

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEMPURNAAN  
PENAMPANG DALAM BATAS TOLERANSI  
TERHADAP RAGAM KEGAGALAN  
KOMPONEN STRUKTUR BAJA**



**ALVIN KRISNA HARTONO  
NPM : 6102001081**

**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 PENGARUH KETIDAKSEMPURNAAN  
PENAMPANG DALAM BATAS TOLERANSI  
TERHADAP RAGAM KEGAGALAN  
KOMPONEN STRUKTUR BAJA**



**ALVIN KRISNA HARTONO  
NPM : 6102001081**

**BANDUNG, 5 JULI 2024**

**PEMBIMBING:**

**KO-PEMBIMBING:**

**Helmy Hermawan Tjahjanto,**

**Ph.D.**

**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 PENGARUH KETIDAKSEMPURNAAN PENAMPANG DALAM BATAS TOLERANSI TERHADAP RAGAM KEGAGALAN KOMPONEN STRUKTUR BAJA



**ALVIN KRISNA HARTONO**  
**NPM : 6102001081**

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

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

**PENGUJI 1:** Dr. Paulus Karta Wijaya, Ir., M.Sc.

**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 : Alvin Krisna Hartono  
Tempat, tanggal lahir : Denpasar, 26 November 2001  
NPM : 6102001081  
Judul skripsi : **Analisis Pengaruh Ketidaksempurnaan  
Penampang Dalam Batas Toleransi Terhadap  
Ragam Kegagalan Komponen Struktur Baja**

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, 5 Juli 2024



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

Alvin Krisna Hartono

**ANALISIS PENGARUH KETIDAKSEMPURNAAN  
PENAMPANG DALAM BATAS TOLERANSI  
TERHADAP RAGAM KEGAGALAN  
KOMPONEN STRUKTUR BAJA**

**Alvin Krisna Hartono  
NPM: 6102001081**

**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**

Komponen struktur baja sering kali mengalami kondisi ketidaksempurnaan penampang dalam penggunaannya di lapangan. Ketidaksempurnaan penampang sudah diberikan batasan toleransi oleh standar yang ada seperti *Japanese Industrial Standard*. Untuk komponen struktur profil WF batasan toleransi tersebut ada dalam JIS G 3192. Terdapat 4 tipe ketidaksempurnaan penampang yang akan di bahas pada penelitian ini yaitu *flange out of squareness, bend, web off center, dan comber of web* dengan dua macam profil WF, yaitu Profil H dan I. Tipe-tipe ketidaksempurnaan tersebut di uji menggunakan *software* ABAQUS dengan memberikan pembebanan tekan, lentur, dan geser untuk menunjukkan ragam kegagalan yang dihasilkan akibat adanya ketidaksempurnaan penampang. Hasil penelitian untuk kondisi tekan didapatkan kegagalan tekuk lokal pada flens pada profil H dan 3 macam kegagalan yaitu tekuk lokal pada flens, tekuk torsi, dan tekuk global kolom pada profil I. Untuk kondisi lentur didapatkan kegagalan tekuk pada flens untuk kedua macam profil, dan beberapa tipe ketidaksempurnaan penurunan kekuatan lebih cepat terjadi dari kondisi sempurna. Terakhir, untuk kondisi geser didapatkan kegagalan tekuk pada web untuk kedua macam profil, dimana pada beberapa kondisi ketidaksempurnaan tekuk pada web terjadi lebih cepat dari kondisi sempurna.

**Kata Kunci :** Ketidaksempurnaan, Komponen struktur baja, Ragam kegagalan, JIS G 3192

# **ANALYSIS THE EFFECT OF CROSS-SECTIONAL IMPERFECTIONS IN THE LIMITS OF TOLERANCE ON VARIOUS FAILURE OF STEEL STRUCTURE COMPONENTS**

**Alvin Krisna Hartono**  
**NPM: 6102001081**

**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**  
(Accredited by SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
**BANDUNG**  
**JULI 2024**

