

**SKRIPSI**

**STUDI PENGARUH SEGMENT BALOK YANG  
BERSEBELAHAN TERHADAP MOMEN KRITIS BALOK  
BAJA**



**Nathasia Putri**

**NPM : 2013410074**

**PEMBIMBING : Dr. Paulus Karta Wijaya**

**KO-PEMBIMBING : Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JUNI 2017**



**SKRIPSI**

**STUDI PENGARUH SEGMENT BALOK YANG  
BERSEBELAHAN TERHADAP MOMEN KRITIS BALOK  
BAJA**



**Nathasia Putri**

**NPM : 2013410074**

**PEMBIMBING : Dr. Paulus Karta Wijaya**

**KO-PEMBIMBING : Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JUNI 2017**



**SKRIPSI**

**STUDI PENGARUH SEGMENT BALOK YANG  
BERSEBELAHAN TERHADAP MOMEN KRITIS  
BALOK BAJA**



**NATHASIA PUTRI  
NPM : 2013410074**

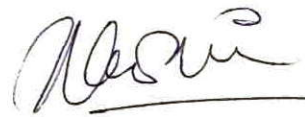
**BANDUNG, 16 JUNI 2017**

**PEMBIMBING:**



**Dr. Paulus Karta Wijaya**

**KO-PEMBIMBING:**



**Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JUNI 2017**



## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama Lengkap : Nathasia Putri

NPM : 2013410074

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: “STUDI PENGARUH SEGMENT BALOK YANG BERSEBELAHAN TERHADAP MOMEN KRITIS BALOK BAJA” adalah benar-benar karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari ditemukan plagiarisme dalam karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Bandung, 16 Juni 2017



Nathasia Putri

2013410074





# **STUDI PENGARUH SEGMENT BALOK YANG BERSEBELAHAN TERHADAP MOMEN KRITIS BALOK BAJA**

**Nathasia Putri  
NPM: 2013410074**

**Pembimbing : Dr. Paulus Karta Wijaya  
Ko-Pembimbing : Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JUNI 2017**

## **ABSTRAK**

Tekuk torsi lateral adalah salah satu bentuk kegagalan balok baja. Panjang antara dua titik tumpu lateral pada balok menjadi salah satu faktor penting dalam analisis bentuk kegagalan ini. Maka dari itu seringkali dipasang tumpuan lateral untuk memperbesar momen kritis balok baja. Dalam SNI sudah diberikan persamaan untuk menghitung tipe kegagalan ini, namun persamaan tersebut belum memperhitungkan pengaruh segmen balok yang bersebelahan, karena segmen balok yang bersebelahan tersebut dapat menahan rotasi puntir, namun *warping* tetap dapat terjadi. Studi ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh segmen balok yang bersebelahan terhadap momen kritis balok baja. Analisis yang dilakukan adalah analisis tekuk linear dan analisis keruntuhan dengan menggunakan metode elemen hingga, menggunakan program ADINA v9.2. Pada analisis keruntuhan diperhitungkan pengaruh dari tegangan residu. Hasil studi ini memperlihatkan bahwa pada analisis tekuk linear, terlihat pengaruh signifikan akibat adanya segmen balok yang bersebelahan terhadap momen kritis balok baja. Sedangkan pada analisis keruntuhan, terlihat pengaruh akibat adanya segmen balok yang bersebelahan, namun relatif lebih kecil dibandingkan dengan analisis tekuk linear. Hal ini dikarenakan pada analisis keruntuhan yang memperhitungkan ketidaksempurnaan awal dan tegangan residu, pada saat mencapai beban kritis, balok baja telah mencapai titik leleh, sehingga kekakuan balok baja mengalami reduksi yang signifikan. Sebagai hasil studi ini, diberikan nilai perbesaran momen kritis untuk kondisi balok spesifik menurut hasil analisis tekuk linear dan analisis keruntuhan.

