

SKRIPSI

**STUDI TEKUK LENTUR BATANG TEKAN BAJA
PROFIL I AKIBAT BEBAN AKSIAL TIDAK
KONSTAN DENGAN ANALISIS KERUNTUHAN**



**NATHANAEL HERMANUS
NPM : 2015410128**

PEMBIMBING: Dr. Ir. Paulus Karta Widjaja, M.Sc.

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
JANUARI 2019**

SKRIPSI

**STUDI TEKUK LENTUR BATANG TEKAN BAJA
PROFIL I AKIBAT BEBAN AKSIAL TIDAK
KONSTAN DENGAN ANALISIS KERUNTUHAN**



**NATHANAEL HERMANUS
NPM : 2015410128**

BANDUNG, 5 JANUARI 2019

PEMBIMBING:

KO-PEMBIMBING:

Dr. Ir. Paulus Karta Widjaja 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
JANUARI 2019**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama Lengkap : Nathanael Hermanus

NPM : 2015410128

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: STUDI TEKUK LENTUR BATANG TEKAN BAJA PROFIL I AKIBAT BEBAN AKSIAL TIDAK KONSTAN DENGAN ANALISIS KERUNTUHAN” 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, 5 Januari 2019



Nathanael Hermanus

2015410128

STUDI TEKUK LENTUR BATANG TEKAN BAJA PROFIL I AKIBAT BEBAN AKSIAL TIDAK KONSTAN DENGAN ANALISIS KERUNTUHAN

Nathanael Hermanus
NPM: 2015410128

Pembimbing: Dr. Ir. Paulus Karta Widjaja, M.Sc.

Ko-Pembimbing : Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JANUARI 2019

ABSTRAK

Pendekatan elemen hingga merupakan solusi yang baik untuk dapat mempelajari perilaku kekuatan tekuk batang yang dibebani beban tidak konstan. Piranti lunak yang digunakan adalah ADINA v.9.3.3 dengan metoda analisa riwayat waktu atau dikenal sebagai analisa keruntuhan pada program ADINA. Dari hasil pengamatan pada variasi panjang batang dan konfigurasi perbandingan gaya normal dalam penelitian ini, ADINA memberikan hasil yang cukup memuaskan.

Jika batang tekan yang dibebani tidak konstan dibandingkan dengan persamaan AISC yang menurunkan rumus dalam pembebanan konstan didapatkan adanya perbedaan kuat tekuk lentur mencapai 69.8% diatas persamaan AISC 360 -16 maka diperlukan adanya faktor yang memperhitungkan kondisi pembebanan tidak konstan.

Jika dibandingkan hasil panjang tekuk ADINA dengan persamaan PPBBI 1984 tentang pembebanan dua segmen didapatkan perbedaan maksimal 14.6% , Hasil ini masih dapat diterima dan dapat dikatakan hasil persamaan PPBBI cukup cocok dengan hasil pemodelan ADINA. Untuk pembebanan tidak konstan tiga segmen didapatkan persamaan koefisien panjang tekuk untuk pembebanan tiga segmen dalam kondisi elastis dan inelastis

Kata kunci: Analisis Keruntuhan, Tekuk Lentur, ADINA ,AISC 360-16, PPBBI 1984

A STUDY ON FLEXURAL BUCKLING OF COMPRESSION WIDE-FLANGE STEEL SECTION DUE TO NON-CONSTANT AXIAL LOAD USING COLLAPSE ANALYSIS

Nathanael Hermanus
NPM: 2015410128

Advisor: Dr. Ir. Paulus Karta Widjaja, M.Sc.
Co-Advisor: Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Number 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JANUARY 2019

ABSTRACT

The finite element analysis is a good method to study the behavior of the flexural buckling of a steel compression member that is loaded with a non-constant axial load. The software used in this study is ADINA v.9.3.3 with a time-history analysis method or known as a collapse analysis. From the observation of the results on the variation of length and the configuration of the normal force of the segment in this study, ADINA provided satisfactory results.

