



**STUDI PERBANDINGAN VARIASI KONFIGURASI SISTEM RANGKA
BRESING KONSENTRIS PADA GEDUNG CDAST UNIVERSITAS
JEMBER**

(COMPARATIVE STUDY OF CONFIGURATION VARIATION
CONCENTRICALLY BRACE FRAME OF CDAST JEMBER UNIVERSITY
BUILDING)

SKRIPSI

Oleh
SUBHAN AFFANDI
NIM 131910301100

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2018



**STUDI PERBANDINGAN VARIASI KONFIGURASI SISTEM RANGKA
BRESING KONSENTRIS PADA GEDUNG CDAST UNIVERSITAS
JEMBER**

(COMPARATIVE STUDY OF CONFIGURATION VARIATION
CONCENTRICALLY BRACE FRAME OF CDAST JEMBER UNIVERSITY
BUILDING)

SKRIPSI

diajukan guna melengkapu tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil
dan mencapai gelas Sarajana Teknik.

Oleh

SUBHAN AFFANDI

NIM 131910301100

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2018

PERSEMBAHAN

Sebuah karya yang akan menjadi bukti utama akan tercapainya suatu pencapaian, maka tak henti-hentinya penulis bersyukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatnya sehingga penulis bisa menyelesaikan karya ini dengan sangat baik, insya Allah. Tidak lain penulis juga berterimakasih kepada beberapa pihak, sekaligus penulis persembahkan tugas akhir ini untuk:

1. Ayahanda tercinta H. Ach. Affandi dan ibunda tersayang Hj. Halimah yang selalu *mensupport* penulis secara totalitas dan intensitas, baik dari segi moril maupun materiil;
2. Kakak Kinanah Affandi dan adik Ummul Quro Affandi yang selalu menjadi sumber semangat penulis dalam menuntut ilmu;
3. Ibu Ririn Endah B., S.T., M.T. dan ibu Nanin Meyfa U., S.T., M.T. yang telah membimbing penulis dengan sangat baik;
4. Seluruh keluarga besar yang turut mendoakan dan memotivasi penulis;
5. Belahan jiwa Sarah Kinan Andalusia S.Ked telah memberikan dukungan serta menjadi saksi dari awal sampai akhir penulisan tugas akhir ini;
6. Semua sahabat-sahabat Teknik Sipil 2013 yang telah banyak membantu dan mendukung penulis;
7. Buyung, Ilham, Dandi, Tomi, Ade, Didin, Wahyu, dan Faldo yang telah banyak membantu penulis
8. Tempat kerja praktik PT. Jaya Kusuma Saran Proyek Hotel Ayola Surabaya, khususnya bapak Kaylani yang telah memberikan banyak pengetahuan dan pengalaman;
9. Guru-guru mulai dari sekolah dasar sampai perguruan tinggi.
10. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

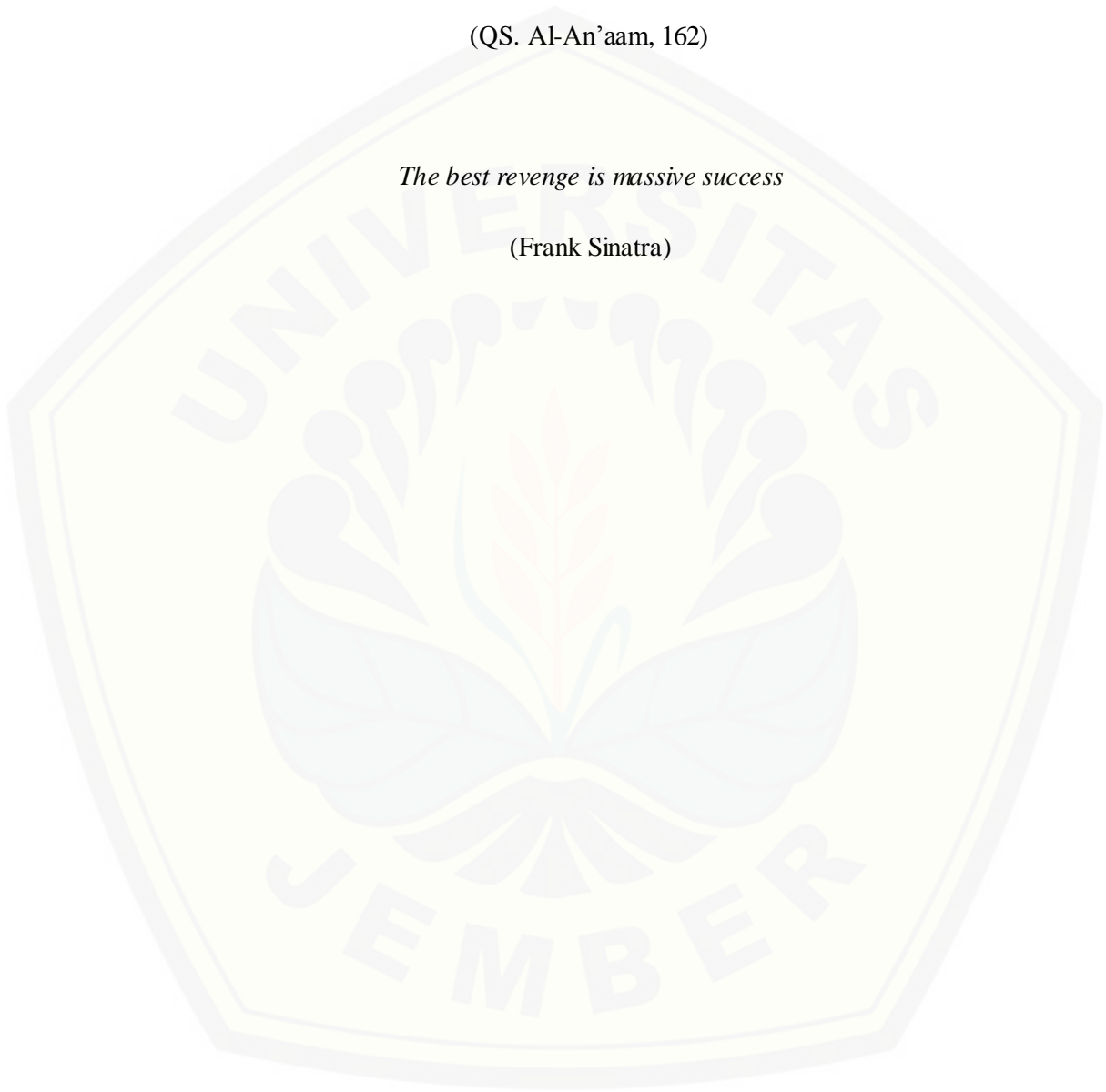
MOTTO

Sesungguhnya shalatku, ibadahku, hidupku dan matiku hanyalah untuk Allah, Tuhan semesta alam

(QS. Al-An'aam, 162)

The best revenge is massive success

(Frank Sinatra)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Subhan Affandi

NIM : 131910301100

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul ” STUDI PERBANDINGAN VARIASI KONFIGURASI SISTEM RANGKA BRESING KONSENTRIS PADA GEDUNG CDAST UNIVERSITAS JEMBER” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2018

Yang menyatakan

Subhan Affandi

NIM 131910301100

SKRIPSI

**STUDI PERBANDINGAN VARIASI KONFIGURASI SISTEM RANGKA
BRESING KONSENTRIS PADA GEDUNG CDAST UNIVERSITAS
JEMBER**

Oleh

Subhan Affandi

NIM 131910301100

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ririn Endah B., ST., MT.

Dosen Pembimbing Anggota : Nanin Meyfa U., S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “STUDI PERBANDINGAN VARIASI KONFIGURASI SISTEM RANGKA BRESING KONSENTRIS PADA GEDUNG CDAST UNIVERSITAS JEMBER” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : 2017
tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Ririn Endah B., S.T., M.T.
NIP. 19720528 199802 2 001

Nanin Meyfa U., S.T., M.T.
NIP. 760014641

Penguji I,

Penguji II,

Wiwik Yunarni W., S.T., M.T.
NIP. 19700613 199802 2 001

Winda Tri Wahyunigtyas, S.T., M.T.
NIP. 760016772

Mengesahkan
Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.
NIP. 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Studi Perbandingan Variasi Konfigurasi Sistem Rangka Bresing Konsentris Pada Gedung CDAST Universitas Jember; Subhan Affandi, 131910301100; 2018:122 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Indonesia merupakan daerah rawan gempa, hal ini disebabkan letak Indonesia yang berada di jalur *ring of fire* kawasan asia pasifik dan terletak diantara pertemuan 3 lempeng utama dunia. Fenomena gempa menjadi salah satu penyebab terjadinya kerusakan pada struktur bangunan. Untuk mengurangi dampak kerusakan pada bangunan yang diakibatkan gempa maka diperlukan struktur penahan gempa untuk memperkuat bangunan tersebut, salah satu komponen struktur penahan beban gempa yang sering digunakan adalah pengaku diagonal (bresing). Sistem struktur yang dilengkapi bresing (*brace frame*) bertujuan untuk mengurangi perpindaan lateral atau untuk memperoleh stabilitas struktur. Sistem strktur *brace frame* didesain untuk meminimalisir masalah kekakuan yang terdapat pada jenis portal *Moment Resisting Frame* (MRF).

Pembahasan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi konfigurasi bresing terhadap nilai simpangan horizontal, gaya dalam dan mengetahui konfigurasi bresing paling unggul bila ditinjau dari simpanga horizontal, dengan melakukan perancangan ulang pada gedung CDAST Universitas Jember menjadi 5 model struktur yaitu Model 1 berupa *Moment Resisting Frame* (MRF), Model 2 berupa *Moment Resisting Frame* dengan kombinasi *diagonal brace frame*, Model 3 berupa *Moment Resisting Frame* dengan kombinasi *X-shape brace frame*, Model 4 berupa *Moment Resisting Frame* dengan kombinasi *V-shape brace frame*, dan Model 5 *Moment Resisting Frame* dengan kombinasi *inverted V brace frame*. Perhitungan struktur menggunakan metode LRFD dan menggunakan program bantu aplikasi SAP2000 v.19. Berdasarkan analisis tersebut diperoleh bahwa penambahan bresing pada struktur gedung dapat menurunkan nilai zimpangan horizontal dengan persentase penurunan nilai simpangan horizontal pada Model 2, Model 3, Model 4, dan

Model 5 terhadap Model 1, berurut-urut sebesar 24,936%, 42,237%, 39,291%, dan 41,024%. Penambahan bresing juga mempengaruhi nilai-nilai gaya dalam pada struktur gedung tersebut persentase perubahan nilai-nilai gaya dalam meliputi momen, geser, dan aksial pada Model 2, Model 3, Model 4, dan Model 5 terhadap Model 1. Persentase perubahan nilai gaya momen, dengan persentase penurunan berurut-urut sebesar 5,561%, 8,062%, 54,595%, dan 79,142%, sedangkan selisih persentase penurunan untuk nilai gaya geser berurut-urut sebesar 2,742%, 4,109%, 47,517%, dan 69,717%. Nilai gaya aksial mengalami peningkatan, dengan persentase peningkatan berurut-urut sebesar 9,678%, 11,416%, 22,388%, dan 7,411%. Dan penggunaan konfigurasi *X-shape brace frame* merupakan konfigurasi paling unggul daripada konfigurasi bresing lainnya bila ditinjau dari simpangan horizontal, dengan selisih presentase penurunan simpangan horizontal sebesar 42,237% dibandingkan struktur yang tidak menggunakan bresing.

