

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR NOTASI	xxii
DAFTAR KONFERSI SATUAN	xxvi
DAFTAR LAMPIRAN	xxvii
ABSTRAKSI	xxviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Lokasi Penelitian	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum	6
2.2 Macam-Macam Tekuk Pada Gelagar Pelat	7

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Gelagar Pelat	9
3.1.1 Tekuk Akibat Geser	12
1. Tekuk Elastis Akibat Geser Murni	12
2. Tekuk Inelastis Akibat Geser Murni	15
3. Kekuatan Geser	16
a. Geser Nominal	16
b. Kekuatan Geser Dalam Rentang Beban Layanan	16
c. Kekuatan Geser Nominal Termasuk aksi Medan Tarik	17
4. Kekuatan Pasca Tekuk Pada Elemen Pelat	19
3.1.2 Tekuk Akibat Tekanan Merata	20
1. Tekuk Elastis Akibat Tekanan Merata ..	20
2. Kekuatan Pelat yang Memikul Tekanan Tepi Merata	22
3.1.3 Lentur Pada Bidang Badan	29
3.2 Tekuk Puntir Lateral Gelagar Pelat Kantilever	32

3.2.1	Tekuk Puntir Lateral Elastis	33
3.2.2	Tekuk Puntir Lateral Tak Elastis ($M_p > M_n > M_r$)	38
3.3	Perencanaan Pengaku	39
3.3.1	Pengaku Dukung/Landasan	40
3.3.2	Pengaku Antara	42
3.3.3	Penempatan Pengaku Lateral	43
3.4	Hubungan Momen dengan Kelengkungan	45
3.5	Hubungan Beban dengan Lendutan	51
3.6	Daktilitas	53
3.7	Pengelompokan Baja Berdasar Tegangan Leleh	54

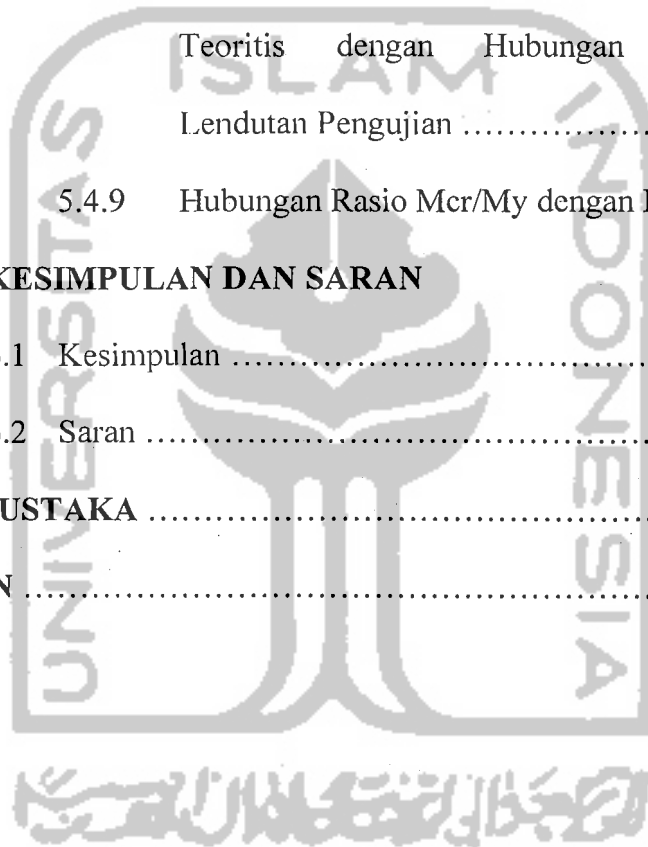
BAB IV METODE PENELITIAN

4.1	Metode Penelitian	56
4.2	Persiapan Bahan dan Alat	57
4.2.1	Bahan	57
	a. Pelat Baja	57
	b. Profil Siku	57
	c. Baut	57
4.2.2	Peralatan Penelitian	57
	a. Mesin Uji Kuat Tarik	58
	b. Loading Frame	58
	c. Dukungan Sendi dan Rol	59

	d. Hindraulic Jack	60
	e. Dial Gauge	61
4.3	Model Benda Uji	61
4.4	Pembuatan Benda Uji	62
4.5	Pengujian Benda Uji	63
4.5.1	Pengujian Kuat Tarik Baja	63
4.5.2	Pengujian Kuat Lentur	63
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
5.1	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja	66
5.2	Hasil Pengujian Lentur Gelagar Pelat Kantilever	66
5.2.1	Hubungan Beban-Lendutan Lentur (vertikal)	67
5.2.2	Analisa Data Hubungan Beban-Lendutan (vertikal)	68
5.2.3	Hubungan Beban-Lendutan Lateral (horisontal)	69
5.2.4	Analisa Data Hubungan Beban-Lendutan Lateral (horisontal)	70
5.2.5	Hubungan Momen-Kelengkungan Lentur (vertikal)	71
5.2.6	Analisa Data Hubungan Momen-	