## **ABSTRACT**

Structural steel usually get imperfections in their cross-sectional when used in field. These imperfections have been given tolerance limits by existing standard such as Japanese Industrial Standard. For structural steel WF section the tolerance limits are specified in JIS G 3192. There are 4 types of cross-sectional imperfections that will be discussed in this study, namely flange out of squareness, bend, web off center, dan comber of web with two kind of structural steel sections such as H section and I section. These types of imperfections are tested using ABAQUS software with compression, flexure, and shear load to show various failures from the cross-sectional imperfections. The result of the study for compression load are local buckling at flange for H section and 3 kind of failures for I section like local buckling at flange, torsional buckling, and global buckling. For flexure, local buckling at flange for both type of sections, and for some types of cross-sectional imperfections strength decrease faster than the perfect conditions. Finally, for shear, local buckling at web for both type of sections, where ini some types of cross-sectional imperfections local buckling at web occur faster than the perfect conditions.

**Keywords :** Imperfections, Steel structure components, Variety of failures, JIS G 3192

## PRAKATA

Puji Syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi yang berjudul “Analisis Pengaruh Ketidaksempurnaan Penampang Dalam Batas Toleransi Terhadap Ragam Kegagalan Komponen Struktur Baja” dengan tepat waktu. Laporan skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat dalam mendapatkan gelar Sarjana pada program studi Teknik Sipil di Universitas Katolik Parahyangan. Penyusunan laporan skripsi ini tidak terlepas dari tantangan yang dihadapi. Namun, semuanya dapat dihadapi atas bantuan pihak-pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dari awal hingga akhir penyusunan skripsi. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua dari penulis yang turut serta membantu dalam memberi dukungan dan mendanai perkuliahan.
2. Bapak Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D. dan Ibu Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dan ko-pembimbing yang telah memberikan banyak arahan dan masukan kepada penulis.
3. Bapak Dr. Paulus Karta Wijaya, Ir., M.Sc. dan Bapak Liyanto Eddy, Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan untuk penelitian ini
4. Bapak Doddi Yudianto, Ph.D. selaku dosen wali yang selalu memberikan saran dan pertimbangan mengenai rencana studi penulis selama masa studi di Universitas Katolik Parahyangan
5. Seluruh dosen Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah mengabdikan dirinya dengan memberikan ilmu kepada penulis selama perkuliahan.
6. Seluruh teman-teman Teknik Sipil yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan pengalaman-pengalaman selama perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa depan.

Harapannya, semoga skripsi ini dapat menjadi referensi untuk para pembaca yang ingin memiliki pemahaman lebih lanjut mengenai penelitian yang dilakukan.

Bandung, 5 Juli 2024



Alvin Krisna Hartono

6102001081





# DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN .....	i
ABSTRAK .....	ii
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Inti Permasalahan .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Pembatasan Masalah .....	3
1.5 Metode Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penelitian .....	5
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA .....	7
2.1 Material Baja .....	7
2.1.1 Profil Baja .....	7
2.1.2 Ketidaksempurnaan Penampang Baja .....	7
2.1.3 Kurva Tegangan Regangan Baja .....	8
2.2 Ragam Kegagalan .....	9
2.2.1 Ragam Kegagalan Tekan .....	9
2.2.2 Ragam Kegagalan Lentur .....	10
2.2.3 Ragam Kegagalan Geser .....	10
2.3 Dimensi Baja .....	11
2.3.1 Penampang Langsing dan Kompak .....	11
2.4 Kekuatan Struktur Baja menurut AISC 360-16 .....	12
2.4.1 Kekuatan Tekan .....	12
2.4.2 Kekuatan Lentur .....	13