When the loading of the compression member is not constant, AISC equation is not suitable to be used. There is a difference of 69% in the flexural strength of the member obtained from ADINA, more than the value of flexural strength calculated by AISC 360-16 equation. This means, a factor is required in the equation to take into account the effect on non-constant loading.

When the results of flexural strength from ADINA compared to the results obtained from the PPBBI 1984 equation about the loading of two segments, the maximum difference is 14.6%. This result is considered acceptable and more suitable to calculate the flexural strength of a compression member with non-constant axial load.

For the three segments member with non-constant axial loading, the equation of the buckling length coefficient is obtained in elastic and inelastic conditions.

Keywords: Collapse Analysis, Flexural Buckling, ADINA, AISC 360-16, PPBBI 1984

PRAKATA

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Studi Tekuk Lentur Batang Tekan Baja Profil I Akibat Beban Aksial Tidak Konstan Dengan Analisis Keruntuhan* ini. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

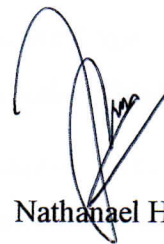
Dalam penyusunan skripsi ini banyak tantangan dan hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Dr. Paulus Karta Wijaya selaku dosen pembimbing dalam pembuatan skripsi ini yang telah senantiasa memberikan masukan dan pengetahuan yang berharga sehingga skripsi ini mungkin terselesaikan.
2. Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc. selalu ko-pembimbing dalam pembuatan skripsi ini yang telah senantiasa memberikan masukan dan pengetahuan.
3. Dr. Johannes Adhijoso Tjondro selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
4. Nenny Samudra, Ir., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
5. Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D. yang telah datang dan memberi memberikan masukan dan saran dalam penyusunan skripsi ini pada Seminar Judul.
6. Herry Suryadi, Ph.D. yang telah datang dan memberi memberikan masukan dan saran dalam penyusunan skripsi ini pada Seminar Judul dan Seminar Isi.

7. Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T. yang telah datang dan memberi memberikan masukan dan saran dalam penyusunan skripsi ini pada Seminar Isi.
8. Altho Sagara, S.T., M.T. yang telah datang dan memberi memberikan masukan dan saran dalam penyusunan skripsi ini pada Seminar Judul dan Seminar Isi.
9. Evelyn Agustine Anggraeni, Kelsen Trista Kweenisky, dan Lintang Ayu Hardianto yang telah membantu, mendukung, dan berjuang bersama penulis.
10. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah berkontribusi dalam pembuatan skripsi ini

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan terdapatnya segala masukan dan saran yang dapat berguna untuk melengkapi skripsi ini. akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat berguna bagi pihak yang membacanya.

Bandung, 5 Januari 2019



Nathanael Hermanus
2015410128

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-4
1.3 Tujuan Penelitian	1-4
1.4 Pembatasan Masalah	1-5
1.5 Metode Penelitian	1-5
1.6 Sistematika Penelitian	1-6
BAB 2 STUDI PUSTAKA	2-1
2.1 Karakteristik Baja	2-1
2.2 Profil Baja Struktural	2-2
2.3 Kurva Tegangan – Regangan	2-2
2.4 Keruntuhan Batang Tekan	2-5
2.5 Kuat Tekuk Lentur Batang Tekan	2-6
2.5.1 Kuat Tekuk Lentur Elastis Batang Tekan	2-6
2.5.2 Kuat Tekuk Lentur Inelastis Batang Tekan	2-9
2.6 Tegangan Sisa Pada Profil I	2-10
2.7 Beban Aksial Tidak Konstan	2-11

