

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS DAN PERNYATAAN KEASLIAN...	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xvi
BAB I Pendahuluan	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Perumusan Penelitian	3
I.3 Tujuan dan Kontribusi Penelitian	3
I.4 Pembatasan Masalah	3
I.5 Manfaat Penelitian	9
I.6 Sistematika Penulisan	10
BAB II Tinjauan Pustaka	11
II.1 Konsep Metode Pelat Tumpuan Sederhana Timoshenko- Woinowsky Krieger yang Dibebani Gaya Geser Murni.....	11
II.2 Verifikasi Analisis <i>Finite Element Method</i> dengan Perhitungan Manual Berdasarkan AISC.....	12
II.2.1 Tekuk Akibat Geser Murni pada Pelat Tanpa Lubang, ANSI/AISC 360-16 (G2.1 & G2.2).....	13
II.2.2 Tekuk Akibat Geser Murni pada Pelat Dengan Lubang Heksagonal, <i>AISC Desain Guide 31– 3.5.1</i> & 3.5.2.....	14
II.3 Konsep Tegangan Sisa	17
II.3.1 Tegangan Sisa Akibat <i>Hot Rolling</i>	17
II.3.2 Tegangan Sisa Akibat Pengelasan	18
II.4 Metode Elemen Hingga	20
II.5 Teori Leleh Von Mises	21
Bab III Metodologi Penelitian	23
III.1 Alat yang digunakan	23
III.2 Urutan Pelaksanaan Penelitian	23
III.3 Pengenalan Analisis Tekuk dengan ANSYS <i>Workbench</i>	29
III.4 Langkah-langkah Pengujian dengan Metode Elemen Hingga.....	30
III.4.1 Langkah-langkah Pengujian Analisis Tekuk Geser Elastis.....	31
III.4.2 Langkah-langkah Pengujian Tekuk Geser Inelastis.....	38
III.4.3 Langkah-langkah Analisis Tegangan Von Mises...	49
III.5 Penentuan Ukuran <i>Meshing</i>	49
III.6 Interpretasi <i>Output</i> Hasil Pengujian Metode Elemen	52

	Hingga.....	
	III.6.1 <i>Output</i> Hasil Analisis Tekuk Geser Elastis	52
	III.6.2 <i>Output</i> Hasil Analisis Tekuk Inelastis	52
	III.7 Verifikasi Nilai Gaya Geser Kritis	53
BAB IV	Analisis Pengujian	54
	IV.1 Analisis Tahap I (Pelat <i>Web</i> Tanpa Lubang)	54
	IV.1.1 Analisis Tekuk Geser Manual berdasarkan ANSI/AISC a360-16 pasal G2.1 & G2.2	54
	IV.1.2 Analisis Pemodelan Metode Elemen Hingga untuk Benda Uji Tanpa Tekuk Geser	56
	IV.2 Analisis Tahap II (Pelat <i>Castellated</i> Berlubang Heksagonal – Tanpa Tegangan Sisa).....	65
	IV.2.1 Analisis Tekuk Geser Manual berdasarkan AISC 31-Desain Guide.....	65
	IV.2.2 Analisis Pemodelan Elemen Hingga untuk Benda Uji Tanpa Tekuk Geser.....	69
	IV.2.3 Analisis Pemodelan Elemen Hingga untuk Benda Uji Dengan Tekuk Geser	77
	IV.3 Analisis Tahap III (Pelat <i>Castellated</i> Berlubang Heksagonal – Dengan Tegangan Sisa)	82
	IV.3.1 Analisis Pemodelan Elemen Hingga Untuk Benda Uji Tanpa Tekuk Geser	85
	IV.3.2 Analisis Pemodelan Elemen Hingga Untuk Benda Uji Dengan Tekuk Geser.....	93
BAB V	Kesimpulan dan Saran	98
	DAFTAR PUSTAKA	100
	LAMPIRAN	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Struktur balok profil <i>castellated honeycomb</i> pada gedung parkir PVJ Mall Bandung	1
Gambar I.2	<i>Web</i> baja berlubang heksagonal	4
Gambar I.3	Penampang profil I (<i>Parent Section</i>) yang dimodifikasi menjadi profil <i>castellated</i>	6
Gambar I.4	Dua keadaan dari jarak pengaku antara	6
Gambar I.5	Tampak 3D profil I <i>castellated honeycomb</i> dan konfigurasi ukuran lubang	7
Gambar II.1	Teori geser klasik	11
Gambar II.2	Tekuk pelat yang mengalami geser murni	12
Gambar II.3	Tatanama pada balok <i>castellated honeycomb</i>	14
Gambar II.4	Diagram distribusi tegangan sisa pada profil I	17
Gambar II.5	Diagram distribusi tegangan sisa pada area <i>Tee</i> dari profil <i>castellated honeycomb</i>	18
