JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS

UNESA

Universitas Negeri Surabaya

JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME:	NOMER:	HALAMAN:	SURABAYA	ISSN:
	02	02	69 - 75	2016	2252-5009

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Drs.Ir.Karyoto,M.S
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....i

DAFTAR ISI.....ii

- Vol 2 Nomer 2/rekat/16 (2016)

PEMANFAATAN LUMPUR LAPINDO DAN *FLY ASH* SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PADA PEMBUATAN BATA BETON RINGAN

Wenny Masita Rosanti, E. Titiek Winanti,..... 01 – 07

PRODUKTIVITAS KELOMPOK KERJA TUKANG BESI UNTUK PEKERJAAN PEMBESIAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT DI SURABAYA DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKTIVITAS

Yudha Karismawan, Hasan Dani,..... 08 – 14

KAJIAN KUALITAS *CROSSWALK* PADA JALUR PEJALAN KAKI BERDASARKAN PEDESTRIAN *ENVIROMENTAL QUALITY INDEX* (PEQI) (STUDI KASUS : JALAN PAHLAWAN KOTA SEMARANG)

amanda Pattisinai,..... 15 – 22

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KERANG TERHADAP WAKTU PENGIKATAN AWAL, *WORKABILITY*, DAN KUAT TEKAN PADA PEMBUATAN BETON *GEOPOLYMER* DENGAN TEMPERATUR NORMAL

Onny Liangsari, Arie Wardhono,..... 23 – 30

STUDI RESPON HARMONIS PONDASI MESIN TIPE PORTAL DENGAN SISTEM PERLETAKAN JEPIT DAN SSI

Muhammad Imaduddin,..... 31 – 43

ANALISA HUBUNGAN TEGANGAN-REGANGAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON *GEOPOLYMER* BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DAN SLAG SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN PADA TEMPERATUR NORMAL

Dini Wulan Ramadhani, Arie Wardhono,..... 44 – 52

UNESA
Universitas Negeri Surabaya

PENGARUH PENAMBAHAN *SLAG* TERHADAP WAKTU PENGIKATAN AWAL, *WORKABILITY*, DAN KUAT TEKAN PADA PEMBUATAN BETON *GEOPOLYMER* PADA TEMPERATUR NORMAL
Dynie Siputri Titi, Arie Wardhono, ... 53 – 61

PENGARUH DIAMETER PEMOTONGAN PROFIL (D) TERHADAP KEKUATAN LENTUR *CASTELLATED BEAM* BUKAAN LINGKARAN (*CIRCULAR*) UNTUK STRUKTUR BALOK
Nita Ratna Sari, Suprapto, ... 62 – 68

PENGARUH TINGGI PEMOTONGAN PROFIL (H) TERHADAP KEKUATAN LENTUR *CASTELLATED BEAM* BUKAAN BELAH KETUPAT (*RHOMB*) UNTUK STRUKTUR BALOK
Astri Putri Rahayu, Suprapto,..... 69 – 75

UNESA
Universitas Negeri Surabaya

PENGARUH TINGGI PEMOTONGAN PROFIL (H) TERHADAP KEKUATAN LENTUR *CASTELLATED BEAM* BUKAAN BELAH KETUPAT (RHOMB) UNTUK STRUKTUR BALOK

Astri Putri Rahayu
Program Studi S1 – Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya
email : triastrirahayu@yahoo.co.id

Suprapto
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
email : suprap_sipil@yahoo.com

Abstrak

Profil baja WF 150.75.5.7 dibuat menjadi *castellated beam* dengan lubang bukaan belah ketupat. Penelitian ini dibuat benda uji dengan ukuran panjang masing – masing benda uji 1,5 meter dengan lubang yang berbeda – beda, untuk melihat kecenderungannya. Ukuran yang dibuat berbeda pada masing – masing benda uji adalah tinggi pemotongan profil (*H*) yaitu, h_1=45mm, h_2=55mm, h_3=65mm, h_4=75mm, h_5=85mm, h_6=95mm dengan lebar pemotongan 10 mm. Tinggi pemotongan profil (*H*) yaitu, h_1=55mm, h_2=65mm, h_3=75mm, h_4=85mm dengan lebar pemotongan 50 mm. Seluruh benda uji akan diuji kelenturannya untuk mengetahui tinggi pemotongan profil yang optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, tinggi pemotongan profil (*H*) 45 mm dengan lebar pemotongan (e) 10 mm, memiliki momen lentur terbesar yaitu 450.45 kN.m dan tegangan lentur terbesar yaitu 356.17 N/mm^2. Sedangkan, tinggi pemotongan profil (*H*) 65 mm dengan lebar pemotongan (e) 50 mm memiliki momen lentur terbesar yaitu 450.45 kN.m dan tegangan lentur terbesar yaitu 391.05 N/mm^2.