Kata Kunci : Tekuk Torsi-lateral, Segmen Balok Berdekatan, Momen Kritis, analisis tekuk linear, analisis keruntuhan



# **STUDY ON THE EFFECTS OF ADJACENT SEGMENTS OF STEEL BEAM TO ITS CRITICAL MOMENT**

**Nathasia Putri**  
**NPM: 2013410074**

**Advisor : Dr. Paulus Karta Wijaya**  
**Co-Advisor : Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**  
**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**  
(Accredited By SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
**BANDUNG**  
**JUNE 2017**

## **ABSTRACT**

Lateral torsional buckling (LTB) is one of the most common failure modes in a steel beam structure. Unbraced length is one of crucial factor for LTB analysis. Indonesian local code (SNI) has formulated the critical moment with respect to LTB analysis. However, the effect of adjacent segments of beam has not been accounted for. Adjacent segments of beam will provide restrain to the torsional rotation but warping is still free to occur. This study is intended to observe the effect of the adjacent segments of steel beam to its critical moment. The analysis carried out is linearized buckling analysis and collapsed analysis using FEM performed by ADINA v9.2, where the effect of residual stress is calculated in collapsed analysis. The result of this study shows that in linearized buckling analysis, the adjacent segments of beam give significant effects to its critical moment. Meanwhile, in collapsed analysis, the adjacent segments of beam shows effect to its critical moment as well, but smaller increase relatively to linearized buckling analysis. This is caused by the initial imperfection and residual stress which are taken into account in collapsed analysis. Steel beam stiffness has significantly reduced when the critical force is reached and the steel beam reach the yield stress. In conclusion, the increase of steel beam critical moment is observed for specific beam condition according to the result of linearized buckling analysis and collapsed analysis.

Kata Kunci : Lateral torsional buckling, adjacent segment of beams, critical moment, linearized buckling analysis, collapse analysis



## Prakata

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha Esa karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Studi Pengaruh Segmen Balok yang Bersebelahan Terhadap Momen Kritis Balok Baja*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat Sarjana Teknik Sipil di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak tantangan dan hambatan yang penulis hadapi. Tetapi berkat bimbingan, dorongan dan kritik, serta dorongan semangat yang diberikan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan. Untuk itu, dengan penuh rasa hormat penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Paulus Karta Wijaya, selaku dosen pembimbing dalam pembuatan skripsi ini yang telah memberikan waktu, masukan dan pengetahuan yang berharga selama proses bimbingan sehingga skripsi ini mungkin terselesaikan.
2. Ibu Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc., selaku dosen ko-pembimbing yang telah memberikan perhatian, waktu dan pengetahuan yang berguna bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Johannes Adhijoso Tjondro dan Bapak Dr. Djoni Simanta, selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran pada studi ini
4. Ibu Dr-Ing. Dina Rubiana, Ibu Nenny Samudra, Ir.,M.T., Ibu Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T., Bapak Altho Sagara, S.T., M.T., dan Ibu Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T., yang telah hadir baik dalam Seminar Judul dan Seminar Isi dan telah memberi kritik dan saran kepada penulis
5. Robby Suarly dan Injo Lina, orangtua yang selalu mendukung saya, baik secara materiil dan moril selama pengerjaan skripsi
6. Teman seperjuangan pada pengerjaan skripsi, Martin Obert yang telah banyak membantu pengerjaan skripsi, serta Malvin Marlim, Randy Rivaldi Trisnojoyo yang selalu menemani dalam pengerjaan skripsi

7. Teman-teman teknik sipil angkatan 2013, atas dukungan dan suasana kondusif selama pengerjaan skripsi.
8. Serta seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam pengerjaan skripsi ini dan memberi semangat, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dengan penuh rasa kerendahan hati penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat beberapa kekurangan, oleh karena itu penulis sangat berterima kasih apabila ada saran dan kritik yang mengarahkan agar skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Dibalik segala kekurangan tersebut penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi orang yang membacanya.

Bandung, Juni 2017



Nathasia Putri

2013410074

# DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
Prakata.....	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1-1
1.1 Latar Belakang.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-2
1.3 Tujuan Penulisan .....	1-3
1.4 Pembatasan Masalah.....	1-3
1.5 Metode Penelitian .....	1-4
1.6 Sistematika Penulisan .....	1-4
<b>BAB 2 STUDI PUSTAKA</b> .....	2-1
2.1 Perilaku Balok I.....	2-1
2.2 Tegangan Sisa.....	2-3
2.3 Tekuk Torsi Lateral .....	2-3
2.4 Faktor Modifikasi Momen Tak Seragam.....	2-5
2.5 Analisis Tekuk.....	2-6
2.6 Pengaruh Kekakuan Segmen Balok yang Bersebelahan Terhadap Momen Kritis Balok .....	2-7
<b>BAB 3 PEMODELAN ELEMEN HINGGA</b> .....	3-1
3.1 Pendahuluan .....	3-1
3.2 Variasi Panjang Balok Tak Tertumpu.....	3-1
3.3 Kondisi Pembebanan Pada Balok.....	3-1
3.4 Pemodelan Elemen Hingga .....	3-2