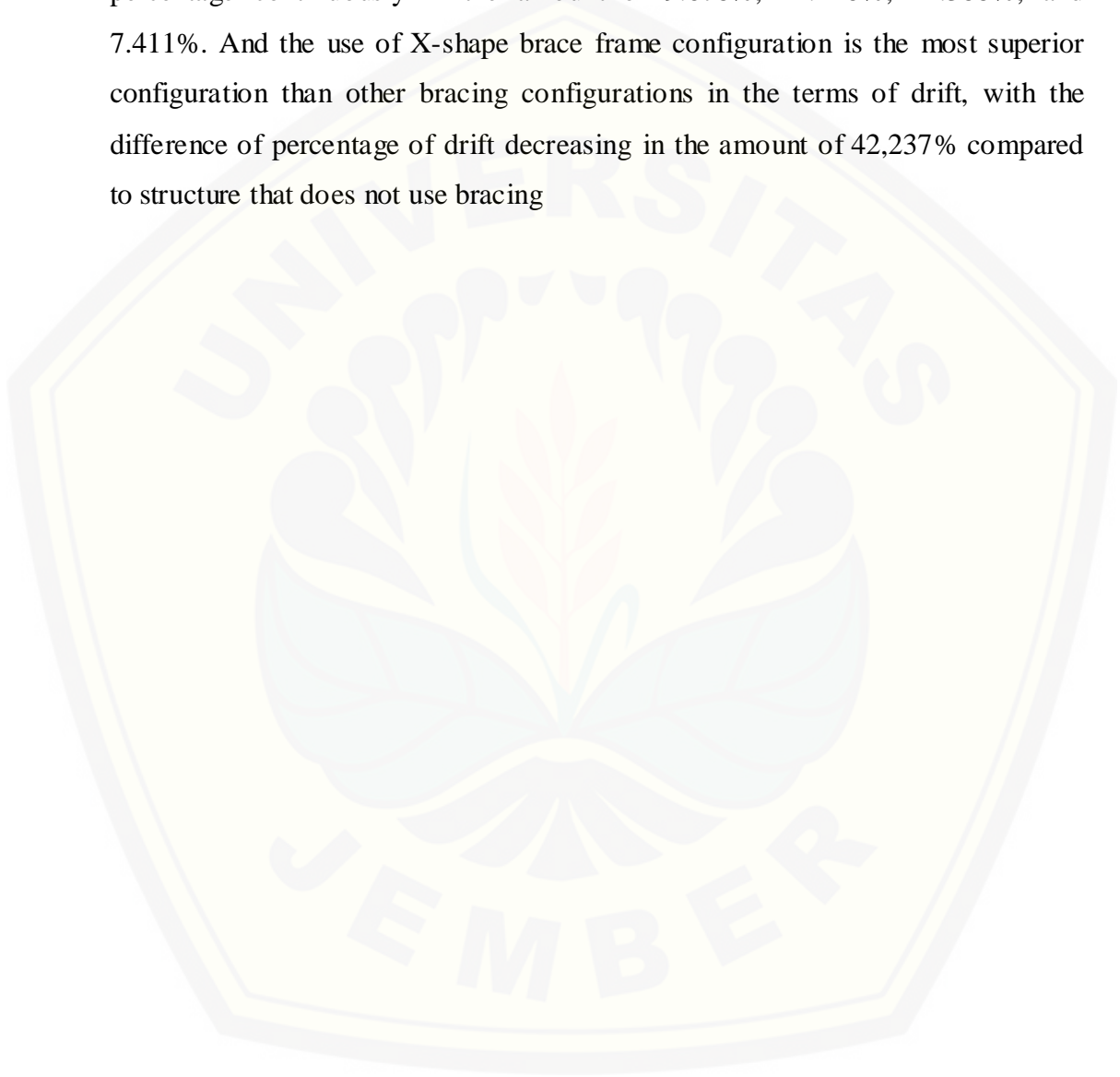
SUMMARY

Comparative Study of Configuration Variation Concentric Bracing System of Frame at CDAST Building of University of Jember; Subhan Affandi, 131910301100; 2018:122 pages; Department of Civil Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

Indonesia is an earthquake-prone area, this is due to the location of Indonesia which is in the ring of fire pacific area of Asia Pacific and it is located between the meetings of 3 major plates of the world. The phenomenon of an earthquake becomes one of damages to the building's structure. To reduce the damage caused by the earthquake, it is required an earthquake-resistant structure to strengthen the building, one of the earthquake-resistant load-bearing structure components often used is the bracing. Structured systems equipped with brace frames aim to reduce lateral scans or to obtain structural stability. The brace frame structuring system is designed to minimize the stiffness problem found in the Moment Resisting Frame (MRF) portal type.

This discussion aims to determine the effect of using configuration variation of bracing to drift value, internal force and to know the superior bracing configuration in terms of drift, by redesigning the CDAST building of University of Jember into 5 structural model that is Model 1 in the form of Moment Resisting Frame (MRF), Model 2 is Moment Resisting Frame with diagonal brace frame combination, Model 3 is Moment Resisting Frame with X-shape brace frame combination, Model 4 is Moment Resisting Frame with V-shape brace frame and Model 5 Moment Resisting Frame with inverted V brace frame combination. The structure calculation used the LRFD method and used the SAP2000 v.19 application auxiliary program. Based on the analysis it is found that the addition of bracing to the building structure can decrease the drift value with the decrease percentage of drift value in Model 2, Model 3, Model 4, and Model 5 to Model 1, continuously 24,936%, 42,237%, 39,291% , and 41.024%. The addition of bracing also influences the internal force values in the building structure, the percentage change in the internal force values covers moment, shear, and axial in Model 2, Model 3, Model 4, and Model 5 to Model 1. The Percentage change of

moment force value, with decreasing percentage continuously in the amount of 5,561%, 8,062%, 54,595%, and 79,142%, while the difference of decreasing percentage for shear force value continuously in the amount of 2,742%, 4,109%, 47,517%, and 69,717% . The axial force values increased, with increasing percentage continuously in the amount of 9.678%, 11.416%, 22.388%, and 7.411%. And the use of X-shape brace frame configuration is the most superior configuration than other bracing configurations in the terms of drift, with the difference of percentage of drift decreasing in the amount of 42,237% compared to structure that does not use bracing



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Perbandingan Variasi Konfigurasi Sistem Rangka Bresing Konsentris Pada Gedung CDAST Universitas Jember”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember dan Dosen Pembimbing Akademik,
2. Ririn Endah B., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama,
3. Nanin Meyfa U., S.T., M.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Anggota,
4. Wiwik Yunarni W., S.T., M.T. dan Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama dan Dosen Penguji Anggota,
5. Kedua orang tuaku dan saudaraku yang telah memberikan dukungan moril dan materiil selama penyusunan skripsi ini,
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR NOTASI.....	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir	3
1.4 Manfaat Tugas Akhir	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 <i>Moment Resisting Frame</i>.....	4
2.2 <i>Centrically Braced Frame</i>	5
2.3 Tata Cara Perencanaan Struktur Baja.....	6
2.3.1 Analisis Kapasitas Penampang	6
2.3.2 Balok – Kolom.....	8
2.3.3 Komponen Struktur Komposit.....	11
2.4 Tata Cara Perencanaan Gedung Tahan Gempa.....	15

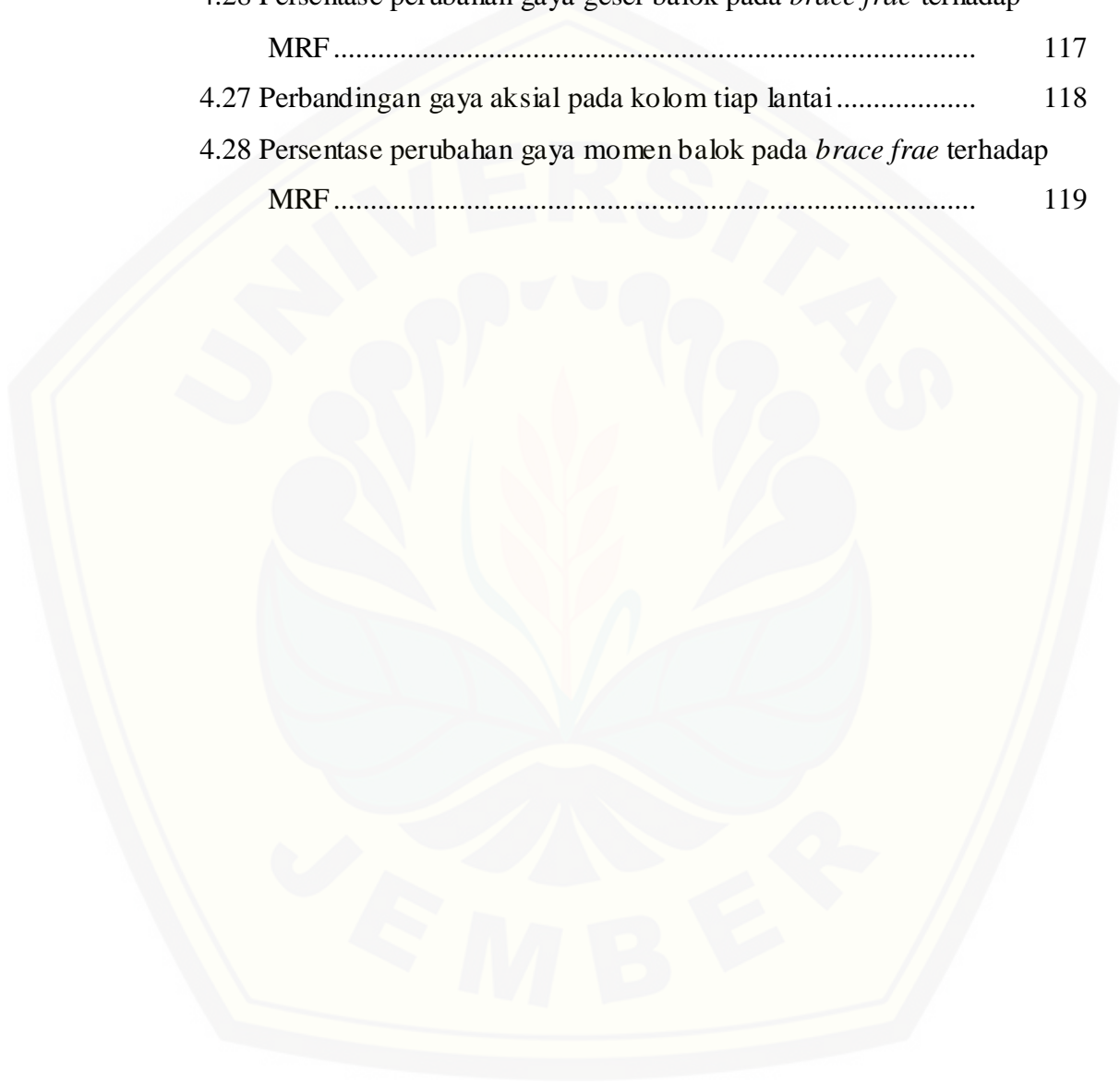
2.4.1 Pembebanan	15
2.4.2 Kombinasi Pembebanan.....	19
2.4.3 Gempa Rencana, Faktor Keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan	20
2.4.4 Geser Dasar Seismik	20
2.4.5 Periode Alami Fundamental Struktur	21
2.4.5 Simpangan Antar Lantai	21
2.5 Penelitian Terdahulu	25
BAB 3. METODOLOGI.....	26
3.1 Metode Perencanaan.....	26
3.2 Skema Perencanaan.....	28
BAB 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Analisis	31
4.2 Data Perencanaan	31
4.2.1 Denah Model Struktur.....	31
4.2.2 Spesifikasi Komponen	32
4.3 Perhitungan Struktur	33
4.3.1 Perhitungan Struktur Sekunder	33
4.3.2 Perhitungan Struktur Primer	65
4.4 <i>Moment Resisting Frame</i> (Model 1).....	72
4.4.1 Pembebanan	72
4.4.2 Pemodelan <i>Moment Resisting Frame</i> (Model 1).....	78
4.4.3 Running Program SAP2000	79
4.4.4 Analisis Hasil.....	80
4.4.5 Simpangan Antar Tingkat.....	82
4.4.6 Validasi	83
4.5 <i>Brace Frame</i>	85
4.5.1 MRF Dengan Kombinasi <i>Diagonal Brace Frame</i> (Model 2)..	86
4.5.2 MRF Dengan Kombinasi <i>X-Shape Brace Frame</i> (Model 3)..	90
4.5.3 MRF Dengan Kombinasi <i>V-Shape Brace Frame</i> (Model 4)..	94
4.5.4 MRF Dengan Kombinasi <i>Inverted V Brace Frame</i> (Model 5)	98

4.6 Kontrol Desain	103
4.6.1 Kontrol Desain Profil <i>Bracing</i>	103
4.6.2 Kinerja Balok Kolom	106
4.7 Pembahasan	109
4.7.1 Simpangan Horizontal	109
4.7.2 Gaya Dalam	113
BAB 5. PENUTUP	119
5.1 Kesimpulan	120
5.2 Saran	120
DAFTAR PUSTAKA	121
LAMPIRAN	122

