terhadap api dibandingkan dengan material lain. Beton memiliki kelemahan dalam menahan gaya tarik dibandingkan dengan material baja.

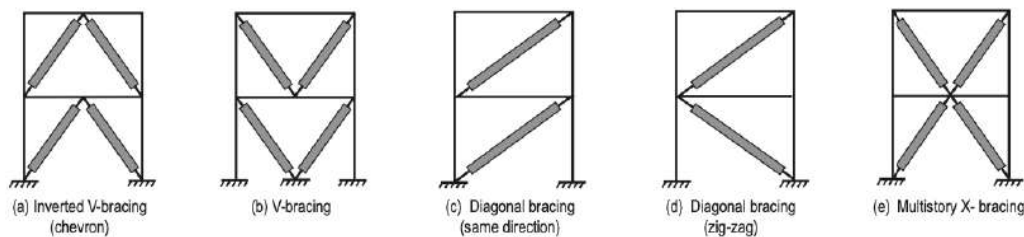
Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak pada jalur cincin api pasifik dengan pertemuan tiga lempeng tektonik dunia (Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia dan Lempeng Pasifik). Lokasi pada jalur cincin api pasifik menyebabkan Indonesia memiliki banyak gunung berapi yang masih aktif, sehingga letusan gunung berapi tersebut dapat menyebabkan terjadinya gempa vulkanik. Ketiga lempeng tektonik tersebut juga masih aktif bergerak dan pergerakannya dapat menyebabkan terjadinya gempa tektonik. Bencana gempa dapat menyebabkan kegagalan struktur bahkan keruntuhan pada bangunan, sehingga pembangunan gedung bertingkat di Indonesia harus diperhatikan agar tahan terhadap gempa dengan memenuhi standar ketahanan gempa yang ada.

Salah satu perkembangan teknologi untuk menahan gaya gempa adalah dengan memasang pengaku atau bresing. Pengaku terbuat dari material baja dengan berbagai jenis konfigurasi yang dinamakan sebagai Sistem Rangka Bresing Konsentrik atau Sistem Rangka Bresing Eksentrik. Sistem rangka bresing tersebut



seringkali mengalami kegagalan pada tekuk ketika memikul gaya tekan akibat beban gempa. Untuk mengatasi masalah tersebut, dilakukan pengembangan dari Rangka Bresing Konsentrik dengan menghasilkan bresing baru yang tahan terhadap tekuk atau dikenal sebagai *Buckling-Restrained Brace (BRB)*.

Pengembangan dilakukan dengan membungkus inti bresing menggunakan mortar dan tabung baja yang menghasilkan kemampuan bagi bresing untuk menahan gaya tekan dan gaya tarik yang sama, sehingga mencegah terjadinya tekuk pada bresing. Inovasi tersebut menyebabkan BRB menjadi solusi yang lebih baik dalam menahan gaya gempa. BRB memiliki beberapa jenis konfigurasi yang dapat digunakan seperti pada Gambar 1.1. BRB seringkali dipasang pada bagian perimeter bangunan dengan letak di bagian sudut bangunan atau di bagian tengah perimeter bangunan. Nayana Surendran dan Dr. K Subha (2017) telah menganalisis perilaku gedung beton 4 lantai terhadap beban gempa dari beberapa konfigurasi BRB dan lokasi penempatan BRB. Hasil analisis menunjukkan bahwa lokasi penempatan BRB di bagian sudut bangunan memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan dengan penempatan di bagian tengah perimeter bangunan.



**Gambar 1.1** Macam – macam konfigurasi BRB

(sumber : Gambar 5-2 pada jurnal NIST, 2015)

Perencanaan BRB pada struktur baja telah didefinisikan secara jelas dalam AISC 314-16 F4. Namun, perencanaan BRB pada struktur beton bertulang belum didefinisikan secara jelas dalam peraturan yang dikeluarkan oleh ACI atau Badan Standardisasi Nasional Indonesia dan hanya didefinisikan dalam jurnal “Seismic Design and Analysis of Precast Concrete Buckling-Restrained Brace Frames” yang ditulis oleh Shane Oh, et al. yang diterbitkan oleh Precast / Prestressed Concrete Institute (PCI).