2.8	Metode Elemen Hingga	2-13
2.8.1	Pengantar	2-13
2.8.2	ADINA	2-14
BAB 3	PEMODELAN ELEMEN HINGGA	3-1
3.1	Pendahuluan.....	3-1
3.2	Dimensi Batang Tekan.....	3-1
3.3	Pembebanan Tidak Konstan Batang Tekan	3-2
3.3.1	Pembebanan Dua Segmen	3-2
3.3.2	Pembebanan Tiga Segmen.....	3-4
3.4	Pemodelan Geometri.....	3-6
3.4.1	Pemodelan Elemen Shell	3-6
3.4.2	Pembagian Mesh.....	3-7
3.5	Permodelan Material Baja.....	3-9
3.5.1	Parameter Material	3-9
3.5.2	Tegangan Sisa.....	3-9
3.6	Pemodelan Pembebanan	3-13
3.6.1	Pemodelan Pembebanan Dua Segmen	3-13
3.6.2	Pemodelan Pembebanan Tiga Segmen.....	3-14
3.7	Pemodelan Perletakan.....	3-15
3.8	Analisis Keruntuhan.....	3-17
3.9	Regresi Linier Berganda	3-18
3.9.1	Pengantar	3-18
3.9.2	Regresi dengan SPSS.....	3-19

BAB 4	ANALISIS STUDI PARAMETER	4-1
4.1	Verifikasi Model Dengan Perbandingan Hasil Perhitungan Elemen Hingga dan Hasil Persamaan AISC.....	4-1
4.2	Pengaruh Beban Aksial Tidak Konstan Pada Kuat Tekuk Batang Tekan..	4-3
4.2.1	Pengaruh Pembebanan Aksial Tidak Konstan Dua Segmen.....	4-3
4.2.2	Pengaruh Pembebanan Aksial Tidak Konstan Tiga Segmen.....	4-11
4.3	Hasil Analisis Pembebanan Aksial Tidak Konstan Dua Segmen	4-19
4.3.1	Hasil Panjang Tekuk Batang Tekan Permodelan Elemen Hingga Dengan Pembebanan Aksial Tidak Konstan Dua Segmen.....	4-20
4.3.2	Kurva Kolom Pembebanan Aksial Tidak Konstan Dua Segmen.	4-25
4.4	Analisa Pembebanan Aksial Tidak Konstan Tiga Segmen	4-28
4.4.1	Hasil Analisis Metode Elemen Hingga Pembebanan Tidak Konstan Tiga Segmen	4-28
4.4.2	Pengolahan Data.....	4-34
4.4.3	Verifikasi Persamaan	4-44
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA	xix

DAFTAR NOTASI

Daftar Notasi

K	:	faktor panjang efektif
L	:	panjang batang tanpa tahanan/pengekang lateral
r	:	jari jari girasi
F_y	:	tegangan leleh
F_u	:	tegangan ultimit
E	:	modulus elastisitas
L_k	:	panjang tekuk PPBBI
N_{BC}	:	gaya tekan segmen yang lebih kecil
N_{AC}	:	gaya tekan segmen yang lebih besar
σ	:	tegangan
ε	:	regangan
P	:	gaya aksial yang bekerja
A	:	luas penampang
ΔL	:	penambahan panjang
L_0	:	panjang awal
P_e	:	kuat tekuk lentur Euler
F_e	:	tegangan tekuk Euler
λ	:	kelangsingan batang
$N1:N2$:	perbandingan gaya normal segmen 1 dan segmen 2

- $N1:N3$: perbandingan gaya normal segmen 1 dan segmen 3
- $N2:N3$: perbandingan gaya normal segmen 2 dan segmen 3
- P_{cr} : kuat tekuk kritis
- $P_{cr \text{ Linearized}}$: kuat tekuk kritis hasil analisis *Linearized Buckling*
- $P_{cr \text{ Collapse}}$: kuat tekuk kritis hasil analisis *Collapse Analysis*
- F_{cr} : tegangan tekuk kritis