Gambar II.6	(a) Asumsi diagram distribusi tegangan sisa akibat las pada <i>web</i> profil <i>castellated honeycomb</i> , (b) Area pada <i>web</i> yang terkena pengaruh tegangan sisa akibat pengelasan, (c) Pembuktian distribusi tegangan sisa transversal menggunakan <i>finite elemen method</i>	19
Gambar III.1	<i>Flowchart</i> proses analisis secara umum	24
Gambar III.2	<i>Flowchart</i> proses analisis tahap I	25
Gambar III.3	<i>Flowchart</i> proses analisis tahap II	26
Gambar III.4	<i>Flowchart</i> proses analisis tahap III	27
Gambar III.5	Diagram <i>comp vs tension stress</i> dengan nilai <i>residual stress</i> sebesar $0.1 f_y$	28
Gambar III.6	Diagram <i>comp vs tension stress</i> dengan nilai <i>residual stress</i> sebesar $0.2 f_y$	28
Gambar III.7	Diagram <i>comp vs tension stress</i> dengan nilai <i>residual stress</i> sebesar $0.3 f_y$	28
Gambar III.8	Diagram <i>comp vs tension stress</i> tanpa nilai <i>residual stress</i> ...	29
Gambar III.9	(a) Diagram <i>residual stress</i> dan (b) Pembagian segmen <i>web</i> berdasarkan asumsi variasi <i>residual stress</i>	29
Gambar III.10	Ilustrasi cara penerapan fitur <i>eigenvalue buckling</i>	31
Gambar III.11	Ilustrasi cara mengubah <i>properties</i> material baja	32
Gambar III.12	Ilustrasi pembuatan sketsa geometri pemodelan	33
Gambar III.13	Ilustrasi hasil <i>generate</i> dari geometri pemodelan	34
Gambar III.14	Ilustrasi pemodelan kondisi batas dan aplikasi beban geser ..	35
Gambar III.15	Ilustrasi pemodelan kondisi batas dan aplikasi beban geser untuk benda uji yang di- <i>slice</i>	36
Gambar III.16	Ilustrasi penentuan jumlah ragam tekuk	36
Gambar III.17	Ilustrasi penentuan orientasi arah tekuk	37
Gambar III.18	Ilustrasi kontur <i>directional deformation</i> arah sb-Z tekuk akibat gaya geser pada analisa tekuk geser elastis	38
Gambar III.19	Ilustrasi bahasa pemrograman sebagai <i>input upgeom</i> untuk menentukan ragam tekuk pertama pada analisa inelastis ...	39
Gambar III.20	Ilustrasi kerangka model pada ANSYS untuk pemodelan	

	analisa inelastis	40
Gambar III.21	Ilustrasi penyesuaian data-data material menjadi nonlinier ...	41
Gambar III.22	Ilustrasi <i>input</i> jumlah <i>step</i> dan <i>substep</i>	43
Gambar III.23	Ilustrasi <i>input large deformation</i>	44
Gambar III.24	Ilustrasi <i>tabular data</i> sebagai indikator beban inelastis maksimum	44
Gambar III.25	Ilustrasi deformasi pelat yang mengalami inkonvergensi akibat pengaplikasian beban yang terlalu besar	45
Gambar III.26	Ilustrasi cara mengubah <i>properties</i> material baja	46
Gambar III.27	Ilustrasi tampilan <i>input plane</i> dan <i>slice</i>	47
Gambar III.28	Ilustrasi tampilan <i>input material assignment</i> pada <i>surface body</i>	48
Gambar III.29	Ilustrasi tampilan benda uji yang telah di- <i>slice</i>	48
Gambar III.30	Ilustrasi tampilan <i>node merge group</i> dan <i>input tolerance value</i>	49
Gambar III.31	Kurva konvergensi meshing pelat web CW 195x166,32x5....	50
Gambar III.32	Kurva konvergensi meshing pelat web CW 822x653,4x11....	51
Gambar IV.1	Kurva tegangan geser inelastis terhadap perubahan sudut untuk pelat <i>web</i> berlubang heksagonal tanpa tegangan sisa....	58
Gambar IV.2	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> tanpa lubang PLT195x166.32x5	58
Gambar IV.3	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> tanpa lubang PLT262x221.4x5.5	59
Gambar IV.4	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> tanpa lubang PLT333x274.32x6	59