2.4.3 Kekuatan Geser .....	14
2.5 Penentuan Panjang Komponen Struktur Baja .....	14
2.5.1 Panjang Kolom.....	14
2.5.2 Panjang Balok .....	15
2.6 Metode Elemen Hingga.....	15
2.7 ABAQUS .....	16
2.7.1 Kondisi Batas ABAQUS.....	16
2.7.2 Pembebanan ABAQUS.....	16
<b>BAB 3 PEMODELAN DAN ANALISIS .....</b>	<b>18</b>
3.1 Pendahuluan .....	18
3.2 Mutu Baja.....	18
3.3 Pengecekan Dimensi Baja.....	18
3.3.1 Dimensi Baja.....	18
3.3.2 Pengecekan Kelangsingan Penampang Baja pada Kolom .....	19
3.3.3 Pengecekan Kekompakan Penampang Baja pada Balok .....	20
3.4 Pengecekan Ragam Kegagalan .....	21
3.4.1 Pembebanan Tekan .....	21
3.4.2 Pembebanan Lentur.....	22
3.4.3 Pembebanan Geser.....	22
3.5 Ketidaktepatan Penampang Baja.....	23
3.6 Pemodelan Komponen Struktur Baja Menggunakan <i>Software</i> ABAQUS .	24
3.6.1 Pemodelan Komponen Struktur Baja.....	24
3.6.2 Pemodelan Material .....	25
3.6.3 Pemodelan Perletakan .....	25
3.6.4 Pemodelan Pembebanan .....	26
3.7 Variasi Pemodelan .....	26
<b>BAB 4 PEMBAHASAN HASIL ANALISIS .....</b>	<b>27</b>
4.1 Perbandingan Hasil Pembebanan Tekan.....	27
4.1.1 Kolom WF 300x300x10x15 2m .....	27
4.1.2 Kolom WF 300x150x6.5x9 1m .....	32
4.2 Perbandingan Hasil Pembebanan Lentur .....	41
4.2.1 Balok WF 300x300x10x15 2m.....	41

4.2.2 Balok WF 300x150x6.5x9 1m .....	48
4.3 Perbandingan Hasil Pembebanan Geser .....	55
4.3.1 Balok WF 300x300x10x15 0.5m .....	55
4.3.2 Balok WF 300x150x6.5x9 0.2m .....	63
4.4 Hasil Ragam Kegagalan .....	71
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	74
5.1 Kesimpulan .....	74
5.2 Saran .....	76
DAFTAR PUSTAKA .....	77