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Tabel Model Struktur	26
4.1 Profil Balok, Kolom, dan <i>Bracing</i>	33
4.2 Inersia Penampang	36
4.4 Faktor kekakuan masing-masing elemen	69
4.5 Faktor G tiap-tiap joint	70
4.6 Faktor panjang efektif, <i>k</i> , masing-masing kolom	70
4.7 Spesifikasi Lift Hyundai Elevator Co. Ltd.	77
4.8 Simpangan horizontal Model 1.	80
4.9 Kontrol simpangan tingkat arah X Model 1.	83
4.10 Kontrol simpangan tingkat arah Y Model 1	83
4.11 Simpangan horizontal Model 2	88
4.12 Kontrol simpangan tingkat arah X Model 2	89
4.13 Kontrol simpangan tingkat arah Y Model 2	90
4.14 Simpangan horizontal Model 3	92
4.15 Kontrol simpangan tingkat arah X Model 3	94
4.16 Kontrol simpangan tingkat arah Y Model 3	94
4.17 Simpangan horizontal Model 4	96
4.18 Kontrol simpangan tingkat arah X Model 4	98
4.19 Kontrol simpangan tingkat arah Y Model 4	98
4.20 Simpangan horizontal Model 5	101
4.21 Kontrol simpangan tingkat arah X Model 5	102
4.22 Kontrol simpangan tingkat arah Y Model 5	103
4.23 Perbandingan simpangan horizontal arah X	110
4.24 Persentase perubahan simpangan horizontal arah X pada <i>brace frame</i> terhadap MRF	110
4.25 Perbandingan simpangan horizontal arah Y	112
4.26 Persentase perubahan simpangan horizontal arah Y pada <i>brace frame</i> terhadap MRF	112

4.27 Perbandingan gaya momen pada balok tiap lantai.....	114
4.28 Persentase perubahan gaya momen balok pada <i>brace frae</i> terhadap MRF	115
4.29 Perbandingan gaya geser pada balok tiap lantai	116
4.28 Persentase perubahan gaya geser balok pada <i>brace frae</i> terhadap MRF	117
4.27 Perbandingan gaya aksial pada kolom tiap lantai	118
4.28 Persentase perubahan gaya momen balok pada <i>brace frae</i> terhadap MRF	119



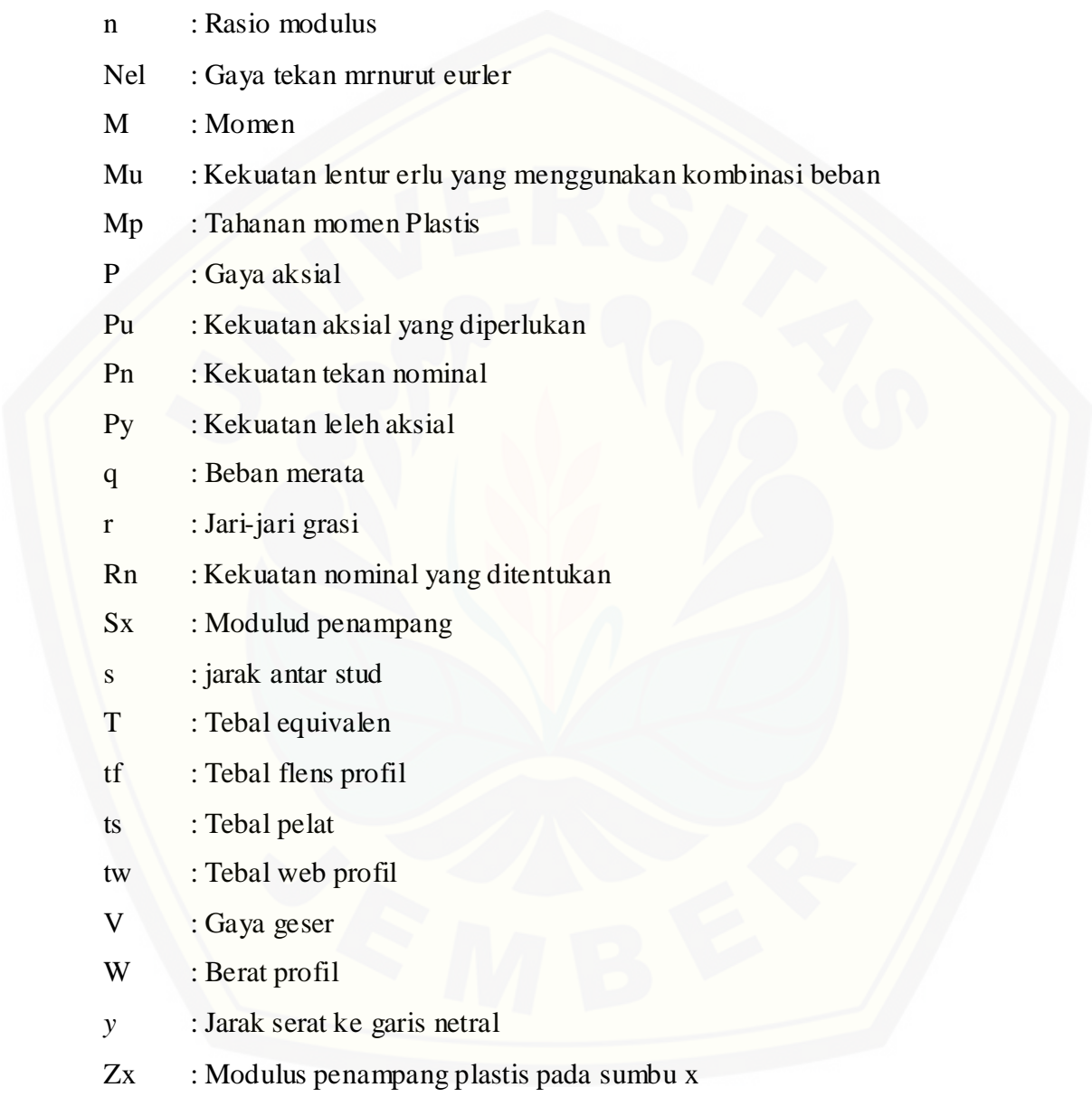
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 <i>Moment Resisting Frame</i>	4
2.2 Sistem Rangka Bresing Konsentris	5
2.3 Macam-macam Sistem Rangka Bresing Eksentris	6
2.3 Distribusi Tegangan pada Kapasitas Momen Ultimit	12
2.4 Macam-macam <i>Shear Connector</i> dan Bentuknya	14
2.5 Desain Respon Spetrum	19
3.1 Diagram Alir Perencanaan	28
4.1 Denah struktur CDAST Universitas Jember	31
4.2 Segmen pelat	34
4.3 Garis netral penmpang balok dan pelat	37
4.4 Letak stud pada potongan melintang balok dan pelat	40
4.5 Tampak atas rencana tangga	50
4.6 Tampak samping rencana tangga	50
4.7 Tebal equivalen	52
4.8 Pemodelan struktur tangga pada SAP 2000	54
4.9 Gaya momen pada tangga	54
4.10 Balok-kolom MRF	69
4.11 Hasil analisis respon spektrum	73
4.12 Nilai periode dan percepatan format <i>notepad</i>	74
4.13 Grafik response spectrum pada SAP2000	74
4.14 Denah pembalokan lift	77
4.15 Pemodelan tiga dimensi <i>Moment Resisting Frame</i> (Model 1) pada SAP2000	79
4.16 <i>Check of structure</i> Model 1	79
4.17 Grafik simpangan horizontal Model 1 pada arah X	81
4.18 Grafik simpangan horizontal Model 1 pada arah Y	81
4.19 Denah perletakan <i>bracing</i>	86

4.20 Pemodelan tiga dimensi MRF dengan kombinasi <i>diagonal brace frame</i> (Model 2) pada SAP2000	86
4.21 <i>Check of structure</i> Model 2.....	87
4.22 Grafik simpangan horizontal Model 2 pada arah X.....	88
4.23 Grafik simpangan horizontal Model 2 pada arah Y.....	89
4.24 Pemodelan tiga dimensi MRF dengan kombinasi <i>X-shape brace frame</i> (Model 3) pada SAP2000	91
4.25 <i>Check of structure</i> Model 3.....	91
4.26 Grafik simpangan horizontal Model 3 pada arah X.....	93
4.27 Grafik simpangan horizontal Model 3 pada arah Y.....	93
4.28 Pemodelan tiga dimensi MRF dengan kombinasi <i>V-shape brace frame</i> (Model 4) pada SAP2000	95
4.29 <i>Check of structure</i> Model 4.....	96
4.30 Grafik simpangan horizontal Model 4 pada arah X.....	97
4.31 Grafik simpangan horizontal Model 4 pada arah Y.....	97
4.32 Pemodelan tiga dimensi MRF dengan kombinasi <i>V-shape brace frame</i> (Model 5) pada SAP2000	99
4.33 <i>Check of structure</i> Model 5.....	100
4.34 Grafik simpangan horizontal Model 5 pada arah X.....	101
4.35 Grafik simpangan horizontal Model 5 pada arah Y.....	102
4.36 Perbandingan simpangan horizontal arah X	111
4.37 Perbandingan simpangan horizontal arah Y	113
4.38 Perbandingan gaya momen pada balok.....	116
4.39 Perbandingan gaya geser pada balok	118
4.40 Perbandingan gaya aksial pada kolom.....	120

DAFTAR NOTASI

A	: Luas dimensi profil batang
Ag	: Luas penampang bruto komponen
a	: Sumbu netral plastis
b	: Lebar penampang profil baja
Be	: Lebar efektif
β	: Perbandingan bentang pelat terpanjang dan bentang terpendek
Cb	: Faktor modifikasi tekuk torsi-lateral
Cc	: Gaya tekan beton
Cd	: Faktor amplifikasi defleksi
Cm	: Koefisien yang diperhitungkan untuk momen merata
Cs	: Gaya tekan baja
D	: Beban mati nominal
<i>df</i>	: Tinggi blok tekan
<i>E</i>	: Modulus elastisitas
E	: Beban gempa
<i>fy</i>	: Tegangan leleh baja
<i>fc'</i>	: Kuat tekan beton
<i>fu</i>	: Tegangan putus
<i>fr</i>	: Tegangan sisa
<i>fe</i>	: tegangan tekuk elastis
<i>fcr</i>	: Tegangan kritis
h	: Tinggi penampang profil baja
I	: Inersia profil
I	: Faktor keutamaan gedung
i	: Jari-jari profil
J	: Konstanta torsi
K	: Faktor panjang efektif
<i>k</i>	: Faktor kekakuan
L	: Beban hidup



Lb	: Panjang antara titik-titik yang dibreis
Lp	: Pembatasan panjang tidak dibreis unturk kondisi batas leleh
Lr	: Pembatasan panjang tidak dibreis unturk kondisi batas tekuk torsi lateral
l	: Panjang penampang
n	: Rasio modulus
Nel	: Gaya tekan mrnurut eurler
M	: Momen
Mu	: Kekuatan lentur erlu yang menggunakan kombinasi beban
Mp	: Tahanan momen Plastis
P	: Gaya aksial
Pu	: Kekuatan aksial yang diperlukan
Pn	: Kekuatan tekan nominal
Py	: Kekuatan leleh aksial
q	: Beban merata
r	: Jari-jari grasi
Rn	: Kekuatan nominal yang ditentukan
Sx	: Modulud penampang
s	: jarak antar stud
T	: Tebal equivalen
tf	: Tebal flens profil
ts	: Tebal pelat
tw	: Tebal web profil
V	: Gaya geser
W	: Berat profil
y	: Jarak serat ke garis netral
Zx	: Modulus penampang plastis pada sumbu x
Zy	: Modulus penampang plastis pada sumbu y
\emptyset	: Faktor reduksi
ρ	: Rasio tulangan
ρ	: Faktor redundansi struktur
λ	: Parameter kelangsingan

