

# PERBANDINGAN KUDA-KUDA *CASTELLATED BEAM* DENGAN BUKAAN *HEXAGONAL* DAN *CIRCULAR*

Rizka

Karmila Achmad, ST.,M.T dan Mohamad Isram M Ain. S.T.,M.Sc  
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan

---

## Abstrak

Konstruksi atap merupakan salah satu komponen yang memerlukan perencanaan yang baik. Penggunaan material baja untuk elemen struktur rangka atap bisa menjadi salah satu alternatif untuk bentang panjang karena materialnya relatif ringan dan memiliki kekuatan yang baik.

Rangka kuda-kuda baja yang dianalisa adalah rangka bentang sedang sepanjang 16 m dengan menggunakan profil baja WF dan profil *castellated beam* bukaan *hexagonal* sudut bukaan 30° dan profil *castellated beam* bukaan *hexagonal* sudut bukaan 60° serta profil *castellated beam* bukaan *circular* diameter 155 mm.

Dari hasil perhitungan diperoleh dimensi WF 250.175.7.11, *castellated beam* untuk bukaan *hexagonal* 305.122.7.11 dan bukaan *circular* 293,4.122.7.11. dengan besar momen nominal sudut potong 30°: 964259940 N.mm dan untuk sudut potong 60°: 867833946 N.mm, untuk bukaan *circular*: 891220792 N.mm. Geser nominal bukaan *hexagonal* dengan sudut potong 30°: 4472,30 kg, sudut potong 60°: 6900,91 kg, dan bukaan *circular* dengan diameter 155 mm: 3724,33 kg, lendutan untuk *castellated beam* untuk bukaan *hexagonal* sebesar 4,72 cm dan bukaan *circular* 9,47 cm.

**Kata kunci:** Kuda-kuda baja, profil WF, *castellated beam*, bukaan *hexagonal* dan *circular*

## Abstract

*Construction of the roof is one of the components that require best laid plans. The use of material for the element steel skeletal structure the roof could be one alternative where steel material in itself is one of the materials that have good strength.*

*Order horses steel used steel span was or of 16 m with using a WF profile and castellated beam profile with openings the hexagonal angels opening 30° and 60° and circular opening with a diameter of 155 mm.*

*From the result of obtained gording 250.175.7.11 dimension, castellated beam to openings the hexagonal 305.122.7.11 and openings 293.4.122.7.11, circular. With lagere nominal moment angles cut 30°: 984259940 N.mm and the corner the cut 60°: 867833946 N.mm, to openings circular 891220792 N.mm. sliding nominal openings the hexagonal with an angel cut 30°: 4472.30 kg, angel cut 60°: 6900,91 kg, and openings circular diameter 155 mm: 3724,33 kg. and deflection to castellated beam to openings hexagonal 4,07 cm and circular openings 9,47 cm.*

**Keywords :** horses steel, WF profile, *castellated beam*, *hexagonal* and *circlar* openings

---

## **I. Pendahuluan**

### **1.1 Latar Belakang**

Dewasa ini, konstruksi baja merupakan salah satu alternatif dalam sebuah pembangunan gedung atau struktur baik skala kecil maupun skala besar. Salah satu elemen struktur yang menggunakan baja sebagai strukturnya adalah kuda-kuda (rangka atap). Kuda-kuda sendiri merupakan salah satu bagian struktur atap yang berfungsi untuk mendukung beban atap termasuk beratnya sendiri.

Profil baja yang umum digunakan untuk kuda-kuda selain double siku adalah profil WF. Namun, penggunaan baja dengan profil WF sendiri memiliki harga yang relatif mahal. Salah satu solusi yang digunakan untuk meningkatkan kekuatan baja tanpa peningkatan berat sendiri adalah dengan menggunakan metode bukaan balok yaitu mengganti balok WF dengan balok castela.

Balok kastela merupakan balok yang dibuat dari profil WF yang momen inersianya diperbesar sehingga diperoleh kapasitas lentur yang lebih besar dari ukuran awal profil WF. Balok Castella secara umum memiliki beberapa jenis bukaan, yaitu *hexagonal*, *octagonal*, dan *celluar beam*. Tujuan tugas akhir ini adalah untuk menentukan jenis bukaan *castellated beam* untuk struktur rangka atap kuda-kuda yang efisien serta sesuai dengan persyaratan keamanan struktur berdasarkan peraturan yang berlaku. Berdasarkan latar belakang diatas, maka judul tugas akhir ini yaitu **“Perbandingan Kuda-Kuda *Castellated Beam* dengan Bukaan *Hexagonal* dan *Circular*”**.

