

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENERAPAN EKSENTRISITAS PADA  
SISTEM RANGKA TERBREIS KONSENTRIS TIPE  
CHEVRON DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**



**TIMOTHY**  
**NPM: 6102001084**

**PEMBIMBING: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.**

**KO-PEMBIMBING: Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
**BANDUNG**  
**JULI 2024**

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENERAPAN EKSENTRISITAS PADA  
SISTEM RANGKA TERBREIS KONSENTRIS TIPE  
CHEVRON DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**



**TIMOTHY  
NPM: 6102001084**

**PEMBIMBING: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.**

**KO-PEMBIMBING: Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
BANDUNG  
JULI 2024**

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENERAPAN EKSENTRISITAS PADA  
SISTEM RANGKA TERBREIS KONSENTRIS TIPE  
CHEVRON DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**



**TIMOTHY  
NPM: 6102001084**

**BANDUNG, 19 JULI 2024**

**PEMBIMBING:**

**Helmy Hermawan Tjahjanto,  
Ph.D.**

**KO-PEMBIMBING:**

**Wivia Octarena Nugroho, S.T.,  
M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
BANDUNG  
JULI 2024**

# SKRIPSI

## ANALISIS PENERAPAN EKSENTRISITAS PADA SISTEM RANGKA TERBREIS KONSENTRIS TIPE CHEVRON DENGAN METODE ELEMEN HINGGA



**TIMOTHY**  
**NPM: 6102001084**

**PEMBIMBING:** Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.

**KO-  
PEMBIMBING:** Wivia Octarena Nugroho, S.T.,  
M.T.

**PENGUJI 1:** Dr. Paulus Karta Wijaya

**PENGUJI 2:** Liyanto Eddy, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
**BANDUNG**  
**JULI 2024**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Timothy  
Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 29 April 2002  
NPM : 6102001084  
Judul skripsi : **ANALISIS PENERAPAN EKSENTRISITAS  
PADA SISTEM RANGKA TERBREIS  
KONSENTRIS TIPE CHEVRON DENGAN  
METODE ELEMEN HINGGA**

Dengan ini Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah benar hasil karya tulis saya sendiri dan bebas plagiat. Adapun kutipan yang tertuang sebagian atau seluruh bagian pada karya tulis ini yang merupakan karya orang lain (buku, makalah, karya tulis, materi perkuliahan, internet, dan sumber lain) telah selayaknya saya kutip, sadur, atau tafsir dan dengan jelas telah melampirkan sumbernya. Bahwa tindakan melanggar hak cipta dan yang disebut plagiat merupakan pelanggaran akademik yang sanksinya dapat berupa peniadaan pengakuan atas karya ilmiah ini dan kehilangan hak keserjanaan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

(Kutipan pasal 25 ayat 2 UU no. 20 tahun 2003)

Bandung, 19 Juli 2024



A handwritten signature in black ink, which appears to be 'Timothy', is written over a horizontal line.

Timothy

# **ANALISIS PENERAPAN EKSENTRISITAS PADA SISTEM RANGKA TERBREIS KONSENTRIS TIPE CHEVRON DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**

**Timothy**  
**NPM: 6102001084**

**Pembimbing: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.**  
**Ko-Pembimbing: Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
**BANDUNG**  
**JULI 2024**  
**ABSTRAK**

Struktur tahan gempa merupakan struktur yang memiliki kemampuan untuk menahan gaya gempa dengan menerapkan metode tertentu untuk mendisipasi energi akibat gaya seismik. Rangka terbreis konsentris adalah salah satu sistem rangka struktur tahan gempa yang menggunakan breis sebagai lokasi disipasi energi. Pada sistem SCBF, setiap sambungan didesain dengan konfigurasi yang konsentris, namun berdasarkan AISC terdapat ketentuan bahwa eksentrisitas dapat digunakan selama memenuhi kriteria kekuatan desain rangka terhadap gaya yang terjadi. Penelitian dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan desain dan analisis numerik antara dua, yaitu konfigurasi konsentris dan eksentris pada rangka *chevron* sistem SCBF. Analisis dilakukan untuk mendapatkan pengaruh eksentrisitas terhadap kekuatan rangka dengan menggunakan rasio perbandingan antara gaya dengan kapasitas kekuatan. Hasil perhitungan desain menunjukkan bahwa eksentrisitas memberikan pengaruh positif dan negatif terhadap kekuatan rangka, terutama pada gaya yang bekerja akibat momen putar yang terbentuk dengan adanya eksentrisitas antar breis, secara positif eksentrisitas memperluas daerah pendistribusian gaya yang bekerja terhadap balok dan akan meningkatkan kapasitas kuat tersebut. Hasil penelitian dengan analisis numerik menunjukkan bahwa eksentrisitas mempengaruhi besar regangan plastis ekuivalen dan juga perubahan lokasi terjadinya kelelahan akibat gaya yang terjadi, yang dominan hanya pada salah satu sisi tanpa pengaruh gaya dari sisi lain.