Gambar IV.5	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> tanpa lubang PLT406x329.4x6.5	59
Gambar IV.6	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> tanpa lubang PLT475x382.32x7	60
Gambar IV.7	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> tanpa lubang PLT542x437.4x8	60
Gambar IV.8	Kontur deformasi inelastis <i>web</i> tanpa lubang PLT611x490.32x9	60
Gambar IV.9	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> tanpa lubang PLT678x545.4x10	61
Gambar IV.10	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> tanpa lubang PLT822x653.4x11	61
Gambar IV.11	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> tanpa lubang PLT946x761.4x13	61
Gambar IV.12	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> tanpa lubang PLT1092x869.4x14	62
Gambar IV.13	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 25% pelat <i>web</i> tanpa lubang PLT542x437.4x8	62
Gambar IV.14	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 50% pelat <i>web</i> tanpa lubang PLT542x437.4x8	63
Gambar IV.15	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 75% pelat <i>web</i> tanpa lubang PLT542x437.4x8	63
Gambar IV.16	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 100%	

	pelat <i>web</i> tanpa lubang PLT542x437.4x8	64
Gambar IV.17	Penamaan elemen profil <i>castellated honeycomb</i>	65
Gambar IV.18	Kurva tegangan geser inelastis terhadap perubahan sudut untuk pelat <i>web</i> berlubang heksagonal tanpa tegangan sisa....	71
Gambar IV.19	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW 195x166.32x5	72
Gambar IV.20	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW 262x221.4x5.5	72
Gambar IV.21	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW333x274.32x6	72
Gambar IV.22	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW406x329.4x6.5	73
Gambar IV.23	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW475x382.32x7	73
Gambar IV.24	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW542x437.4x8	73
Gambar IV.25	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW611x490.32x9	74
Gambar IV.26	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW678x545.4x10	74
Gambar IV.27	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW946x761.4x13	74
Gambar IV.28	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 25% inelastis pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW542x437.4x8..	75
Gambar IV.29	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 50% inelastis pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW542x437.4x8..	76
Gambar IV.30	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 75% inelastis pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW542x437.4x8..	76
Gambar IV.31	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 100% inelastis pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW542x437.4x8..	77
Gambar IV.32	Kurva beban geser terbagi rata inelastis terhadap peralihan ke arah sumbu Z untuk pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW822x653.4x11.....	78
Gambar IV.33	Kurva beban geser terbagi rata inelastis terhadap peralihan ke arah sumbu Z untuk pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW1092x869.4x14	78
Gambar IV.34	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW822x653.4x11	79
Gambar IV.35	Kontur deformasi inelastis pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW1092x869.4x14	79
Gambar IV.36	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 25% pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW822x653.4x11	80
