

PENGARUH TEBAL PLAT PENGAKU PADA PENGUJIAN TINGGI PEMOTONGAN PROFIL (H) YANG MENGALAMI BUKLING, TERHADAP PERILAKU LENTUR PADA BALOK BAJA KASTELLA (CASTELLATED BEAM)

Dawang Lugito, Suprpto.

Program Study S1 Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Unifersitas Negeri Surabaya

Email : Dawanglugito179@gmail.com

Abstrak

Berdasarkan hasil dari tiga penelitian 2012 terhadap balok baja kastella menunjukkan bahwa ada indikasi *buckling*. Menurut Fitri Rohma Widayanti (2012:40) yaitu disimpulkan berdasarkan analisis bahwa pada balok kastella, beban yang diberikan tidak akan tersalurkan sampai kebawah, karena pada tengah balok terdapat lubang, sehingga beban yang terjadi terhalang oleh lubang yang terdapat ditengah bentang balok tersebut.

Penelitian kali ini adalah melakukan penelitian lanjutan yaitu dengan mengubah Tinggi total (h)= 50% dari profil utuh, lebar lubang (e)= 125cm, sudut = 60° ditambah plat pengaku dengan ketebalan yang berbeda diatas lubang, dengan harapan tegangan yang terjadi bisa menyebar ke seluruh penampang dan kekuatannya menjadi lebih tinggi terhadap perilaku lentur pada balok kastella.

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen, dimana pada penelitian ini penulis menerapkan model *castellated beam* zig-zag horisontal dengan benda uji profil WF 200.100.5,5,8 Proses eksperimen ini untuk meneliti optimalisasi kekuatan tegangan lentur *castellated beam* bila diberlakukan perbedaan tebal plat pengaku dari tinggi pemotongan profil (h) yang mengalami *buckling* yaitu WF h=125mm, dan dibedakan dalam 5 macam plat pengaku yaitu $t_1 = 2\text{mm}$, $t_2 = 4\text{mm}$, $t_3 = 6\text{mm}$, $t_4 = 8\text{mm}$, $t_5 = 10\text{mm}$ ditinjau dari uji ledutan.

Berdasarkan data hasil penelitian menunjukan bahwa pada kondisi leleh plat pengaku mempengaruhi kekuatan untuk menahan momennya, hasil momen benda uji kali ini lebih besar dari hasil dari peneliti sebelumnya. Untuk penambahan ketebalan plat pengaku tidak berpengaruh karena nilai momennya relative sama, tapi pada bagian badan tidak mampu dan terjadi tekuk kesamping (KIP).

Kata kunci : Kuat lentur, Lendutan, *buckling*.

Abstract

Based on the results of three studies on Castellated beam 2012 shows that there are indications of buckling. According Fitri Rohma Widayanti (2012:40) concluded that based on the analysis that the Castellated beam, given load will not be channeled to bottom, because there is a hole in the center of the beam, so that the expenses incurred are blocked by holes that span the middle of the beam.

The present study is to conduct advanced research that is by changing the total height (h) = 50% of the whole profile, the width of the hole (e) = 125cm, angle = 60o plus stiffener plate with different thickness above the hole, hoping to spread the voltage occurring to the entire cross-section and its strength becomes higher towards the bending behavior Castellated beam.

This type of research is experimental research, which in this study the authors applied the model of castellated beams with a horizontal zig-zag profiles specimen WF 200.100.5,5,8 process optimization experiments to examine the strength of castellated beam bending stress when applied stiffener plate thickness difference of cutting height profile (h) is experiencing buckling WF h = 125mm, and differentiated in 5 different stiffener plate that is $t_1 = 2\text{mm}$, $t_2 = 4\text{mm}$, $t_3 = 6\text{mm}$, $t_4 = 8\text{mm}$, $t_5 = 10\text{mm}$ in terms of test sagged.

Based on the results of the data showed that the melting conditions affect the strength stiffener plate to hold the moment, the results of the test object moment this time is greater than the results of previous investigators. For additional stiffener plate thickness has no effect because moments are relatively equal value, but on the part of the body is not able to bend and occur laterally (KIP).

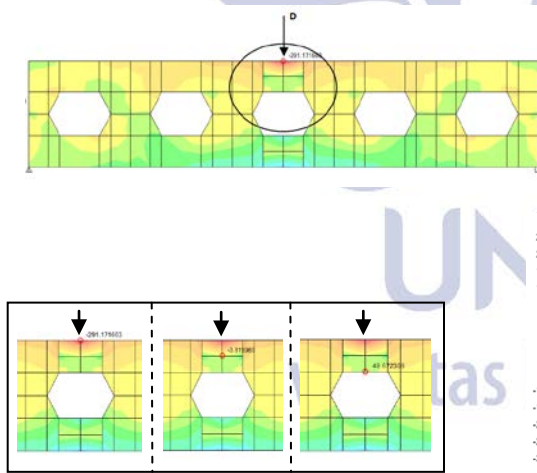
Keywords: Strong bending, deflection, buckling.

PENDAHULUAN

Balok yang mempunyai elemen pelat badan berlubang yang dibentuk dengan cara membelah bagian tengah pelat badan, kemudian bagian bawah dari belahan tersebut dibalik dan disatukan kembali antara bagian atas dan bawah dengan cara digeser sedikit kemudian dilas dan sekarang lebih dikenal dengan metode *Castella*. Bentuk badan profil baja *Castella* tergantung dari teknis pembelahan pelat badan profil.