λ_p : Parameter kelangsingan untuk elemen kompak

δ_b : Faktor perbesaran momen

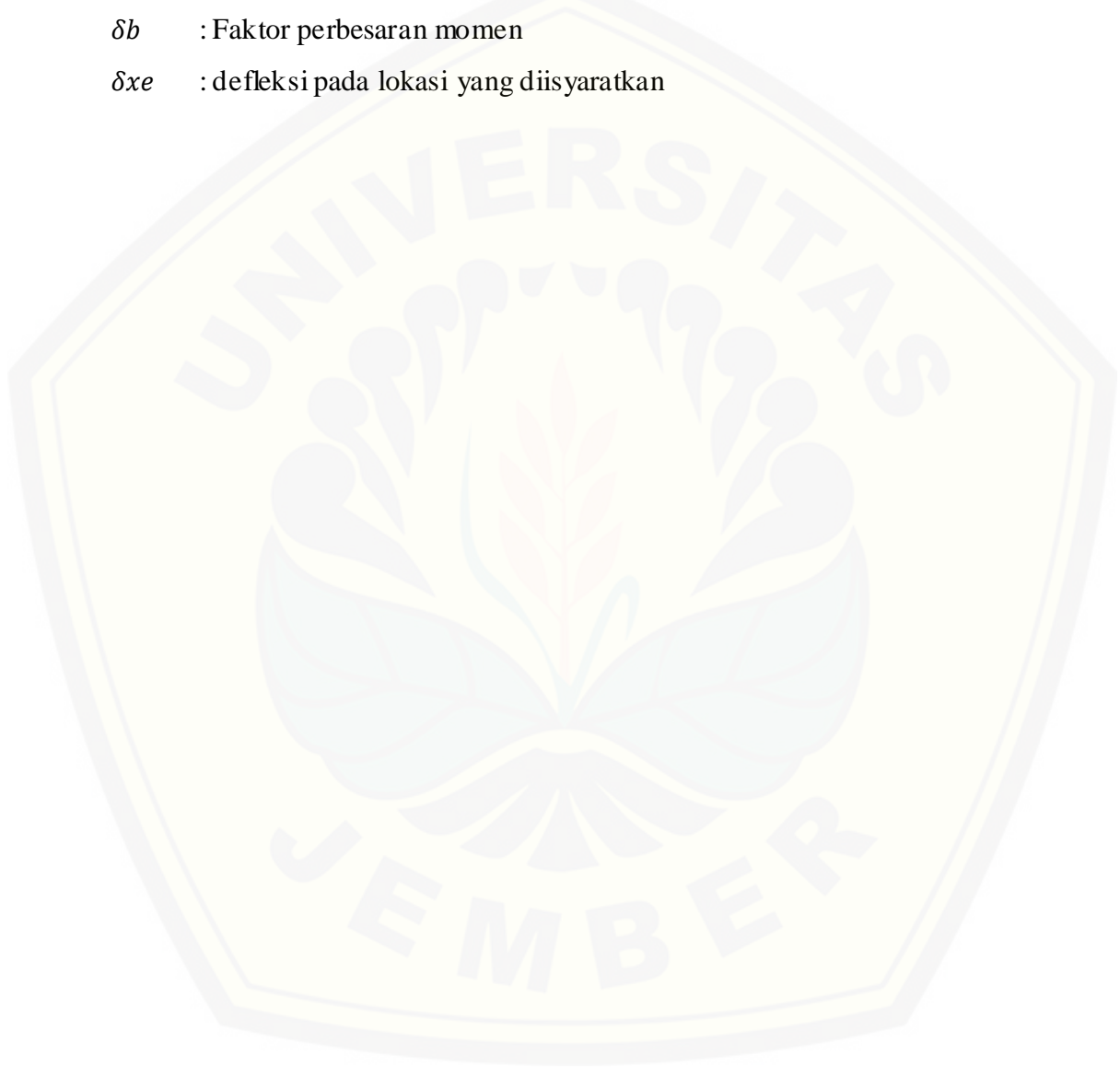
Δ : Lendutan

Δ : Simpangan antar lantai tingkat desain

Δ_a : Simpangan antar lantai yang diijinkan

δ_b : Faktor perbesaran momen

δ_{xe} : defleksi pada lokasi yang diisyaratkan



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan daerah rawan gempa, hal ini disebabkan karena Indonesia terletak di jalur Ring of Fire kawasan Pasifik dan menjadi pusat pertemuan 3 lempeng tektonik utama dunia, yaitu : Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Gempa bumi yang disebabkan oleh lempengan tersebut terjadi jika lempengan-lempengan itu bergeser (*transform*), saling menjauhi (*spreading*) dan saling mendekati (*collision*). Akibat pergerakan antar lempeng tersebut ribuan gempa terjadi setiap tahunnya, namun sebagian besar gempa-gempa tersebut tidak dapat dirasakan oleh manusia dan hanya terdeteksi oleh alat seismograph, sedangkan gempa-gempa yang berkekuatan di atas 5,5 SR yang dapat dirasakan oleh manusia terjadi sekitar 70-100 kali dalam 1 tahun, sedangkan gempa yang menimbulkan kerusakan terjadi 1-2 kali per tahun (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, 2017).

Fenomena gempa bumi merupakan salah satu penyebab kerusakan pada struktur bangunan, beberapa kejadian gempa yang lalu telah menimbulkan banyak kerusakan pada bangunan gedung hingga memakan korban jiwa. Oleh karena itu, bangunan-bangunan di Indonesia harus direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat mengurangi dampak kerusakan akibat beban gempa.

Untuk mengurangi dampak kerusakan pada bangunan akibat beban gempa, maka diperlukan struktur penahan gempa untuk memperkuat bangunan tersebut, salah satu komponen struktur penahan beban gempa yang sering digunakan adalah pengaku diagonal (bresing) (Pangestu, 2017). Dalam pelaksanaannya bresing memiliki beberapa konfigurasi bentuk yaitu, bentuk "Z" atau *diagonal brace frame*, Bentuk "X" atau *X-shape brace frame*, bentuk "V" atau *V-shape brace frame*, bentuk "V terbalik" atau *inverted V brace frame*, dan bentuk "K" atau *K-shape brace frame* (Jaya, 2011).

Sistem struktur *brace frame* adalah portal yang dilengkapi dengan bresing bertujuan untuk mengurangi perpindahan lateral atau untuk memperoleh stabilitas struktur. Penambahan bresing pada struktur gedung akan meningkatkan

kekakuan, hal ini disebabkan karenan penggunaan bresing akan memperpendek jarak balok atau kolom sehingga struktur menjadi lebih kaku (Jaya, 2011). Sistem struktur *brace frame* didesain untuk meminimalisir masalah kekakuan yang terdapat pada jenis sistem portal *Momen Resisting Frame* (MRF).

(Pangestu, 2017) melakukan analisis perbandingan variasi konfigurasi bresing baja pada gedung Pendidikan Bersama FKUB, berdasarkan analisis tersebut diperoleh bahwa penggunaan konfigurasi *X-shape brace frame* dapat meningkatkan kemampuan struktur untuk menerima gaya geser dasar paling besar (46.750 tf) untuk menghasilkan simpangan sebesar 0.48 m, sehingga *X-shape brace frame* merupakan konfigurasi bresing yang paling unggul daripada konfigurasi bresing lainnya.

Dalam Tugas Akhir ini dilakukan perancangan ulang terhadap gedung CDAST Universitas Jember menjadi lima model struktur yaitu, Model 1 berupa *Moment Resisting Frame* (MRF), Model 2 berupa *Moment Resisting Frame* dengan kombinasi *diagonal brace frame*, Model 3 berupa *Moment Resisting Frame* dengan kombinasi *X-shape brace frame*, Model 4 berupa *Moment Resisting Frame* dengan kombinasi *V-shape brace frame*, dan Model 5 *Moment Resisting Frame* dengan kombinasi *inverted V brace frame*. Dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi konfigurasi bresing terhadap nilai simpangan horizontal, gaya dalam, dan mengetahui konfigurasi bresing paling unggul bila ditinjau dari simpanga horizontal.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun Permasalahan dalam tugas akhir ini berdasarkan latar belakang diatas adalah;

1. Berapa persentase penurunan nilai simpangan horizontal dari model-model struktur *brace frame* (Model 2, Model 3, Model 4, dan Model 5) terhadap model struktur *Moment Resisting Frame* (Model 1).
2. Berapa persentase perubahan nilai-nilai gaya dalam dari model-model struktur *brace frame* (Model 2, Model 3, Model 4, dan Model 5) terhadap model struktur *Moment Resisting Frame* (Model 1).

3. Model struktur mana yang paling unggul dari Model 1, Model 2, Model 3, Model 4, dan Model 5 bila ditinjau dari simpangan horizontal.

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan tugas akhir berkaitan erat dengan permasalahan. Maka, dengan adanya perumusan masalah tersebut diatas adalah :

1. Untuk mengetahui berapa persentase penurunan nilai simpangan horizontal dari model-model struktur *brace frame* (Model 2, Model 3, Model 4, dan Model 5) terhadap model struktur *Moment Resisting Frame* (Model 1).
2. Untuk mengetahui berapa persentase perubahan nilai-nilai gaya dalam dari model-model struktur *brace frame* (Model 2, Model 3, Model 4, dan Model 5) terhadap model struktur *Moment Resisting Frame* (Model 1).
3. Untuk mengetahui model struktur mana yang paling unggul dari Model 1, Model 2, Model 3, Model 4, dan Model 5 bila ditinjau dari simpangan horizontal.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Tugas akhir ini diharapkan penulis dapat memberikan kontribusi serta wawasan tentang karakteristik dan perilaku penggunaan bresing pada struktur. Sehingga kedepannya dapat menjadi salah satu pilihan dalam melakukan perencanaan pembangunan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah :

1. Hanya meninjau segi struktural
2. Perencanaan struktur menggunakan metode LRFD SNI 1729-2015
3. Perencanaan gempa menggunakan SNI 1726-2012
4. Perencanaan pembebanan menggunakan SNI 1727-2013
5. Bangunan terdiri dari 8 lantai dan tiap lantai memiliki ketinggian 4 meter
6. Analisis struktur menggunakan program bantu SAP2000 v19

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Moment Resisting Frame*

Sistem rangka pemikul momen (MRF) adalah sistem struktur yang terdiri dari rangka balok kolom untuk menahan beban dari gempa, dimana dinding pengisi tak diperhitungkan memikul beban gempa. Rangka pemikul momen mempunyai kemampuan menyerap energi yang baik, tetapi memerlukan terjadinya simpangan antar lantai yang cukup besar agar timbul sendi-sendi plastis pada balok yang akan berfungsi untuk menyerap energi gempa. Simpangan yang begitu besar akan menyebabkan struktur tidak kaku sehingga mengakibatkan kerusakan non- struktural yang besar.

Dengan rentang balok yang cukup lebar (tanpa pengaku), MRF dapat memberikan deformasi yang cukup besar sehingga sistem ini memiliki daktilitas yang cukup besar dibandingkan dengan jenis portal baja tahan gempa yang lain. Walaupun memiliki deformasi yang besar, kekakuan dari MRF lebih rendah jika dibandingkan dengan portal baja tahan gempa yang lain. Pemodelan Moment Resisting Frame dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut.

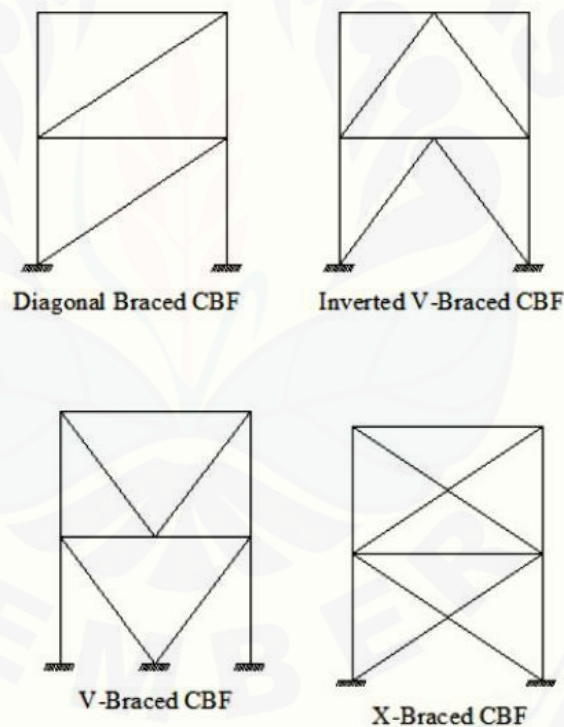


Gambar 2.1 *Moment Resisting Frame*

2.2 Concentrically Braced Frame

Sistem rangka bresing konsentris merupakan sistem rangka bresing dimana sumbu utama bertemu atau saing memotong dalam satu titik. Sistem rangka bresing konsentris ini bertujuan untuk menimbulkan gaya tarik untuk melawan gaya desak akibat beban tang terjadi sehingga akan terjadi tekuk.

Gaya tarik yang ditimbulkan pada sistem bresing vertikal konsentris ini akan melawan gaya desak sehingga secara umum struktur akan mengalami tekuk akibat desakan gaya lateral tersebut. Sistem ini mempunyai 5 tipe bresing yaitu *Diagonal braced CBF*, *Inverted V-braced CBF*, *V-braced CBF*, *X-braced CBF*, dan *K-braced CBF*.



Gambar 2.2 Sistem Rangka Bresing Konsentris

Struktur rangka bresing konsentris dibagi menjadi 2 yaitu :

- a. Sistem Rangka Bresing Konsentris Khusus (SRBKK)

SRBKK diharapkan dapat mengalami deformasi inelastis yang cukup besar akibat gaya gempa rencana. SRBKK memiliki tingkat daktilitas yang lebih tinggi

daripada tingkat daktilitas Sistem Rangka Bresing Konsentrik Biasa (SRBKB) mengingat penurunan kekuatannya yang lebih kecil pada saat terjadinya tekuk pada bresing tekan.

b. Sistem Rangka Bresing Konsentrik Biasa (SRBKB)

SRBKB diharapkan dapat mengalami deformasi inelastis secara terbatas apabila dibebani oleh gaya-gaya yang berasal dari beban gempa rencana.