	Kelengkungan Lentur (vertikal)	72
5.2.7	Perbandingan Lendutan secara Teoritis dengan Lendutan Pengujian	73
5.2.8	Analisa Perbandingan Lendutan secara Teoritis dengan Lendutan Pengujian	78
5.2.9	Hubungan Rasio M_{cr}/M_y dengan L/r_y	79
5.2.10	Analisa Rasio M_{cr}/M_y dengan I/r_y	79
5.3	Analisa Kerusakan Pada Benda Uji	80
5.4	Pembahasan	81
5.4.1	Kuat Tarik Baja Berdasarkan Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja	81
5.4.2	Kuat Lentur Vertikal Gelagar Pelat Kantilever Berdasarkan Hubungan beban Lendutan Lentur (vertikal)	81
5.4.3	Daktilitas ditinjau dari Hubungan Beban- Lendutan Lentur (vertikal)	82
5.4.4	Kuat Lentur Horisontal Gelagar Pelat Kantilever Berdasarkan Hubungan Beban- Lendutan Lateral (horisontal)	83
5.4.5	Daktilitas ditinjau dari Hubungan Beban- Lendutan Lateral (horisontal)	83
5.4.6	Kuat Lentur Gelagar Pelat Katilever	

	Ditinjau dari Hubungan Momen- Kelengkungan	84
5.4.7	Daktilitas Gelagar Pelat Kantilever ditinjau dari Hubungan Momen-Kelengkungan	84
5.4.8	Perbandingan Hubungan Beban-Lendutan Teoritis dengan Hubungan Beban- Lendutan Pengujian	85
5.4.9	Hubungan Rasio M_{cr}/M_y dengan L/r_y	85
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Kesimpulan	87
6.2	Saran	88
DAFTAR PUSTAKA		90
LAMPIRAN		91



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Komponen tipikal gelagar pelat (Bowles,1985)	10
Gambar 3.2	Tegangan pada pelat badan (Salmon dan Johnson, 1986)	12
Gambar 3.3	Teori geser klasik (Salmon dan Johnson,1986); (a) Elemen yang mengalami geser murni, (b) tegangan utama pada elemen yang mengalami geser murni, (c) tegangan utama pada panil yang mengalami geser murni	13
Gambar 3.4	Dua keadaan dari jarak pengaku antara (Salmon dan Johnson, 1986); (a) $a/h < 1$, (b) $a/h > 1$	13
Gambar 3.5	Kapasitas geser yang tersedia dengan memperhatikan kekuatan pasca tekuk (Salmon dan Johnson, 1992)	18
Gambar 3.6	Aksi medan tarik (Salmon dan Johnson, 1986)	18

Gambar 3.7	Elemen-elemen pelat dibawah tekanan aksial memperhatikan distribusi tegangan dan sisten ekifalen (Salmon dan Johson, 1992); (a)(b) elemen berpengaku, (c)(d) elemen tanpa pengaku	19
Gambar 3.8	Pelat dengan tekanan merata (Salmon dan Johson, 1986)	21
Gambar 3.9	Koefisien tekuk untuk pelat yang mendapat tekanan merata-tepi longitudinal bertumpuan sederhana (Salmon dan Johson, 1992)	22
Gambar 3.10	Koefisien tekuk elastis untuk tekanan pada pelat segi empat datar (Salmon dan Johson, 1996)	24
Gambar 3.11	Perilaku gelagar akibat tekanan tepi (Salmon dan Johson, 1996)	25
Gambar 3.12	Perbandingan antara tekuk pelat dengan tekuk kolom	27
Gambar 3.13	Defleksi tekuk pelat pada sayap (jepit-bebas) (Salmon dan Johson, 1992)	28
Gambar 3.14	Defleksi tekuk pelat pada badan (jepit-jepit) (Salmon dan Johson, 1992)	29
Gambar 3.15	Koefisien tekuk untuk pelat yang mengalami lentur murni	30