3.5	Pemodelan Pembebanan.....	3-7
3.6	Pemodelan Perletakan.....	3-9
BAB 4 HASIL DAN ANALISIS PEMODELAN.....		4-1
4.1	Analisis Hasil Perhitungan Elemen Hingga.....	4-1
4.2	Perhitungan Nilai Momen Kritis Inelastis Berdasarkan Hasil Analisis keruntuhan . .....	4-11
4.3	Analisis Perbesaran Momen Kritis Akibat Kekakuan Segmen Balok yang Bersebelahan Menurut Analisis tekuk linear.....	4-11
4.4	Perbesaran Momen Kritis Akibat Kekakuan Segmen Balok yang Bersebelahan Menurut Analisis keruntuhan.....	4-18
4.5	<i>Effective Stress</i> Pada Profil IWF 400x200x8x13 .....	4-36
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran .....	5-2
DAFTAR PUSTAKA .....		xv



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$C_b$  = faktor modifikasi untuk  $C_b$  yang direkomendasikan oleh Helwig *et al.*

$C_w$  = konstanta pilin

$E$  = modulus elastisitas

$F$  = gaya

$F_y$  = tegangan leleh

$G$  = modulus geser

$h_o$  = tinggi total penampang, jarak antar pusat berat flens

$I_y$  = momen inersia terhadap sumbu lemah penampang

$J$  = konstanta torsi

$L_b$  = panjang bentang tak tertumpu secara lateral

$L_p$  = batas tekuk torsi-lateral inelastis dan kegagalan akibat kelelahan

$L_r$  = batas panjang antara tekuk torsi-lateral elastis dan inelastis

$L$  = panjang awal

$M_A$  = nilai absolut momen pada  $1/4$  bentang antara dua titik tumpu lateral

$M_B$  = nilai absolut momen pada  $1/2$  bentang antara dua titik tumpu lateral

$M_C$  = nilai absolut momen pada  $3/4$  bentang antara dua titik tumpu lateral

$M_{max}$  = nilai absolut momen maximum di sepanjang bentang

$M_p$  = momen plastis penampang

$r_{ts}$  = radius girasi efektif

$S_x$  = modulus penampang terhadap sumbu kuat

$y$  = jarak antara titik dimana beban diaplikasikan relatif terhadap titik berat penampang

$Z_x$  = modulus plastis penampang terhadap sumbu kuat

$D_L$  = pertambahan panjang

$e$  = regangan

$s$  = tegangan

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Model Balok Sederhana dengan Tumpuan Lateral .....	1-2
<b>Gambar 2.1</b> Grafik Perilaku Balok Baja I (Salmon, 2009).....	2-1
<b>Gambar 2.2</b> Persyaratan Deformasi dalam Pembentukan Kekuatan Plastis (Salmon, 2009) .....	2-2
<b>Gambar 2.3</b> Distribusi Tegangan Sisa pada Flens dan Web .....	2-3
<b>Gambar 2.4</b> Batas Momen Nominal pada Tekuk Torsi Lateral.....	2-4
<b>Gambar 3.1</b> Pemodelan Profil IWF 350x175 .....	3-2
<b>Gambar 3.2</b> Pemodelan Profil IWF 400x200x8x13.....	3-2
<b>Gambar 3.3</b> Arah Sumbu Geometri Pemodelan.....	3-3
<b>Gambar 3.4</b> Grafik <i>Engineering and True Stress-Strain</i> .....	3-5
Gambar 3.5 Distribusi Tegangan Leleh Akibat Adanya Tegangan Residu .....	3-6
<b>Gambar 3.6</b> Pemodelan Beban Terpusat di Tengah Bentang .....	3-7
<b>Gambar 3.7</b> Pemodelan Beban Merata Sepanjang Bentang .....	3-8
<b>Gambar 3.8</b> Pemodelan Beban Momen Seragam Sepanjang Bentang .....	3-9
<b>Gambar 3.9</b> Pemodelan Peletakan Tumpuan Ujung .....	3-10
<b>Gambar 3.10</b> Pemodelan Tumpuan Lateral .....	3-10
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Hasil Momen Kritis Persamaan SNI dan Metode Numerik Profil IWF400x200x8x13 untuk Beban Terpusat .....	4-5
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Hasil Momen Kritis Persamaan SNI dan Metode Numerik Profil IWF400x200x8x13 untuk Beban Merata .....	4-5
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Hasil Momen Kritis Persamaan SNI dan Metode Numerik Profil IWF400x200x8x13 untuk Beban Momen Seragam .....	4-6
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Hasil Momen Kritis Persamaan SNI dan Metode Numerik Profil IWF350x175x7x11 untuk Beban Terpusat .....	4-9
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Hasil Momen Kritis Persamaan SNI dan Metode Numerik Profil IWF350x175x7x11 untuk Beban Merata .....	4-9
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Hasil Momen Kritis Persamaan SNI dan Metode Numerik Profil IWF350x175x7x11 untuk Beban Terpusat .....	4-10
<b>Gambar 4.7</b> Hasil Analisis Tekuk linear, balok baja IWF 400x200x8x13 dengan $L = 8$ m Akibat Beban Terpusat.....	4-10
<b>Gambar 4.8</b> Grafik Hubungan Peralihan Lateral dengan Beban profil IWF 400x200x8x13 dengan Beban Terpusat .....	4-11