### **1.2 Rumusan Penelitian**

1. Berapa dimensi profil rangka baja WF dan *castellated beam* dari masing-masing tipe bukaan?
2. Berapa besar kekuatan dari masing-masing tipe bukaan *castellated beam*?
3. Berapa nilai lendutan yang terjadi dari masing-masing bukaan *castellated beam*?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui dimensi profil baja WF dan tipe *hexagonal castellated beam* dengan dua dimensi berbeda dan *circular castellated beam*.
2. Mengetahui kekuatan dari masing-masing tipe bukaan *castellated beam* yaitu *hexagonal* dan *circular beam*.

### **1.4 Batasan Penelitian**

1. Perencanaan menggunakan profil WF dan 2 tipe *hexagonal castellated beam* dan *circular castellated beam*.
2. Pembebanan dihitung berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 (PPIUG 1983).
3. Mutu baja yang digunakan BJ 37.
4. Kuda-kuda dengan ukuran bentang 16 meter.
5. Jenis beban yang digunakan beban sementara.
6. Jenis sambungan yang digunakan baut.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Mengetahui perencanaan struktur kuda-kuda dengan menggunakan *castellated beam* khususnya jenis bukaan *hexagonal castellated beam* dan *circular castellated beam*.

2. Menambah ilmu pengetahuan khususnya dalam perencanaan kuda-kuda (rangka atap) dengan bahan baja.

## II. Landasan Teori

### 2.1 Kuda-Kuda

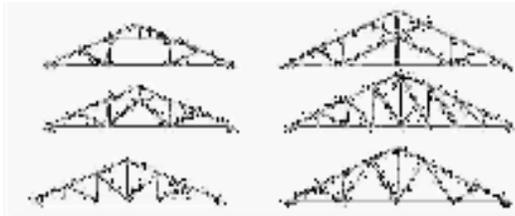
Kuda-kuda atap adalah konstruksi yang terdiri balok melintang (yang menerima gaya tarik), balok sebagai penopang atau tiang (yang menerima gaya tekan) guna menyangga dari gording atau kasau serta pelapis atap. Walaupun atap itu ringan, pengaruh luar terhadap konstruksi dan penutupnya baik terhadap suhu (sinar matahari), cuaca (air hujan dan kelembaban udara), serta keamanan terhadap gaya horizontal (angin dan gempa) dan kebakaran harus tetap dijamin (Iswanto,2007).

### 2.2 Bentuk Kuda-Kuda

Kuda-kuda berdasarkan bentang kuda-kuda dan jenis bahannya (Novita,2018):

1. Bentang 9-16 meter.

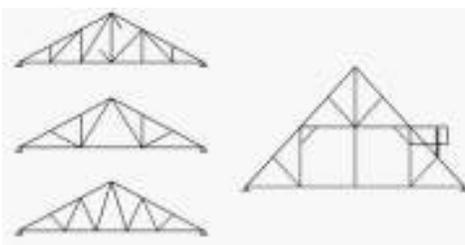
Bentang 9-16 meter, bahannya terbuat dari baja (double single).



Gambar 1 Kuda-kuda Bentang 9-16 meter (Novita,2018).

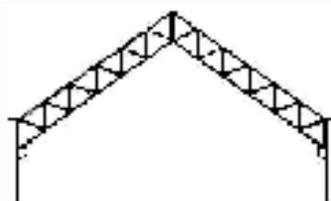
2. Bentang 20 meter.

Batang maksimal sekitar 20 meter, bahannya terbuat dari baja (double single) dan kuda-kuda atap sebagai loteng yang bahannya terbuat dari kayu.



Gambar 2 Kuda-kuda Bentang 20 meter (Novita,2018).

3. Kuda-kuda baja profil siku.



Gambar 3 Kuda-kuda Baja Profil Siku (Novita,2018).

#### 4. Kuda-kuda gabel profil WF.



Gambar 4 Kuda-kuda Baja Profil WF (Novita,2018).