**Kata Kunci:** Breis, SCBF, Eksentrisitas, Regangan plastis ekuivalen

# **ANALYSIS OF ECCENTRICITY APPLICATION IN CHEVRON-TYPE CONCENTRICALLY BRACED FRAME SYSTEMS USING THE FINITE ELEMENT METHOD**

**Timothy  
NPM: 61020014**

**Timothy  
NPM: 61020014**

**Advisor: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.  
Co-Advisor: Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
BACHELOR PROGRAM**

**(Accredited by SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)**

**BANDUNG  
JULI 2024**

## **ABSTRACT**

Seismic-resistant structures are designed to withstand earthquake forces by implementing specific methods to dissipate the energy caused by seismic forces. Concentrically braced frames (CBF) are one type of seismic-resistant structural system that uses braces as the location for energy dissipation. In SCBF systems, each connection is designed with a concentric configuration. However, according to AISC, eccentricity is allowed as long as the frame design strength criteria are met. This study compares the design calculation results and numerical analysis between concentric and eccentric configurations in SCBF chevron frames. The analysis aims to understand the impact of eccentricity on frame strength by using the ratio of the applied force to the strength capacity. The design calculation results indicate that eccentricity has both positive and negative effects on frame strength, particularly concerning the forces resulting from the moment generated by the eccentricity between braces. Positively, eccentricity expands the distribution area of the forces acting on the beam and increases the strength capacity. Numerical analysis results show that eccentricity affects the magnitude of equivalent plastic strain and changes the location of yielding, which predominantly occurs on one side without influence from forces on the other side.

**Keywords:** Brace, SCBF, Eccentricity, Equivalent plastic strain

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Analisis Penerapan Eksentrisitas Pada Sistem Rangka Terbreis Konsentris Tipe Chevron Dengan Metode Elemen Hingga**". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis telah mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D. dan Ibu Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk mengarahkan, membimbing dan memberikan saran serta masukan yang berguna dalam penyusunan skripsi;
2. Bapak dan ibu dosen penguji serta dosen Teknik Struktur yang telah memberikan masukan dan saran;
3. Bapak dan ibu dosen serta seluruh staf Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu dan pelajaran yang berguna untuk kehidupan;
4. Kedua orang tua dan kakak yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan moral selama penulis menempuh pendidikan;
5. Teman seperjuangan skripsi pada KBI lainnya, Anastasia, Evely, Jovan, Jovian yang berjuang bersama penulis selama masa perkuliahan;
6. Teman SMA, Kevin yang sudah selalu ada untuk memberikan dukungan dan motivasi dari awal perkuliahan sampai sekarang;
7. Kucing saya, Snowee yang sudah menjadi penghibur dikala proses mengerjakan skripsi;



Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun demi perbaikan skripsi ini di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat memberikan sumbangsih dalam perkembangan ilmu pengetahuan.

Bandung, 19 Juli 2024



Timothy  
6102001084



# DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN.....	i
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Inti Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 DASAR TEORI.....	6
2.1 Material Baja.....	6
2.1.1 Kurva Tegangan Regangan.....	6
2.1.2 <i>Extension Under Load</i> untuk Tegangan Leleh Baja.....	7
2.2 Kekuatan Material Baja.....	8
2.2.1 Kekuatan Global Penampang.....	8
2.2.1.1 Kekuatan Tarik.....	8
2.2.1.2 Kekuatan Tekan.....	9
2.2.1.3 Kekuatan Geser.....	10
2.2.1.4 Kekuatan Lentur.....	10