Gambar IV.37	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 50% pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW822x653.4x11	81
Gambar IV.38	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 75% pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW822x653.4x11	81
Gambar IV.39	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 100% pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW822x653.4x11	82

Gambar IV.40	Kurva tegangan geser inelastis terhadap perubahan sudut untuk pelat web berlubang heksagonal dengan tegangan sisa.....	87
Gambar IV.41	Kontur deformasi inelastis pelat web berlubang heksagonal CW195x166.32x5	87
Gambar IV.42	Kontur deformasi inelastis pelat web berlubang heksagonal CW262x221.4x5.5	88
Gambar IV.43	Kontur deformasi inelastis pelat web berlubang heksagonal CW333x274.32x6	88
Gambar IV.44	Kontur deformasi inelastis pelat web berlubang heksagonal CW406x329.4x6.5	88
Gambar IV.45	Kontur deformasi inelastis pelat web berlubang heksagonal CW475x382.32x7	89
Gambar IV.46	Kontur deformasi inelastis pelat web berlubang heksagonal CW542x437.4x8	89
Gambar IV.47	Kontur deformasi inelastis pelat web berlubang heksagonal CW611x490.32x9	89
Gambar IV.48	Kontur deformasi inelastis pelat web berlubang heksagonal CW678x545.4x10	90
Gambar IV.49	Kontur deformasi inelastis pelat web berlubang heksagonal CW946x761.4x13	90
Gambar IV.50	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 25% pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW542x437.4x8	91
Gambar IV.51	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 50% pelat web berlubang heksagonal CW542x437.4x8	91
Gambar IV.52	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 75% pelat web berlubang heksagonal CW542x437.4x8	92
Gambar IV.53	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 100% pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW542x437.4x8.....	92
Gambar IV.54	Kurva beban geser terbagi rata inelastis terhadap peralihan ke arah sumbu Z untuk pelat web berlubang heksagonal CW822x653,4x11.....	94
Gambar IV.55	Kurva beban geser terbagi rata inelastis terhadap peralihan ke arah sumbu Z untuk pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW1092x869,4x14.....	94
Gambar IV.56	Kontur deformasi inelastis pelat web berlubang heksagonal CW822x653,4x11.....	95
Gambar IV.57	Kontur deformasi inelastis pelat web berlubang heksagonal CW1092x869,4x14.....	95
Gambar IV.58	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 25% pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW822x653,4x11.....	96
Gambar IV.59	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 50% pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW822x653,4x11.....	96
Gambar IV.60	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 75% pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW822x653,4x11.....	97
Gambar IV.61	Kontur tegangan Von Mises saat beban geser sebesar 100% pelat <i>web</i> berlubang heksagonal CW822x653,4x11.....	97

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Ukuran profil I asal (<i>Parent Section</i>) dan ukuran <i>profil castellated honeycomb</i> yang dihasilkan setelah modifikasi	4
Tabel I.2	Ukuran tinggi, lebar dan rasio dimensi pelat <i>web</i> dari masing-masing ukuran profil <i>castellated honeycomb</i>	7
Tabel I.3	Ukuran profil dan ukuran lubang heksagonal	8
Tabel I.4	Penamaan untuk benda uji pelat <i>web</i> tanpa lubang	8