<b>Gambar 4.9</b> Hasil Output Tekuk linear Program ADINA 9.2, balok IWF 400x200x8x13 dengan $L_b = 4$ m dan $L_s = 2$ m.....	4-12
<b>Gambar 4.10</b> Grafik Hubungan Antara % Perbesaran Momen Kritis Akibat Beban Terpusat dan Panjang $L_s$ Balok Baja IWF 400x200x8x13 ( $L_b = 4$ m) Akibat Beban Terpusat .....	4-21
<b>Gambar 4.11</b> Grafik Hubungan Antara % Perbesaran Momen Kritis Akibat Beban Terpusat dan Panjang $L_s$ Balok Baja IWF 400x200x8x13 ( $L_b = 4$ m) Akibat Beban Merata .....	4-22
<b>Gambar 4.12</b> Grafik Hubungan Antara % Perbesaran Momen Kritis Akibat Beban Momen Seragam dan Panjang $L_s$ Balok Baja IWF 400x200x8x13 ( $L_b = 4$ m).....	4-22
<b>Gambar 4.13</b> Grafik Hubungan Antara % Perbesaran Momen Kritis Akibat Beban Terpusat dan Panjang $L_s$ Balok Baja IWF 350x175x7x11 ( $L_b = 4$ m).....	4-26
<b>Gambar 4.14</b> Grafik Hubungan Antara % Perbesaran Momen Kritis Akibat Beban Merata dan Panjang $L_s$ Balok Baja IWF 350x175x7x11 ( $L_b = 4$ m) .....	4-26
<b>Gambar 4.15</b> Grafik Hubungan Antara % Perbesaran Momen Kritis Akibat Beban Momen Seragam dan Panjang $L_s$ Balok Baja IWF 350x175x7x11 ( $L_b = 4$ m).....	4-27
<b>Gambar 4.16</b> Grafik Hubungan Antara % Perbesaran Momen Kritis Akibat Beban Terpusat dan Panjang $L_s$ Balok Baja IWF 400x200x8x13 ( $L_b = 7$ m) .....	4-30
<b>Gambar 4.17</b> Grafik Hubungan Antara % Perbesaran Momen Kritis Akibat Beban Merata dan Panjang $L_s$ Balok Baja IWF 400x200x8x13 ( $L_b = 7$ m).....	4-31
<b>Gambar 4.18</b> Grafik Hubungan Antara % Perbesaran Momen Kritis Akibat Beban Momen Seragam dan Panjang $L_s$ Balok Baja IWF 400x200x8x13 ( $L_b = 7$ m) .....	4-31
<b>Gambar 4.19</b> Grafik Hubungan Antara % Perbesaran Momen Kritis Akibat Beban Terpusat dan Panjang $L_s$ Balok Baja IWF 350x175x7x11 ( $L_b = 7$ m) .....	4-35
<b>Gambar 4.20</b> Grafik Hubungan Antara % Perbesaran Momen Kritis Akibat Beban Merata dan Panjang $L_s$ Balok Baja IWF 350x175x7x11 ( $L_b = 7$ m).....	4-35
<b>Gambar 4.21</b> Grafik Hubungan Antara % Perbesaran Momen Kritis Akibat Beban Momen Seragam dan Panjang $L_s$ Balok Baja IWF 350x175x7x11 ( $L_b = 7$ m) .....	4-36