Sambungan merupakan komponen penting yang harus diperhatikan dalam sistem rangka Buckling-Restrained Brace. Kinerja BRB dalam memikul gaya gempa dapat terjamin jika adanya sambungan yang dirancang dengan baik.



Sambungan BRB dengan struktur beton bertulang merupakan sambungan yang menghubungkan dua material yang berbeda. Pelat buhul seringkali digunakan sebagai elemen tambahan untuk membantu menghubungkan BRB dengan struktur beton bertulang, dimana BRB akan dihubungkan ke pelat buhul dan pelat buhul akan dihubungkan ke struktur beton bertulang menggunakan angkur atau stud yang ditanam di dalam struktur beton.

## 1.2 Inti Permasalahan

Perencanaan BRB pada stuktur baja telah didefinisikan secara jelas dalam AISC 314-16 F4, namun perencanaan BRB pada struktur beton bertulang belum didefinisikan secara jelas dalam peraturan yang dikeluarkan oleh ACI atau Badan Standardisasi Nasional Indonesia. Oleh karena itu, pada studi ini digunakan jurnal “*Seismic Design and Analysis of Precast Concrete Buckling-Restrained Brace Frames*” oleh Shane Oh, et al. yang diterbitkan oleh Precast / Prestressed Concrete Institute (PCI) sebagai acuan dalam perencanaan BRB pada struktur gedung beton bertulang.

Perbedaan konfigurasi BRB yang digunakan akan menghasilkan respons struktur yang berbeda. Konfigurasi *Two Story – X* dianggap lebih menguntungkan dibandingkan dengan konfigurasi lainnya, karena memiliki kemampuan untuk mengurangi gaya tidak seimbang dari gaya gravitasi dan gaya lateral pada balok (NIST, 2015). Oleh karena itu, pada studi ini digunakan konfigurasi *Two Story – X* untuk mengetahui respons struktur gedung beton bertingkat.

Sambungan merupakan komponen penting yang harus diperhatikan dalam sistem rangka Buckling-Restrained Brace (BRB) untuk menjamin kinerja dari BRB itu sendiri. Oleh karena itu, pada studi ini akan dilakukan desain sambungan antara BRB dengan struktur beton bertulang untuk mengetahui kondisi sambungan yang dibutuhkan.

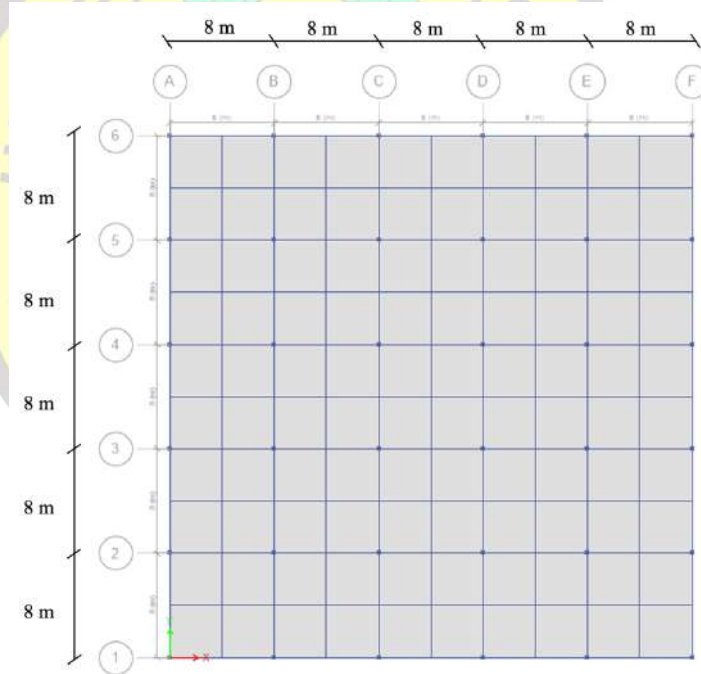
### 1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk mengetahui respons struktur gedung beton bertingkat dalam menahan beban lateral berupa beban gempa dan kinerja gedung akibat beban riwayat waktu serta kondisi sambungan yang dibutuhkan pada konfigurasi Two Story – X.