Kata kunci: *Castellated beam, tinggi pemotongan profil (H), uji kuat lentur*

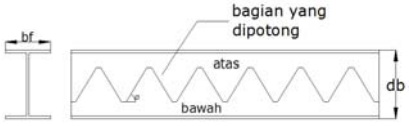
Abstract

WF steel profile 150.75.5.7 made into a castellated beam with openings rhombus. This study was made of the specimen test with a length of each 1.5 meter. The specimen test with different holes, to see the trends. Sizes are made different on each specimen is a height cutting profile (H), is, h_1 = 45 mm, h_2 = 55 mm, h_3 = 65 mm, h_4 = 75 mm, h_5 = 75 mm, h_6 = 95 mm with a cutting width of 10 mm. Height cutting profile (H), is, h_1 = 55 mm, h_2 = 65 mm, h_3 = 75 mm , h_4 = 85 mm with a cutting width of 50 mm. The entire specimen will be tested flexibility to determine the optimum of height cutting profile. The results showed that, cutting height profile (H) 45 mm with cutting width (e) 10 mm, has the largest bending moment is 450.45 kN.m and largest bending stress is 356.17 N / mm2. Meanwhile, cutting height profile (H) 65 mm with cutting width (e) 50 mm has the biggest bending moment is 450.45 kN.m and largest bending stress is 391.05 N / mm2

Key words*: Castellated beam, Height cutting profile, bending strength test*

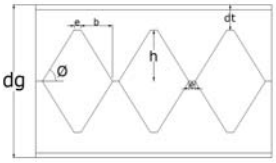
PENDAHULUAN

Castellated Beam adalah balok yang dipakai untuk konstruksi bentang panjang, yang berupa 2 profil baja yang disatukan menjadi satu untuk mendapatkan tinggi profil yang sesuai. Profil dibuat secara ekonomis dengan menggunakan suatu profil baja yang dipotong secara simetris arah zig-zag sepanjang garis tengah profil.



Gambar 1. Profil balok WF dipotong zig-zag sepanjang badannya

Di Indonesia, salah satu pabrik baja Gunung Garuda telah mengeluarkan katalog khusus tentang profil WF bukaan segi enam (*honey comb*) dan lingkaran *(cell form)* dengan ukuran standar masing – masing yang tercantum pada katalog tersebut. Secara umum, spesifikasi teknis baja *castella* memiliki besar sudut kemiringan (ø) antara 45˚ sampai 70˚, sedangkan yang sering dipakai di lapangan adalah 45˚ dan 60˚. Sudut (ø) ditentukan dengan memperhitungkan tegangan geser yang terjadi pada bagian garis netral badan sehingga tidak melebihi tegangan ijinnya. Jarak (e) bervariasi sesuai dengan tegangan geser yang bekerja.



Gambar 2. Tata letak *castellated beam* bukaan belah ketupat

Untuk ketinggian (*H*) pemotongan profil *castellated beam* di lapangan sendiri belum pernah dikaji secara spesifik. Namun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Fitri Rohmah Widayanti (2012), didapatkan indikasi geser, indikasi lentur dan indikasi *buckling* tinggi pemotongan profil *castellated beam* bukaan segi enam sebaiknya tidak melebihi 50% dari tinggi profil sebelum dibuat *castellated beam*. Selain itu pada penelitian *castellated beam* bukaan segi delapan juga menyebutkan bahwa diindikasikan untuk tinggi potongan yang optimal di bawah 75 mm atau 50% dari tinggi profil awal. Pada penelitian ini juga menitikberatkan pada tinggi pemotongan profil *castellated beam* dengan lubang bukaan belah ketupat.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan menganalisis permasalahan yang dibatasi oleh lubang *castellated beam* yaitu bentuk belah ketupat. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi gunting, *cutting torch*, alat las, alat uji tarik, satu set *loading frame.* Baja WF 150.75.5.7, talang seng, kawat las, *oxygen*, LPG, korek api.

Pada penelitian ini, dibuat enam benda uji dengan tinggi pemotongan profil (H) yaitu 45 mm, 55 mm, 65 mm, 75 mm, 85 mm dan 95 mm. Ke-enam benda uji tersebut dibuat dengan lebar pemotongan profil (e) 10 mm. Selain itu, pada penelitian ini juga dibuat benda uji dengan tinggi pemotongan profil (H) 55 mm, 65 mm, 75 mm dan 85 mm. Ke-empat benda uji tersebut dibuat dengan lebar pemotongan profil (e) 50 mm. Ukuran panjang masing – masing benda uji yaitu 1,5 meter.