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Hasil Engineering and True Stress-Strain .....	3-5
<b>Tabel 3.2</b> Keterangan Simbol Tahanan Tumpuan .....	3-11
<b>Tabel 4.1</b> Perbandingan Besar Momen Kritis Berdasarkan persamaan SNI dan Metode Numerik profil IWF400x200x8x13 untuk Beban Terpusat .....	4-3
<b>Tabel 4.2</b> Perbandingan Besar Momen Kritis Berdasarkan persamaan SNI dan Metode Numerik profil IWF400x200x8x13 untuk Beban Merata.....	4-3
<b>Tabel 4.3</b> Perbandingan Besar Momen Kritis Berdasarkan persamaan SNI dan Metode Numerik profil IWF400x200x8x13 untuk Beban Momen Seragam .....	4-4
<b>Tabel 4.4</b> Perbandingan Besar Momen Kritis Berdasarkan persamaan SNI dan Metode Numerik profil IWF350x175x7x11 untuk Beban Terpusat .....	4-6
<b>Tabel 4.4</b> Perbandingan Besar Momen Kritis Berdasarkan persamaan SNI dan Metode Numerik profil IWF350x175x7x11 untuk Beban Terpusat (Lanjutan) .....	4-7
<b>Tabel 4.5</b> Perbandingan Besar Momen Kritis Berdasarkan persamaan SNI dan Metode Numerik profil IWF350x175x7x11 untuk Beban Merata.....	4-7
<b>Tabel 4.6</b> Perbandingan Besar Momen Kritis Berdasarkan persamaan SNI dan Metode Numerik profil IWF350x175x7x11 untuk Beban Momen Seragam .....	4-8
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis Elastis IWF 400x200x8x13, $L_b = 4$ m, akibat Beban Terpusat .....	4-13
<b>Tabel 4.8</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis Elastis IWF 400x200x8x13, $L_b = 4$ m, akibat Beban Merata.....	4-13
<b>Tabel 4.9</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis Elastis IWF 400x200x8x13, $L_b = 4$ m, akibat Beban Momen Seragam .....	4-13
<b>Tabel 4.10</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis Elastis IWF 400x200x8x13, $L_b = 7$ m, akibat Beban Terpusat .....	4-14
<b>Tabel 4.11</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis Elastis IWF 400x200x8x13, $L_b = 7$ m, akibat Beban Merata.....	4-14
<b>Tabel 4.12</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis Elastis IWF 400x200x8x13, $L_b = 7$ m, akibat Beban Momen Seragam .....	4-15
<b>Tabel 4.13</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis Elastis IWF 350x175x7x11, $L_b = 4$ m, akibat Beban Terpusat .....	4-15
<b>Tabel 4.14</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis Elastis IWF 350x175x7x11, $L_b = 4$ m, akibat Beban Merata.....	4-16