2.2.2 Kekuatan Lokal Penampang .....	12
2.2.2.1 Beam Web lokal Yielding.....	12
2.2.2.2 Web shear yielding .....	12
2.2.2.3 Web local crippling.....	13
2.2.2.4 transverse section web yielding .....	13
2.2.3 Kekuatan Sambungan.....	14
2.2.3.1 Kekuatan Sambungan <i>Filled Weld</i> .....	14
2.2.3.2 Kekuatan Geser Blok.....	14
2.2.3.3 Kuat leleh Tarik dan tekuk pada <i>Whitmore Section</i> .....	15
2.3 Rangka Terbreis Konsentris (RBK).....	15
2.3.1 Rasio Kelangsingan untuk Struktur <i>Highly Ductile Member</i> .....	16
2.3.2 Protected Zones.....	17
2.3.3 Kekuatan pada Sistem RBK.....	18
2.3.4 Effective net area pada Sistem RBK.....	18
2.3.5 Diagram Penyaluran Gaya pada Sistem RBK.....	18
2.4 Chevron Braced Frames.....	19
2.4.1 Diagram Gaya Pelat Buhul pada <i>Chevron Braced Frames</i> .....	20
2.5 Gusset to Beam Weld Size Calculation .....	22
2.6 Gusset Free Edge Buckling.....	23
2.7 Metode Elemen Hingga.....	24
2.8 Penggunaan Metode Elemen Hingga pada ABAQUS .....	25
2.8.4 <i>Interaction</i> Elemen pada ABAQUS.....	26
BAB 3 DESAIN DAN ANALISIS .....	27
3.1 Spesifikasi .....	27
3.1.2 Penentuan Dimensi Baja .....	28
3.2 Desain.....	28

3.2.1	Pengecekan Kekompakan dan Kategori Elemen .....	28
3.2.2	Perhitungan Kekuatan Breis pada Sistem RBK .....	29
3.2.2.1	Kekuatan Tarik Breis .....	29
3.2.2.2	Perhitungan Kuat Tekan Breis pada Sistem RBK .....	29
3.2.3	Penentuan dan Pengecekan Pelat Buhul .....	29
3.2.3.1	Block Shear Rupture .....	30
3.2.3.2	Tensile Yielding dan Buckling pada Whitmore section .....	30
3.2.4	Perhitungan Gaya Dalam yang Bekerja pada Pelat buhul .....	30
3.2.5	Penentuan Ukuran Sambungan Pelat Buhul dengan Balok .....	30
3.2.6	Pengecekan Kekuatan Pelat Buhul <i>Section B-B</i> .....	31
3.2.6.1	Shear Yielding pada Pelat Buhul Section B-B .....	31
3.2.6.2	Free Edge Buckling pada Pelat Buhul Section B-B .....	31
3.2.7	Kekuatan Lokal Balok .....	31
3.2.7.1	Web Local Yielding .....	31
3.2.7.2	Web Shear Yielding .....	32
3.2.7.3	Web Local Crippling .....	32
3.2.7.4	Transverse Section Web Yielding .....	32
3.2.8	Kekuatan Global Balok .....	32
3.2.8.2	Pengecekan Balok terhadap Momen .....	33
3.2.8.3	Pengecekan Balok terhadap Gaya Lintang .....	33
3.3	Pemodelan pada ABAQUS .....	33
3.3.1	Pemodelan dan <i>Assembly</i> rangka .....	34
3.3.2	Penerapan <i>Interaction</i> pada Rangka .....	35
3.3.3	Pemodelan Batasan dan Pembebanan .....	35
3.3.4	Pemodelan Material .....	38
3.3.5	Pemodelan <i>Mesh</i> .....	38