DAFTAR GAMBAR

BAB 2

Gambar 2. 1 Kurva Tegangan – Regangan (McCormac, 2012).....	2-3
Gambar 2. 2 Contoh perbandingan <i>true stress – true strain</i> dan <i>engineering stress – engineering strain</i> untuk $F_y = 250$ Mpa	2-5
Gambar 2. 3 Pengaruh kelangsingan pada tekuk lentur batang (McCormac,2012)	2-6
Gambar 2. 4 Faktor Panjang Efektif , K (AISC 360-16).....	2-7
Gambar 2. 5 Pengaruh tegangan sisa terhadap P_{cr}/F_y (Zieman, 2010)	2-9
Gambar 2. 6 Pendinginan yang tidak merata pada profil I (Chaje, 1974).....	2-10
Gambar 2. 7 Distribusi dan besar tegangan sisa pada profil I (Chaje, 1974) .	2-11
Gambar 2. 8 Gaya normal untuk dua nilai beban aksial tidak konstan	2-12
Gambar 2. 9 Gaya normal untuk tiga nilai beban aksial tidak konstan	2-12
Gambar 2. 10 Bentuk elemen dalam metode elemen hingga	2-14

BAB 3

Gambar 3. 1 Tampak 3D ilustrasi pembebanan dua segmen	3-2
Gambar 3. 2 Tampak Depan ilustrasi pembebanan dua segmen.....	3-2
Gambar 3. 3 Ilustrasi gaya normal pembebanan dua segmen	3-2
Gambar 3. 4 Ilustrasi pembebanan dan gaya normal yang terjadi pada permodelan dua segmen.....	3-3
Gambar 3. 5 Tampak 3D ilustrasi pembebanan tiga segmen	3-4
Gambar 3. 6 Tampak depan ilustrasi pembebanan tiga segmen.....	3-4
Gambar 3. 7 Ilustrasi gaya normal pembebanan tiga segmen	3-4
Gambar 3. 8 Ilustrasi pembebanan dan gaya normal yang terjadi pada permodelan tiga segmen.....	3-5
Gambar 3. 9 Pembagian permukaan web dan flange	3-6
Gambar 3. 10 Kurva tegangan-regangan $F_y = 250$ MPa.....	3-10
Gambar 3. 11 Tegangan yang terjadi pada flange IWF 300x300x10x15 panjang 12000mm tinjauan sumbu lemah	3-10
Gambar 3. 12 Tegangan sisa pada IWF 300x300x10x15.....	3-12

Gambar 3. 13 Hasil uji tegangan pada IWF 300x300x10x15 panjang 12000mm	3-12
Gambar 3. 14 Tegangan leleh pada IWF 300x300x10x15 panjang 12000mm	3-12
Gambar 3. 15 Pembebanan IWF 300x300x10x15	3-13
Gambar 3. 16 Pembebanan IWF 350x175x7x10	3-13
Gambar 3. 17 Variasi perbandingan gaya normal untuk pembebanan tak konstan dua segmen.....	3-14
Gambar 3. 18 Variasi perbandingan gaya normal untuk pembebanan tak konstan 3 segmen.....	3-15
Gambar 3. 19 Detail perletakan sendi dan rol pada sumbu lemah.....	3-16
Gambar 3. 20 Konfigurasi perletakan sumbu lemah.....	3-16
Gambar 3. 22 Detail perletakan sendi, tahanan x,dan rol pada sumbu kuat	3-17
Gambar 3. 21 Konfigurasi perletakan sumbu kuat	3-17
Gambar 3. 23 Hasil analisis <i>linearized buckling</i>	3-17
Gambar 3. 24 Tampilan input <i>imperfection</i>	3-18
Gambar 3. 25 Tampilan variable view	3-19
Gambar 3. 26 Tampilan Data View	3-19
Gambar 3. 27 Tampilan output view	3-19
Gambar 3. 28 Hasil regresi linier dengan SPSS.....	3-20