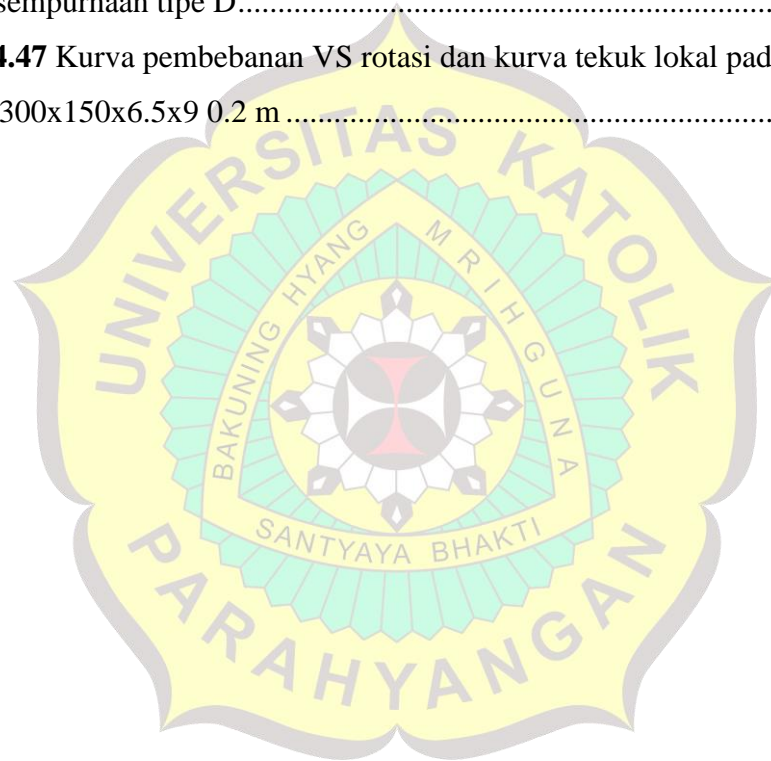
## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Bentuk-bentuk ketidaksempurnaan penampang baja .....	3
<b>Gambar 2.1</b> Kurva tegangan regangan baja (Oentong, 1999) .....	9
<b>Gambar 3.1</b> Spesifikasi baja profil WF .....	18
<b>Gambar 3.2</b> Bentuk-bentuk ketidaksempurnaan .....	23
<b>Gambar 3.3</b> Model komponen struktur baja profil WF 300x300x10x15 kondisi penampang sempurna 0.5 m.....	24
<b>Gambar 3.4</b> Kurva tegangan regangan BJ 41 .....	25
<b>Gambar 3.5</b> Perletakan jepit balok geser.....	26
<b>Gambar 3.6</b> Pemodelan pembebanan balok geser .....	26
<b>Gambar 4.1</b> Kurva pembebanan tekan dan perpendekan kolom WF 300x300x10x15 2 m.....	27
<b>Gambar 4.2</b> Leleh didekat area perletakan kolom tekan WF 300x300x10x15 2 m penampang sempurna.....	28
<b>Gambar 4.3</b> Leleh didekat area perletakan kolom tekan WF 300x300x10x15 2 m ketidaksempurnaan tipe A.....	28
<b>Gambar 4.4</b> Leleh didekat area perletakan kolom tekan WF 300x300x10x15 2 m ketidaksempurnaan tipe B.....	29
<b>Gambar 4.5</b> T Leleh didekat area perletakan kolom tekan WF 300x300x10x15 2 m ketidaksempurnaan tipe C.....	29
<b>Gambar 4.6</b> Leleh didekat area perletakan kolom tekan WF 300x300x10x15 2 m ketidaksempurnaan tipe D.....	29
<b>Gambar 4.7</b> Tekuk lokal pada flens ke arah luar kolom tekan WF 300x300x10x15 2 m pada semua kondisi penampang.....	30
<b>Gambar 4.8</b> Kurva pembebanan VS perpendekan dan kurva tekuk lokal pada flens kolom tekan WF 300x300x10x15 2 m.....	30
<b>Gambar 4.9</b> Kurva pembebanan tekan dan perpendekan kolom WF 300x150x6.5x9 1 m.....	33
<b>Gambar 4.10</b> Kurva pembebanan tekan dan perpendekan kolom WF 300x150x6.5x9 1 m kondisi penampang sempurna dan ketidaksempurnaan tipe A, C, dan D .....	33

<b>Gambar 4.11</b> Kurva pembebanan tekan dan perpendekan kolom WF 300x150x6.5x9 1 m kondisi penampang sempurna dan ketidaksempurnaan tipe B .....	34
<b>Gambar 4.12</b> Leleh pada kolom dan tekuk lokal pada flens kolom tekan WF 300x150x6.5x9 1 m penampang sempurna.....	35
<b>Gambar 4.13</b> Leleh pada kolom dan tekuk lokal pada flens kolom tekan WF 300x150x6.5x9 1 m ketidaksempurnaan tipe B.....	36
<b>Gambar 4.14</b> Kurva pembebanan VS perpendekan dan kurva tekuk lokal pada flens kolom tekan WF 300x150x6.5x9 1 m penampang sempurna dan ketidaksempurnaan tipe B.....	37
<b>Gambar 4.15</b> Leleh pada satu bagian kolom dan tekuk torsi kolom tekan WF 300x150x6.5x9 1 m ketidaksempurnaan tipe A.....	38
<b>Gambar 4.16</b> Kurva pembebanan VS perpendekan dan kurva perpindahan pada flens kolom tekan WF 300x150x6.5x9 1 m ketidaksempurnaan tipe A.....	39
<b>Gambar 4.17</b> Leleh pada satu bagian kolom dan tekuk global pada kolom tekan WF 300x150x6.5x9 1 m ketidaksempurnaan tipe C.....	39
<b>Gambar 4.18</b> Leleh pada satu bagian kolom dan tekuk global pada kolom tekan WF 300x150x6.5x9 1 m ketidaksempurnaan tipe D.....	40
<b>Gambar 4.19</b> Kurva pembebanan VS perpendekan dan kurva tekuk global pada kolom tekan WF 300x150x6.5x9 1 m ketidaksempurnaan tipe C dan D .....	41
<b>Gambar 4.20</b> Kurva pembebanan lentur dan rotasi balok WF 300x300x10x15 2 m .....	42
<b>Gambar 4.21</b> Leleh disekitar perletakan dan tekuk lokal pada flens balok lentur WF 300x300x10x15 2 m penampang sempurna.....	43
<b>Gambar 4.22</b> Leleh disekitar perletakan dan tekuk lokal pada flens balok lentur WF 300x300x10x15 2 m ketidaksempurnaan tipe A.....	43
<b>Gambar 4.23</b> Leleh disekitar perletakan dan tekuk lokal pada flens balok lentur WF 300x300x10x15 2 m ketidaksempurnaan tipe B.....	44
<b>Gambar 4.24</b> Leleh disekitar perletakan dan tekuk lokal pada flens balok lentur WF 300x300x10x15 2 m ketidaksempurnaan tipe C.....	45
<b>Gambar 4.25</b> Leleh disekitar perletakan dan tekuk lokal pada flens balok lentur WF 300x300x10x15 2 m ketidaksempurnaan tipe D.....	45