BAB 4 PEMBAHASAN HASIL DESAIN DAN ANALISIS.....	39
4.1 Rekapitulasi Hasil Desain dan Perbandingan .....	39
4.1 Kekuatan Tarik.....	39
4.1.1 Kekuatan Tekan .....	40
4.1.2 Pengecekan Kekuatan Geser Blok .....	40
4.1.3 Pengecekan Tensile Yielding pada Whitmore Section Pelat Buhul ....	41
4.1.4 Pengecekan <i>Buckling</i> pada <i>Whitmore Section</i> Pelat Buhul.....	42
4.1.5 Perhitungan Gaya dalam Pelat Buhul .....	43
4.1.6 Pengecekan Tensile Yielding dan Shear Yielding pada Section A-A .	43
4.1.7 Perhitungan Gusset to Beam Connection Section A-A .....	44
4.1.8 Pengecekan Shear Yielding pada Section B-B .....	45
4.1.9 Pengecekan free edge buckling pada Section B-B.....	46
4.1.10 Pengecekan Lokal Balok.....	47
4.1.11 Pengecekan Global Balok .....	48
4.1.11.2 Pengecekan Global Balok Terhadap Momen .....	49
4.1.11.3 Pengecekan Global Balok Terhadap Gaya Lintang.....	50
4.1.11.4 Pengecekan Global Balok Terhadap Gaya Normal .....	50
4.1.11.5 Rasio Hasil Pengecekan Global Balok .....	50
4.2 Evaluasi Hasil Analisis Numerik .....	51
4.2.1 Pengecekan Kelelahan pada Pelat Buhul Tekan .....	51
4.2.2 Pengecekan pada Pelat Buhul Tarik.....	54
4.2.3 Pengecekan pada Balok.....	56
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	59
5.1 Kesimpulan .....	59
5.1.1 Kesimpulan pada Perhitungan Desain .....	59
5.1.2 Kesimpulan pada Analisis Numerik.....	60

5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	62





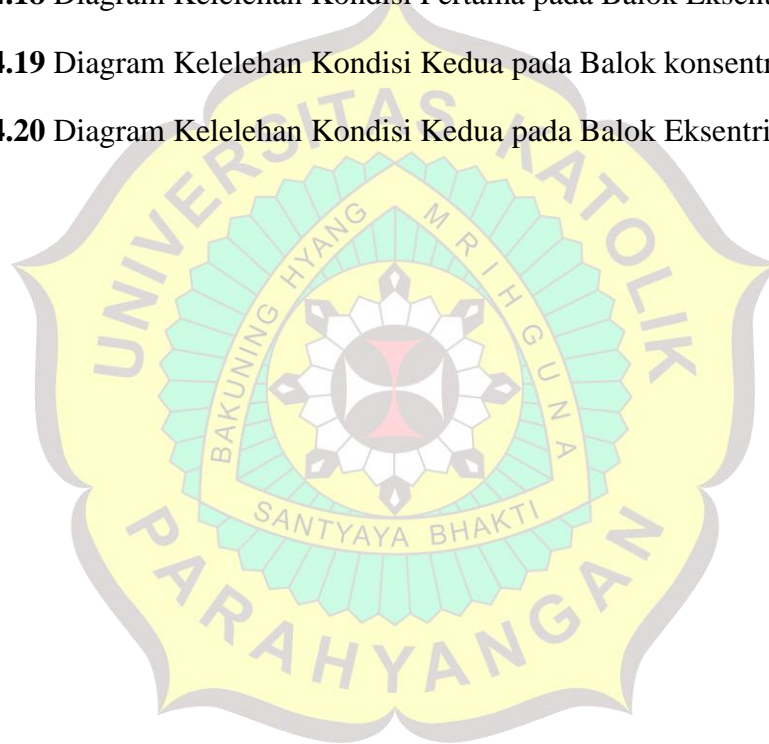
## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> – Contoh desain struktur dengan penggunaan eksentrisitas pada breis .....	2
<b>Gambar 1.2</b> – RBE (kiri) dan RBK (Kanan) (Karsaz, Kamran & Razavi Tosee, Seyed Vahid, 2018).....	2
<b>Gambar 1.3</b> – Acuan sambungan dari <i>AISC Steel Design Guide 29</i> (AISC, 2015) .....	4
<b>Gambar 2.1</b> – Kurva Tegangan-Regangan Baja (Gere,James M, 1996) .....	6
<b>Gambar 2.2</b> – Kurva Tegangan Leleh Metode EUL ((ASTM E8/E8M-13a.2013)7	
<b>Gambar 2.3</b> – Contoh system struktur RBK (Michael D. Engelhardt, PhD,2019) .....	16
<b>Gambar 2.4</b> – Daerah <i>Protected Zone</i> (Michael D. Engelhardt, 2019).....	17
<b>Gambar 2.5</b> – Diagram Gaya Kondisi Kedua (Michael D. Engelhardt, 2019)....	19
<b>Gambar 2.6</b> – Kurva Regangan Vs Gaya pada breis Tarik (Michael D. Engelhardt, 2019) .....	19
<b>Gambar 2.7</b> – Kurva Regangan Vs Gaya pada breis Tekan (Michael D. Engelhardt, 2019) .....	19
<b>Gambar 2.8</b> – Diagram Penyaluran Gaya pada <i>Gusset Plate</i> konfigurasi <i>Chevron</i> (AISC, 2015).....	20
<b>Gambar 2.9</b> – Diagram gaya <i>Section A-A</i> (AISC, 2015).....	21
<b>Gambar 2.10</b> – Diagram Gaya <i>Section B-B</i> (AISC, 2015) .....	21
<b>Gambar 2.11</b> – Contoh Geometri <i>free edge buckling</i> .....	24
<b>Gambar 3.1</b> – Konfigurasi acuan dari AISC, (AISC, 2015).....	27
<b>Gambar 3.2</b> – Diagram Gaya Konfigurasi Konsentris .....	33
<b>Gambar 3.3</b> – Diagram Gaya Konfigurasi Eksentris.....	33
<b>Gambar 3.4</b> – Frame Konsentris Hasil <i>Assembly</i> .....	34
<b>Gambar 3.5</b> – Frame Eksentris Hasil <i>Assembly</i> .....	35