BAB 4

Gambar 4. 1 Kurva perbandingan hasil ADINA pembebanan dua segmen dengan persamaan AISC untuk IWF 350x175x7x10 Sumbu Kuat.....	4-6
Gambar 4. 2 Kurva perbandingan hasil ADINA pembebanan dua segmen dengan persamaan AISC untuk IWF 350x175x7x10 Sumbu Lemah.....	4-6
Gambar 4. 3 Kurva perbandingan hasil ADINA pembebanan dua segmen dengan persamaan AISC untuk IWF 300x300x10x15 Sumbu Kuat	4-7
Gambar 4. 4 Kurva perbandingan hasil ADINA pembebanan dua segmen dengan persamaan AISC untuk IWF 300x300x10x15 Sumbu Lemah.....	4-7
Gambar 4. 5 Bentuk tekuk yang terjadi pada batang tekan	4-8
Gambar 4. 6 Grafik Perpindahan Lateral vs Beban Beri pada Perbandingan 2:3...	4-9

Gambar 4. 7 Grafik Perpindahan Lateral vs Beban Beri pada Perbandingan 1:2 ..	4-9
Gambar 4. 8 Grafik Perpindahan Lateral vs Beban Beri pada Perbandingan 1:3 ..	4-10
Gambar 4. 9 Grafik Perpindahan Lateral vs Beban Beri pada Perbandingan 1:4 ..	4-10
Gambar 4. 10 Kelelahan yang terjadi pada batang saat Pcr tekan.....	4-11
Gambar 4. 11 Kurva perbandingan hasil ADINA pembebanan tiga segmen dengan persamaan AISC untuk IWF 350x175x10x15 Sumbu kuat	4-14
Gambar 4. 12 Kurva perbandingan hasil ADINA pembebanan tiga segmen dengan persamaan AISC untuk IWF 350x175x10x15 Sumbu lemah	4-14
Gambar 4. 13 Kurva perbandingan hasil ADINA pembebanan tiga segmen dengan persamaan AISC untuk IWF 300x300x10x15 Sumbu kuat	4-15
Gambar 4. 14 Kurva perbandingan hasil ADINA pembebanan tiga segmen dengan persamaan AISC untuk IWF 300x300x10x15 Sumbu lemah	4-15
Gambar 4. 15 Bentuk tekuk yang terjadi pada batang.....	4-16
Gambar 4. 16 Grafik Perpindahan Lateral vs Beban Beri pada Perbandingan 1:2:3.....	4-17
Gambar 4. 17 Grafik Perpindahan Lateral vs Beban Beri pada Perbandingan 1:2:4.....	4-17
Gambar 4. 18 Grafik Perpindahan Lateral vs Beban Beri pada Perbandingan 1:3:4.....	4-18
Gambar 4. 19 Grafik Perpindahan Lateral vs Beban Beri pada Perbandingan 1:3:5.....	4-18
Gambar 4. 20 Kelelahan yang terjadi pada batang saat Pcr tekan.....	4-19
Gambar 4. 21 Kurva hubungan L_{ADINA}/L_{PPBBI} dengan λ pada semua batang..	4-27

DAFTAR TABEL

BAB 3

Tabel 3. 1 Variasi Panjang IWF 350x175x7x11	3-1
Tabel 3. 2 Variasi Panjang IWF 300x300x10x15	3-1
Tabel 3. 3 Verifikasi mode linearized buckling sumbu kuat IWF 350x175x7x11	3-7
Tabel 3. 4 Verifikasi mode linearized buckling sumbu kuat IWF 300x300x10x15	3-7
Tabel 3. 5 Pembagian <i>mesh</i> untuk IWF 350x175x7x11.....	3-8
Tabel 3. 6 Pembagian <i>mesh</i> untuk IWF 300x300x10x15.....	3-8
Tabel 3. 7 Daftar material yang digunakan ($F_y = 250$ MPa)	3-9
Tabel 3. 8 Derajat kebebasan perletakan.....	3-16