Pembuatan benda uji dimulai dengan membuat garis pola pemotongan berbentuk *castella* atau belah ketupat pada bagian badan profil dengan menggunakan talang seng. Profil tersebut kemudian dipotong menggunakan *cutting torch*. Pemotongan dilakukan mengikuti garis pola yang sudah dibuat dengan talang seng. Pemotongan dilakukan dengan selurus dan sekecil mungkin pada badan profil, untuk mendapatkan ukuran yang paling mendekati dengan desain yang telah dibuat. Profil baja WF 150.75.5.7 yang telah terpotong menjadi dua bagian, kemudian digeser dan sesuaikan kedua ujung-ujungnya agar menjadi simetris. Untuk menyambung kembali sisi-sisi horizontal dari kedua potongan tersebut, digunakan alat las dan kawat las, agar membentuk *castellated beam.*

Benda uji *castellated beam* yang telah dibuat kemudian dilakukan pemeriksaan terhadap benda uji meliputi pengukuran terhadap tinggi *castellated beam* (*dg*), tinggi pemotongan profil (*H*), lebar sayap (*bf*), tebal badan (*tw*) serta tebal sayap (*tf*), panjang keseluruhan *castellated beam* dan panjang antar tumpuan.

Untuk mengetahui mutu baja pada benda uji, dilakukan pengujian tarik. Sampel profil baja yang digunakan sebagai benda uji tarik diambil dari bagian plat sayap (*flens*) dan badan profil (*web*). Ukuran sampel untuk benda uji kuat tarik yaitu dengan panjang 70 cm. Benda uji tersebut dijepit ujung - ujungnya dan ditarik menggunakan alat uji tarik. Kemudian dibaca tegangannya pada *dial gauge* yang dipasang pada alat uji tarik.

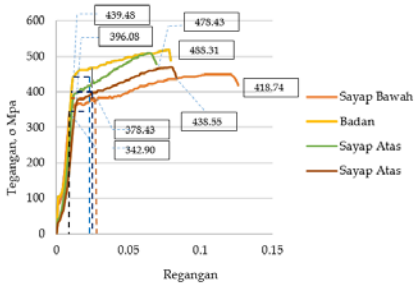
Tahap terakhir yaitu dilakukan pengujian kuat lentur pada benda uji. *Castellated beam* ditempatkan pada *loading frame* dengan jarak antar tumpuan 1400 mm. Pada bagian atas ditempatkan *Silinder jack* untuk memberi beban secara tepusat yaitu pada jarak 700 mm dari tumpuan. Titik pusat penempatan beban tersebut tepat pada bagian sambungan las agar *buckling* yang terjadi tidak terlalu besar. *Dial gauge* dipasang pada bagian sayap bawah dari *castellated beam.* Tiga *dial gauge* dipasang dengan jarak masing – masing secara berurutan yaitu ¼ L, ½ L dan ¾ L untuk mengetahui lendutan yang terjadi. Pompa hidraulik akan memberi tekanan pada silinder jack yang diletakkan secara terpusat pada benda uji, sehingga *castellated beam* mengalami tekan pada serat atas dan mengalami tarik pada serat bawah. Tekanan yang diberikan bertujuan untuk mencari kekuatan lentur maksimal pada *castellated beam*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil uji kekuatan lentur pada *castellated beam* bukaan belah ketupat (*rhomb*) untuk struktur balok.

Uji Tarik

Hasil pengujian uji tarik pada baja WF 150.75.5.7 pada bagian badan, sayap atas dan sayap bawah dapat diketahui mutu bajanya.



Gambar 3. Hubungan tegangan dan regangan

Dari Gambar 3, diketahui bahwa hasil pengujian tarik di atas didapat rata – rata tegangan leleh (fy) pada *castellated beam* bukaan belah ketupat yaitu 389.22 Mpa dan rata – rata tegangan putus (fu) yaitu 456.01 Mpa.

Momen Lentur

Pada penelitian ini diberikan beban terpusat pada benda uji, dimana beban yang bekerja pada area yang sangat kecil. Pada benda uji *castellated beam* bukaan belah ketupat, beban terpusat diletakkan tepat di atas sambungan las dengan tujuan mendapat beban yang maksimal. Perhitungan momen ditinjau melalui kondisi leleh dan kondisi runtuh.

a. Momen Leleh Tidak Berlubang

Hasil Perhitungan Penelitian

Data penelitian diketahui:

P = 1287 kN

L = 1400 mm

Momen terpusat:

$$Mu = \frac{1}{4} P L$$

$$Mu = \frac{1}{4} * 1287 * 1400$$

$$Mu = 450450\ kN.mm$$

$$Mu = 450.45\ kN.m$$

b. Momen Leleh Berlubang

Hasil Perhitungan Penelitian

Data penelitian diketahui:

Pmax = 450.45 kN.m

L = 700 mm

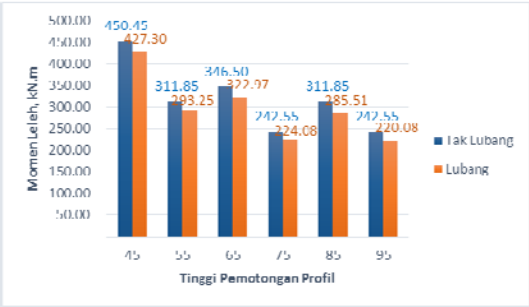
Momen maksimal pada bagian berlubang :

$$\frac{M_{utuh}}{M_{lubang}} = \frac{L_{utuh}}{L_{lubang}}$$

$$M_{lubang} = \frac{M_{utuh} \times L_{lubang}}{L_{utuh}}$$

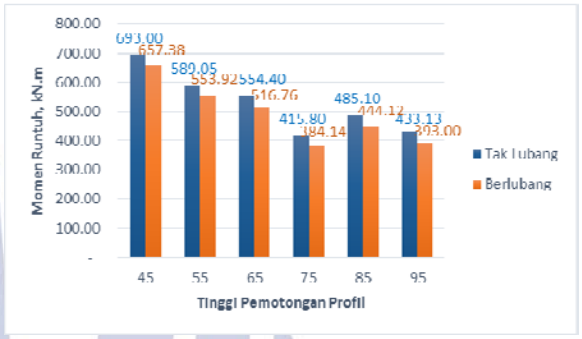
$$M_{lubang} = \frac{450.45 \times 664.02}{700}$$

$$M_{lubang} = 427.80\ kN.m$$



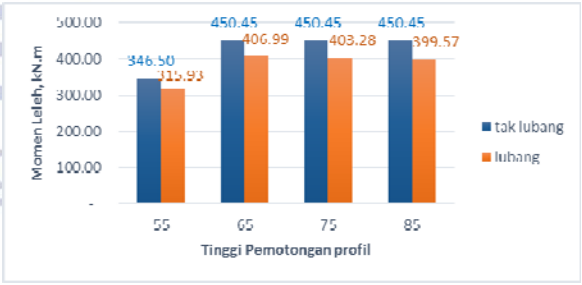
Gambar 4. Momen leleh *castellated beam* bukaan belah ketupat (e) 10 mm

Momen leleh berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa, pada bagian tak berlubang (bagian yang dilas) memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan yang berlubang. Benda uji dengan tinggi pemotongan profil (*H*) 45 mm memiliki nilai momen leleh terbesar yaitu 450.45 kN.m pada bagian tidak berlubang dan nilai momen leleh terbesar 427.30 kN.m pada bagian berlubang.



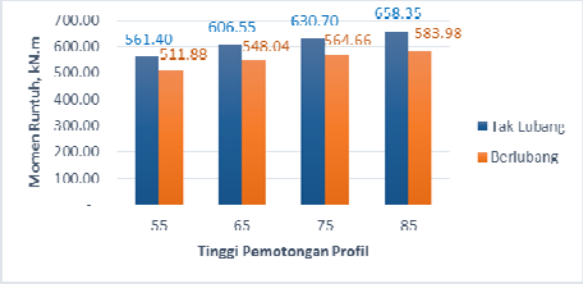
Gambar 5. Momen Runtuh *castellated beam* bukaan belah ketupat (e) 10 mm

Berdasarkan Gambar 5, benda uji dengan tinggi pemotongan profil (*H*) 45 mm memiliki nilai momen runtuh terbesar 693.00 kN.m pada bagian tidak berlubang dan nilai momen runtuh terbesar 657.38 kN.m pada bagian berlubang. Pada benda uji *castellated beam* dengan lebar pemotongan 10 mm ini, dengan adanya tinggi pemotongan profil, momen leleh dan momen runtuh yang terjadi semakin menurun. Untuk itu dilakukan pengujian kembali dengan lebar pemotongan profil (e) 50 mm. Pengujian tersebut dilakukan agar mendapatkan tinggi yang optimal.



Gambar 6. Momen leleh *castellated beam* bukaan belah ketupat (e) 50 mm

Hasil pengujian *castellated beam* dengan lebar pemotongan (e) 50 mm pada Gambar 6, benda uji dengan tinggi pemotongan profil (*H*) 55 mm, 65 mm dan 75 mm memiliki nilai momen leleh yang konstan yaitu 450.45 kN.m pada bagian tidak berlubang. Sedangkan nilai momen leleh terbesar pada bagian berlubang yaitu 406.99 kN.m dengan tinggi pemotongan profil (*H*) 65 mm.



Gambar 7. Momen runtuh *castellated beam* bukaan belah ketupat (e) 50 mm

Berdasarkan Gambar 7, benda uji dengan tinggi pemotongan profil (*H*) 45 mm memiliki nilai momen runtuh terbesar 693.00 kN.m pada bagian tidak berlubang dan nilai momen runtuh terbesar 657.38 kN.m pada bagian berlubang.