<b>Gambar 3.6</b> – <i>Tie Constraint</i> Frame Konsentris.....	35
<b>Gambar 3.7</b> – <i>Tie Constraint</i> Frame Eksentris .....	35
<b>Gambar 3.8</b> Diagram Pembebanan pada ABAQUS untuk Gaya Tarik.....	36
<b>Gambar 3.9</b> Diagram Pembebanan pada ABAQUS untuk Gaya Tekan .....	36
<b>Gambar 3.10</b> – Cth. Pembebanan pada Frame Konsentris.....	37
<b>Gambar 3.11</b> – Batasan Sendi dan Pelat Rigid pada Ujung Balok.....	37
<b>Gambar 3.12</b> – Cth. Pembebanan dan Pelat Rigid pada Ujung Breis tarik .....	37
<b>Gambar 4.1</b> – Desain Pelat Buhul dengan <i>Whitmore Section</i> Konsentris .....	41
<b>Gambar 4.2</b> .....	41
<b>Gambar 4.3</b> – Desain Pelat Buhul dengan <i>Whitmore Section</i> Eksentris .....	41
<b>Gambar 4.4</b> Diagram Momen (Atas), Gaya Lintang (Tengah ), dan Gaya Normal (Bawah) pada Konfigurasi Konsentris .....	49
<b>Gambar 4.5</b> .....	49
<b>Gambar 4.6</b> Diagram Momen (Atas), Gaya Lintang (Tengah ), dan Gaya Normal (Bawah) pada Konfigurasi Eksentris .....	49
<b>Gambar 4.7</b> Diagram Kelelahan kondisi Pertama pada Pelat Buhul Tekan Konsentris .....	52
<b>Gambar 4.8</b> Diagram Kelelahan kondisi Pertama pada Pelat Buhul Tekan Eksentris .....	52
<b>Gambar 4.9</b> - Diagram Kelelahan kondisi Kedua pada Pelat Buhul Tekan Konsentris .....	53
<b>Gambar 4.10</b> - Diagram Kelelahan kondisi Kedua pada Pelat Buhul Tekan Eksentris.....	53
<b>Gambar 4.11</b> - Diagram Deformasi Pelat Buhul Konsentris Terhadap Sumbu X54	
<b>Gambar 4.12</b> - Diagram Deformasi Pelat Buhul Eksentris Terhadap Sumbu X..	54
<b>Gambar 4.13</b> – Diagram Kelelahan Kondisi Pertama pada Pelat Buhul Tarik Konsentris .....	54