Balok kastela bertujuan untuk penambahan tinggi, dengan penggunaan *castellated beam* maka akan meningkatkan nilai momen inersia dari penampang tersebut, dimana kenaikan nilai momen inersia berbanding lurus dengan tingkat kekakuan dari *castellated beam* itu sendiri.

Berdasarkan hasil dari tiga penelitian 2012 terhadap balok baja kastela menunjukkan bahwa ada indikasi *buckling* (gaya tekuk lateral) dalam setiap hasil penelitian, dan setelah dianalisis menunjukkan bahwa pada penelitian Fitri Rohma Widayanti (2012:47) yang mengalami *buckling* optimal diantara dua peneliti yang lain. Menurut Fitri Rohma Widayanti (2012:40) yaitu disimpulkan berdasarkan analisis bahwa pada balok kastela, beban yang diberikan tidak akan tersalurkan sampai kebawah, karena pada tengah balok terdapat lubang, sehingga beban yang terjadi terhalang oleh lubang yang terdapat ditengah bentang balok tersebut.



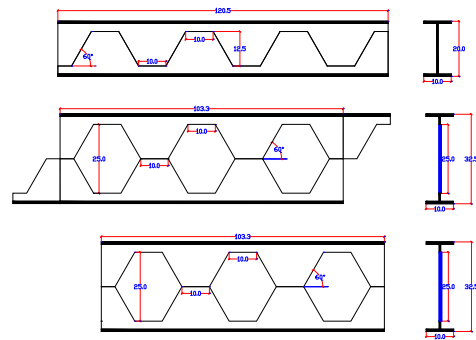
Keterangan :

Nilai Positif = Gaya Tarik

Nilai Negatif = Gaya Tekan

Gambar 1 Simulasi Dengan SAP Versi 15

Pada penelitian Fitri Rohma Widayanti (2012:47) yang mengalami *buckling* optimal terdapat pada benda uji ke-5, 6, dan 7, maka diambil diantara ketiga yaitu pada benda uji ke-6 yaitu :



Gambar 2 : Benda uji ke-6

Untuk perhitungan Pembebanan yaitu:

$$M_p = \frac{1}{4} \times P \times L$$

$$V_n = \frac{1}{2} \times P$$

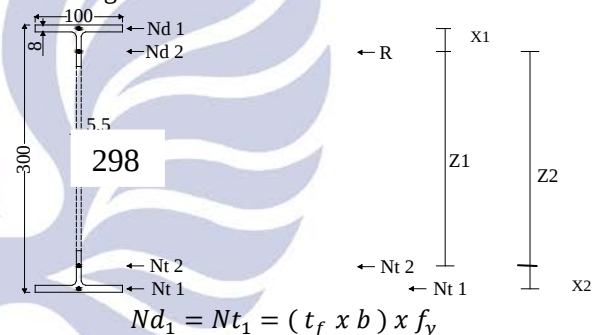
Dimana :

p = beban terpusat yang diberikan pada benda uji, secara bertahap sampai mencapai lendutan

M_p = momen maksimal

V_n = gaya geser ultimate

Perhitungan Momen Teori



$$Nd_1 = Nt_1 = (t_f \times b) \times f_y$$

$$Nd_1 = Nt_1 = (t_f \times b) \times f_y$$

$$Nd_2 = Nt_2 = t_w \left(\frac{d}{2} - t_f - 50 \right) \times f_y$$

$$Z_1 = d - X - \left(t_f + \frac{dt}{2} \right)$$

$$Z_2 = d - X - \frac{t_f}{2}$$

$$X_1 = Y_a$$

$$X_2 = Y_b$$

$$M_n = (Nt_1 \times Z_1) + (Nt_2 \times Z_2)$$

Keterangan:

M = Momen b = Lebar
 profil

F_y = Mutu baja t_f = Tebal
 sayap profil

Z = Modulus plastis_w = Tebal
 badan profil

H = Tinggi profil (d)
Ya = Serat atas terhadap garis netral
Yb = Serat bawah terhadap garis netral

Kontrol lendutan

$$\Delta = \frac{PL^3}{48EI} \quad \Delta_{maksimum} = \frac{L}{240}$$

Dimana :

P= beban terpusat yang diberikan pada benda uji, secara bertahap sampai mencapai lendutan

L = panjang balok

E = 2000000 Mpa

Menghitung tegangan

Rumus tegangan :

$$\sigma = \frac{M \cdot Y}{I} \quad Y = \frac{1}{2}h$$

σ = tegangan
M = Momen
h = Tinggi profil
I = Momen inersia

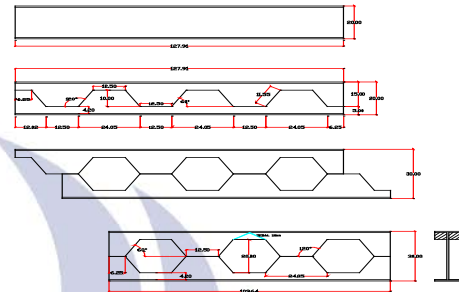
Penelitian kali ini adalah melakukan penelitian lanjutan yaitu dengan mengubah Tinggi total (h)= 50% dari profil utuh, lebar lubang (e)= 125cm, sudut = 60° ditambah plat pengaku dengan ketebalan yang berbeda diatas lubang, dengan harapan tegangan yang terjadi bisa menyebar ke seluruh penampang dan kekuatannya menjadi lebih tinggi terhadap perilaku lentur pada balok kastela.