Tegangan

Pada penelitian ini, tegangan ditinjau dari tegangan leleh hingga tegangan runtuh hingga akhirnya putus atau patah.

a. Tegangan Leleh Tidak Berlubang

1) Hasil Perhitungan Penelitian

$$\sigma = \frac{M\,Y}{I} = \frac{430.43 \times 93}{12,014,398} = 356.17\ N/mm^2$$

2) Hasil Perhitungan Berdasarkan Teori

$$\sigma = \frac{M\,Y}{I} = \frac{492.24 \times 93}{12,014,398} = 389.22\ N/mm^2$$

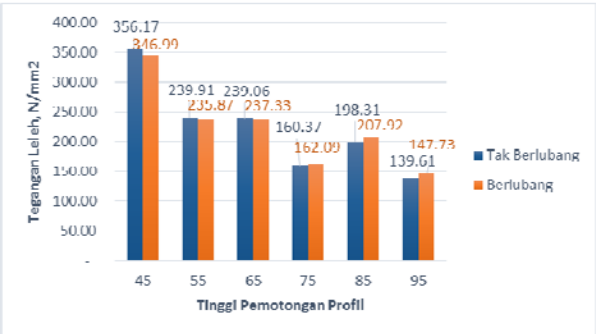
b. Tegangan Leleh Berlubang

1) Hasil Perhitungan Penelitian

$$\sigma = \frac{M\,Y}{I} = \frac{427.30 \times 93}{11,698,697.74} = 346.99\ N/mm^2$$

2) Hasil Perhitungan Berdasarkan Teori

$$\sigma = \frac{M\,Y}{I} = \frac{479.30 \times 93}{11,698,697.74} = 389.22\ N/mm^2$$



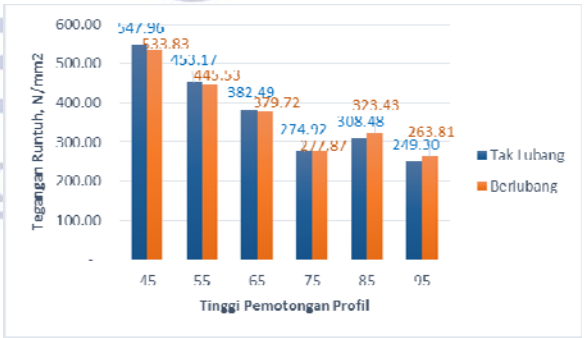
Gambar 8. Tegangan leleh *castellated beam* bukaan belah ketupat (e) 10 mm

Pada Gambar 8 menunjukkan bahwa tegangan leleh pada bagian tidak berlubang dan berlubang memiliki hasil yang berbeda pada beberapa benda uji. Benda uji H 45 mm memiliki tegangan leleh yang terbesar pada bagian tidak berlubang yaitu 356.17 N/mm^2. Sedangkan tegangan leleh pada bagian berlubang yaitu 346.99 N/mm^2. Secara rumusan teoritis, tegangan leleh pada bagian berlubang seharusnya memiliki tegangan yang lebih besar. Hal tersebut dikarenakan beban yang diberikan pada benda uji secara terpusat jarang terdistribusi secara merata, dan juga karena adanya lubang pada *castellated beam*. Sehingga kemungkinan yang terjadi adalah beban bekerja pada daerah yang sangat kecil dan menghasilkan tegangan yang tinggi pada daerah di sekitar titik gaya.

Tabel 1. Perbandingan tegangan leleh *castellated beam* dengan mutu baja (fy)

Tinggi Pot. Profil (h)	Tegangan Eksperimen		Tegangan Leleh Baja (fy)
	Tak Berlubang	Berlubang	
(mm)	(N/mm2)	(N/mm2)	(mm)
Utuh	379.60	-	389.22
45	356.17	346.99	389.22
55	239.91	235.87	389.22
65	239.06	237.33	389.22
75	160.37	162.09	389.22
85	198.31	207.92	389.22
95	139.61	147.73	389.22

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa tegangan leleh yang terjadi pada benda uji tidak lebih besar dari mutu baja. Hal ini dikarenakan *castellated beam* mengalami *buckling* selama pengujian berlangsung.



Gambar 9. Tegangan runtuh *castellated beam* bukaan belah ketupat (e) 10 mm

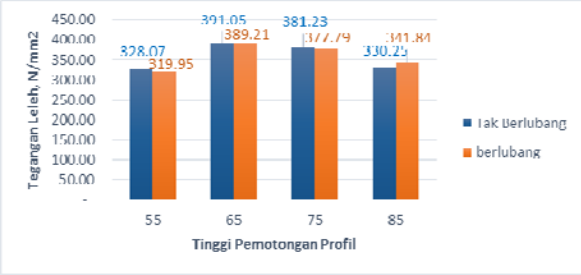
Pada gambar 9 menunjukkan bahwa tegangan runtuh pada bagian tidak berlubang dan berlubang memiliki hasil yang berbeda pada beberapa benda uji. Benda uji H 45 mm memiliki tegangan runtuh yang terbesar pada bagian tidak berlubang yaitu 547.90 N/mm^2. Sedangkan

tegangan runtuh pada bagian berlubang yaitu 533.80 N/mm^2.