<b>Gambar 4.14</b> – Diagram Kelelahan Kondisi Pertama pada Pelat Buhul Tarik Eksentris.....	55
<b>Gambar 4.15</b> – Diagram Kelelahan Kondisi Plastis pada Pelat Buhul Tarik Konsentris .....	55
<b>Gambar 4.16</b> – Diagram Kelelahan Kondisi Plastis pada Pelat Buhul Tarik Eksentris.....	56
<b>Gambar 4.17</b> Diagram Kelelahan Kondisi Pertama pada Balok konsentrisGambar 4.17.....	56
<b>Gambar 4.18</b> Diagram Kelelahan Kondisi Pertama pada Balok Eksentris .....	57
<b>Gambar 4.19</b> Diagram Kelelahan Kondisi Kedua pada Balok konsentris .....	57
<b>Gambar 4.20</b> Diagram Kelelahan Kondisi Kedua pada Balok Eksentris .....	57



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> – Tabel Mutu Baja untuk Jenis Baja indonesia .....	7
<b>Tabel 3.1</b> - Tabel Input Gaya Tarik dan Tekan pada ABAQUS .....	36
<b>Tabel 4.1</b> - <i>Section A-A</i> .....	43
<b>Tabel 4.2</b> - <i>Section B-B</i> .....	43
<b>Tabel 4.3</b> - <i>Shear Yielding</i> .....	44
<b>Tabel 4.4</b> - <i>Tensile Yielding</i> .....	44
<b>Tabel 4.5</b> – Rasio Pengecekan <i>Section A-A</i> .....	44
<b>Tabel 4.6</b> – Tabel Perhitungan Sambungan <i>Section A-A</i> .....	45
<b>Tabel 4.7</b> - <i>Free edge buckling</i> .....	46
<b>Tabel 4.8</b> - Perhitungan terhadap tegangan geser.....	46
<b>Tabel 4.9</b> - Perhitungan terhadap gaya $T_{equiv}$ .....	46
<b>Tabel 4.10</b> – Rasio Pengecekan <i>Free edge buckling</i> .....	47
<b>Tabel 4.11</b> <i>Web local yielding</i> .....	47
<b>Tabel 4.12</b> <i>Web shear yielding</i> .....	47
<b>Tabel 4.13</b> <i>Web Local Crippling</i> .....	47
<b>Tabel 4.14</b> <i>Transverse Web Yielding</i> .....	47
<b>Tabel 4.15</b> – Rasio Pengecekan Lokal Balok .....	47
<b>Tabel 4.16</b> – Gaya Maksimum pada Global Balok dan Peningkatannya .....	48
<b>Tabel 4.17</b> – Gaya pada Pengecekan Momen Global Balok .....	50
<b>Tabel 4.18</b> – Gaya pada Pengecekan Geser Balok .....	50
<b>Tabel 4.19</b> – Gaya pada Pengecekan Normal Balok .....	50
<b>Tabel 4.20</b> – Rasio Pengecekan Global Balok .....	51

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Konfigurasi Konsentris .....	63
Lampiran 2 Perhitungan Konfigurasi Eksentris .....	79



# BAB 1

## PENDAHULUAN

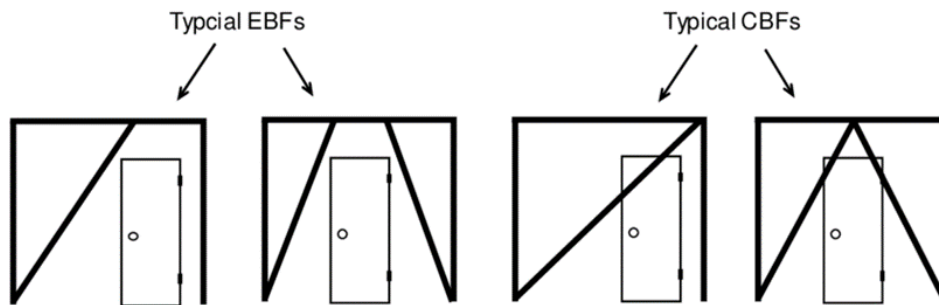
### 1.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu, infrastruktur dunia terus berkembang menuju desain yang lebih maju (*advanced*) dengan tujuan meningkatkan keamanan dan efektifitas suatu struktur. Pada desain struktur baja sistem yang sudah ditetapkan untuk bangunan tahan gempa adalah sistem RBK (Rangka Terbreis Konsentris), RBE (Rangka Terbreis Eksentris), dan RMK (Rangka Momen). Ketiga contoh tersebut memiliki kemampuan yang tinggi untuk menahan beban lateral dengan perbedaan secara metode desain.