Gambar 3.16	Kekuatan lentur gelagar yang dipengaruhi oleh tegangan lentur pada pelat badan ; baja A36	31
Gambar 3.17	Balok profil I dalam posisi sedikit tertekuk (Englekirk,1993) (a) tampak atas, (b) tampak samping, (c) potongan A-A	35
Gambar 3.18	Keadaan batas tekuk puntir lateral (Salmon dan Johson, 1992)	38
Gambar 3.19	Penampang lintang efektif pengaku tumpu (Salmon dan Johson, 1992) (a) pengaku ujung, (b) pengaku interior	41
Gambar 3.20	Tegangan balok dengan lateral support pada jarak tertentu	44
Gambar 3.21	Deformasi segmen balok dalam lenturan (a) tampak samping, (b) potongan melintang	46
Gambar 3.22	Momen kelengkungan	48
Gambar 3.23	Grafik momen kelengkungan	51
Gambar 3.24	Hubungan beban dan lendutan pada balok	52
Gambar 4.1	Bagan alir metode penelitian	56
Gambar 4.2	Universal testing material Shimatzu UMH 30	58
Gambar 4.3	Bentuk fisik loading frame	59
Gambar 4.4	Dukungan sendi dan rol	60
Gambar 4.5	Hidraulic jack	60

Gambar 4.6	Dial gauge	61
Gambar 4.7	Perletakan dukungan sendi-rol gelagar pelat kantilever	62
Gambar 4.8	Penampang gelagar pelat	62
Gambar 4.9	Benda uji untuk uji kuat tarik baja	63
Gambar 4.10	Gelagar pelat kantilever dengan $L_b = 1000$ mm	64
Gambar 4.11	Gelagar pelat kantilever dengan $L_b = 1500$ mm	64
Gambar 5.1	Grafik hubungan beban-lendutan lentur (vertikal) keempat benda uji	67
Gambar 5.2	Grafik hubungan beban-lendutan lateral (horisontal) keempat benda uji	69
Gambar 5.3	Grafik hubungan momen-kelengkungan lentur (vertikal) keempat benda uji	72
Gambar 5.4	Grafik perbandingan hubungan beban-lendutan teoritis dengan hubungan beban-lendutan pengujian benda uji 1 ($P_{\text{TEORITIS}} = P_{\text{PENGUJIAN}}$)	74
Gambar 5.5	Grafik perbandingan hubungan beban-lendutan teoritis dengan hubungan beban-lendutan pengujian benda uji 2 ($P_{\text{TEORITIS}} = P_{\text{PENGUJIAN}}$)	75
Gambar 5.6	Grafik perbandingan hubungan beban-lendutan teoritis dengan hubungan beban-lendutan pengujian benda uji 3 ($P_{\text{TEORITIS}} = P_{\text{PENGUJIAN}}$)	75

Gambar 5.7	Grafik perbandingan hubungan beban-lendutan teoritis dengan hubungan beban-lendutan pengujian benda uji 4 ($P_{\text{TEORITIS}} = P_{\text{PENGUJIAN}}$)	76
Gambar 5.8	Grafik perbandingan hubungan beban-lendutan teoritis dengan hubungan beban-lendutan pengujian benda uji 1 ($P_{\text{TEORITIS}} \neq P_{\text{PENGUJIAN}}$)	76
Gambar 5.9	Grafik perbandingan hubungan beban-lendutan teoritis dengan hubungan beban-lendutan pengujian benda uji 2 ($P_{\text{TEORITIS}} \neq P_{\text{PENGUJIAN}}$)	77
Gambar 5.10	Grafik perbandingan hubungan beban-lendutan teoritis dengan hubungan beban-lendutan pengujian benda uji 3 ($P_{\text{TEORITIS}} \neq P_{\text{PENGUJIAN}}$)	77
Gambar 5.11	Grafik perbandingan hubungan beban-lendutan teoritis dengan hubungan beban-lendutan pengujian benda uji 4 ($P_{\text{TEORITIS}} \neq P_{\text{PENGUJIAN}}$)	78
Gambar 5.12	Grafik hubungan rasio M_{cr}/M_y dengan L/ry untuk keempat benda uji	80