BAB 4

Tabel 4. 1 Verifikasi pada IWF 350x175x7x11	4-1
Tabel 4. 2 Verifikasi pada IWF 300x300x10x15	4-2
Tabel 4. 3 Perbandingan hasil analisa pembebanan tidak konstan ADINA dengan persamaan AISC untuk IWF 350x175x7x10 untuk pembebanan dua segmen....	4-4
Tabel 4. 4 Perbandingan hasil analisa pembebanan tidak konstan ADINA dengan persamaan AISC untuk IWF 300x300x10x15 untuk pembebanan dua segmen..	4-5
Tabel 4. 5 Perbandingan hasil analisa pembebanan tidak konstan ADINA dengan persamaan AISC untuk IWF 350x175x7x11 untuk pembebanan tiga segmen.....	4-12
Tabel 4. 6 Perbandingan hasil analisa pembebanan tidak konstan ADINA dengan persamaan AISC untuk IWF 300x300x10x15 untuk pembebanan tiga segmen	4-13
Tabel 4. 7 Hasil analisis keruntuhan perbandingan panjang tekuk pembebanan tidak konstan dua segmen IWF300x300x10x15 tinjauan sumbu lemah.....	4-21
Tabel 4. 8 Hasil analisis keruntuhan perbandingan panjang tekuk pembebanan tidak konstan dua segmen IWF350x175x7x11 tinjauan sumbu lemah.....	4-22
Tabel 4. 9 Hasil analisis keruntuhan perbandingan panjang tekuk pembebanan tidak konstan dua segmen IWF 300x300x10x15 tinjauan sumbu kuat.	4-23

Tabel 4. 10	Hasil analisis keruntuhan perbandingan panjang tekuk pembebanan tidak konstan dua segmen IWF 350x175x7x11 tinjauan sumbu kuat.....	4-24
Tabel 4. 11	Hubungan L_{ADINA}/L_{PPBBI} dengan λ pada semua batang.....	4-26
Tabel 4. 12	Hasil ADINA IWF 300x300x10x15 panjang 4000 mm.....	4-29
Tabel 4. 13	Hasil ADINA IWF 300x300x10x15 panjang 6000 mm.....	4-29
Tabel 4. 14	Hasil ADINA IWF 300x300x10x15 panjang 8000 mm.....	4-30
Tabel 4. 15	Hasil ADINA IWF 300x300x10x15 panjang 10000 mm.....	4-30
Tabel 4. 16	Hasil ADINA IWF 300x300x10x15 panjang 12000 mm.....	4-31
Tabel 4. 17	Hasil ADINA IWF 350x175x7x11 panjang 4000 mm.....	4-31
Tabel 4. 18	Hasil ADINA IWF 350x175x7x11 panjang 6000 mm.....	4-32
Tabel 4. 19	Hasil ADINA IWF 350x175x7x11 panjang 8000 mm.....	4-32
Tabel 4. 20	Hasil ADINA IWF 350x175x7x11 panjang 10000 mm.....	4-33
Tabel 4. 21	Hasil ADINA IWF 350x175x7x11 panjang 12000 mm.....	4-33
Tabel 4. 22	Hasil analisis <i>linearized buckling</i> pada IWF 350x175x7x11 tinjauan sumbu kuat.....	4-35
Tabel 4. 23	Hasil analisis <i>linearized buckling</i> pada IWF 350x175x7x11 tinjauan sumbu lemah.....	4-35
Tabel 4. 24	Hasil analisis <i>linearized buckling</i> pada IWF 300x300x10x15 tinjauan sumbu kuat.....	4-36
Tabel 4. 25	Hasil analisis <i>linearized buckling</i> pada IWF 300x300x10x15 tinjauan sumbu lemah.....	4-36
Tabel 4. 26	Hasil analisis <i>collapse analysis</i> pada IWF 300x300x10x15 tinjauan sumbu kuat.....	4-39
Tabel 4. 27	Hasil analisis <i>collapse analysis</i> pada IWF 300x300x10x15 tinjauan sumbu lemah.....	4-40
Tabel 4. 28	Hasil analisis <i>collapse analysis</i> pada IWF 350x175x7x11 tinjauan sumbu kuat.....	4-41
Tabel 4. 29	Hasil analisis <i>collapse analysis</i> pada IWF 350x175x7x11 tinjauan sumbu lemah.....	4-42
Tabel 4. 30	Hasil <i>Collapse Analysis</i> IWF 250x125x6x9.....	4-44
Tabel 4. 31	Perbandingan hasil <i>Collapse Analysis</i> dan hasil Persamaan 3.3 dan 3.4.....	4-44