Tujuan untuk mengetahui pengaruh tebal plat pengaku pada balok baja Castella terhadap perilaku lentur pada balok baja Castella dan pengaruh tebal plat pengaku pada balok baja Castella terhadap pola runtuh dan geser agar supaya bermanfaat untuk mengetahui pengaruh perbedaan tebal plat pengaku pada tinggi potongan profil (h) terhadap perilaku lentur pada balok baja kastela dan memberikan tambahan referensi bagi kalangan akademis khususnya jurusan teknik sipil di Unesa serta membuktikan secara praktik tentang kebenaran ketentuan tabel baja *castellated beam*, bukan hanya sekedar secara teori saja.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen, dimana pada penelitian ini penulis menerapkan model *castellated beam* zig-zag horisontal dengan benda uji profil WF

200.100.5,5.8 Proses eksperimen ini untuk meneliti optimalisasi kekuatan tegangan lentur *castellated beam* bila diberlakukan perbedaan tebal plat pengaku dari tinggi pemotongan profil (h) yang mengalami *buckling* yaitu WF h=125mm, dan dibedakan dalam 5 macam plat pengaku yaitu $t_1= 2\text{mm}$, $t_2= 4\text{mm}$, $t_3= 6\text{mm}$, $t_4= 8\text{mm}$, $t_5= 10\text{mm}$ ditinjau dari uji ledutan.



Gambar 1 Balok Castella

Metode pengumpulan data dilakukan sebagai upaya pembuktian keberadaan data yang dibuat, Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, metode dokumentasi dan metode literatur atau kepustakaan.

Variabel bebas penelitian ini adalah perbedaan tebal plat pengaku pada tinggi potongan profil (h) yang mengalami *buckling*, variabel terikat adalah variabel akibat yang keadaanya akan tergantung pada variabel bebas. Sehingga variabel terikat pada penelitian ini adalah kekuatan lentur, pola runtuh dan geser balok *castella beam* dan variabel kontrol sudut pemotongan profil sudut 60°, mutu Baja 37, lebar potongan e= 125cm, jenis profil yaitu WF 200.100.5,5.8 dan bentang Profil 103,3cm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyajian data dan analisis dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian yang ditentukan. Analisis dilakukan secara deskriptif dengan menbandingkan data teoritik dan data yang ada. Dari data pada pengujian kuat lentur baja *castellated beam* dapat dianalisis pemeriksaan bahan, kuat lentur balok, kontrol geser dan optimalisasi balok kastela (***Castellated Beam***).

Penyajian Terhadap Ukuran Dimensi Balok Kastela (*Castellated Beam*)

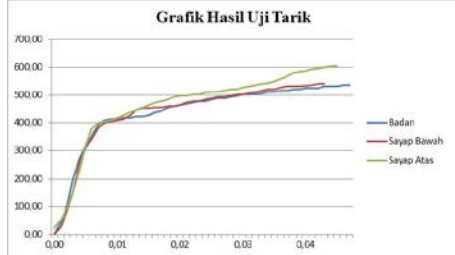
Tabel 1. Hasil Pengukuran Dimensi Baja Kastela (*Castellated Beam*)

No	Tebal Plat Pengaku	Panjang Keseluruhan (mm)	Jarak Antar Tumpuan (mm)	Tinggi (dg) (mm)	Lebar Sayap (bf) (mm)	Tebal (mm) Badan Sayap (tw) (mm)	Tinggi Potongan (tf) (mm)	Sudut Potongan (h) (mm)
1	Utuh	1270	1170	200	100	5,5	8	-
2	t=2mm	1030	995	298	100	5,5	8	60°
3	t=4mm	1030	995	298	100	5,5	8	60°
4	t=6mm	1030	995	298	100	5,5	8	60°
5	t=8mm	1030	995	298	100	5,5	8	60°
6	t=10mm	1030	995	298	100	5,5	8	60°

Benda Uji	Bentang (L) (mm)	P runtuh Eksperimen (N)	Momen (KNm) Eksperimen	Momen (KNm) Teori	Rasio (Meks/MT) %	Presentase Momen (%)
Utuh	1170	406454.50	118.89	93.47	127.20	100
t=2mm	995	712192.286	177.16	120.05	147.57	149.01
t=4mm	995	722500.745	179.72	151.08	118.96	151.17
t=6mm	995	714259.659	177.67	181.87	97.69	149.45
t=8mm	995	718385.863	178.70	212.46	84.11	150.31
t=10mm	995	719265.865	178.92	242.90	73.66	150.49

Tabel 4. Hasil Pengujian Momen Runtuh

Penyajian Uji Tarik



Gambar 1 Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan
Dari Grafik 1 hasil pengujian tarik diatas didapat rata-rata mutu baja yaitu:

Tabel 2 Mutu baja

No	Keterangan	σ Leleh	σ Runtuh	E	ϵ
1	Badan	395.35	534.88	56478.41	0.007
2	Sayap Bawah	386.05	543.26	56803.99	0.007
3	Sayap Atas	381.40	604.65	54485.05	0.007
Rata-rata Fy Leleh Badan		395.35			
Rata-rata Fy Leleh Sayap		383.72			
Rata-rata Fy Runtuh Badan			534.88		
Rata-rata Fy Runtuh Sayap			573.95		
Rata-rata				55922.48	0.007