2.3 Tata Cara Perencanaan Struktur Baja

2.3.1 Analisis Kapasitas Penampang

1. Momen Lentur Nominal

Berdasarkan desain LRFD (*Load and Resistance Factor Design*) yang mengacu pada SNI 1729-2015 setiap komponen struktur yang memiliki momen lentur dengan pengaruh tekuk lateral, harus memenuhi persyaratan :

$$\Phi_b M_n \geq M_u \quad (2.1)$$

Dengan:

Φ_b adalah faktor reduksi untuk lentur = 0,90

M_n adalah kuat nominal momen lentur dari penampang

M_u adalah beban momen lentur terfaktor

a. Batasan Momen

Dengan faktor pengali momen, yang sesuai dengan pasal F1 SNI 1729-2015 C_b ditentukan oleh persamaan:

$$C_b = \frac{12,5 M_{max}}{2,5M_{max} + 3M_a + 4M_b + 3M_c} \quad (2.2)$$

Dengan:

M_{max} adalah momen maksimum pada bentang yang ditinjau

M_a adalah momen pada $\frac{1}{4}$ bentang tak terkekang

M_b adalah momen pada $\frac{1}{2}$ bentang tak terkekang

M_c adalah momen pada $\frac{3}{4}$ bentang tak terkekang

b. Bentang Pendek

Untuk komponen struktur yang memenuhi $L_b \leq L_p$ kuat nominal komponen struktur terhadap momen lentur adalah:

$$M_n = M_p = F_y Z_x \quad (2.3)$$

c. Bentang Menengah

Untuk komponen struktur yang memenuhi $L_p \leq L_b \leq L_r$ kuat nominal komponen struktur terhadap momen lentur adalah:

$$M_n = C_b \left[M_r - (M_p - 0.7 F_y S_x) \frac{(L_b - L_p)}{(L_r - L_p)} \right] \leq M_p \quad (2.4)$$

d. Bentang Panjang

Untuk komponen struktur yang memenuhi $L_b \leq L_r$ kuat nominal komponen struktur terhadap momen lentur adalah :

$$M_n \leq M_p \quad (2.5)$$

Adapun nilai L_p dan L_r ditentukan berdasarkan rumus:

$$L_p = 1,76 r_y \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (2.6)$$

$$L_r = 1,95 r_{ts} \frac{E}{0,7 f_y} \sqrt{\frac{J_c}{S_x h c} + \sqrt{\left(\frac{J_c}{S_x h c}\right)^2 + 6,75 \left(\frac{0,7 f_y}{E}\right)^2}} \quad (2.7)$$

Dimana:

$$r_{ts}^2 = \frac{\sqrt{I_y C_w}}{S_x} \quad (2.8)$$

Dengan:

r_y adalah jari-jari girasi terhadap sumbu lemah, mm

f_y adalah tegangan leleh material, MPa

f_r adalah tegangan residu (70 MPa untuk penampang dirol & 115 untuk penampang dilas)

S_x adalah modulus penampang

E adalah modulus elastisitas

G adalah modulus geser

J_c adalah konstanta torsi

C_w adalah konstanta torsi terpilin

I_y adalah momen inersia satu flens terhadap sumbu y

2. Kelangsingan Penampang

Berdasarkan desain LRFD (*Load and Resistance Faktor Design*) penampang profil harus memenuhi persyaratan di bawah ini:

- 1) Penampang sayap profil (*flens*)

$$\frac{b}{2t_f} < \lambda_{(p,r)} \quad (2.10)$$

- 2) Penampang badan profil (*web*)

$$\frac{h}{tw} < \lambda_{(p,r)} \quad (2.11)$$

Nilai $\lambda_{(p,r)}$ dapat dilihat pada tabel B4. 1b SNI 03-1729-2015.

3. Kuat Geser Rencana

Berdasarkan desain LRFD (*Load and Resistance Faktor Design*) pelat badan yang memikul gaya geser perlu, menurut SNI 1729-2015 pasal G1 (V_u) harus memenuhi persyaratan :

$$V_u \leq \Phi V_n \quad (2.12)$$

Dengan:

V_u adalah gaya geser perlu

V_n adalah kuat geser nominal plat badan

Φ adalah faktor reduksi untuk geser = 0.9

4. Tahanan Tekan Nominal

Berdasarkan desain LRFD (*Load and Resistance Faktor Design*) suatu komponen struktur yang mengalami gaya tekan konsentris, akibat beban terfaktor N_u , menurut SNI 1729-2015 pasal E1 harus memenuhi:

$$P_u < \Phi_c P_n \quad (2.14)$$

Dengan: $\Phi_c = 0,9$

P_u = beban terfaktor

P_n = kuat tekan nominal komponen struktur

2.3.2 Balok – Kolom

Dalam perencanaan komponen struktur balok-kolom, diatur dalam SNI 03-1729-2002 pasal 11.3 yang menyatakan bahwa suatu komponen struktur yang mengalami momen lentur dan gaya aksial harus direncanakan untuk memenuhi ketentuan sebagai berikut:

$$\text{Untuk } \frac{N_u}{\phi N_n} < 0,2 \text{ maka } \frac{N_u}{2\phi N_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1,0 \quad (2.21)$$

$$\text{Untuk } \frac{N_u}{\phi N_n} \geq 0,2 \text{ maka } \frac{N_u}{\phi N_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1,0 \quad (2.22)$$

Dengan,

N_u	= gaya tekan aksial terfaktor, N.
ϕN_n	= kuat nominal penampang, N.
ϕ	= faktor reduksi tahanan tekan (0,85).
M_{ux}, M_{uy}	= momen lentur terfaktor sumbu x, sumbu y.
M_{nx}, M_{ny}	= momen nominal untuk lentur sumbu x, sumbu y.
ϕ_b	= faktor reduksi tahanan lentur = 0,9.

a. Pembesaran Momen untuk Komponen Struktur Tak Bergoyang

Untuk suatu komponen struktur tak bergoyang, maka besarnya momen lentur terfaktor harus dihitung sebagai berikut:

$$M_u = \delta_b \cdot M_{ntu} \quad (2.23)$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \left(\frac{N_u}{N_{cr}} \right)} \geq 1,0 \quad (2.24)$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 E A_g}{\left(\frac{kL}{r} \right)^2} \quad (2.25)$$

Dengan,

M_{ntu} = momen lentur terfaktor orde pertama yang diakibatkan oleh beban-beban yang tidak menimbulkan goyangan.

δ_b = faktor pembesaran momen untuk komponen struktur tak bergoyang.

N_u = gaya tekan aksial terfaktor.

N_{cr} = gaya tekan menurut Euler dengan kL/r terhadap sumbu lentur dan $k \leq 1,0$ (untuk komponen struktur tak bergoyang).

Nilai C_m ditentukan sebagai berikut:

- 1) Untuk komponen struktur tak bergoyang dengan beban transversal di antara kedua tumpuannya, maka besar C_m dapat ditentukan berdasarkan analisis rasional sebagai berikut:

$C_m = 1,0$, untuk komponen struktur dengan ujung sederhana.

$C_m = 0,85$, untuk komponen struktur dengan ujung kaku.

- 2) Sedangkan untuk komponen struktur tak bergoyang dengan beban transversal di antara kedua tumpuannya, namun mempunyai momen ujung M_1 dan M_2 ($M_1 < M_2$) maka C_m akan mengkonversikan momen lentur yang bervariasi secara linear menjadi momen lentur seragam

$$M_E = C_m \cdot M_2 \quad (2.26)$$

$$C_m = 0,6 - 0,4 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \quad (2.27)$$

Rasio $\frac{M_1}{M_2}$ bernilai negatif untuk kelengkungan tunggal dan bernilai positif untuk kelengkungan ganda.

b. Pembesaran Momen untuk Komponen Struktur Bergoyang

Untuk komponen struktur bergoyang, maka besarnya momen lentur terfaktor harus dihitung sebagai berikut:

$$M_u = \delta_b \cdot M_{ntu} + \delta_s \cdot M_{ltu} \quad (2.28)$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \sum N_u \left(\frac{\Delta_o h}{H.L} \right)} \quad (2.29)$$

Atau,

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum N_u}{\sum N_{cr}}} \quad (2.30)$$

Dengan,

M_{ltu} = momen lentur terfaktor orde pertama yang diakibatkan oleh beban-beban yang dapat menimbulkan goyangan.

$\sum N_u$ = jumlah gaya aksial tekan terfaktor akibat beban gravitasi untuk seluruh kolom pada satu tingkat yang ditinjau.

N_{cr} = gaya tekan menurut Euler dengan kL/r terhadap sumbu lentur dan $k \geq 1,0$.

Δ_{oh} = simpangan antar lantai pada tingkat yang seang ditinjau.

L = tinggi tingkat.

2.3.3 Komponen Struktur Komposit

Dalam struktur komposit, konsep lebar efektif slab dapat diterapkan sehingga akan memudahkan perencanaan. Spesifikasi AISC/LRFD telah menetapkan lebar efektif untuk slab beton yang bekerja secara komposit dengan balok baja, sebagai berikut:

1. Untuk gelagar luar (tepi).

$$b_{\text{eff}} \leq L/8 \quad \text{dengan } L = \text{Panjang bentang.}$$

$$b_{\text{eff}} \leq L_1/2 + b' \quad \text{dengan } b' = \text{jarak dari as balok ke tepi slab.}$$

2. Untuk gelagar dalam.

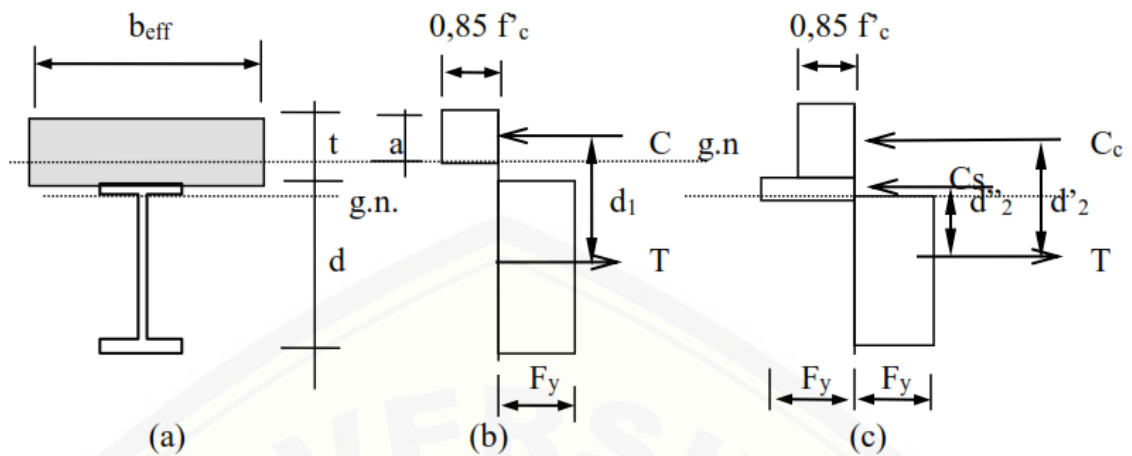
$$b_{\text{eff}} \leq L/4 \quad \text{dengan } L = \text{Panjang bentang.}$$

$$b_{\text{eff}} \leq (L_1 + L_2)/2 \quad L_1 = \text{jarak antar as balok.}$$

Lebar efektif yang dipakai dipilih yang terkecil.

Kekuatan batas penampang komposit bergantung pada kekuatan leleh dan sifat penampang balok baja, kekuatan pelat beton dan kapasitas interaksi alat penyambung geser yang menghubungkan balok dengan pelat.

Kekuatan batas yang dinyatakan dalam kapasitas momen batas memberi pengertian yang lebih jelas tentang kelakuan komposit dan juga ukuran faktor keamanan yang tepat. Faktor keamanan yang sebenarnya adalah rasio kapasitas momen batas dengan momen yang sesungguhnya bekerja.



Gambar 2.3 Distribusi tegangan pada kapasitas momen ultimit

Sumber: Ir. As'at Pujiyanto, M.T (2011)

Untuk menentukan besarnya kekuatan batas beton dianggap hanya menerima tegangan desak, walaupun sesungguhnya beton dapat menahan tegangan tarik yang terbatas.

Prosedur untuk menentukan besarnya kapasitas momen ultimit, tergantung apakah garis netral yang terjadi jatuh pada pelat beton atau jatuh pada gelagar bajanya. Jika jatuh pada pelat dikatakan bahwa pelat cukup untuk mendukung seluruh gaya desak, dan apabila garis netral jatuh pada gelagar baja dikatakan pelat tidak cukup mendukung beban desak, atau dengan kata lain bahwa pelat hanya menahan sebagian dari seluruh gaya desak dan sisanya didukung oleh gelagar baja.