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada konstruksi struktur dan infrastruktur dewasa ini, material baja merupakan salah satu jenis material yang sering digunakan. Sifat dari baja yang unggul jika ditinjau dari segi kekuatan, kekakuan dan daktilitas menjadi alasan pemilihan material baja dibanding material bangunan lain seperti beton dan kayu. Salah satu keunggulan baja tersebut dikarenakan baja mempunyai kekuatan tarik yang besar. Selain itu, baja juga memiliki daktilitas dan kekakuan yang baik. Akan tetapi, baja memiliki kelemahan ketika mengalami tekan, yaitu rentan mengalami tekuk atau *buckling* yang dapat mengurangi kapasitas atau kekuatan yang seharusnya dicapai dan menjadi salah satu moda keruntuhan pada struktur baja yang sering dijumpai.

Tekuk atau *buckling* adalah suatu proses dimana suatu struktur tidak mampu mempertahankan bentuk aslinya, sedemikian rupa berubah bentuk dalam rangka menemukan keseimbangan baru. Pada sebuah struktur, tekuk pada elemen tekan harus diperhatikan dalam perencanaan. Elemen tekan harus didisain agar tidak mengalami tekuk.

Jenis jenis tekuk yang dapat terjadi pada batang tekan adalah *flexural buckling* (tekuk lentur), *torsional buckling* (tekuk torsi), dan *flexural torsional buckling* (tekuk torsi lentur). Pada batang tekan dengan penampang dua sumbu simetri seperti profil I jenis tekuk yang harus ditinjau adalah *flexural buckling* dan *torsional buckling*. *Flexural buckling* dapat terjadi jika panjang tanpa pengekang lateral lebih besar dibanding panjang tanpa pengekang torsional, dan demikian sebaliknya *torsional buckling* terjadi jika panjang tanpa pengekang torsional lebih besar dibanding panjang tanpa pengekang lateral. Sedangkan *flexural torsional buckling* tidak harus ditinjau pada penampang baja profil I karena tidak menentukan.

Dalam menganalisis tekuk lentur dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan analisis tekuk linear dan analisis keruntuhan. Analisis tekuk linear yaitu analisis yang digunakan dengan mengasumsikan bahwa tekuk yang terjadi adalah hanya tekuk elastik dikarenakan sifat materialnya yang selalu elastis. Analisis keruntuhan dapat digunakan untuk menganalisis tidak hanya material elastis, namun juga inelastis.

Pada AISC 360- 16 terdapat persamaan yang digunakan untuk menentukan besarnya tegangan kritis untuk tekuk lentur . Tegangan kritis tersebut dirumuskan sebagai :

$$a. \quad \text{Ketika } \frac{L_c}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \left(\text{atau } \frac{F_y}{F_e} \leq 2.25 \right)$$

$$F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e} \right) F_y \quad (1.1)$$

$$b. \quad \text{Ketika } \frac{L_c}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \left(\text{atau } \frac{F_y}{F_e} > 2.25 \right)$$

$$F_{cr} = 0.877 F_e \quad (1.2)$$

Dengan panjang efektif yang dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$L_c = K L \quad (1.3)$$

dengan :

K = faktor panjang efektif

L = panjang batang tanpa tahanan/pengekang lateral

Dapat dilihat dari persamaan tersebut, panjang efektif tidak mempertimbangkan adanya pengaruh dari beban aksial yang tidak konstan pada elemen tekan. Sedangkan, biasanya pada beberapa kondisi suatu batang tekan dapat mengalami beban aksial yang tidak konstan pada sepanjang batangnya.