Secara desain struktural, sistem RMK tidak menggunakan breis untuk menahan beban horizontal sedangkan untuk kedua sistem RBK dan RBE menggunakan breis sebagai komponen untuk menahan beban tersebut. Secara mekanisme disipasi energi karena tidak adanya breis pada RMK komponen sambungan penahan momen antara balok dan kolom digunakan untuk sebagai lokasi disipasi energi. Namun, sistem RBK menggunakan sambungan breis dan RBE menggunakan sistem *Link* yang merupakan bagian balok antara kedua breis akibat adanya eksentrisitas untuk melakukan disipasi energi.

Pada praktik dilapangan, penggunaan sistem struktur terbreis konsentris akan menurunkan efektivitas ruang akibat ketidak fleksibilitas pemasangan breis. Karena hal ini, tidak adanya breis dan penerapan eksentrisitas pada sistem struktur dapat meningkatkan efektivitas desain arsitektural struktur (Gambar 1.1). Sistem RBK yang memiliki desain breis konsentris memiliki kekurangan tersebut, tetapi dalam SNI 7860-20 yang sebelumnya disinggung pada AISC 341-16 terdapat penetapan aturan untuk penggunaan eksentrisitas pada RBK yaitu "*Eccentricities less than the beam depth are permitted if the resulting member and connection forces are addressed in the design and do not change the expected source of inelastic deformation capacity*".

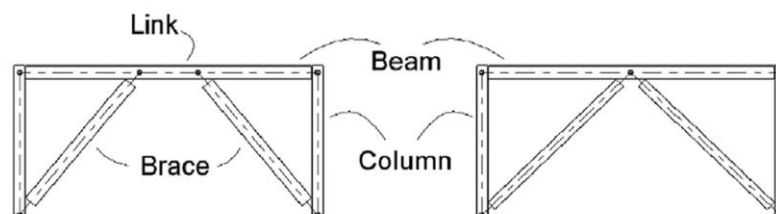
Berdasarkan kalimat tersebut, eksentrisitas diizinkan selama lebih kecil dari kedalaman balok yang digunakan. Tetapi, AISC belum memberikan penjelasan lebih detail untuk desain yang menggunakan eksentrisitas tersebut. Dengan demikian, penelitian ini akan terfokus pada penggunaan eksentrisitas sebesar kedalaman balok pada komponen sambungan dengan konfigurasi Inverted V bracing atau chevron



**Gambar 1.1** – Contoh desain struktur dengan penggunaan eksentrisitas pada breis

Penggunaan eksentrisitas pada sambungan chevron akan membuat geometri desain RBK menjadi serupa dengan sistem yang lain yaitu sistem RBE, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.2. Walaupun terdapat kemiripan secara geometri, hal pembeda yang utama adalah pada sistem RBK kelelehan dan tekuk diharapkan terjadi pada komponen breis saat terjadinya gaya tarik atau tekan, sedangkan sistem RBE mengharapkan kelelehan saja yang terjadi pada bagian link.

Hal ini membuat prosedur desain kapasitas komponen struktur lainnya mengacu pada komponen tersebut. Pada RBK dengan adanya eksentrisitas, kekuatan balok harus tetap lebih kuat daripada breis karena kegagalan tetap diharapkan terjadi pada komponen breis. Selain itu untuk detail pelat buhul, pada RBK kedua breis menggunakan pelat buhul yang menjadi satu, sedangkan untuk RBE masing-masing breis memiliki pelat buhul tersendiri



**Gambar 1.2** – RBE (kiri) dan RBK (Kanan) (Karsaz, Kamran & Razavi Tosee, Seyed Vahid, 2018)

Berdasarkan permasalahan yang sudah dibahas diatas, penelitian ini diberikan judul Analisis penerapan eksentrisitas pada sistem RBK tipe chevron dengan metode elemen hingga. Penelitian ini dilakukan karena belum adanya contoh desain pada AISC yang dapat dijadikan acuan untuk RBK dengan konfigurasi chevron yang menggunakan eksentrisitas walaupun tertulis bahwa penggunaan eksentrisitas diperbolehkan dengan batasan tertentu. Selain itu, penelitian ini dilakukan untuk mencari tahu faktor apa saja yang akan menjadi permasalahan untuk desain chevron pada RBK dengan eksentrisitas.