1. Garis netral jatuh di irisan pelat (Gambar 2.5.b).

$$\text{Harga gaya tekan batas: } C = 0,85 f'_c \cdot b_{\text{eff}} \cdot a \quad (2.31)$$

$$\text{Harga gaya tarik batas: } T = A_s \cdot F_y \quad (2.32)$$

Dengan menyamakan antara harga C dan T maka didapat harga a, yaitu sebesar:

$$a = \frac{A_s F_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b_{\text{eff}}} < t \quad (2.33)$$

$$d_1 = d/2 + t - a/2 \quad (2.34)$$

Dengan demikian didapat kapasitas Momen Batas $M_u = C \cdot d_1 = T \cdot d_1$

dengan: C_c = gaya tekan pada balok baja.

f'_c = tegangan ijin tekan beton

b_{eff} = lebar efektif plat.

t = tebal plat.

2. Garis netral jatuh di irisan baja (Gambar 2.5.c).

Jika tinggi blok tegangan a yang diperoleh melampaui tebal plat (t) distribusi tegangan akan seperti Gambar 3.c, dengan demikian didapat gaya tekan batas pada plat beton sebesar:

$$C_c = 0,85 f'_c b_{eff} t \quad (2.35)$$

dengan, C_c = gaya tekan pada balok baja.

f'_c = tegangan ijin tekan beton

b_{eff} = lebar efektif plat.

t = tebal plat.

Gaya tekan pada balok baja diatas garis netral sebesar $C_s = A_s \cdot F_y$, dengan demikian berdasarkan prinsip kesetimbangan didapat gaya tarik batas T' sebesar :

$$C' = C_c + C_s \quad (2.36)$$

dan juga

$$T' = A_s \cdot F_y - C_s \quad (2.37)$$

Jika C' besarnya sama dengan T' maka didapat:

$$C_c + C_s = A_s \cdot F_y - C_s \quad (2.38)$$

maka

$$C_s = \frac{A_s F_y - C_c}{2} \quad (2.39)$$

dan

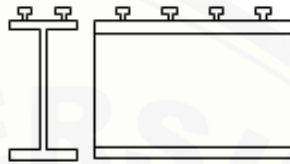
$$C_s = \frac{A_s F_y - 0,85 \cdot f'_c \cdot b_{eff} \cdot t}{2} \quad (2.40)$$

Dengan menyertakana gaya tekan C_c dan C_s kapasitas batas M_u pada kasus ini dapat ditentukan yaitu sebesar:

$$M_u = C_c \cdot d'^2 + C_s \cdot d'^2 \quad (2.41)$$

Gaya geser horisontal yang timbul antara pelat beton dan balok baja selama pembebanan harus ditahan agar penampang komposit bekerja secara

monolit, atau dengan kata lain agar terjadi interaksi antara pelat beton dan balok baja. Untuk menjamin adanya lekatan antara beton dan balok baja maka harus dipasang alat penyambung geser mekanis (*shear Connector*) diatas balok yang berhubungan dengan pelat beton. Disamping itu fungsi dari pada *shear Connector* adalah untuk menahan / menghindari terangkatnya pelat beton sewaktu dibebani.



Gambar 2.4 Stud Connector

Dalam merencanakan alat sambung geser dapat dilaksanakan berdasarkan:

$$1. \text{Kuat desak beton} : C_{\max} = 0,85 f'_c \cdot b_{\text{eff}} \cdot t_s \quad (2.42)$$

$$2. \text{Kuat tarik baja} : T_{\max} = A_s F_y \quad (2.43)$$

dipilih yang terbesar sehingga menghasilkan jumlah alat sambung geser yang lebih banyak. Banyaknya alat sambung geser yang dibutuhkan dapat dihitung dengan rumus:

$$N = \frac{C_{\max}}{Q_n} = \frac{T_{\max}}{Q_n} \quad (2.44)$$

dengan Q_n adalah kekuatan satu alat sambung geser.

Macam-macam shear Connector yang ada dipasaran sampai dengan saat ini sangat banyak macam dan bentuknya, diantaranya adalah:

Connector dari 'Stud' baja berkepala (Gambar 2.6.a).

$$Q_n = 0,5 A_{sc} \sqrt{f'_c \cdot E_c} \leq A_{sc} F_{bu} \quad (2.45)$$

dengan, Q_n = Kekuatan satu stud F_{bu} = Kuat tarik stud

A_{sc} = Luas penampang stud f'_c = Kuat tekan beton

E_c = Modulus Elastis Beton

Langkah-langkah perencanaan pelat beton berdasarkan SNI 03-2847-2002, sebagai berikut :

1. Menentukan tebal pelat lantai berdasarkan SNI 03-2847-2002

$$h_{\min} = \frac{\ln y \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$$

$$h_{\max} = \frac{\ln y \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36}$$

2. Melakukan pemodelan dengan bantuan program komputer dengan memasukkan dimensi-dimensi dan beban-beban yang telah ditentukan dan mendapatkan hasil momen-momen maksimum.
3. Apabila pelat yang digunakan merupakan pelat satu arah maka untuk mencari momen di gunakan rumus :

$$Mu = \frac{1}{8} Wu. L^2$$

Dan rumus untuk momen jepit tak terduga :

$$Mu = \frac{1}{24} Wu. L^2$$

Apabila pelat merupakan pelat dua arah maka untuk mencari momen digunakan rumus :

$$Mu = 0,001. Wu. L^2. X$$

Dimana X didapatkan dari tabel koefisien momen yang menentukan per meter lebar dalam jalur tengah pada pelat dua arah akibat beban terbagi rata (Lampiran 2).

4. Menghitung rasio tulangan

$$Mn = \frac{Mtx}{0,8}$$

$$n = \frac{Mn}{b.d.x^2}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 \times m \times Rn}{f_y} \right)} \right]$$

5. Menghitung luas tulangan yang dibutuhkan

$$\text{As perlu} = \rho \times b \times d$$

6. Memeriksa syarat rasio tulangan

$$\begin{aligned}\rho \text{ min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ \rho_b &= \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ \rho \text{ max} &= 0,75 \times \rho_b\end{aligned}$$

2.4 Tata Cara Perencanaan Gedung Tahan Gempa

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 prosedur analisis dan desain seismik yang digunakan dalam perencanaan struktur bangunan gedung dan komponennya harus memiliki sistem penahan gaya lateral dan vertikal yang lengkap, yang mampu memberikan kekuatan, kekakuan, dan kapasitas disipasi energi yang cukup untuk menahan gerak tanah desain dalam batasan-batasan kebutuhan deformasi dan kekuatan yang disyaratkan. Gerak tanah desain harus diasumsikan terjadi di sepanjang setiap arah horizontal struktur bangunan gedung. Kecukupan sistem struktur harus ditunjukkan melalui pembentukan model matematik dan pengevaluasian model tersebut untuk pengaruh gerak tanah desain. Gaya gempa desain, dan distribusinya di sepanjang ketinggian struktur bangunan gedung, harus ditetapkan berdasarkan salah satu prosedur yang sesuai dan gaya dalam serta deformasi yang terkait pada komponen-elemen struktur tersebut harus ditentukan. Prosedur alternatif yang disetujui tidak boleh dipakai untuk menentukan gaya gempa dan distribusinya kecuali bila gaya-gaya dalam dan deformasi yang terkait pada komponen/elemen strukturnya ditentukan menggunakan model yang konsisten dengan prosedur yang diadopsi.

2.4.1 Pembebanan

Setiap bangunan yang dibangun harus dikerjakan beban sesuai dengan ketentuan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983. Pembebanan struktur dibagi menjadi 2 tipe yaitu berupa gravitasi dan beban lateral. Beban gravitasi meliputi beban mati dan beban hidup. Sedangkan beban lateral adalah beban akibat gaya gempa dan angin.

a. Beban Mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin- mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu. Berat sendiri dari bahan-bahan bangunan penting dan dari beberapa komponen gedung yang harus ditinjau di dalam menentukan beban mati dari suatu gedung diambil menurut PPIUG 1983.

b. Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatannya yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Beban hidup pada lantai gedung harus diambil menurut SNI 1727-2013..

c. Beban Gempa

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang meneruskan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisis dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa disini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

Secara umum analisis struktur terhadap beban gempa dibagi menjadi dua macam, yaitu:

1. Analisis beban statik ekuivalen adalah suatu cara analisis struktur dimana pengaruh gempa pada struktur dianggap sebagai beban statik horizontal yang diperoleh dengan hanya memperhitungkan respon ragam getar yang pertama. Biasanya distribusi gaya geser tingkat ragam getar yang pertama ini disederhanakan sebagai segitiga terbalik.
2. Analisis dinamik adalah analisis struktur dimana pembagian gaya geser gempa di seluruh tingkat diperoleh dengan memperhitungkan pengaruh

dinamis gerakan tanah terhadap struktur. Analisis dinamik terbagi menjadi 2, yaitu:

- a. Analisis ragam respon spektrum dimana total respon didapat melalui superposisi dari respon masing-masing ragam getar.
- b. Analisis riwayat waktu adalah analisis dinamis dimana pada model struktur diberikan suatu catatan rekaman gempa dan respon struktur dihitung langkah demi langkah pada interval tertentu.

Analisis dinamik untuk perancangan struktur tahan gempa dilakukan jika diperlukan evaluasi yang lebih akurat dari gaya-gaya gempa yang bekerja pada struktur, serta untuk mengetahui perilaku dari struktur akibat pengaruh gempa. Pada struktur bangunan tingkat tinggi atau struktur dengan bentuk atau konfigurasi yang tidak teratur. Analisis dinamik dapat dilakukan dengan cara elastis maupun inelastis. Pada cara elastis dibedakan Analisis Ragam Riwayat Waktu (*Time History Modal Analysis*), dimana pada cara ini diperlukan rekaman percepatan gempa dan Analisis Ragam Spektrum Respon (*Respon Spektrum Modal Analysis*), dimana pada cara ini respon maksimum dari tiap ragam getar yang terjadi didapat dari spektrum Respon Rencana (*Design Spectra*). Pada analisis dinamis elastis didapatkan untuk mendapatkan respon struktur akibat pengaruh gempa yang sangat kuat dengan cara integrasi langsung (*Direct Integration Method*). Analisis dinamik elastis lebih sering digunakan karena lebih sederhana.

Analisis dinamik adalah untuk menentukan pembagian gaya geser tingkat akibat gerakan tanah oleh gempa dan dapat dilakukan dengan cara analisis ragam spektrum respon. Pembagian gaya geser tingkat tersebut adalah untuk menggantikan pembagian beban geser dasar akibat gempa sepanjang tinggi gedung pada analisis beban statik ekuivalen. Pada analisis ragam spektrum respon, sebagai spektrum percepatan respon gempa rencana harus dipakai diagram koefisien gempa dasar (C) untuk wilayah masing-masing gempa. Nilai C tersebut tidak berdimensi sehingga respon masing-masing ragam merupakan respon relatif.

Bila spektrum respons desain diperlukan oleh standar ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan, maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu SNI 1726-2012 dan mengikuti ketentuan di bawah ini:

- Untuk perioda yang lebih kecil dari T_0 , spektrum respons percepatan desain (S_a) harus diambil dari persamaan:

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (2.47)$$

- Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan T_0 dan lebih kecil dari atau sama dengan T_s , spektrum respons percepatan desain (S_a) sama dengan S_{DS} .
- Untuk perioda lebih besar dari T_s , spektrum respons percepatan desain (S_a) diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (2.48)$$

Dimana:

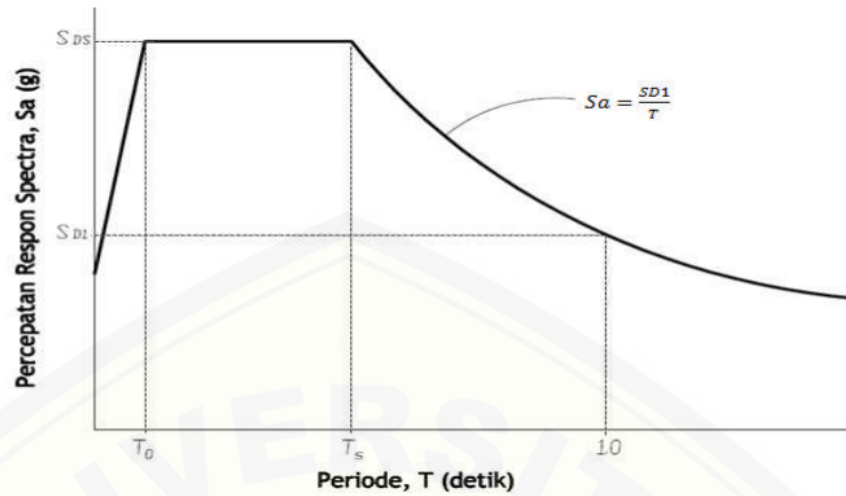
S_{DS} : parameter respons spektral percepatan desain pada perioda pendek

S_{D1} : parameter respons spektral percepatan desain pada perioda 1 detik

T : perioda getar fundamental struktur

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (2.49)$$

$$T_s = \frac{S_1}{S_{DS}} \quad (2.50)$$



Gambar 2.5 Desain respon spektrum

Sumber: SNI 03-1726-2012

2.4.2 Kombinasi Pembebanan

Struktur, komponen-elemen struktur dan elemen-elemen fondasi harus dirancang sedemikian hingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban-beban terfaktor dengan kombinasi-kombinasi sesuai dengan teknik manual program SAP2000 sebagai berikut:

1. 1.4 D
2. 1.2 D + 1.6 L
3. 1.2 D + 1.6 (L_r atau R) + (L atau 0.5W)
4. 1.2 D + 1.3W + L + 0.5 (L_r atau R)
5. 1.2 D + 1.0 E + 0.5 L
6. 0.9 D + 1.3 W
7. 0.9 D + 1.0 E

Keterangan:

D adalah beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan tetap

- L adalah beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain-lain
- L_r adalah beban hidup di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak
- H adalah beban hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air
- W adalah beban angin
- E adalah beban gempa

2.4.3 Gempa Rencana, Faktor Keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan

Tata cara ini menentukan pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi struktur bangunan gedung dan non gedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum. Gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlewatinya besarannya selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2 persen.

