

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
1.6 Metode Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	7
2.1 Baja Struktural	7
2.1.1 Hubungan Tegangan-Regangan	7
2.1.2 Teori Energi Distorsi Maksimum von Mises	9
2.1.3 Metode Perencanaan LRFD	10
2.2 Batang Tarik	12
2.2.1 Luas Neto	13
2.2.2 Luas Efektif	14
2.2.3 Kekuatan Tarik Desain	15
2.3 Geser Blok	16
2.3.1 Persamaan Kekuatan Geser Blok AISC	16

2.4	<i>Finite Element Method</i>	18
2.4.1	Prosedur Umum Penyelesaian dalam FEM	24
2.5	Analisis <i>Non-Linear</i> Beban Riwayat Waktu	26
2.5.1	Analisis Beban Riwayat Waktu	26
2.5.2	Metode Integrasi Langsung	26
2.5.3	Analisis <i>Non-Linear</i>	28
2.6	Tinjauan Hasil Penelitian	32
2.6.1	Esptein (1996)	32
2.6.2	Epstein dan McGinnis (2000)	33
2.6.3	Epstein dan Stamberg (2002)	34
BAB 3	METODE PENELITIAN	35
3.1	Pemilihan Profil	35
3.1.1	Profil Eksperimen	35
3.1.2	Profil Indonesia	38
3.2	Model Elemen Hingga	40
3.3	Kriteria Kegagalan	43
BAB 4	HASIL ANALISIS	46
4.1	Verifikasi FEM terhadap Hasil Eksperimen	46
4.2	Analisis Profil Indonesia	72
4.3	Asumsi Geser Blok AISC	96
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	98
	DAFTAR PUSTAKA	100
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi mutu baja di Indonesia	9
Tabel 2.2	Faktor ketahanan	12
Tabel 3.1	Profil hasil eksperimen yang dianalisis	36
Tabel 3.2	Profil Indonesia yang dianalisis	40
Tabel 4.1	Perbandingan beban runtuh hasil FEM dengan hasil eksperimen dan hasil analitis	49
Tabel 4.2	Perbandingan beban runtuh hasil FEM dengan hasil analitis untuk profil Indonesia	73
Tabel 4.3	Distribusi tegangan geser S_{12} dan tegangan normal longitudinal S_{11} pada potongan geser blok asumsi AISC untuk profil Indonesia.....	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Profil batang tarik	1
Gambar 1.2	Geser blok	2
Gambar 1.3	Pola kegagalan geser blok pada profil T	2
Gambar 1.4	Spesimen yang mengalami <i>alternate path block shear failure</i>	3
Gambar 1.5	Efek <i>shear lag</i>	3
Gambar 2.1	Ilustrasi uji tarik	8
Gambar 2.2	Kurva tegangan-regangan tipikal baja struktural	8
Gambar 2.3	Kriteria leleh von Mises untuk tegangan bidang	11
Gambar 2.4	Ilustrasi batang tarik yang disambung dengan baut	11
Gambar 2.5	Profil T yang hanya disambung di bagian sayap	14
Gambar 2.6	Ilustrasi geser blok	17
Gambar 2.7	Pola kegagalan geser blok pada <i>coped beams</i>	18
Gambar 2.8	Distribusi tegangan tarik geser blok	19
Gambar 2.9	Diskritisasi struktur roda gigi	20
Gambar 2.10	Berbagai jenis elemen dalam FEM	20
Gambar 2.11	Bentuk-bentuk elemen yang terdistorsi	22
Gambar 2.12	Perubahan bentuk elemen	22
Gambar 2.13	Koneksi antar elemen yang sangat buruk	22
Gambar 2.14	Metode penghalusan jaring elemen	23
Gambar 2.15	Ilustrasi lokasi yang mengalami diskontinuitas	23
Gambar 2.16	Contoh beban riwayat waktu	26
Gambar 2.17	Kasus pegas <i>non-linear</i> dengan satu d.o.f.	30
Gambar 2.18	Metode Newton-Rhapson	31
Gambar 2.19	Ragam kegagalan dari keempat spesimen	33
Gambar 2.20	Geometri geser blok yang mengalami ABS	33
Gambar 3.1	Parameter-parameter geometris dari profil T	35
Gambar 3.2	Tipikal jaring elemen	41
Gambar 3.3	Tegangan tarik yang diterapkan dan tumpuan pada ujung profil di luar daerah sambungan	41
Gambar 3.4	Tumpuan pada lubang baut	41
Gambar 3.5	Kurva hubungan tegangan-regangan baja profil	42