### 1.4 Pembatasan Masalah

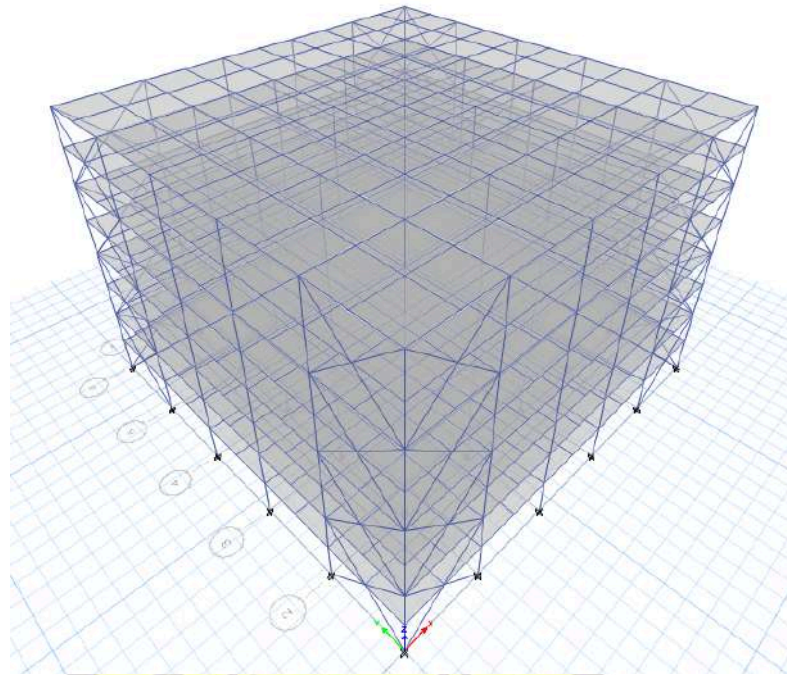
Pembatasan masalah pada skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Analisis dilakukan pada gedung beton bertulang 8 lantai dengan denah tipikal untuk setiap lantainya. Denah berbentuk simetri yang memiliki dimensi 40 m x 40 m. Tinggi antar lantai sebesar 3,6 m dengan jumlah bentang sebanyak 5 dengan jarak 8 m dalam arah x maupun arah y. Denah tipikal gedung dapat dilihat pada Gambar 1.2.