Untuk berbagai kategori risiko struktur bangunan gedung dan non gedung pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan I_e . Adapun kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa dapat dilihat pada Tabel 1 SNI 03-1726-2012, dan nilai faktor keutamaan gempa (I_e) dapat dilihat di Tabel 2 SNI 03-1726-2012.

2.4.4 Geser Dasar Seismik

Geser dasar seismik (V) dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan berdasarkan persamaan berikut.

$$V = C_s \times W \quad (2.51)$$

Dimana:

C_s : koefisien respons seismik yang ditentukan sesuai dengan SNI 03-1726-2012 pasal 7.8.1.1

W : berat seismik efektif menurut SNI 1726-2012 pasal 7.7.2

Koefisien respons seismik (C_s) harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut.

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (2.52)$$

Dimana:

S_{DS} : parameter percepatan spektrum respons desain dalam rentang perioda pendek seperti ditentukan pada SNI 1726-2012 pasal 6.3 atau 6.9

R : faktor modifikasi respons berdasarkan SNI 1726-2012 tabel 9

I_e : faktor keutamaan gempa yang ditentukan sesuai dengan SNI 1726-2012 pasal 4.1.2

Nilai C_s tidak boleh kurang dari

$$C_s = 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e \geq 0,01 \quad (2.53)$$

Sebagai tambahan, untuk struktur yang berlokasi di daerah dimana S_1 sama dengan atau lebih besar dari 0,6g maka C_s tidak boleh kurang dari

$$C_s = \frac{0,5 S_1}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (2.54)$$

Dimana I_e dan R sebagaimana yang didefinisikan dalam SNI 1726-2012 pasal 7.8.1.1, dan

S_{D1} : parameter percepatan spektrum respons desain pada perioda sebesar 1,0 detik, seperti ditentukan pada SNI 1726-2012 pasal 6.10.4

T : perioda struktur dasar (detik) yang ditentukan pada SNI 1726-2012 pasal 7.8.2

S_1 : parameter percepatan spektrum respons maksimum yang dipetakan yang ditentukan sesuai dengan SNI 1726-2012 pasal 6.10.4

Untuk struktur beraturan dengan ketinggian lima tingkat atau kurang dan mempunyai perioda (T) sebesar 0,5 detik atau kurang, C_s diijinkan dihitung menggunakan nilai sebesar 1,5 untuk S_s .

2.4.5 Perioda alami fundamental struktur

Perioda struktur fundamental (T) struktur dalam arah yang ditinjau harus diperoleh dengan menggunakan properti struktur dan karakteristik deformasi elemen penahan dalam analisis yang teruji. Perioda fundamental (T) tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas pada perioda yang dihitung (C_u) dari

SNI 03-1726-2012 Tabel 14 dan perioda fundamental pendekatan (T_a). Sebagai alternative pada pelaksanaan analisis untuk menentukan perioda fundamental (T), diijinkan secara langsung menggunakan perioda bangunan pendekatan (T_a) yang dihitung sesuai dengan ketentuan SNI 03-1726-2012 pasal 7.8.2.1.

Perioda fundamental pendekatan (T_a) dalam detik, harus ditentukan dari persamaan berikut.

$$T_a = C_t \cdot h_n^x \quad (2.55)$$

h_n : ketinggian struktur diatas dasar sampai tingkat tertinggi struktur

C_t dan x : ditentukan dari SNI 1726-2012 Tabel 15.

Untuk struktur dengan ketinggian tidak melebihi 12 tingkat di mana sistem penahan gaya seismik terdiri dari rangka penahan momen beton atau baja secara keseluruhan dan tinggi tingkat paling sedikit 3 m diijinkan menggunakan perioda fundamental pendekatan (T_a) sebagai berikut:

$$T_a = 0,1 N \quad (2.56)$$

Dimana N = jumlah tingkat.

Perioda fundamental pendekatan (T_a) dalam detik untuk struktur dinding geser batu bata atau beton diijinkan untuk ditentukan dari persamaan berikut.

$$T_a = \frac{0,0062}{\sqrt{C_w}} h_n \quad (2.57)$$

Nilai C_w dihitung dari persamaan berikut:

$$C_w = \frac{100}{A_B} \sum_{i=1}^x \left(\frac{h_n}{h_i} \right)^2 \left[\frac{A_i}{1 + 0,83 \frac{h_i^2}{D_i}} \right] \quad (2.58)$$

Dimana:

A_B : luas dasar struktur dalam m²

A_i : luas badan dinding geser "i" dalam m²

D_i : panjang dinding geser "i" dalam m

h_i : tinggi dinding geser "i" dalam m

x : jumlah dinding geser dalam bangunan yang efektif dalam menahan gaya lateral dalam arah yang ditinjau.

Gaya gempa lateral F_x (kN) yang timbul di semua tingkat harus ditentukan dari persamaan berikut:

$$F_x = C_{vx} \cdot V \quad (2.59)$$

Dan

$$C_{vx} = \frac{W_x \cdot h_x^k}{\sum_{i=x}^n W_i \cdot h_i^k} \quad (2.60)$$

Dimana:

C_{vx} : faktor distribusi vertikal

V : gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur (kN)

w_i and w_x : bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x

h_i and h_x : tinggi (m) dari dasar sampai tingkat i atau x

k : eksponen yang terkait dengan perioda struktur sebagai berikut:

untuk struktur dengan $T \leq 0,5$ detik, $k = 1$

untuk struktur dengan $T \geq 2,5$ detik, $k = 2$

untuk struktur dengan $0,5 \leq T \leq 2,5$ detik, k harus sebesar 2 atau harus ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2.

Geser tingkat desain gempa di semua tingkat V_x (kN) harus ditentukan dari persamaan berikut:

$$V_x = \sum_{i=x}^n F_i \quad (2.61)$$

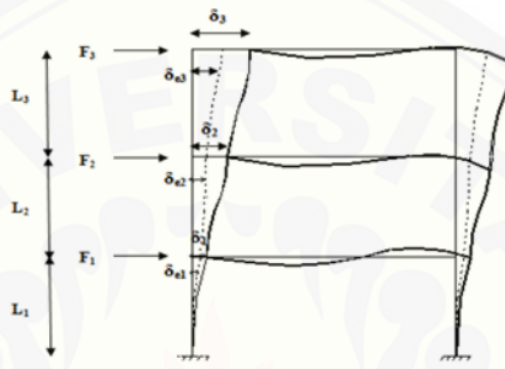
Dimana:

F_i : bagian geser dasar seismik V yang timbul di tingkat i (kN).

Geser tingkat desain gempa V_x (kN) harus didistribusikan pada berbagai lemen vertikal sistem penahan gaya seismik di tingkat yang ditinjau berdasarkan pada kekakuan lateral relatif elemen penahan vertikal dan diafragma.

2.4.6 Simpangan Antar Lantai

Penentuan simpangan antar lantai desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau (gambar . Simpangan antar lantai desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar lantai ijin (Δ_a) yang dibagi dengan faktor redundansi (ρ). Simpangan antar lantai ijin (Δ_a) didapat dari SNI 1726-2012 Tabel 16.



Gambar 2.6 Penentuan Antar Simpang

Defleksi pusat massa di tingkat ke-x (δ_x) harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut.

$$\delta_x = \frac{C_d \times \delta_{xe}}{I} \quad (2.62)$$

δ_{xe} = Drift Pada Lantai ke-x

C_d = Faktor Pembesaran defleksi

Untuk gedung rangka bresing konsentris khusus, $C_d = 5$

I = Faktor Keutamaan Gedung

Untuk gedung fasilitas pendidikan, $I = 1,5$

2.5 Penelitian Terdahulu

Adapun beberapa penelitian mengenai bresing telah dilakukan oleh beberapa peneliti, tentu penelitian tersebut sangat membantu dalam melakukan penelitian ini, salah satu penelitian yang telah dilakukan yaitu oleh I Made Surya W.P., (2016). Dalam penelitian ini Gedung pendidikan Bersama FKUB sebagai objek kajian dimodelkan dalam program komputer menjadi tujuh model yaitu

Struktur Asli dengan Dilatasi (OD), Struktur Asli Tanpa Dilatasi (OND), Struktur Alternatif Tanpa Bresing (Tipe A), Struktur Alternatif dengan Single Brace (Tipe B), Struktur Alternatif dengan X-Brace (Tipe C), Struktur Alternatif dengan V-Brace (Tipe D), dan Struktur Alternatif dengan A-Brace (Tipe E). Pada masing-masing struktur dilakukan analisis statik non-linier pushover yang mengacu pada ATC-40 untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi konfigurasi bresing baja terhadap simpangan lateral, tingkat pelayanan, waktu getar alami, serta simpangan antar lantai struktur. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan X-Brace pada struktur alternatif dapat meningkatkan kemampuan struktur untuk menerima gaya geser dasar. Tingkat pelayanan struktur untuk semua jenis struktur adalah immediate occupancy, sehingga penggunaan bresing baja tidak berpengaruh besar terhadap perubahan tingkat pelayanan struktur. Struktur OD memiliki periode getar paling besar dibandingkan struktur jenis lain. Serta penggunaan X-Brace pada struktur alternatif dapat menghasilkan simpangan antar lantai paling kecil.