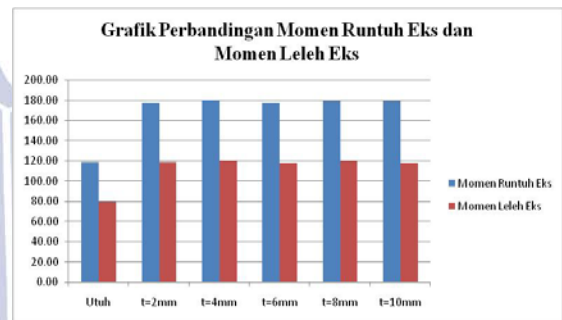
Perbandingan Momen teori dengan momen eksperimen Terhadap Ketebalan Plat Pengaku Segitiga.

Tabel 3. Hasil Pengujian Momen Leleh

Benda Uji	Bentang (L) (mm)	P leleh Eksperimen (N)	Momen (KNm) Eksperimen	Momen (KNm) Teori	Rasio (Meks/MT) %	Presentase Momen (%)
Utuh	1170	273032.2	79.86	63.47	125.83	100
t=2mm	995	476986.434	118.65	36.79	322.52	148.57
t=4mm	995	484588.748	120.5	68.17	176.82	150.94
t=6mm	995	476053.779	118.42	98.31	120.45	148.28
t=8mm	995	483753.442	120.33	129.42	92.98	150.68
t=10mm	995	474854.651	118.12	161.21	73.27	147.91

Pengujian Fitri Rohma Widayanti (2012:36)

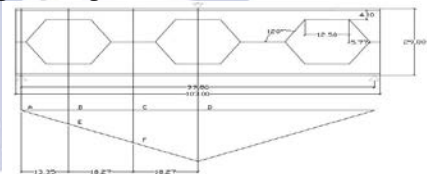
Benda Uji	Bentang (L) (mm)	P runtuh Eksperimen (N)	Momen (KNm) Eksperimen	Momen (KNm) Teori
h=100	1044	125.75	49.46	82.16



Gambar 2 Grafik Perbandingan Momen Runtuh Eks dan Momen Leleh Eks

Analisis Momen pada Balok Baja Kastela

benda uji tanpa rib dengan perhitungan sebagai berikut:



Gambar 3 Distribusi momen

Momen di titik a

Ma = 0 kNm → Karena tidak memiliki jarak terhadap tumpuan

Momen di titik e

$$M_f = \frac{\text{Panjang ac}}{\text{Panjang ad}} \times M_{max}$$

$$M_f = \frac{31.62cm}{49.90cm} \times 127.16kNm$$

$$M_f = 80.58 kNm$$

Momen di titik f

$$M_e = \frac{\text{Panjang ab}}{\text{Panjang ad}} \times M_{max}$$

$$M_e = \frac{13.35cm}{49.90cm} \times 127.16kNm$$

$$M_e = 34.02 kNm$$

Perbandingan Tegangan teori dengan tegangan eksperimen Terhadap Tebal plat pengaku.

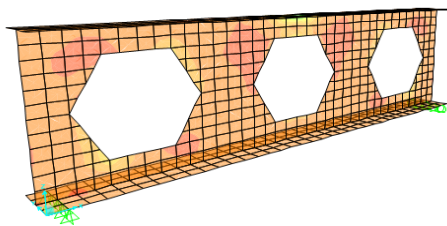
Tabel 5. Hasil Pengujian Tegangan Leleh tekan

Benda	Bentang	Momen		Ya	Momen	Tegangan		Presentase
Uji	(L)	(Nmm)			Inersia (Ix)	(N/mm)		Tegangan Eks
	(mm)	Eksperimen	Teori	(mm)	(mm ⁴)	Eksperimen	Teori	(%)
Utuh	1170	79861918.6	63467752.96	100.0	17609323	453.52	360.42	100
t=2mm	995	118650375.48	36788683.23	130.2	45038731	342.92	106.33	75.61
t=4mm	995	120541451.14	68171292.08	116.5	48540919	289.42	163.68	63.82
t=6mm	995	118418377.54	98310770.42	106.1	51214390	245.32	203.66	54.09
t=8mm	995	120333668.8	129416289.4	97.9	53317973	220.87	237.54	48.70
t=10mm	995	118120094.5	161209876.3	91.2	55012367	195.84	267.29	43.18

Benda	Bentang	Momen		Yb	Momen	Tegangan		Presentase
Uji	(L)	(Nmm)			Inersia (Ix)	(N/mm)		Tegangan Eks
	(mm)	Eksperimen	Teori	(mm)	(mm ⁴)	Eksperimen	Teori	(%)
Utuh	1170	79861918.6	63467752.96	100.0	17609323	453.52	360.42	100
t=2mm	995	118650375.48	26166373.86	167.8	45038731	442.13	97.51	97.49
t=4mm	995	120541451.14	45159997.59	181.5	48540919	450.60	168.82	99.36
t=6mm	995	118418377.54	61761286.8	191.9	51214390	443.72	231.42	97.84
t=8mm	995	120333668.8	78548610.37	200.1	53317973	451.69	294.84	99.60
t=10mm	995	118120094.5	95468437.99	206.8	55012367	444.01	358.86	97.90