<b>Gambar 4.26</b> Kurva pembebanan VS rotasi dan kurva tekuk lokal pada flens balok lentur WF 300x300x10x15 2 m .....	46
<b>Gambar 4.27</b> Kurva pembebanan lentur dan rotasi balok WF 300x150x6.5x9 1 m .....	49
<b>Gambar 4.28</b> Leleh disekitar perletakan dan tekuk lokal pada flens balok lentur WF 300x150x6.5x9 1 m penampang sempurna.....	50
<b>Gambar 4.29</b> Leleh disekitar perletakan dan tekuk lokal pada flens balok lentur WF 300x150x6.5x9 1 m ketidaksempurnaan tipe A.....	50
<b>Gambar 4.30</b> Leleh disekitar perletakan dan tekuk lokal pada flens balok lentur WF 300x150x6.5x9 1 m ketidaksempurnaan tipe B.....	51
<b>Gambar 4.31</b> Leleh disekitar perletakan dan tekuk lokal pada flens balok lentur WF 300x150x6.5x9 1 m ketidaksempurnaan tipe C.....	52
<b>Gambar 4.32</b> Leleh disekitar perletakan dan tekuk lokal pada flens balok lentur WF 300x150x6.5x9 1 m ketidaksempurnaan tipe D.....	52
<b>Gambar 4.33</b> Kurva pembebanan VS rotasi dan kurva tekuk lokal pada flens balok lentur WF 300x150x6.5x9 1 m .....	53
<b>Gambar 4.34</b> Kurva pembebanan geser dan rotasi balok WF 300x300x10x15 0.5 m.....	56
<b>Gambar 4.35</b> Leleh dan tekuk lokal pada web balok geser WF 300x300x10x15 0.5 m penampang sempurna.....	57
<b>Gambar 4.36</b> Leleh dan tekuk lokal pada web balok geser WF 300x300x10x15 0.5 m ketidaksempurnaan tipe A.....	58
<b>Gambar 4.37</b> Leleh dan tekuk lokal pada web balok geser WF 300x300x10x15 0.5 m ketidaksempurnaan tipe B .....	58
<b>Gambar 4.38</b> Leleh dan tekuk lokal pada web balok geser WF 300x300x10x15 0.5 m ketidaksempurnaan tipe C.....	59
<b>Gambar 4.39</b> Leleh dan tekuk lokal pada web balok geser WF 300x300x10x15 0.5 m ketidaksempurnaan tipe D.....	60
<b>Gambar 4.40</b> Kurva pembebanan VS rotasi dan kurva tekuk lokal pada web balok geser WF 300x300x10x15 0.5 m .....	61
<b>Gambar 4.41</b> Kurva pembebanan geser dan rotasi balok WF 300x150x6.5x9 0.2 m .....	64