BAB 3. METODE PENELITIAN

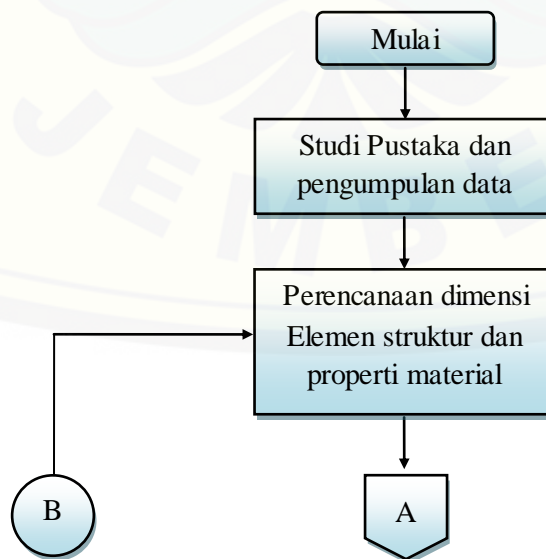
3.1 Metode Perencanaan

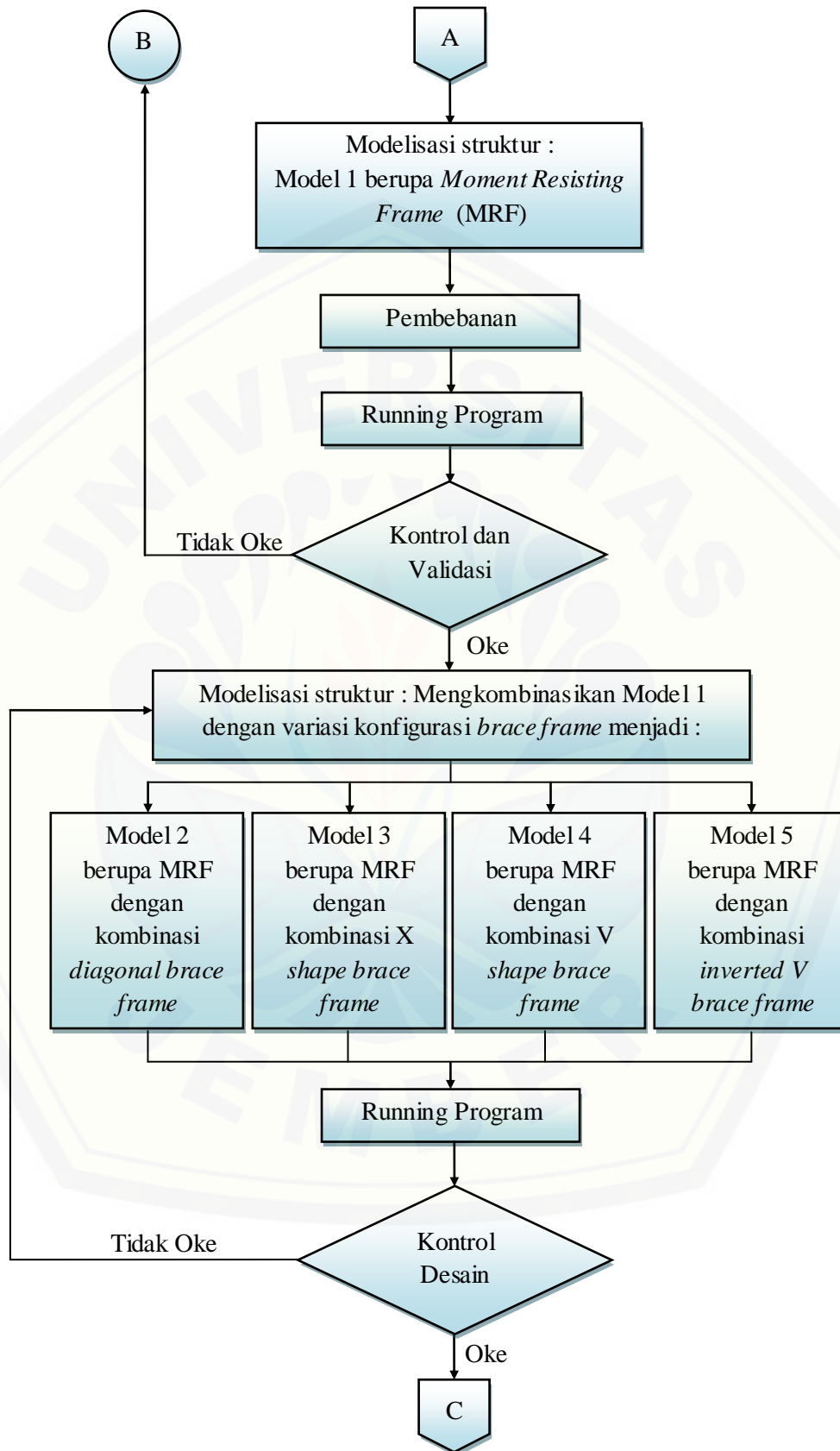
Tugas Akhir ini menggunakan gedung CDAST Universitas Jember sebagai objek kajian, dimana gedung ini merupakan gedung 8 lantai yang berfungsi sebagai gedung pendidikan. Objek kajian dimodelkan menjadi 5 model struktur (Tabel 3.1).

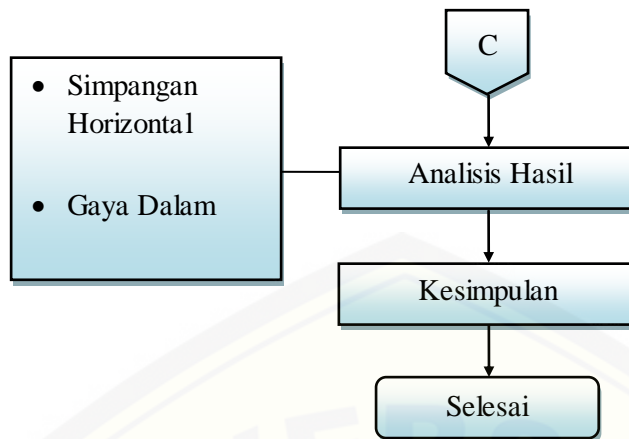
Tabel 3.1 Tabel Model Struktur

No	Nama Model	Jenis Struktur
1	Model 1	<i>Moment Resisting Frame (MRF)</i>
2	Model 2	MRF dengan kombinasi <i>diagonal brace frame</i>
3	Model 3	MRF dengan kombinasi <i>X-shape brace frame</i>
4	Model 4	MRF dengan kombinasi <i>V-shape brace frame</i>
5	Model 5	MRF dengan kombinasi <i>inverted V brace frame</i>

Dari masing masing model struktur tersebut akan diperoleh nilai simpangan horizontal dan gaya dalam, kemudian kedua parameter dari kelima model tersebut dibandingkan untuk mendapatkan kesimpulan. Berikut adalah diagram alir pengerjaan Tugas Akhir ini :







Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan

3.2 Skema Perencanaan

Berdasarkan diagram alir tersebut, tahapan untuk melakukan perencanaan dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Studi Pustaka dan pengumpulan data

Tahapan pertama yang harus dilakukan dalam studi ini adalah mempelajari literatur literatur dan mengumpulkan data data yang dibutuhkan, adapun literatur literatur dan data data yang dibutuhkan yang antara lain :

- a. Penelitian terdahulu mengenai *Moment Resisting Frame* dan *Centrically Braced Frame*
- b. Penelitian terdahulu mengenai perbandingan variasi konfigurasi *Centrically Braced Frame*
- c. Jurnal *Centrically Braced Frame*
- d. Buku LRFD (*Load and Resistance Factor Design*)
- e. Peraturan SNI 1726-2012, SNI 1727-2013, dan SNI 1729-2015
- f. Data denah dan lokasi Gedung CDAST Universitas Jember
- g. Data beban yang bekerja pada Gedung CDAST Universitas Jember

2. Perencanaan dimensi elemen dan properti material

Pada tahapan ini peneliti merencanakan dimensi elemen dan properti material yang dibutuhkan, adapun dimensi elemen elemen dan properti material yang direncanakan antara lain :

- a. Kolom
- b. Balok
- c. Plat
- d. Bresing

3. Modelisasi struktur : Model 1 berupa *Moment Resisting Frame* (MRF)

Pada tahap ini, peneliti melakukan modelisasi struktur pada Model 1 yang berupa *Moment Resisting Frame* kedalam program bantu SAP2000 v19

4. Pembebanan

Pada tahap ini, peneliti menginput beban gravitasi yang bekerja pada gedung CDAST Universitas Jember dengan mengacu pada SNI 1727-2013 ke dalam Model 1 yang telah di modelisasi ke dalam program bantu SAP2000 v19. Untuk pembebanan gempa menggunakan gempa dinamik respon spektrum, perhitungan beban gempa menggunakan bantuan aplikasi pada web www.puskim.pu.go.id/aplikasi

5. *Running* Program

Setelah menginput pembebanan, program *dirunning* agar memperoleh nilai simpangan horizontal dan gaya dalam.

6. Kontrol dan Validasi

Tahapan selanjutnya yaitu cek kapasitas struktur Model 1 apakah sesuai dengan kondisi tahanan nominal yang sudah diatur pada SNI 1729-2015. Dan melakukan cek perhitungan pembebanan manual dengan hasil pembebanan program bantu SAP2000 v19. Apabila Kontrol dan Validasi memenuhi, maka Model 1 yang berupa *Moment Resisting Frame* dapat dijadikan sebagai acuan pemodelan pada Model 2, Model 3, Model 4, dan Model 5, namun bila tidak memenuhi kontrol dan validasi maka kembali ke tahapan “Perencanaan dimensi elemen stuktur dan properti material”.

7. Modelisasi Struktur : Mengkombinasikan Model 1 dengan variasi konfigurasi *brace frame*

Setelah Model 1 memenuhi Kontrol dan Validasi, maka Model 1 digunakan sebagai acuan untuk dikombinasikan dengan variasi konfigurasi

brace frame. Terdapat empat macam model struktur *brace frame* yang dikombinasikan dengan model 1 (MRF), yaitu :

- a. Model 2 berupa MRF dengan kombinasi *diagonal brace frame*
- b. Model 3 berupa MRF dengan kombinasi *X-shape brace frame*
- c. Model 4 berupa MRF dengan kombinasi *V-shape brace frame*
- d. Model 5 berupa MRF dengan kombinasi *inverted V brace frame*

Kemudian Model 2, Model 3, Model 4, dan Model 5 dimodelisasi ke dalam program bantu SAP2000 v19 sehingga diperoleh nilai simpangan horizontal, dan gaya dalam

8. *Runnging* Program

Keempat macam model struktur *brace frame* yang telah dimodelisasi ke dalam program bantu SAP2000 v19 *dirunning* dengan menggunakan beban yang sama dengan beban yang digunakan pada Model 1

9. Kontrol Desain

Pada tahap ini dilakukan pengecekan kapasitas pengaku (*bresing*) yang digunakan pada keempat macam model struktur *brace frame* apakah sesuai dengan kondisi tahanan nominal yang sudah diatur dalam SNI 1729-2015.

10. Analisis Hasil

Setelah diperoleh nilai simpangan antar lantai, dan gaya dalam pada Model 1, Model 2, Model 3, Model 4, dan Model 5, selantunya kedua parameter tersebut dibandingkan

11. Kesimpulan

Setelah melakukan analisis hasil, tahapan terakhir pada penelitian ini adalah membuat kesimpulan yang sesuai dengan tujuan tugas akhir

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan bresing pada struktur gedung dapat menurunkan nilai simpangan horizontal, dengan persentase penurunan nilai simpangan horizontal pada Model 2, Model 3, Model 4, dan Model 5 terhadap Model 1, berurut-urut sebesar 24,936%, 42,237%, 39,291%, dan 41,024%.
2. Penambahan bresing pada struktur gedung mempengaruhi nilai-nilai gaya dalam pada struktur gedung tersebut, persentase perubahan nilai-nilai gaya dalam meliputi momen, geser, dan aksial pada Model 2, Model 3, Model 4, dan Model 5 terhadap Model 1. Persentase perubahan nilai gaya momen, dengan persentase penurunan berurut-urut sebesar 5,561%, 8,062%, 54,595%, dan 79,142%, sedangkan selisih persentase penurunan untuk nilai gaya geser berurut-urut sebesar 2,742%, 4,109%, 47,517%, dan 69,717%. Nilai gaya aksial mengalami peningkatan, dengan persentase peningkatan berurut-urut sebesar 9,678%, 11,416%, 22,388%, dan 7,411%.
3. Penggunaan *X-shape brace frame* dapat meningkatkan kemampuan struktur untuk mengurangi simpangan horizontal, dengan diperoleh selisih persentase sebesar 42,237% dibandingkan struktur yang tidak menggunakan bresing, Sehingga MRF dengan kombinasi *X-shape brace frame* (Model 3) merupakan struktur yang paling unggul bila ditinjau terhadap simpangan horizontal (*drift*).

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya meliputi :

1. Perletakan bresing yang berbeda akan memperoleh hasil simpangan horizontal yang berbeda pula dan akan menarik untuk dianalisa
2. Perlu dilakukan analisis dengan profil bresing yang bervariasi

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, K. 2017. *Studi Perbandingan Struktur Gedung CDAST Universitas Jember Menggunakan Moment Resisting Frame dan Eccentrically Braced Frame*. Jember: Universitas Jember.
- BMKG, 2017. *Indonesia Rawan Gempa Bumi & Tsunami*. http://inatews.bmkg.go.id/news/abaout_inatews.php?url=3 [diakses 18 oktober 2017]
- Jaya, Aditya M. 2011, *Perbandingan Nilai Simpangan (Drift) Pada Struktur Gedung Tahan Gempa Dengan Menggunakan Bracing V dan Inverted V*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Pangestu, I. 2017. *Analisis Statik Non-Linier Pushover Pada Optimalisasi Desain Gedung Pendidikan Bersama FKUB Dengan Variasi Konfigurasi Bresing Baja*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Setiawan, A. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Semarang: Penerbit Erlangga.
- Standart Nasional Indonesia. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012)*. Jakarta.
- Standart Nasional Indonesia. 2013. *Beban Minimum Untuk perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lian (SNI 1727-2013)*. Jakarta.
- Standart Nasional Indonesia. 2015. *Spesifikasi untuk Bangunan Baja Struktural (SNI 1729-2015)*. Jakarta.
- Soelarso, dkk. 2016. *Analisis Perbandingan Simpangan Horizontal (Drift) Pada Struktur Gedung Tahan Gempa Dengan Menggunakan Pengaku Lateral (Bracing) Berdasarkan SNI 03-1726-2002 Dan SNI 03-1726-2012*. Cilegon: Universitas Sulta Ageng Tirtayasa.
- Viswanath, dkk. 2010. *Seismic Analysis of Steel Braced Reinforced Concrete Frames*. International Jurnal of Civil and Structure Engineering.

LAMPIRAN