### **1.2 Inti Permasalahan**

Pada AISC 341, eksentrisitas antar breis secara terbatas diperbolehkan pada sistem struktur RBK, namun prosedur desain untuk konfigurasi tersebut belum tersedia secara spesifik.

Dampak penerapan eksentrisitas terhadap desain pelat buhul dan balok pada RBK tipe Chevron, serta perilaku inelastik struktur tersebut perlu dikaji.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mendesain struktur untuk sistem RBK dengan eksentrisitas yang diizinkan.
2. Membandingkan hasil desain dari penggunaan eksentrisitas dan tanpa eksentrisitas pada sistem RBK
3. Mengevaluasi perilaku nonlinear balok dan pelat buhul pada sistem RBK dengan eksentrisitas.

### **1.4 Batasan Masalah**

Penelitian ini akan dibatasi masalah yang mengacu kepada beberapa hal berikut:

1. Sistem sambungan yang akan dikaji adalah RBK tipe inverted V brace atau chevron (Gambar 1.3)

- Desain balok dan pelat buhul akan mengacu pada AISC Steel Design Guide 29, Example 5.9-Chevron Brace Connection, dengan penyesuaian mutu dan profil baja serta penerapan ketentuan desain kapasitas untuk RBK.

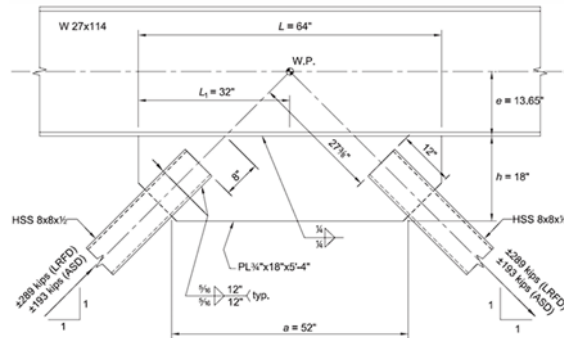


Fig. 5-19. Typical chevron brace connection.

**Gambar 1.3** – Acuan sambungan dari *AISC Steel Design Guide 29* (AISC, 2015)

- Mutu baja untuk breis, balok, dan pelat buhul adalah BJ 37 (240/370)
- Dimensi profil breis mengikuti standar JIS G3466
- Dimensi profil balok mengikuti standar JIS G3192
- Sambungan antara breis dan pelat buhul serta antara pelat buhul dan balok menggunakan las yang diasumsikan tidak mengalami kegagalan dalam analisis
- Analisis nonlinear menggunakan perangkat lunak berbasis elemen hingga ABAQUS
- Profil dan pelat buhul dimodelkan sebagai elemen shell.

### 1.5 Metode Penelitian

Beberapa metode penelitian yang digunakan untuk tercapainya tujuan penelitian, yaitu:

- Studi literatur dengan menggunakan jurnal dan standar yang ada seperti AISC dan SNI sebagai acuan untuk penelitian
- Desain detail untuk perbandingan antara desain dengan adanya eksentrisitas dan tidak.
- Analisis nonlinear dengan menggunakan ABAQUS



## 1.6 Sistematika Penulisan

Berikut merupakan sistematika penulisan yang digunakan pada proses penelitian ini:

1. BAB I (PENDAHULUAN)

Bab 1 akan berisi garis besar dan dasar dari penelitian ini yang berisi latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, Batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II (TINJAUAN PUSTAKA)

Bab II berisi dasar teori yang digunakan pada penelitian ini untuk menemukan jawaban dari inti permasalahan dan penyusunan hasil yang diperoleh.

3. BAB III (METODE PENELITIAN)

Bab III membahas mengenai metode yang akan digunakan untuk menjalankan penelitian. Mulai dari aplikasi, pengolahan data, dan kesimpulan dari data yang diteliti.

4. BAB IV (ANALISIS DATA)

BAB IV berisi proses perhitungan analisis dan hasilnya dengan menggunakan teori yang ditulis pada Bab II.

5. BAB V (PENUTUP)

Bab V berisi dengan kesimpulan dari hasil penelitian dan saran dari hasil penelitian.