DAFTAR TABEL

Tabel	5.1	Hasil pengujian kuat lentur baja	66
Tabel	5.2	Analisa kekakuan dari hubungan beban-lendutan lentur (vertikal)	68
Tabel	5.3	Analisa daktilitas lentur dan hubungan beban lendutan lentur (vertikal)	69
Tabel	5.4	Analisa kekakuan dari hubungan beban lendutan lateral (horisontal)	70
Tabel	5.5	Analisa daktilitas lateral dari hubungan beban lendutan lateral (horisontal)	71
Tabel	5.6	Analisa kekakuan dari hubungan momen-kelengkungan lentur (vertikal)	72
Tabel	5.7	Analisa daktilitas kelengkungan dari hubungan momen-kelengkungan lentur (vertikal)	73
Tabel	5.8	Analisa perbandingan lendutan secara teoritis dengan lendutan pengujian ($P_{\text{teoritis}} = P_{\text{pengujian}}$)	78
Tabel	5.9	Analisa perbandingan lendutan secara teoritis dengan lendutan pengujian ($P_{\text{teoritis}} \neq P_{\text{pengujian}}$)	79
Tabel	5.10	Analisa rasio M_{cr}/M_y dan rasio L/r_y	80

DAFTAR NOTASI

- a = jarak antar pengaku
- A_b = A_{bruto} = luas penampang lintang bruto
- A_e = A_{eff} = luas efektif
- A_f = luas bruto sebuah flens
- A_{pb} = luas kontak pengaku
- A_w = luasan badan
- b = lebar, lebar flens
- b_E = lebar efek dimana tegangan maksimum dapat dianggap merata yang dapat memberikan kapasitas tebal yang tepat
- b_f = lebar flens
- C_b = faktor untuk menghitung gradien momen kekuatan balok, nilainya 1,0-2,3, dan untuk kantilever nilainya 1,0
- C_c = rasio kerampingan KL/r yang memisahkan antara kolom panjang dan pendek menurut ASD
- C_v = rasio tegangan geser kritis terhadap tegangan geser leleh = $\frac{\tau_{cr}}{\tau_y}$
- C_w = konstanta kelengkungan puntir
- d = tinggi gelagar
- d_w = kedalaman badan
- D = nilai geser maksimum pada $\tau = \frac{D.S}{I.b}$
- e = eksentrisitas badan
- E = modulus elastisitas
- f = tegangan karena geser langsung

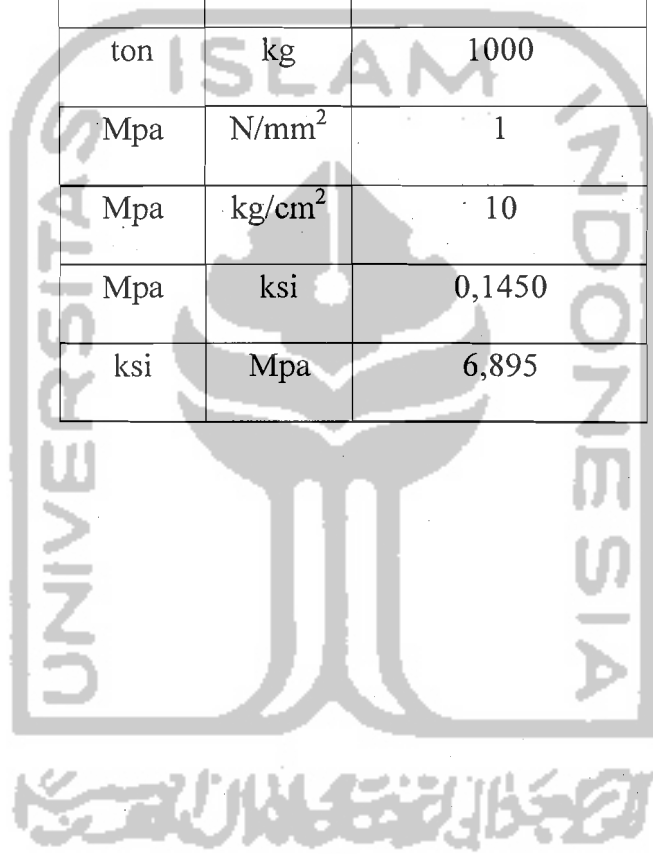
- f_a = tegangan tarik aksial beban layanan
 f_b = tegangan lentur dalam layanan
 f_c = tegangan merata beban layanan
 f_v = tegangan geser beban layanan
 F_a = tegangan aksial beban layanan yang diijikan dalam ASD
 F_b = tegangan lentur yang diijinkan
 F_{cr} = tegangan kritis
 F_s = faktor keamanan
 F_u = kekuatan tarik baja stuktur
 F_v = tegangan geser yang diijinkan
 F_y = tegangan leleh
 F_{yw} = tegangan leleh untuk badan
 G = modulus elastisitas geser
 h = kedalaman, tinggi pelat badan
 I = momen inersia
 I_x = momen inersia sumbu X
 I_y = momen inersia sumbu Y
 J = konstanta puntiran
 k = koefisien tekukan pelat
 L = panjang bentang
 L_b = panjang tanpa penopang lateral
 L_c = ASD, panjang tanpa penopang lateral maksimal untuk penggunaan F_b
 L_u = ASD, panjang tanpa penopang lateral untuk digunakan pada tegangan ijin $F_b = 0,60F_y$ bila $C_b = 1,0$
 m = momen puntir beban layanan terdistribusi merata
 M_{cr} = kekuatan momen tekuk puntir lateral elastik
 M_p = kekuatan momen elastis
 M_r = kekuatan momen bila serat terluar mencapai $(F_y - F_r)$