Gambar 1. 1 Ilustrasi batang tekan dengan beban aksial tak konstan

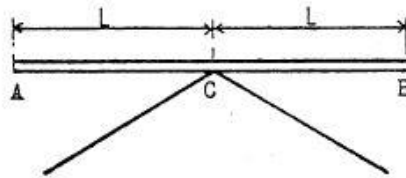
Pada Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI) tahun 1984 sempat disinggung mengenai batang tekan yang mengalami beban aksial yang tidak konstan, namun analisis dilakukan dengan analisis elastis. Pada Persamaan PPBBI menunjukkan dimana beban yang tidak konstan tersebut membuat panjang tekuk batang tersebut berbeda dengan panjang tekuk biasa yaitu

$$L_K = 2 L \left(0.75 + 0.25 \frac{N_{BC}}{N_{AC}} \right) \text{ dan } L_K \geq L \quad (1.4)$$

dengan :

N_{BC} = gaya tekan yang lebih kecil

N_{AC} = gaya tekan yang lebih besar



Gambar 1. 2 Kondisi batang tekan dengan beban aksial tak konstan (PPBBI 84)

1.2 Inti Permasalahan

Inti Permasalahan penelitian ini adalah :

1. Belum adanya faktor dari persamaan AISC dalam mencari panjang efektif maupun tegangan kritis yang menunjukkan pengaruh dari gaya aksial tekan yang tidak konstan pada elemen tekan dalam hal ini elemen tekan.
2. Persamaan yang tercantum dalam peraturan didasarkan pada asumsi bahwa elemen bersifat elastis. Perilaku dan analisis inelastis perlu untuk diteliti lebih lanjut.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mempelajari analisis keruntuhan untuk melakukan analisis tekuk lentur pada kondisi elastis dan inelastis
2. Menganalisis pengaruh beban aksial tidak konstan pada beban kritis batang tekan.
3. Mendapatkan persamaan beban kritis batang tekan yang dengan beban aksial tidak konstan

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Materi baja yang digunakan setara dengan BJ 41 ($F_y = 250$ MPa)
2. Material baja untuk linearized buckling bersifat homogen, isotropik, dan linear.
3. Material baja untuk linearized buckling bersifat homogen, isotropik, dan multilinear.
4. Elemen yang ditinjau merupakan profil I *doubly symmetric*
5. Perletakan pada ujung-ujung batang merupakan rol-sendi.
6. Analisis tekuk yang dilakukan analisis tekuk lentur elastis dan inelastis.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini adalah:

- a) Studi literatur
Studi literatur dilakukan dengan menggunakan buku-buku aturan, buku-buku referensi dan jurnal ilmiah sebagai pedoman rumus, ketentuan, dan dasar teori.
- b) Metode Elemen Hingga
Metode Elemen Hingga digunakan dengan memanfaatkan program ADINA 9.3.3 sebagai alat bantu komputasi.
- c) Analisis
Analisis dilakukan dengan membandingkan besarnya beban kritis tekuk torsi lentur yang diperoleh dari metode elemen hingga, dan dari hasil analitis.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari 5 (lima) bab yang disusun sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan yang berisi latar belakang, inti permasalahan, tujuan pembahasan, 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 batang tekan, lentur pada batang tekan *Wide Flange*, tekuk lentur elastik dan inelastik, pengaruh tinggi lokasi pembebanan, gaya kritis untuk tekuk lentur, panjang tekuk untuk beban aksial tidak konstan dan teori teori lain yang mendukung.

Bab 3 Pemodelan Elemen Hingga yang akan berisi tentang cara-cara pemodelan tekuk lentur yang dilakukan dengan menggunakan elemen dimana pada bab ini akan dibahas mengenai data batang tekan yang dimodelkan, pembebanan, dan prosedur analisis yang digunakan menggunakan elemen hingga dengan bantuan program ADINA 9.3.3

Bab 4 Analisis Studi Parameter yang berisi mengenai analisis yang dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode elemen hingga, persamaan AISC dan PPBBI, serta mengevaluasi persamaan yang mengakomodasi faktor beban aksial tidak konstan.

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