<b>Gambar 4.42</b> Leleh dan tekuk lokal pada web balok geser WF 300x150x6.5x9 0.2 m penampang sempurna.....	65
<b>Gambar 4.43</b> Leleh dan tekuk lokal pada web balok geser WF 300x150x6.5x9 0.2 m ketidaksempurnaan tipe A.....	66
<b>Gambar 4.44</b> Leleh dan tekuk lokal pada web balok geser WF 300x150x6.5x9 0.2 m ketidaksempurnaan tipe B.....	66
<b>Gambar 4.45</b> Leleh dan tekuk lokal pada web balok geser WF 300x150x6.5x9 0.2 m ketidaksempurnaan tipe C.....	67
<b>Gambar 4.46</b> Leleh dan tekuk lokal pada web balok geser WF 300x150x6.5x9 0.2 m ketidaksempurnaan tipe D.....	68
<b>Gambar 4.47</b> Kurva pembebanan VS rotasi dan kurva tekuk lokal pada web balok geser WF 300x150x6.5x9 0.2 m.....	69



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Ragam kegagalan baja.....	1
<b>Tabel 1.2</b> Pembatasan masalah.....	4
<b>Tabel 2.1</b> Batas toleransi ketidaksempurnaan profil WF (JIS G 3192).....	8
<b>Tabel 3.1</b> Dimensi profil baja WF.....	19
<b>Tabel 3.2</b> Nilai batasan toleransi ketidaksempurnaan profil baja.....	24
<b>Tabel 4.1</b> Perbandingan rasio $P_{max}$ kolom tekan WF 300x300x10x15 2 m .....	28
<b>Tabel 4.2</b> Perbandingan rasio $P_{max}$ kolom tekan WF 300x150x6.5x9 1 m .....	34
<b>Tabel 4.3</b> Perbandingan rasio $M_{max}$ balok lentur WF 300x300x10x15 2 m .....	42
<b>Tabel 4.4</b> Perbandingan rasio $M_{max}$ balok lentur WF 300x150x6.5x9 1 m .....	49
<b>Tabel 4.5</b> Perbandingan rasio $V_{max}$ balok geser WF 300x300x10x15 0.5 m .....	56
<b>Tabel 4.6</b> Perbandingan rasio $V_{max}$ balok geser WF 300x150x6.5x9 0.2 m .....	64
<b>Tabel 4.7</b> Ragam kegagalan tekan hasil penelitian .....	71
<b>Tabel 4.8</b> Ragam kegagalan lentur hasil penelitian.....	72
<b>Tabel 4.9</b> Ragam kegagalan geser hasil penelitian.....	73



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN KELANGSINGAN KOLOM.....	78
LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN KEKOMPAKAN BALOK .....	70
LAMPIRAN 3 PERHITUNGAN PANJANG KOLOM.....	80
LAMPIRAN 4 PERHITUNGAN PANJANG BALOK .....	81
LAMPIRAN 5 PERHITUNGAN KEKUATAN TEKAN .....	83
LAMPIRAN 6 PERHITUNGAN KEKUATAN LENTUR DAN GESER.....	85
LAMPIRAN 7 TABEL PEMBEBANAN VS ROTASI .....	87



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Baja merupakan salah satu material yang sering digunakan dalam dunia konstruksi. Pemilihan baja sebagai struktur dalam dunia konstruksi dikarenakan memiliki rasio kekuatan yang tinggi, fleksibilitas, dan dapat diproduksi dalam jumlah yang besar dan seragam. Salah satu jenis profil baja yang sering digunakan pada konstruksi adalah baja profil WF. Baja dibagi menjadi 4 kategori (berdasarkan Carbon yang dikandung):

1. *Low Carbon* (mengandung *Carbon* kurang dari 0,15%)
2. *Mild Carbon* (mengandung *Carbon* 0,15%-0,29%)
3. *Medium Carbon* (mengandung *Carbon* 0,30%-0,59%)
4. *High Carbon* (mengandung *Carbon* 0,60%-1,70%)

*Structural Carbon Steel* (Baja karbon untuk konstruksi) adalah termasuk kategori *Mild Carbon* (Oentoeng, 1999)