Tabel 2. Perbandingan tegangan runtuh *castellated beam* dengan mutu baja (fy)

Tinggi Pot. Profil (h)	Tegangan Eksperimen		Tegangan Runtuh Baja (fu)
	Tak Berlubang	Berlubang	
(mm)	(N/mm2)	(N/mm2)	(mm)
Utuh	645.31	-	456.01
45	547.96	533.83	456.01
55	453.17	445.53	456.01
65	382.49	379.72	456.01
75	274.92	277.87	456.01
85	308.48	323.43	456.01
95	249.30	263.81	456.01

Sama halnya dengan tegangan runtuh yang terjadi berdasarkan tabel 2 diketahui bahwa, tegangan runtuh pada benda uji tidak lebih besar dari mutu baja. Hal ini dikarenakan *castellated beam* mengalami *buckling* selama pengujian berlangsung.



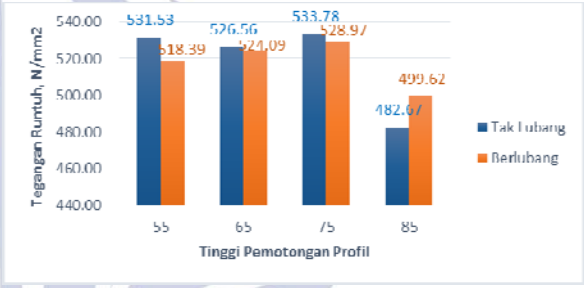
Gambar 10. Tegangan leleh *castellated beam* bukaan belah ketupat (e) 50 mm

Sama halnya dengan *castellated beam* bukaan belah ketupat dengan lebar pemotongan 10 mm, pada Gambar 10 menunjukkan bahwa tegangan leleh pada *castellated beam* bukaan belah ketupat dengan lebar pemotongan 50 mm bagian tidak berlubang dan berlubang memiliki hasil yang berbeda pada beberapa benda uji. Benda uji H 65 mm memiliki tegangan leleh yang terbesar pada bagian tidak berlubang yaitu 391.05 N/mm^2. Sedangkan tegangan leleh pada bagian berlubang yaitu 389.21 N/mm^2.

Tabel 3. Perbandingan tegangan leleh *castellated beam* dengan mutu baja (fy) lebar pemotongan 50 mm

Tinggi Pot. Profil (h)	Tegangan Eksperimen		Tegangan Leleh Baja (fy)
	Tak Berlubang	Berlubang	
(mm)	(N/mm2)	(N/mm2)	(mm)
Utuh	379.60	-	389.22
55	328.07	319.95	389.22
65	391.05	389.21	389.22
75	381.23	377.79	389.22
85	330.25	341.84	389.22

Berdasarkan tabel 3, benda uji H 65 mm mengalami lentur karena nilai tegangan leleh melebihi dari mutu baja dari hasil uji tarik sebesar 389.22 Mpa.



Gambar 11. Tegangan runtuh *castellated beam* bukaan belah ketupat (e) 50 mm

Untuk tegangan runtuh seperti pada gambar 11 menunjukkan bahwa tegangan runtuh terbesar pada bagian tidak berlubang dan berlubang dimiliki oleh benda uji H 75 mm. Benda uji H 65 mm memiliki tegangan runtuh sebesar 526.56 N/mm^2 pada bagian tidak berlubang. Sedangkan tegangan runtuh pada bagian berlubang yaitu 524.09 N/mm^2.

Tabel 4. Perbandingan tegangan runtuh *castellated beam* dengan mutu baja (fy) lebar pemotongan 50 mm

Tinggi Pot. Profil (h)	Tegangan Eksperimen		Tegangan Runtuh Baja (fu)
	Tak Berlubang	Berlubang	
(mm)	(N/mm2)	(N/mm2)	(mm)
Utuh	645.31	-	456.01
55	531.53	518.39	456.01
65	526.56	524.09	456.01
75	533.78	528.97	456.01
85	482.67	499.62	456.01

Berdasarkan tabel 4, benda uji dengan tinggi pemotongan profil 55 mm, 65 mm dan 75 mm mengalami runtuh lentur karena tegangan yang terjadi lebih besar dari tegangan runtuh baja.