Tabel 6 Hasil Pengujian Tegangan Leleh tarik

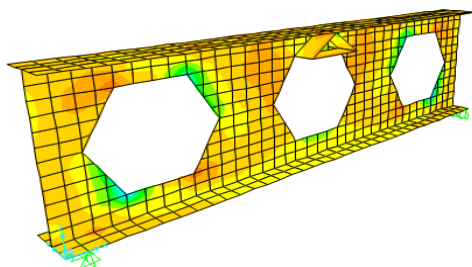
Analisis dengan menggunakan SAP 2000 pada benda uji tanpa pengaku yaitu sebagai berikut:



Gambar 4 Simulasi tegangan benda uji tanpa rib berdasarkan SAP 2000

pada benda uji (t=6mm) yaitu sebagai berikut:

Gambar 5 Tegangan benda uji t= 6mm berdasarkan SAP 2000



Tabel 7 Perbedaan tegangan simulasi SAP

Titik Beban	Hasil SAP Tanpa	Hasil Sap Menggunakan	Hasil Sap Benda
Yang Sama	Plat Pengaku (N/mm2)	Plat Pengaku (N/mm2)	Uji Utuh (N/mm2)
Titik 1a	6170.76	903.5	51.42
Titik 1b	516.61	116.1	-2.4
Titik 1c	2090.17	1166.4	-0.8
Titik 2a	132.32	385.6	-
Titik 2b	136.32	383.7	-
Titik 3a	32.62	-122.65	-
Titik 3b	33.91	-124.4	-
Titik 4a	-18.2	-52.2	-
Titik 4b	-20.4	-50.1	-
Titik 5a	-247.92	-234.4	-
Titik 5b	-249.8	-235.8	-
Titik 6a	60.2	86.3	-
Titik 6b	62.4	82.4	-
Titik 7a	816.48	793.4	-
Titik 7b	822.61	778.96	-
Titik 8a	1043.6	959.42	1.4
Titik 8b	938.4	821.55	3.4
Titik 8c	661.81	637.22	-

Hasil Kontrol Geser.

Tabel 8. Kontrol Geser Pada Bagian Berlubang

Benda	Bentang	Momen	P runtuh			Selisih	Keterangan
Uji	(L)	Inersia (Ix)	Eksperimen	Vu	Vn Total	Vn - Vu	
	(mm)	(mm ⁴)	(KN)	(KN)	(KN)		
Utuh	1170	17609323	406454.4952	203.23	581.84	378.61	$V_u \leq V_n$ (geser aman)
t=2mm	995	45038731	712192.2859	356.10	539.28	183.19	$V_u \leq V_n$ (geser aman)
t=4mm	995	48540919	722500.7454	361.25	539.28	178.03	$V_u \leq V_n$ (geser aman)
t=6mm	995	51214390	714259.6587	357.13	539.28	182.15	$V_u \leq V_n$ (geser aman)
t=8mm	995	53317973	718385.8629	359.19	539.28	180.09	$V_u \leq V_n$ (geser aman)
t=10mm	995	55012367	718385.8629	359.19	539.28	180.09	$V_u \leq V_n$ (geser aman)

Tabel 9. Kontrol Geser Pada Bagian Tidak Berlubang

Benda	Bentang	Momen	P runtuh			Selisih	Keterangan
Uji	(L)	Inersia (Ix)	Eksperimen	Vu	Vn Total	Vn - Vu	
	(mm)	(mm ⁴)	(KN)	(KN)	(KN)		
Utuh	1170	17609323	406454.4952	203.23	581.84	378.61	$V_u \leq V_n$ (geser aman)
t=2mm	995	40260344	712192.2859	356.10	669.75	313.65	$V_u \leq V_n$ (geser aman)
t=4mm	995	40260344	722500.7454	361.25	669.75	308.50	$V_u \leq V_n$ (geser aman)
t=6mm	995	40260344	714259.6587	357.13	669.75	312.62	$V_u \leq V_n$ (geser aman)
t=8mm	995	40260344	718385.8629	359.19	669.75	310.55	$V_u \leq V_n$ (geser aman)
t=10mm	995	40260344	718385.8629	359.19	669.75	310.55	$V_u \leq V_n$ (geser aman)

Keterangan :

P_{Eks} : Beban Hasil Eksperimen

V_u : Gaya Lintang Analisis Statik

V_n : Kuat Geser Nominal : $0,6 \times f_y$

$\times d t \times t_w$

Hasil Lendutan

Benda Uji	Bentang (L) (mm)	P Maksimal Eksperimen (N)	Lendutan Eksperimen	Rasio Lendutan Terhadap Bentang	Rasio
Utuh	1170	406454.4952	4.05	0.003	1/289 L
t=2mm	995	712192.2859	2.24	0.002251256	1/444 L
t=4mm	995	722500.7454	3.46	0.003477387	1/288 L
t=6mm	995	714259.6587	3	0.003015075	1/332 L
t=8mm	995	718385.8629	4.28	0.004301508	1/232 L
t=10mm	995	719265.8652	3.04	0.003055276	1/327 L

Tabel 10. Hasil Pengujian Lendutan Teori Pada P Maksimal

Pergoyangan (buckling)

Tabel 11. Tabel hasil Pengujian *Buckling* pada P Maksimal

Benda Uji	P Eksperimen (kN)	Pergoyangan
Utuh	406454,50	6,00
t=2mm	712192,2859	5,06
t=4mm	722500,7454	4,1
t=6mm	714259,6587	4,21
t=8mm	718385,8629	5,4
t=10mm	719265,8652	4,11