<b>Tabel 4.15</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis Elastis IWF 350x175x7x11, $L_b = 4$ m, akibat Beban Momen Seragam .....	4-16
<b>Tabel 4.16</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis Elastis IWF 350x175x7x11, $L_b = 7$ m, akibat Beban Terpusat .....	4-17
<b>Tabel 4.17</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis Elastis IWF 350x175x7x11, $L_b = 7$ m, akibat Beban Merata.....	4-17
<b>Tabel 4.18</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis Elastis IWF 350x175x7x11, $L_b = 7$ m, akibat Beban Momen Seragam .....	4-17
<b>Tabel 4.19</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis (Analisis keruntuhan) IWF 400x200x8x13, $L_b = 4$ m, Akibat Beban Terpusat.....	4-19
<b>Tabel 4.20</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis (Analisis keruntuhan) IWF 400x200x8x13, $L_b = 4$ m, Akibat Beban Merata .....	4-19
<b>Tabel 4.21</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis (Analisis keruntuhan) IWF 400x200x8x13, $L_b = 4$ m, Akibat Beban Momen Seragam.....	4-20
<b>Tabel 4.22</b> Hasil Perbesaran Analisis Tekuk linear dan Analisis keruntuhan Balok IWF 400x200x8x13 $L_b = 4$ m Akibat Beban Terpusat .....	4-20
<b>Tabel 4.23</b> Hasil Perbesaran Analisis Tekuk linear dan Analisis keruntuhan Balok IWF 400x200x8x13 $L_b = 4$ m Akibat Beban Merata.....	4-21
<b>Tabel 4.24</b> Hasil Perbesaran Analisis Tekuk linear dan Analisis keruntuhan Balok IWF 400x200x8x13 $L_b = 4$ m Akibat Beban Momen Seragam .....	4-21
<b>Tabel 4.25</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis (Analisis keruntuhan) IWF 350x175x7x11, $L_b = 4$ m Akibat Beban Terpusat.....	4-23
<b>Tabel 4.26</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis (Analisis keruntuhan) IWF 350x175x7x11, $L_b = 4$ m Akibat Beban Merata .....	4-23
<b>Tabel 4.27</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis (Analisis keruntuhan) IWF 350x175x7x11, $L_b = 4$ m Akibat Beban Momen Seragam.....	4-24
<b>Tabel 4.28</b> Hasil Perbesaran Analisis Tekuk linear dan Analisis keruntuhan Balok IWF 350x175x7x11 $L_b = 4$ m Akibat Beban Terpusat .....	4-24
<b>Tabel 4.29</b> Hasil Perbesaran Analisis Tekuk linear dan Analisis keruntuhan Balok IWF 350x175x7x11 $L_b = 4$ m Akibat Beban Merata.....	4-25
<b>Tabel 4.30</b> Hasil Perbesaran Analisis Tekuk linear dan Analisis keruntuhan Balok IWF 350x175x7x11 $L_b = 4$ m Akibat Beban Momen Seragam .....	4-25
<b>Tabel 4.31</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis (Analisis keruntuhan) IWF 400x200x8x13, $L_b = 7$ m Akibat Beban Terpusat.....	4-28
<b>Tabel 4.32</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis (Analisis keruntuhan) IWF 400x200x8x13, $L_b = 7$ m Akibat Beban Merata .....	4-28

<b>Tabel 4.33</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis (Analisis keruntuhan) IWF 400x200x8x13, $L_b = 7$ m Akibat Beban Momen Seragam.....	4-28
<b>Tabel 4.34</b> Hasil Perbesaran Analisis Tekuk linear dan Analisis keruntuhan Balok IWF 400x200x8x13 $L_b = 7$ m Akibat Beban Terpusat .....	4-29
<b>Tabel 4.35</b> Hasil Perbesaran Analisis Tekuk linear dan Analisis keruntuhan Balok IWF 400x200x8x13 $L_b = 7$ m Akibat Beban Merata.....	4-29
<b>Tabel 4.36</b> Hasil Perbesaran Analisis Tekuk linear dan Analisis keruntuhan Balok IWF 400x200x8x13 $L_b = 7$ m Akibat Beban Momen Seragam .....	4-30
<b>Tabel 4.37</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis (Analisis keruntuhan) IWF 350x175x7x11, $L_b = 7$ m Akibat Beban Terpusat.....	4-32
<b>Tabel 4.38</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis (Analisis keruntuhan) IWF 350x175x7x11, $L_b = 7$ m Akibat Beban Merata .....	4-32
<b>Tabel 4.39</b> Hasil Perbesaran Momen Kritis (Analisis keruntuhan) IWF 350x175x7x11, $L_b = 7$ m Akibat Beban Momen Seragam.....	4-33
<b>Tabel 4.40</b> Hasil Perbesaran Analisis Tekuk linear dan Analisis keruntuhan Balok IWF 350x175x7x11 $L_b = 7$ m Akibat Beban Terpusat .....	4-33
<b>Tabel 4.41</b> Hasil Perbesaran Analisis Tekuk linear dan Analisis keruntuhan Balok IWF 350x175x7x11 $L_b = 7$ m Akibat Beban Merata.....	4-34
<b>Tabel 4.42</b> Hasil Perbesaran Analisis Tekuk linear dan Analisis keruntuhan Balok IWF 350x175x7x11 $L_b = 7$ m Akibat Beban Momen Seragam .....	4-34
<b>Tabel 4.43</b> Hasil <i>Effective Stress</i> Balok Baja IWF 400x200x8x13 dengan $L_s = 2$ m.....	4-37
<b>Tabel 4.44</b> Hasil <i>Effective Stress</i> Balok Baja IWF 400x200x8x13 dengan $L_s = 3$ m.....	4-38
<b>Tabel 4.45</b> Hasil <i>Effective Stress</i> Balok Baja IWF 400x200x8x13 dengan $L_s = 4$ m.....	4-39
<b>Tabel 4.46</b> Hasil <i>Effective Stress</i> Balok Baja IWF 400x200x8x13 dengan $L_s = 5$ m.....	4-40





## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Perhitungan Momen Kritis Menurut Persamaan SNI



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perancangan struktur gedung baja di Indonesia mengacu pada peraturan SNI 1729 – 2015 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Seperti yang diketahui, peraturan SNI 1729 – 2015 ini sendiri bersumber pada peraturan baja yang digunakan di Amerika, yaitu AISC 360 – 16 tentang *Specification for Structural Steel Buildings*.

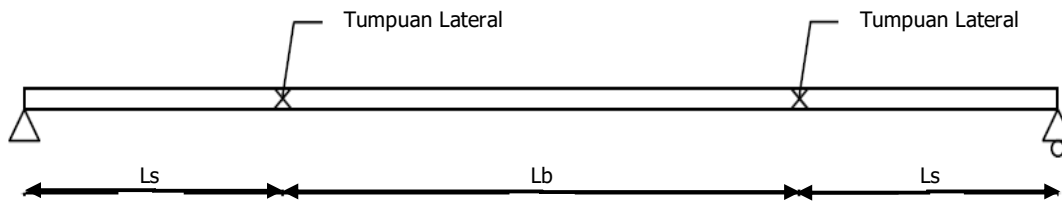
Balok adalah salah satu struktur utama dalam perancangan bangunan. Pada umumnya, balok memberikan reaksi akibat pembebanan yang diterima berupa beban momen dan juga beban aksial. Momen Plastis didapatkan ketika penampang balok sudah mencapai kelelahan pada seluruh seratnya. Momen plastis ini akan digunakan untuk menghitung momen nominal balok ( $M_n$ ).

Balok baja terdiri dari pelat-pelat yang apabila mengalami gaya akan mengalami tekuk. Tekuk ini adalah salah satu ragam kegagalan balok yang disebut instabilitas. Adapun instabilitas balok dapat terjadi dalam bentuk; tekuk torsi lateral (*Lateral Torsional Buckling = LTB*), tekuk lokal pada flens, tekuk local pada web, dan tekuk web akibat geser.

Tekuk torsi lateral adalah tekuk pada balok di mana balok baja mengalami lenturan ke arah lateral disertai dengan torsi. Hal ini dikarenakan flens atas balok mengalami gaya tekan sehingga baja mengalami tekuk ke arah lateral. Untuk perancangan, LTB ini dijadikan salah satu faktor yang penting diperhatikan dalam perhitungan momen nominal balok.

Salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya LTB adalah panjang tak tertumpu balok. Balok yang memiliki panjang tak tertumpu yang cukup besar akan lebih mudah terjadi tekuk torsi lateral. Untuk menghindari terjadinya LTB pada balok

baja, biasanya balok diberi tumpuan lateral di beberapa titik di sepanjang bentangnya. Pemasangan tumpuan lateral ini berfungsi untuk meningkatkan momen kritis balok. Dengan diletakkannya tumpuan lateral, maka akan mengurangi panjang tak tertumpu balok ( $L_b$ ).  $L_b$  sendiri adalah jarak antara dua titik pada flens tertekan yang ditopang secara lateral atau yang ditopang terhadap puntir. Untuk penjelasan lebih lengkap dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 1.1** Model Balok Sederhana dengan Tumpuan Lateral

Pada peraturan SNI maupun AISC, perhitungan momen kritis balok baja berbentuk I simetris dengan LTB menganggap pada kedua ujung bagian balok tersebut, rotasi puntir ditahan namun *warping* balok bebas terjadi. Pada kenyataannya, segmen balok yang bersebelahan dengan segmen balok yang sedang ditinjau dapat menimbulkan tahanan parsial *warping* pada segmen balok yang sedang ditinjau.