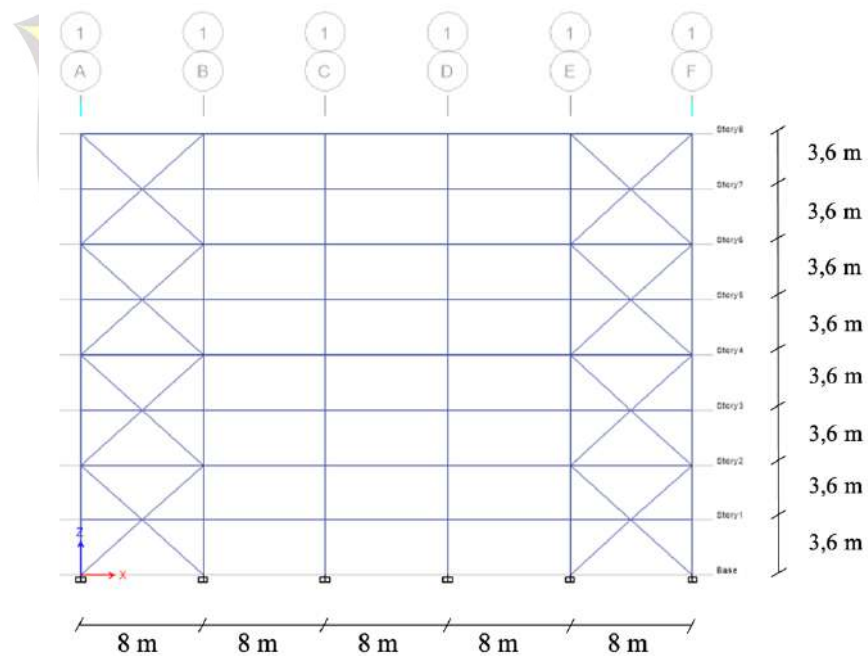


**Gambar 1.2** Denah tipikal lantai 1 – 8

2. Bresing diletakan pada bagian perimeter gedung di keempat sudut untuk semua lantai dengan konfigurasi *Two Story – X*. Peletakan bresing untuk konfigurasi *Two Story – X* pada gedung rencana dapat dilihat pada Gambar 1.3 dan Gambar 1.4.



**Gambar 1.3** Model 3D bangunan dengan bresing konfigurasi *Two Story – X*



**Gambar 1.4** Elevation A,F,1 dan 6 pada bangunan dengan bresing konfigurasi *Two Story – X*

3. Mutu beton yang digunakan adalah  $f'_c = 30$  MPa dan mutu baja tulangan yang digunakan adalah  $F_y = 420$  MPa.
4. Mutu inti *Buckling Restrained Brace* (BRB) menggunakan BJ41 dengan  $F_y = 250$  MPa dan  $F_u = 410$  MPa.

5. Fungsi gedung sebagai bangunan perkantoran.
6. Gedung terdapat di kota Jakarta dengan situs tanah lunak dan kategori desain seismik D.
7. Analisis beban lateral gempa yang dilakukan adalah analisis respons spektrum dan analisis riwayat waktu dengan menggunakan rekaman gempa yang tertera dalam SNI 8899-2020.
8. Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan bantuan program ETABS.
9. Pada studi ini, analisis pondasi tidak dilakukan.
10. Peraturan yang digunakan adalah sebagai berikut :
  - a. SNI 1726:2019. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
  - b. SNI 1727:2020. (2020). *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
  - c. SNI 2847:2019. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
  - d. SNI 7869:2020. (2020). *Ketentuan seismik untuk bangunan gedung baja struktural*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
  - e. SNI 8899:2020. (2020). *Tata Cara Pemilihan dan Modifikasi Gerak Tanah Permukaan untuk Perencanaan Gedung Tahan Gempa*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.

### 1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam menyusun skripsi ini adalah :

1. Studi Literatur  
Referensi yang digunakan dalam menulis dan menyusun skripsi ini bersumber dari buku-buku, skripsi, materi kuliah, jurnal, internet dan peraturan-peraturan internasional serta peraturan-peraturan SNI dengan

materi bresing tipe BRB, gedung beton bertulang, gedung tahan gempa dan sambungan antara bresing tipe BRB dengan struktur beton bertulang.

## 2. Studi Analisis

Studi analisis pada skripsi ini dilakukan dengan menggunakan bantuan program ETABS dalam proses pemodelan, desain dan analisis respons serta kinerja gedung. Dalam analisis juga digunakan program Microsoft Excel dan Mathcad sebagai alat bantu dalam melakukan perhitungan.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi disusun sebagai berikut :

#### BAB 1 PENDAHULUAN

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

#### BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori-teori yang dijadikan sebagai acuan dalam studi untuk mendesain dan melakukan analisis pada skripsi ini.

#### BAB 3 DESAIN DAN PEMODELAN BANGUNAN

Bab ini berisikan desain dan pemodelan struktur gedung beton bertingkat dengan bresing tipe BRB pada konfigurasi *Two Story – X* menggunakan bantuan program ETABS, Microsoft Excel dan Mathcad.

#### BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil analisis beban lateral gempa menggunakan analisis respons spektrum dan analisis riwayat waktu serta hasil desain sambungan. Hasil analisis berupa respons dan kinerja struktur pada gedung beton bertulang dengan bresing tipe BRB pada konfigurasi *Two Story – X*.

#### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari hasil analisis yang telah didapatkan