Tabel 12. Tabel hasil Pengujian *Buckling* Pada Beban Yang Sama

Benda Uji	P Eksperimen (kN)	Pergoyangan
Utuh	314764	1,89
t=2mm	307299,4131	1,02
t=4mm	309409,02	1,41
t=6mm	307499,0878	1,9
t=8mm	309409,02	1,65
t=10mm	304988,8912	1,44

Berdasarkan Tabel 12 didapat bahwa ada kecenderungan untuk nilai pergoyangan (*buckling*) pada saat pengujian. Pada pembacaan beban maksimal Nilai *buckling* berbanding lurus dengan lendutannya, karena tinggi profil setiap benda uji sama maka nilai *buckling*nya naik turun atau cenderung sama. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 12 yaitu mulai benda uji 2 (t=2mm) sampai benda uji 6(t=10mm) nilai *buckling*nya cenderung sama. Hampir semua benda uji dari benda uji 2 sampai benda uji 6 nilai *buckling* lebih kecil dari benda uji utuh. Dengan demikian penambahan plat pengaku hanya berpengaruh pada *buckling* saja

Pertambahan Panjang

Tabel 14. Tabel hasil Pengujian Pertambahan Panjang pada P Maksimal

Benda Uji	P Eksperimen (kN)	Pertambahan Panjang	Rasio $\Delta L/L$
Utuh	406454.50	0.18	0.00016
t=2mm	712192.2859	0.078	0.00008
t=4mm	722500.7454	0.173	0.00017
t=6mm	714259.6587	0.105	0.00011
t=8mm	718385.8629	0.09	0.00009
t=10mm	719265.8652	0.078	0.00008

Tabel 15. Tabel hasil Pengujian Pertambahan Panjang Pada Beban Yang Sama

Benda Uji	P Eksperimen (kN)	Pertambahan Panjang	Rasio $\Delta L/L$
Utuh	314764	0,11	0,00009
t=2mm	307299,4131	0,082	0,00008
t=4mm	309409,02	0,095	0,00010
t=6mm	307499,0878	0,049	0,00005
t=8mm	309409,02	0,034	0,00003
t=10mm	304988,8912	0,054	0,00005

Berdasarkan Tabel 14 dan 15 didapat bahwa semakin tebal plat pengaku, maka pengaruhnya tidak terlalu besar pada pertambahan panjang karena pada waktu beban maksimal terjadi tekuk kesamping.

Untuk mengetahui rekapitulasi hasil pengujian setiap benda uji dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 16. Tabel hasil Rekapitulasi Pengujian

No	Keterangan / Benda uji	Benda Uji 1 t= 2mm	Benda Uji 2 t= 4mm	Benda Uji 3 t= 6mm	Benda Uji 4 t= 8mm	Benda Uji 5 t= 10mm
1	Momen Leleh Eks (KNm)	118.65	120.541451	118.42	120.33	118.12
2	Momen Runtuh Eks (KNm)	177.16	179.72	177.67	178.70	178.92
3	Tegangan Leleh tekan (N/mm ²)	342.92	289.42	245.32	220.87	195.84
4	Tegangan Leleh tarik (N/mm ²)	368.03	371.90	376.66	380.97	376.73
5	Tegangan Runtuh Tekan (N/mm ²)	512.02	431.51	368.07	328.00	296.65
6	Tegangan Runtuh Tarik (N/mm ²)	530.39	534.98	579.46	576.75	581.58
7	Lendutan P Maksimal (mm)	2.24	3.46	3	4.28	3.04
8	Lendutan P Sebelum Leleh (mm)	1.24	1.22	1.3	1.26	1.28
9	Lendutan P Yang Sama (mm)	0.88	1.75	0.97	0.88	1.08
10	Buckling P Maksimal (mm)	5.06	4.1	4.21	5.4	4.11
11	Buckling P Yang Sama (mm)	1.02	1.41	1.9	1.65	1.44
12	Pertambahan Panjang P max (mm)	0.078	0.173	0.105	0.09	0.078
13	Pertambahan Panjang P Yang Sama	0.082	0.095	0.049	0.034	0.054

Momen inersia yang besar dapat menambah kekakuan pada balok kastella, maka semakin besar nilai momen inersia maka semakin kecil nilai tegangan. Dari Tabel 16 bahwa untuk momen leleh dan momen runtuh dari benda uji 1 sampai benda uji 5 nilainya hampir sama sehingga

pengaruh tebal plat pengaku tidak terlalu besar karena pada momen runtuh disetiap benda uji mengalami KIP (tekuk kesamping) karena bentang pendek dan tidak ada plat kopel sehingga diasumsikan balok tinggi, untuk tegangan leleh dan runtuh pada posisi tekan pada benda uji 1 sampai 5 nilainya menurun karena semakin tebal pengaku nilai momen inersia semakin tinggi dan jarak titik berat semakin kecil, maka pada benda uji 5(10mm) yang mengalalai tegangan optimal karena nilai momen inersia terbesar dan nilai tegangan terkecil, namun pada tegangan posisi tarik leleh dan runtuh dari benda uji 1 sampai benda uji 5 nilainya hampir sama dikarenakan jarak titik berat semakin besar dan inersia juga naik. Untuk lendutan, buckling, dan pertambahan panjang benda uji 1 sampai benda uji 5 nilainya naik turun sehingga pengaruh tebal plat pengaku tidak terlalu besar karena pada momen runtuh nilainya hampir sama dan disetiap benda uji mengalami KIP (tekuk kesamping) karena bentang pendek, balok tinggi dan tidak ada plat kopel.