Maka dari itu, studi analisis ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari segmen balok yang bersebelahan terhadap momen kritis balok tersebut. Pengaruh tersebut tidak diperhitungkan dalam peraturan SNI maupun AISC. Pengaruh tersebut tergantung pada kekakuan torsi dari balok yang bersebelahan dan kekakuan torsi yang merupakan fungsi dari panjang dan besaran penampang.

## 1.2 Inti Permasalahan

Adanya pengaruh dari segmen balok yang bersebelahan terhadap momen kritis suatu penampang balok. Pengaruh tersebut tidak diperhitungkan dalam peraturan SNI maupun AISC. Pengaruh tersebut tergantung pada kekakuan torsi dari balok yang bersebelahan dan kekakuan torsi yang merupakan fungsi dari panjang dan besaran penampang.

### 1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan skripsi ini antara lain:

1. Mendapatkan nilai momen kritis akibat pengaruh segmen balok yang bersebelahan
2. Mengetahui pengaruh tahanan segmen balok yang bersebelahan dengan terhadap perilaku tekuk torsi lateral balok dengan variasi penampang dan panjang segmen balok yang bersebelahan

### 1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Material baja dianggap homogen, isotropik, dan plastik multilinear
2. Tumpuan balok adalah tumpuan sederhana (sendi-rol)
3. Pemodelan balok menggunakan baja I simetrik ganda
4. Analisis tekuk yang dilakukan adalah tekuk lateral elastis dan inelastis
5. Tegangan sisa diperhitungkan
6. Beban yang diterima balok adalah beban momen seragam, beban terpusat di tengah bentang, dan beban terbagi merata
7. Beban dianggap bekerja di pusat geser
8. Profil yang digunakan adalah IWF 400x200x8x13 dan IWF 350x175x7x11
9. Analisis yang dilakukan adalah analisis tekuk linear, analisis keruntuhan dan *effective stress*
10. Panjang bentang tengah balok pada kondisi inelastis dengan  $L_b = 4$  m, dan pada kondisi elastis dengan  $L_b = 7$  m, sedangkan panjang segmen samping balok ( $L_s$ ) divariasikan, 2 m, 3 m, 4 m, dan 5 m
11. Besarnya amplitudo *imperfection* dianggap  $= L_b/4000$

## **1.5 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini adalah:

a. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan menggunakan buku-buku rujukan dan makalah ilmiah sebagai acuan persamaan dan dasar teori yang dibahas

b. Analisis Metode Elemen Hingga Non-Linear dengan program ADINA 9.2

Metode Elemen Hingga digunakan dengan memanfaatkan program ADINA 9.2 sebagai alat bantu komputasi. Analisis dilakukan dengan memperhitungkan nilai koefisien tahanan tumpuan balok akibat posisinya yang bersebelahan dengan balok lain dengan membandingkan hasil perhitungan analitis dan juga dengan hasil perhitungan dengan Metode Elemen Hingga

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari 5 (lima) bab yang disusun sebagai berikut: Bab 1 Pendahuluan yang berisi latar belakang, inti permasalahan, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode pembahasan, dan sistematika penulisan skripsi.

Bab 2 Studi Pustaka yang berisi dasar teori yang menjadi landasan dalam penyusunan skripsi ini, meliputi perilaku umum balok, lentur pada balok berpenampang sayap lebar, tekuk torsi-lateral elastik dan inelastik, momen kritis untuk tekuk torsi-lateral, metode elemen hingga, dan teori lain yang mendukung.

Bab 3 Pemodelan Elemen Hingga yang berisi tentang cara-cara pemodelan tekuk torsi-lateral yang dilakukan dengan menggunakan elemen di mana pada bab ini akan dibahas mengenai data balok yang dimodelkan, pembebanan, dan prosedur analisis yang digunakan menggunakan elemen hingga dengan bantuan program ADINA 9.2

Bab 4 Hasil dan Analisis Pemodelan yang berisikan analisis yang dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode elemen hingga, persamaan AISC, serta mengevaluasi persamaan yang mengakomodasi faktor koreksi koefisien tahanan tumpuan

Bab 5 Kesimpulan dan Saran yang berisi kesimpulan yang diperoleh dari analisis data dan saran dari pembahasan yang dilakukan