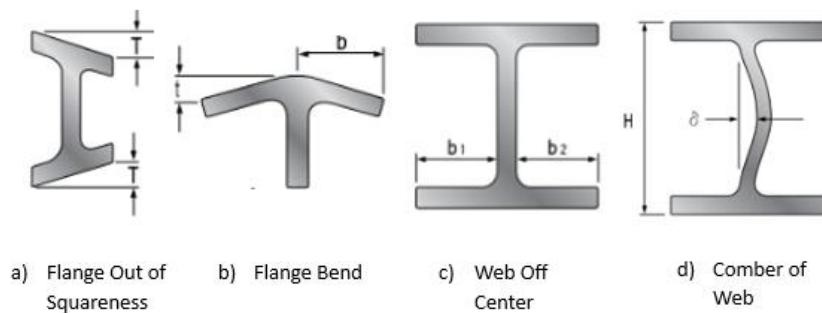
Dalam penggunaannya di lapangan, diperlukan proses desain pada struktur baja agar menghasilkan struktur yang aman. Desain yang aman menurut ketentuan *Load and Resistance Factor Design (LFRD)* apabila kekuatan desain sama atau melebihi kekuatan yang dibutuhkan dalam menahan pembebanan. Pembebanan yang diberikan pada struktur baja dapat menghasilkan ragam kegagalan. Pada kolom profil WF kegagalan diakibatkan oleh kekuatan tekan, sedangkan pada balok profil WF diakibatkan oleh kekuatan lentur dan geser. Macam-macam ragam kegagalan baja dapat dilihat pada **Tabel 1.1**.

**Tabel 1.1** Ragam kegagalan baja

No	Komponen Struktur	Kekuatan	Ragam Kegagalan	Ketentuan	
1	Kolom	Tekan	Tekuk Lentur	Kolom langsing	
			Tekuk Torsi	Kolom langsing	Penampang simetris ganda

			Tekuk Torsi-Lentur	Kolom langsing	Penampang asimetris dan simetris tunggal
			Leleh	Kolom pendek	
2	Balok	Lentur	Momen plastis	Balok Kompak	
			Tekuk torsi lateral (LTB) elastis	Balok kompak & non-kompak	
			Tekuk torsi lateral (LTB) inelastis	Balok kompak & non-kompak	
			Tekuk lokal flens	Balok non-kompak	
		Geser	Kekuatan geser sumbu kuat	Balok dipasang dengan gaya geser sejajar Web	
Kekuatan geser sumbu lemah	Balok dipasang dengan gaya geser sejajar Flens				

Dalam penerapannya di lapangan, struktur baja sering kali memiliki kendala. Salah satu Kendala yang sering terjadi adalah ketidaksempurnaan penampang baja. Struktur baja yang tidak sempurna terjadi karena proses fabrikasi dan pemasangan di lapangan (Shayan,2014). Pada proses fabrikasi pembuatan baja dengan profil WF menggunakan metode baja gilas panas (*Hot Rolled*). Pada proses fabrikasi dengan metode gilas panas, baja akan dipanaskan dan digulung pada suhu tinggi. Setelah proses pemanasan dan penggulangan, baja akan didinginkan sehingga menyebabkan baja akan menyusut. Oleh karena itu sangat sulit untuk menjaga baja agar tetap sesuai dimensi dan bentuknya. Ketidakesesuaian dimensi dan bentuk baja masih dapat diterima dalam dunia konstruksi apabila tidak melampaui batas toleransi yang telah ditetapkan oleh beberapa standar. Menurut *Japan Industrial Standard G 3192* (JIS G 3192) terdapat 4 tipe ketidaksempurnaan penampang baja yang masih memiliki batas toleransi: (a) *Flange Out of Squareness*; (b) *Flange Bend*; (c) *Web Off Center* dan (d) *Comber of Web*.



**Gambar 1.1** Bentuk-bentuk ketidaksempurnaan penampang baja

Profil baja yang tidak sesuai dengan spesifikasi mengakibatkan perubahan ragam kegagalan dan penurunan kekuatan. Pada ketidaksempurnaan penampang tipe (a) kondisi web tidak simetris terhadap sumbu lemah sehingga dapat memicu LTB pada balok. Tipe (b) mengalami kondisi ketidaklurusan flens sehingga dapat mengakibatkan adanya tekuk lokal pada flens akibat tekan. Tipe (c) tidak simetris terhadap sumbu lemah sehingga dapat memicu LTB pada balok dan tekuk torsi lentur pada kolom akibat perubahan sumbu simetri. Terakhir, Tipe (d) web mengalami kebengkokkan sehingga dapat mengakibatkan tekuk lokal pada web akibat geser.