Berdasarkan hasil analisis di atas, optimalisasi kuat lentur pada penelitian ini sudah tercapai, dari keadaan beban terpusat diletakkan diatas lubang dan diberi penambahan plat pengaku, sehingga distribusi pembebanan bisa tereduksi secara merata ke seluruh permukaan balok. Pada Tabel 16 menunjukkan bahwa benda uiji yang paling optimal yaitu benda uji tebal plat pengaku 6mm karena dilihat dari nilai tegangan lebih baik dari benda uji yang lainnya, apabila dilihat dari hasil nilai momen teori, hasilnya semakin tebal plat pengaku semakin naik pula nilai momenya dan pada tegangan tarik dan tegangan tekan juga berbeda. Kerusakan yang terjadi pada setiap benda uji balok baja kastela yaitu tekuk kesamping (KIP) bukan rusak lentur dan rusak geser, karena pada setiap benda uji pada posisi badan tidak mampu menerima beban pada nilai yang rata-rata sama. Dengan demikian penambahan plat pengaku hanya berpengaruh pada *bucklingnya* saja.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil dan analisis data, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1 Berdasarkan data hasil penelitian menunjukan bahwa pada kondisi leleh tebal plat pengaku mempengaruhi kekuatan untuk menahan

momennya. Kondisi ini dapat dibuktikan setelah penambahan ketebalan plat pengaku pada profil hasil momennya lebih besar sehingga nilai lendutannya semakin kecil dibandingkan tanpa plat pengaku. Pada momen teori semakin tebal pengaku nilai momen semakin besar dan pada momen eksperimen nilai momennya rata-rata sama karena ada pengaruh factor KIP (tekuk kesamping) sehingga pada benda uji 8mm sampai 10 nilai momen teori lebih besar dari momen eksperimen.

2 Pada kondisi runtuh pada tebal plat pengaku tidak mempengaruhi kekuatan untuk menahan momennya, karena nilai momenya relative sama namun nilai momen benda uji kali ini lebih besar dari hasil dari peneliti sebelumnya. Kondisi ini dapat dibuktikan setelah penambahan ketebalan plat pengaku profil hasil momennya lebih besar. Pada momen teori semakin tebal pengaku nilai momen semakin besar dan pada momen eksperimen nilai momennya rata-rata sama karena ada pengaruh factor KIP (tekuk kesamping) sehingga pada benda uji 8mm sampai 10 nilai momen teori lebih besar dari momen eksperimen. Untuk penambahan ketebalan plat pengaku tidak berpengaruh karena nilai momenya relative sama dan pada bagian badan tidak mampu dan terjadi tekuk kesamping (KIP) dan termasuk balok tinggi.

- 3 Berdasarkan data hasil penelitian menunjukan bahwa pada beban yang sama tebal plat pengaku tidak mempengaruhi nilai lendutannya. Semakin tebal plat pengaku nilainya juga hampir sama dengan semua tebal pengaku. Pada benda uji 2 sampai 6 nilai lendutannya cenderung sama. Ditinjau dari lendutan maka hasil penelitian menunjukan bahwa ketebalan plat pengaku tidak berpengaruh pada nilai lendutan karena pada tepi lubang tidak ada plat kopel yang dapat menahan factor KIP (tekuk kesamping).

- 4 Berdasarkan data hasil penelitian menunjukan bahwa pada beban yang sama tebal plat pengaku mempengaruhi nilai *bucklingnya*. Padai benda uji 2 ($t=2\text{mm}$) sampai benda uji 6 ($t=10\text{mm}$) nilai *bucklingnya* naik turun dan sangat kecil. Ditinjau dari *buckling* dan lendutan maka hasil penelitian menunjukan bahwa penambahan plat pengaku segitiga dapat mengurangi nilai *buckling* yang besar pada balok kastela. Dengan demikian penambahan plat pengaku hanya berpengaruh pada *bucklingnya* saja.

- 5 Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua benda uji mengalami tekuk kesamping pada badan lentur dan tidak terjadi runtuh geser, itu terbukti dengan besarnya gaya lintang dari pembebanan (V_u) lebih kecil dari kuat geser nominal (V_n), atau dengan kata lain persamaan $V_u \leq V_n$ sebagai perencanaan kuat geser telah terpenuhi.
- 6 Dari indikasi momen leleh dan momen runtuh pada baja kastela tebal plat pengaku segitiga diatas lubang kastela (khusus pada penelitian ini) tidak berpengaruh karena hampir semua nilai eksperimen benda uji relatif sama dan mengalami tekuk kesamping pada saat posisi runtuh karena tidak ada plat kopel pada sisi balok castellan dan termasuk balok tinggi. Dengan demikian penambahan plat pengaku hanya berpengaruh pada *bucklingnya* saja.

Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas dapat disarankan bahwa:.