Gambar 3.6	Tipikal beban riwayat waktu	44
Gambar 3.7	Kurva tipikal beban-perpindahan	45
Gambar 4.1	Kurva beban-perpindahan untuk 5 profil eksperimen yang dianalisis....	47
Gambar 4.2	Bentuk deformasi profil WT 5x6+2 (E1)	47
Gambar 4.3	Bentuk deformasi profil WT 5x6+2 (E2)	47
Gambar 4.4	Bentuk deformasi profil WT 5x6+4 (E3)	48
Gambar 4.5	Bentuk deformasi profil WT 6x8 (E4)	48
Gambar 4.6	Bentuk deformasi profil WT 6x8 (E5)	48
Gambar 4.7	Perilaku <i>necking</i> yang terjadi pada profil WT 5x6+2 (E1)	50
Gambar 4.8	Tegangan S_{11} (ksi) pada profil WT 5x6+2 (E1)	52
Gambar 4.9	Tegangan S_{11} (ksi) pada profil WT 5x6+2 (E2)	53
Gambar 4.10	Tegangan S_{11} (ksi) pada profil WT 5x6+4 (E3)	54
Gambar 4.11	Tegangan S_{11} (ksi) pada profil WT 6x8 (E4)	55
Gambar 4.12	Tegangan S_{11} (ksi) pada profil WT 6x8 (E5)	56
Gambar 4.13	Tegangan S_{22} (ksi) pada profil WT 5x6+2 (E1)	57
Gambar 4.14	Tegangan S_{22} (ksi) pada profil WT 5x6+2 (E2)	58
Gambar 4.15	Tegangan S_{22} (ksi) pada profil WT 5x6+4 (E3)	59
Gambar 4.16	Tegangan S_{22} (ksi) pada profil WT 6x8 (E4)	60
Gambar 4.17	Tegangan S_{22} (ksi) pada profil WT 6x8 (E5)	61
Gambar 4.18	Tegangan S_{12} (ksi) pada profil WT 5x6+2 (E1)	62
Gambar 4.19	Tegangan S_{12} (ksi) pada profil WT 5x6+2 (E2)	63
Gambar 4.20	Tegangan S_{12} (ksi) pada profil WT 5x6+4 (E3)	64
Gambar 4.21	Tegangan S_{12} (ksi) pada profil WT 6x8 (E4)	65
Gambar 4.22	Tegangan S_{12} (ksi) pada profil WT 6x8 (E5)	66
Gambar 4.23	Tegangan S_{VM} (ksi) pada profil WT 5x6+2 (E1)	67
Gambar 4.24	Tegangan S_{VM} (ksi) pada profil WT 5x6+2 (E2)	68
Gambar 4.25	Tegangan S_{VM} (ksi) pada profil WT 5x6+4 (E3)	69
Gambar 4.26	Tegangan S_{VM} (ksi) pada profil WT 6x8 (E4)	70
Gambar 4.27	Tegangan S_{VM} (ksi) pada profil WT 6x8 (E5)	71
Gambar 4.28	Kurva beban-perpindahan untuk 5 profil Indonesia yang dianalisis	72
Gambar 4.29	Bentuk deformasi profil T 100x100 (G1)	74
Gambar 4.30	Bentuk deformasi profil T 125x125 (G2)	74
Gambar 4.31	Bentuk deformasi profil T 150x150 (G3)	74

Gambar 4.32	Bentuk deformasi profil T 150x150 (G4)	74
Gambar 4.33	Bentuk deformasi profil T 125x250 (G5)	74
Gambar 4.34	Tegangan S_{11} (MPa) pada profil T 100x100 (G1)	76
Gambar 4.35	Tegangan S_{11} (MPa) pada profil T 125x125 (G2)	77
Gambar 4.36	Tegangan S_{11} (MPa) pada profil T 150x150 (G3)	78
Gambar 4.37	Tegangan S_{11} (MPa) pada profil T 150x150 (G4)	79
Gambar 4.38	Tegangan S_{11} (MPa) pada profil T 125x250 (G5)	80
Gambar 4.39	Tegangan S_{22} (MPa) pada profil T 100x100 (G1)	81
Gambar 4.40	Tegangan S_{22} (MPa) pada profil T 125x125 (G2)	82
Gambar 4.41	Tegangan S_{22} (MPa) pada profil T 150x150 (G3)	83
Gambar 4.42	Tegangan S_{22} (MPa) pada profil T 150x150 (G4)	84
Gambar 4.43	Tegangan S_{22} (MPa) pada profil T 125x250 (G5)	85
Gambar 4.44	Tegangan S_{12} (MPa) pada profil T 100x100 (G1)	86
Gambar 4.45	Tegangan S_{12} (MPa) pada profil T 125x125 (G2)	87
Gambar 4.46	Tegangan S_{12} (MPa) pada profil T 150x150 (G3)	88
Gambar 4.47	Tegangan S_{12} (MPa) pada profil T 150x150 (G4)	89
Gambar 4.48	Tegangan S_{12} (MPa) pada profil T 125x250 (G5)	90
Gambar 4.49	Tegangan S_{VM} (MPa) pada profil T 100x100 (G1)	91
Gambar 4.50	Tegangan S_{VM} (MPa) pada profil T 125x125 (G2)	92
Gambar 4.51	Tegangan S_{VM} (MPa) pada profil T 150x150 (G3)	93
Gambar 4.52	Tegangan S_{VM} (MPa) pada profil T 150x150 (G4)	94
Gambar 4.53	Tegangan S_{VM} (MPa) pada profil T 125x250 (G5)	95
Gambar 4.54	Asumsi AISC untuk pola geser blok profil T yang disambung di sayap	96