UNESA Universitas Negeri Surabaya

Kontrol Geser

Castellated beam memiliki penampang badan (*web*) yang cukup tipis terutama dalam menerima beban tarik. Pada pengujian ini *castellated beam* dibuat dengan penyambungan berupa las. Ketahanan pada elemen tersebut ditentukan oleh kondisi batas sobek atau sering disebut geser.

Tabel 5. Kontrol geser penampang bagian tidak berlubang *castellated beam* (e) 10 mm

Tinggi Pot. Profil (h)	Jarak Antar Tumpuan	Tinggi (dg)	Beban (P)	Vu	Vn	Kontrol Geser
(mm)	(mm)	(mm)	(kN)	(kN)	(kN)	
Utuh	1400	150	990	495.00	711,96	AMAN
45	1400	190	1287	643.50	651.09	AMAN
55	1400	200	891	445.50	541.75	AMAN
65	1400	215	990	495.00	574.84	AMAN
75	1400	225	693	346.50	581.08	AMAN
85	1400	230	891	445.50	603.15	AMAN
95	1400	240	693	346.50	619.89	AMAN

Kontrol kuat geser *castellated beam* bagian tidak berlubang pada tabel 1 untuk semua benda uji dinyatakan aman. Selama proses pengujian benda uji tidak mengalami sobek pada penampang walaupun sambungan pada penampang badan sangat pendek.

Tabel 6. Kontrol geser penampang bagian berlubang *castellated beam* (e) 10 mm

Tinggi Pot. Profil (h)	Jarak Antar Tumpuan	Tinggi (dg)	Beban (P)	Vu	Vn	Kontrol Geser
(mm)	(mm)	(mm)	(kN)	(kN)	(kN)	
Utuh	1400	150	990	-	-	-
45	1400	190	1287	643.50	453.94	TIDAK AMAN
55	1400	200	891	445.50	393.82	TIDAK AMAN
65	1400	215	990	495.00	396.59	TIDAK AMAN
75	1400	225	693	346.50	375.41	AMAN
85	1400	230	891	445.50	352.12	TIDAK AMAN
95	1400	240	693	346.50	359.37	AMAN

Berbeda dengan control kuat geser pada daerah berlubang seperti yang terlihat pada Tabel 2, hasil dari pengujian menunjukkan bahwa control kuat geser tidak aman. Hal ini dikarenakan, pada daerah berlubang hanya tersisa sedikit pelat badan yang mampu menerima beban tarik. Sedangkan pada H 75 mm dan H 95 mm, control kuat geser dinyatakan aman. Kondisi tersebut dikarenakan beban yang diterima oleh benda uji cukup kecil karena benda uji sudah mengalami buckling, sehingga benda uji mengalami keruntuhan sebelum mencapai kondisi lelehnya.

Tabel 7. Kontrol geser penampang bagian tidak berlubang *castellated beam* (e) 50 mm

Tinggi Pot. Profil (h)	Jarak Antar Tumpuan	Tinggi (dg)	Beban (P)	Vu	Vn	Kontrol Geser
(mm)	(mm)	(mm)	(kN)			
Utuh	1400	150	990	495.00	711,96	AMAN
55	1400	200	990	495.00	760.97	AMAN
65	1400	215	1287	643.50	689.81	AMAN
75	1400	225	1287	643.50	755.41	AMAN
85	1400	230	1287	643.50	784.10	AMAN

Kontrol kuat geser *castellated beam* bagian tidak berlubang pada tabel 3 untuk semua benda uji dinyatakan aman. Selama proses pengujian benda uji tidak mengalami sobek pada penampang.

Tabel 8. Kontrol geser penampang bagian berlubang *castellated beam* (e) 50 mm

Tinggi Pot. Profil (h)	Jarak Antar Tumpuan	Tinggi (dg)	Beban (P)	Vu	Vn	Kontrol Geser
(mm)	(mm)	(mm)	(kN)			
Utuh	1400	150	990			
55	1400	200	990	495.00	353.56	TIDAK AMAN
65	1400	215	1287	643.50	347.10	TIDAK AMAN
75	1400	225	1287	643.50	320.34	TIDAK AMAN
85	1400	230	1287	643.50	332.25	TIDAK AMAN

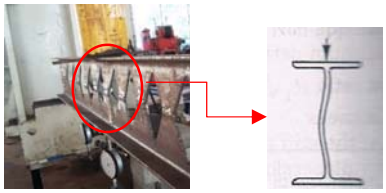
Berbeda dengan control kuat geser pada daerah berlubang seperti yang terlihat pada Tabel 4, hasil dari pengujian menunjukkan bahwa control kuat geser tidak aman. Hal ini dikarenakan, pada daerah berlubang hanya tersisa sedikit pelat badan yang mampu menerima beban tarik.