Tabel I.5	Penamaan untuk benda uji pelat <i>web</i> dengan lubang heksagonal.....	9
Tabel III.1	Nilai ragam tekuk pertama sebagai <i>input</i> untuk analisa tekuk geser inelastis.....	39
Tabel III.2	Resume nilai jumlah elemen akibat <i>meshing</i> dan output V_{cr} pada benda uji CW195x166.32x5.....	50
Tabel III.3	Resume nilai jumlah elemen akibat <i>meshing</i> dan output V_{cr} pada benda uji CW822x653.4x11.....	51
Tabel IV.1	Pemeriksaan nilai rasio kelangsingan <i>web</i> profil I.....	54
Tabel IV.2	Pemeriksaan nilai rasio kelangsingan <i>web</i> profil I dan penentuan jenis tekuk gesernya.....	55
Tabel IV.3	Resume perhitungan nilai V_{cr} pelat <i>web</i> tanpa lubang berdasarkan ANSI/AISC a360-16 pasal G2.1 & G2.2.....	56
Tabel IV.4	Nilai V_{cr} dari analisis tekuk geser pelat <i>web</i> tanpa lubang menggunakan metode elemen hingga untuk benda uji yang tidak mengalami tekuk geser.....	57
Tabel IV.5	Verifikasi nilai V_{cr} AISC a360-16 terhadap nilai V_{cr} MEH.....	57
Tabel IV.6	Data-data ukuran profil pelat <i>web</i> dengan lubang heksagonal.....	65
Tabel IV.7	Perhitungan selisih luas pelat <i>web</i> terhadap lubang heksagonal	66
Tabel IV.8	Perhitungan nilai rasio kelangsingan pada penampang <i>nett</i> profil <i>castellated honeycomb</i> dan penentuan jenis tekuk gesernya	67
Tabel IV.9	Perhitungan nilai rasio kelangsingan pada penampang <i>gross</i> profil <i>castellated honeycomb</i> dan penentuan jenis tekuk gesernya	67
Tabel IV.10	Resume perhitungan nilai V_{cr} pelat <i>web</i> berlubang heksagonal pada penampang <i>nett</i> (profil <i>tee</i>)	68
Tabel IV.11	Resume perhitungan nilai V_{cr} pelat <i>web</i> berlubang heksagonal pada penampang <i>gross</i> berdasarkan AISC31- <i>Design Guide</i>	69
Tabel IV.12	Nilai V_{cr} dari analisis tekuk geser pelat <i>web</i> berlubang heksagonal menggunakan metode elemen hingga untuk benda uji yang tidak mengalami tekuk geser	70
Tabel IV.13	Verifikasi nilai V_{cr} AISC 31 terhadap nilai V_{cr} MEH	70
Tabel IV.14	Nilai V_{cr} dari analisis tekuk geser pelat <i>web</i> berlubang heksagonal menggunakan metode elemen hingga yang telah diberi simulasi tekuk geser	77
Tabel IV.15	Verifikasi nilai V_{cr} AISC-31[1] terhadap nilai V_{cr} MEH	78

Tabel IV.16	Nilai tegangan sisa pada <i>flange</i>	83
Tabel IV.17	Nilai tegangan sisa untuk penampang <i>gross</i> (segmen 1)	83
Tabel IV.18	Nilai tegangan sisa untuk penampang <i>tee</i> (segmen 2)	84
Tabel IV.19	Nilai tegangan sisa untuk penampang <i>tee</i> (segmen 3)	84
Tabel IV.20	Nilai tegangan sisa untuk penampang <i>tee</i> (segmen 4)	85
Tabel IV.21	Nilai V_{cr} dari analisis tekuk geser pelat <i>web</i> berlubang heksagonal dengan tegangan sisa menggunakan metode elemen hingga tanpa simulasi tekuk geser.....	86
Tabel IV.22	Perbandingan nilai V_{cr} MEH tanpa tegangan sisa terhadap nilai V_{cr} MEH yang telah diberi pengaruh tegangan sisa.....	86
Tabel IV.23	Nilai V_{cr} dari analisis tekuk geser pelat <i>web</i> berlubang heksagonal dengan tegangan sisa menggunakan metode elemen hingga yang telah diberi simulasi tekuk geser.....	93
Tabel IV.24	Perbandingan nilai V_{cr} MEH tanpa tegangan sisa terhadap nilai V_{cr} MEH yang telah diberi pengaruh tegangan sisa.....	93

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Analisis Pelat <i>Web</i> Tanpa Lubang	103
Lampiran B	Analisis Pelat <i>Web</i> Berlubang Heksagonal	113
Lampiran C	Perhitungan Tegangan Sisa pada Masing –masing Segmen	124