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Diameter Lubang Nominal AISC 360-10
LAMPIRAN B	Faktor Shear Lag U AISC 360-10
LAMPIRAN C	Penurunan Matriks $[D]$ dan $[B]$
LAMPIRAN D	Data Penelitian Epstein dan Stamberg (2002)
LAMPIRAN E	Profil T- <i>Beam</i> Gunung Garuda
LAMPIRAN F	Jarak Minimum Baut AISC 360-10
LAMPIRAN G	Perhitungan Kekuatan Tarik Desain Profil T
LAMPIRAN H	Prosedur Penggunaan Fitur <i>Non-Linear Time History</i> SAP2000

DAFTAR NOTASI

A	luas penampang
A_e	luas efektif batang tarik
A_g	luas bruto batang tarik
A_{gt}	luas bruto bidang tarik pada geser blok
A_{gv}	luas bruto bidang geser pada geser blok
A_n	luas neto batang tarik
A_{nt}	luas neto bidang tarik pada geser blok
A_{nv}	luas neto bidang geser pada geser blok
b	lebar sayap profil
d	tinggi badan profil
E	modulus elastisitas Young
e	jarak baut ke tepi profil
e_p	gaya tak seimbang pada iterasi Newton-Raphson
F_u	tegangan ultimit
F_y	tegangan leleh
g	jarak antar baut yang melintasi badan profil
k	jarak dari flens ke jari-jari sudut ($t_f + r$)
k_{t0}	kekakuan tangen awal pada iterasi Newton-Raphson
l	panjang sambungan
L	panjang member batang tarik
P_n	kekuatan nominal batang tarik
p	jarak antar baut yang bersebelahan
r	jari-jari sudut pada penampang profil, jari-jari girasi minimum
R_n	kekuatan nominal geser blok
S_{11}	tegangan normal longitudinal
S_{12}	tegangan geser
S_{22}	tegangan normal transversal
SVM	tegangan von Mises elemen
t_f	tebal sayap profil
t_w	tebal badan profil

U	faktor <i>shear lag</i>
u	perpindahan titik nodal
U_{bs}	faktor reduksi geser blok
$U1$	perpindahan titik nodal dalam arah longitudinal
V_a	kekuatan ijin geser blok menurut ASD 1978
$[B]$	matriks hubungan regangan-perpindahan
$[C]$	matriks redaman struktur
$[D]$	matriks elastisitas bahan, <i>constitutive matrix</i>
$\{d\}$	vektor perpindahan titik-titik nodal pada sebuah elemen
$\{F\}$	vektor beban struktur global
$\{f\}$	beban nodal ekuivalen
$[K]$	matriks kekakuan global
$[k]$	matriks kekakuan elemen
$[M]$	matriks massa struktur
$[N]$	fungsi bentuk
$\{P\}$	vektor beban terpusat
$\{q\}$	vektor beban terdistribusi
$\{\ddot{U}\}$	vektor percepatan
$\{\dot{U}\}$	vektor kecepatan
$\{U\}$	vektor perpindahan
$\{\epsilon\}$	vektor regangan
ϵ_D	toleransi perpindahan
ϵ_R	toleransi gaya
ϵ_{sh}	regangan pada awal tahap pengerasan regangan (<i>strain hardening</i>)
ϵ_u	regangan ultimit
ϵ_y	regangan leleh
$[\sigma]$	matriks tegangan
σ_1	tegangan utama arah sumbu utama-1
σ_2	tegangan utama arah sumbu utama-2
σ_3	tegangan utama arah sumbu utama-3
σ_e	tegangan efektif, tegangan von Mises

τ	tegangan geser
\emptyset	faktor ketahanan
\bar{x}	eksentrisitas sambungan ke pusat berat penampang profil T
ψ	fungsi interpolasi
ΔL	perpanjangan elemen
Δt	interval waktu integrasi
Δt_{cr}	interval waktu integrasi maksimum yang digunakan dalam metode algoritme eksplisit
Δu	selisih perpindahan pada iterasi Newton-Raphson
ν	rasio Poisson
γ	faktor numerik dalam metode Newmark
β	faktor numerik dalam metode Newmark
α	faktor numerik dalam metode Hilber, Hughes, Taylor