### 1.2 Inti Permasalahan

Perhitungan baja profil WF menurut AISC 360-16 selalu dalam kondisi penampang sempurna, pada kenyatannya terdapat beberapa ketidaksempurnaan yang terjadi akibat proses fabrikasi. Ketidaksempurnaan penampang dalam batas toleransi berpotensi mengakibatkan terjadinya perubahan ragam kegagalan dan penurunan kekuatan. Diperlukan kajian lebih lanjut untuk mengevaluasi dampak ketidaksempurnaan tersebut.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kekuatan dan ragam kegagalan tekan, lentur, dan geser komponen struktur baja dengan penampang dan tidak sempurna dalam batas toleransi

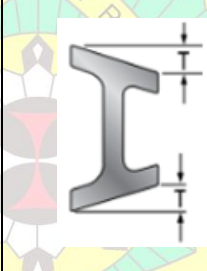
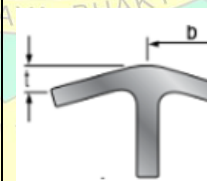
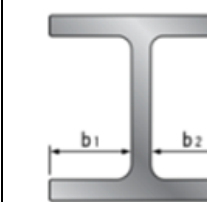
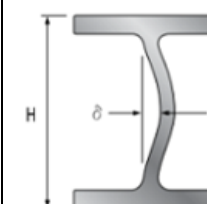
- Menyampaikan rekomendasi untuk desain berdasarkan hasil evaluasi kekuatan dan ragam kegagalan akibat ketidaksempurnaan penampang

#### 1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

- Profil baja yang dianalisis adalah WF300x300x10x15 dan WF300x150x6.5x9 yang memiliki elemen sayap dan badan kompak
- Pembebanan pada komponen struktur baja diberikan agar mengalami kegagalan akibat: (1) aksial tekan; (2) momen lentur; (3) gaya geser.
- Subyek uji menggunakan 4 tipe ketidaksempurnaan penampang baja

**Tabel 1.2** Pembatasan Masalah

Tabel Pembatasan Masalah			
Profil Baja	Pembebanan	Bentuk Ketidaksempurnaan	
H (300 x 300 x 10 x 15)	Tekan		Flange Out of Squareness
	Lentur		Flange Bend
I (300 x 150 x 6.5 x 9)		Geser	
			Comber of Web

4. Ketidaktepatan penampang terjadi sepanjang komponen struktur baja
5. Mutu baja yang digunakan adalah BJ 41
6. Batas toleransi yang digunakan mengacu pada *Japanese Industrial Standard G 1392* (JIS G 3192)
7. Analisis menggunakan metode elemen hingga dengan program Abaqus
8. Profil baja dimodelkan dengan menggunakan elemen *shell*

### **1.5 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini adalah:

1. Studi Literatur

Mengumpulkan dan mempelajari data yang di dapat dari buku, jurnal, artikel, dan sumber-sumber lainnya.

2. Studi Analisis

Melakukan pemodelan numerik dengan menggunakan perangkat lunak Abaqus

### **1.6 Sistematika Penelitian**

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

#### **BAB 2 KAJIAN PUSTAKA**

Berisi kumpulan teori yang digunakan sebagai pedoman dalam pengerjaan skripsi

#### **BAB 3 PEMODELAN DAN ANALISIS**

Berisi pemodelan baja kondisi penampang tidak sempurna dengan menggunakan program abaqus dan analisis pengaruh ketidaktepatan penampang tersebut terhadap ragam kegagalan baja

#### **BAB 4 PEMBAHASAN HASIL ANALISIS**

Berisi pembahasan mengenai analisis dari hasil pemodelan yang dilakukan

**BAB 5**

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi kesimpulan dan saran dari hasil analisis yang telah didapatkan