1. Pada penelitian berikutnya sebaiknya pembacaan data pada saat pengujian di lapangan harus lebih teliti dan konsentrasi, agar kesalahan data yang diperoleh tidak terlalu besar.
2. Pada penelitian berikutnya sebaiknya pembacaan data pada saat pengujian di lapangan dilakukan oleh orang yang sama, agar kesalahan data yang diperoleh tidak terlalu besar.
3. Pada penelitian berikutnya sebaiknya bentang pada benda uji balok kastela dibuat lebih panjang menganalisis optimalisasi berdasarkan lendutan agar nilai KIP (tekuk kesamping) dapat berkurang.
4. Pada struktur atap bangunan gudang yang panjangnya lebih dari 10 meter sebaiknya menggunakan balok baja kastela, karena berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terjadi runtuh geser pada balok baja kastela, di samping itu juga lebih kuat dan hemat.
5. Pada penelitian berikutnya disarankan untuk memperkuat benda uji dengan contoh dengan memberi plat tutup ujung profil kastela beam dan penguatan pengelasan, serta melakukan *set-up* alat pengujian secara lebih teliti dan benar guna mengantisipasi terjadinya tekuk kesamping.
6. Dalam pelaksanaan penelitian ini ada dua peneliti lain yang melaksanakan penelitian sejenis dengan variabel yang berbeda. Dan apabila hasil dari penelitian itu digabungkan maka akan didapat hasil yang paling optimal dari model, jumlah, dan tebal plat pengaku yang paling optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Adhibaswara, Banu. 2010. *Perencanaan Struktur Jembatan Baja Komposit dengan Profil*

Castellated Beam.

(<http://papers.gunadarma.ac.id/index.php/civil/article/viewFile/682/646>, diakses 3 Oktober 2012)

Amon, Rene dan Knobloch Atanu Mazumder, Bruce. 1999. *Perencanaan Konstruksi Baja Untuk Insinyur Dan Arsitek 2*. Jakarta: PT. AKA

Anonim. 2011. *Cara Membuat Balok Castella (Castella Beam)*.

<http://mikhamarthen.wordpress.com/2011/01/16/cara-membuat-balok-castella-castella-beam/>. Diakses Rabu, 3 Oktober 2012.

Arikunto, Suharsimi. 2002. *Metodologi Penelitian*. PT. Rineka Cipta, Jakarta.

Davis, H.E., Troxel. G.E., Wiskocil, C.T., 1955. *The Testing and Inspection of Engineering Materials*. McGraw-Hill Book Company. New York, USA.

Dieter, G. E., 1987, *Metalurgi Mekanik*, Jilid 1 Erlangga, Jakarta.

Dougherty, B.K. *Castellated beams: A state of the art report. Journal of the South African Institution of Civil Engineers*, 35:2, 2nd Quarter, pp 12-20. 1993.

Fitri rohma,. 2012. *"Pengaruh Perbedaan Tinggi Potongan Profil (h) Terhadap Optimalisasi Kekuatan Tegangan Lentur Balok Kastela (Castellated Beam) Ditinjau Dari Uji Lendutan"*. Unesa : Skripsi (tidak diterbitkan).

Griinbauer, Johann. 2001. *Engineering Theories of Software Intensive Systems*. (<http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=book&isbn=978-1-4020-3530-2>, diakses 4 Oktober 2012).

Hosain.. M.U., and Spiers. W.G. *Experiments on castellated steel beams. J. American Welding Society, Welding Research Supplement*, 52:8, 329S-342S. 1971.

Knowles, P.R. *Castellated beams. Proc. Institution of Civil Engineers, Part I, Vol. 90, pp 521-536*. 1991
L. Amayreh and M. P. Saka "Department of Civil Engineering, University of Bahrain".

Failure load prediction of castellated beams Using artificial neural networks. 2005.

Megharief, Jihad Dokali. 1997. *Behavior of Composite Castellated Beam*. MCGILL UNIVERSITY Montreal, CANADA.

Nethercot.. D.A., and Kerdal.. O. *Laterai-torsional buckling of castellated beams Struct. Engr~* 60B:3, 53-61 . 1982

Sudarmadi. 2008. *Evaluasi Kekuatan dan Lendutan Struktur Balok Baja Pada Gedung Dengan Uji Beban Lapangan*, (Online). (<http://www.scribd.com/doc/84649774/2308241249>, diakses 4 Oktober 2012).

- Suprpto. 2005. "*Panduan Uji Bahan Bangunan*". Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Universitas Negeri Surabaya.
- Suprpto. 2005. "*Metode Eksperimen Struktur*". Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Universitas Negeri Surabaya.
- Sylvia Anggraini.2008."*Modifikasi Perencanaan Hotel Bahtera Balikpapan Menggunakan Hexagonal Castellated Beam*". ITS Surabaya : Skripsi (tidak diterbitkan).
- Tim Penyusun.2006. "Panduan penulisan dan Penilaian Skripsi Universitas Negeri Surabaya. Surabaya". Universitas Negeri Surabaya.
- Yuliarti, Dwi. 2012."*Pengaruh Perbedaan Lebar Potongan Profil (e) Terhadap Optimalisasi Kekuatan Tegangan Lentur Balok Kastela (Castellated Beam) Ditinjau Dari Uji Lendutan*". Unesa : Skripsi (tidak diterbitkan).
- Wahyudi, Ari. 2012. *Jumlah Penduduk Indonesia 2012*. (<http://ariwahyudi.web.id/2012/06/jumlah-penduduk-indonesia/>, Diakses Rabu, 3 Oktober 2012.