M_u	=	momen beban layanan terfaktor
M_x	=	momen menurut sumbu x
M_y	=	momen menurut sumbu y bila lentur biaksial diperhitungkan
M_z	=	momen lentur/momen puntir pada arah z menurut sumbu batang
n	=	jumlah baut
N	=	pajang pikulan
P	=	beban aksial layanan
P_n	=	kekuatan nominal batang tekan yang dibebani secara aksial
P_u	=	beban aksial terfaktor
r	=	jari-jari girasi
r_t	=	jari-jari girasi sebuah penampang yang mencakup flens tekan plus sepertiganya luas badan tekan yang diambil menurut sebuah sumbu dalam bidang badan, ASD
r_y	=	jari-jari girasi arah y
R	=	beban layanan perbaut
R_n	=	kekuatan nominal pada sub penyambung dalam tarik geser atau pikul; kekuatan reaksi nominal
S_x	=	modulus penampang elastis
t	=	ketebalan
t_f	=	tebal flens (sayap)
t_s	=	tebal penyambung
t_w	=	tebal badan
v	=	tegangan geser
V_n	=	kekuatan geser nominal
V_u	=	gaya geser terfaktor
y	=	defleksi pada sumbu lokasi z sepanjang bentang
z	=	modulus elastik
Z_x	=	modulus elastik sumbu X
γ	=	istilah umum untuk faktor kelebihan beban

ε	=	regangan
ε_t	=	regangan total
ε_x	=	regangan arah X
ε_y	=	regangan pada saat tegangan leleh
Δ	=	defleksi/lendutan
Δ_y	=	lendutan pada saat beban maksimum
Δ_{total}	=	lendutan total
λ	=	rasio kerampingan untuk pelat
λ_c	=	parameter kerampingan
λ_p	=	rasio kerampingan maksimum untuk elemen kompak
μ	=	rasio poisson, daktilitas
ϕ	=	koefisien resistensi = 0,85
τ	=	tegangan geser
τ_{cr}	=	tegangan tekuk geser
τ_y	=	tegangan leleh geser
θ	=	sudut rotasi
ρ	=	rasio luas penampang lintang badan A_w terhadap luas penampang A_f salah satu flens.
σ	=	tegangan
π	=	konstanta = 3,14

FAKTOR KONVERSI SATUAN

Dari	Ke	Faktor Konversi
m	mm	1000
ton	kg	1000
Mpa	N/mm ²	1
Mpa	kg/cm ²	10
Mpa	ksi	0,1450
ksi	Mpa	6,895



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lembar Konsultasi
- Lampiran 2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja
- Lampiran 3 Perhitungan Benda Uji
- Lampiran 4 Hasil Pembebanan Benda Uji
- Lampiran 5 Grafik Hubungan Beban-Lendutan Lentur dan Lateral
- Lampiran 6 Grafik Hubungan Momen-Kelengkungan Lentur
- Lampiran 7 Grafik Perbandingan Hubungan Beban-Lendutan Teoritis dengan Hubungan Beban-lendutan Pengujian serta contoh hitungan
- Lampiran 8 Grafik Hubungan Rasio M_{cr}/M_y dengan L/r_y
- Lampiran 9 Gambar-gambar