Optimalisasi Tinggi Pemotongan Profil (*H*) Castellated Beam

Optimalisasi tinggi pemotongan profil (*H*) dengan lebar pemotongan 10 mm didapatkan dari hasil analisis momen dan tegangan. Hasil analisis data dari momen leleh dan tegangan leleh eksperimen, didapatkan hasil terbesar dimiliki oleh *castellated beam* dengan tinggi pemotongan profil (H) 45 mm. Sedangkan optimalisasi tinggi pemotongan profil (*H*) dengan lebar pemotongan 50 mm didapatkan dimiliki oleh *castellated beam* dengan tinggi pemotongan profil (H) 65 mm.

Web Buckling

Castellated beam yang diuji pada penelitian ini mengalami *web buckling* atau tekuk badan. Benda uji dengan tinggi pemotongan profil (H) 65 mm dengan lebar pemotongan 50 mm, yang dinyatakan sebagai tinggi optimal dari penelitian ini juga mengalami tekuk badan.



Gambar 4.43 *Web buckling* pada benda uji H 65 mm (e = 50 mm)

Teori *web buckling* menjelaskan bahwa web atau badan yang terlalu tipis, mudah mengalami *buckling*. Pengaruh tekuk hanya dibatasi oleh sayap. Benda uji H 65 mm menunjukkan bagian badan yang tertekuk. Beban yang diberikan pada benda uji tertahan oleh bagian sayap (lateral), sehingga ketika tersalur ke bagian badan tidak mengalami rotasi sepenuhnya atau hanya mengalami sedikit tekuk.

SIMPULAN

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

1. Tinggi pemotongan profil (*H*) yang optimal yaitu 45 mm untuk *castellated beam* bukaan belah ketupat dengan lebar pemotongan profil 10 mm.
2. Tinggi pemotongan profil (*H*) yang optimal yaitu 65 mm untuk *castellated beam* bukaan belah ketupat dengan lebar pemotongan profil 50 mm.
3. Momen inersia yang baik untuk *castellated beam* bukaan belah ketupat yaitu 12.014.597.74 mm^4 untuk bagian tidak berlubang dan 11.698.697.74 mm^4 untuk bagian berlubang.
4. Tinggi pemotongan profil (*H*) 45 mm memiliki momen lentur terbesar yaitu 450.45 kN.m dan tegangan lentur terbesar yaitu 356.17 N/mm^2.
5. Tinggi pemotongan profil (*H*) 65 mm memiliki momen lentur terbesar yaitu 450.45 kN.m dan tegangan lentur terbesar yaitu 391.05 N/mm^2.

SARAN

Berdasarkan uraian kesimpulan di atas didapat saran sebagai berikut:

1. Mengacu pada hasil penelitian, maka ditinjau dari momen, tegangan, lendutan dan buckling, sebaiknya untuk *castellated beam* bukaan belah ketupat dibuat lebar pemotongan profil (e) lebih dari 10 mm atau lebih dari 50 mm. Agar tinggi pemotongan profil (H) yang diharapkan bisa lebih besar atau bisa mencapai 50% dari tinggi *castellated beam* sebelumnya.
2. Diharapkan pada penelitian selanjutnya untuk *castellated beam* bukaan belah ketupat dengan lebar pemotongan profil 50 mm, tinggi pemotongan profil dibuat lebih tinggi dari 65 mm. Karena adanya kemungkinan terjadi peningkatan kekuatan yang ditinjau dari momen dan tegangan.
3. Penelitian yang selanjutnya disarankan untuk menggunakan profil baja WF kurang dari 150, agar *castellated beam* yang dihasilkan tidak terlalu tinggi untuk menghindari gejala *buckling* yang terjadi.
4. Penelitian selanjutnya disarankan supaya mempelajari terlebih dahulu sistem kerja alat uji lentur dan alat uji tarik. Terutama pada alat uji lentur agar tidak terjadi kesalahan pada saat pengujian sehingga data yang didapatkan lebih akurat.
5. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menganalisis ulang pada sistem kerja profil mulai dari bagian sayap atas, badan dan sayap bawah agar semua komponen tersebut dapat bekerja secara maksimal pada saat pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Widayanti, Fitri Rohmah.2012.” *Pengaruh Tinggi Pemotongan Profil (h), Terhadap Optimalisasi Tegangan Lentur dan Bahan Baja Balok Kastela (Castellated Beam) Ditinjau Dari Lendutan”*

2. Setiawan, Agus. 2008 . “*Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*”. Jakarta: Erlangga

3. Timoshenko & Gere. 1990 . “*Mekanika Bahan Jilid 1 Edisi Keempat*”. Jakarta: Erlangga

4. Duggal, S K. *Departement of Civil Engineering MNR Engineering College Allahabad*. 2000 . “*Design Of Steel Structures*”. New Delhi: *Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited*

UNESA Universitas Negeri Surabaya