### 2.3 Material Baja

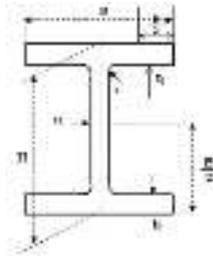
Baja merupakan salah satu pilihan yang banyak digemari sebagai bahan struktur pembangunan, baik itu untuk sebuah gedung ataupun jembatan. Dengan pemakaian baja yang dipadukan dengan material bangunan yang lain, baja merupakan material yang tahan lama, awet, dan mudah dalam pemasangannya.

### 2.4 Profil Baja

Berikut beberapa jenis profil baja yang akan dibahas dalam tugas akhir ini:

#### 2.4.1. Profil Baja WF

Berdasarkan SNI 07-7128-2006 profil *Wide Flange* merupakan salah satu besi yang memiliki kekuatan sangat tinggi pada kekuatan tekan atau tarik. Baja profil WF memiliki tinggi badan ( $H$ ), dari lebar sayap ( $B$ ), tebal badan ( $t_1$ ), tebal sayap ( $t_2$ ) merata dari ujung hingga pangkal radius ( $r$ ) seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.5 Profil Baja *Wide Flange* (SNI 07-7128-2006)

#### 2.4.2. Profil Baja *Castellated Beam*

*Castellated beam* adalah suatu spesifikasi profil yang ditingkatkan kekuatan komponen strukturnya dengan memperpanjang kearah satu sama lain dan di las sepanjang pola. *Castellated beam* ini mempunyai tinggi ( $h$ ) hampir 50% lebih tinggi dari profil awal sehingga meningkatkan nilai lentur axial, momen inersia ( $I_x$ ), dan modulus section ( $S_x$ ) (Knowles, 1991).

### 2.5 Pembebanan

Pembebanan struktur meliputi:

1. Beban mati ialah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap. (PPIUG 1983):.

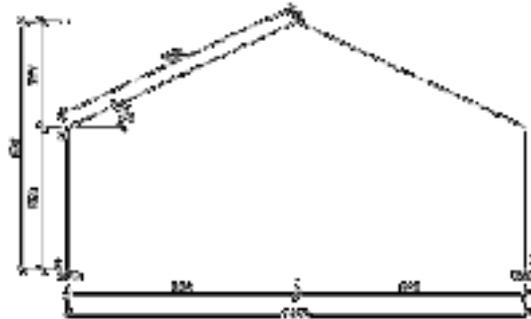
2. Beban hidup ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai atau atap tersebut. (PPIUG 1983)
3. Beban Gempa sesuai dengan SNI 03-1726-2002, atau penggantinya.
4. Beban angin sesuai dengan PPIUG 1983.

### III. Metode Penelitian

#### 3.1 Data Perencanaan Kuda-kuda

Adapun data kuda-kuda yang akan diperhitungkan sebagai berikut:

- a. Bentang kuda-kuda : 16 m
- b. Jarak antar kuda-kuda : 5 m
- c. Jenis penutup atap : Seng
- d. Berat penutup atap :  $10 \text{ kg/m}^2$  (PPIUG 1983)
- e. Beban angin :  $25 \text{ kg/m}^2$  (PPIUG 1983)
- f. Profil rangka : WF
- g. Mutu baja : BJ 37
- h. Kemiringan atap ( $\alpha$ ) :  $25^\circ$
- i. Jenis sambungan : Baut
- j. Modulus elastisitas baja :  $2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- k. Tipe bangunan : *Worskshop*



Gambar 3.1 Ukuran Detail Perencanaan

Dengan data sekunder yang digunakan adalah:

- a. Peraturan perencanaan Bangunan Baja (PPBBI 1984)
- b. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja SNI 03-1729-2002
- c. Baja Profil WF SNI 07-7128-2006
- d. Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPIUG-1983)

### 3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah metode perencanaan.

### 3.3 Tipe Baja Profil

a. Profil *Wide flange*



Gambar 3.2 Profil Baja *Wide Flange* (Baja konvensional).

b. Profil *Castellated beam*

Adapun jenis bukaan *castellated beam* yang digunakan yaitu:

1. *Hexagonal*



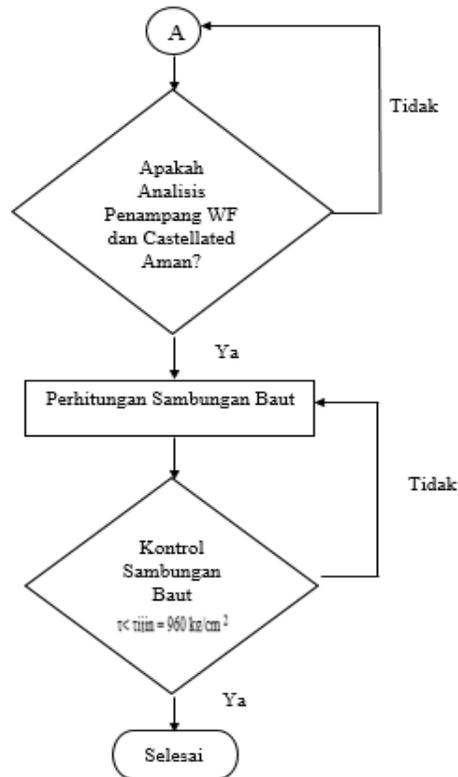
Gambar 3.3 Profil Baja *Hexagonal* (Baja konvensional).

2. *Circular*



Gambar 3.4 Profil Baja *Circular* (*Castellated and cellular beam*).



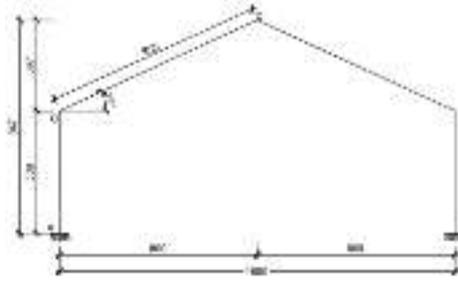


#### IV. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1. Data Kuda-Kuda

Adapun data kuda-kuda yang akan diperhitungkan sebagai berikut:

- l. Bentang kuda-kuda : 16 m
- m. Jarak antar kuda-kuda : 5 m
- n. Jenis penutup atap : Seng
- o. Berat penutup atap : 10 kg/m<sup>2</sup> (PPIUG 1983)
- p. Beban angin : 25 kg/m<sup>2</sup> (PPIUG 1983)
- q. Profil rangka : WF
- r. Mutu baja : BJ 37
- s. Kemiringan atap ( $\alpha$ ) : 25°
- t. Jenis sambungan : Baut
- u. Modulus elastisitas baja : 2,1 x 10<sup>6</sup> kg/cm<sup>2</sup>
- v. Tipe bangunan : *Worskshop*



Gambar 3.1 Ukuran Detail Perencanaan

#### 4.2. Perencanaan Dimensi Profil Baja

Dari hasil perhitungan diperoleh hasil gaya dalam seperti pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1 Hasil Hitungan Gaya Dalam Yang Akan Dihitung

Batang	Titik	M (Kg.m)	V (Kg)	N (m)	Momen Max (Kg.m)
1	1	-5277.52	-2179.4	-4449.6	6322.48
	2	6322.48	-2460.6	-4195.1	
2	2	-6322.48	-2787	-3985.7	-6322.48
	3	1224.4	1072.14	-2190.1	
3	3	1224.4	-960.73	-2241.2	-6576.77
	4	-6576.77	2733.4	-4036.9	
4	4	6382.92	2654.44	-4422.2	-6576.77
	5	-6576.77	2529.44	-4167.7	

#### 4.6 Profil Baja WF

Dengan perhitungan beberapa kontrol untuk mengetahui keamanan profil wf yang ingin direncanakan, didapatkan hasil profil yang aman yaitu Profil WF 244.175.7.11.

#### 4.7 Profil Baja *Castellated beam Hexagonal dan Circular*

Tabel 2 Hasil Perhitungan Profil *Hexagonal dan Circular Castellated*

	<i>Castellated hexagonal 30°</i>	<i>Castellated hexagonal 60°</i>	<i>Castellated circular d=155 mm</i>
Mn (Kg.cm)	964259940	867833946	891220792
Vn (Kg)	4472,30	6900,91	3724,33
Lateral Buckling (tekuk) (mm)	0,884	0,950	0,924
Lendutan (cm)	4,72	4,72	9,47

#### 4.8 Perhitungan Sambungan Baut

Perencanaan sambungan baut yaitu menggunakan baut  $\varnothing \frac{1}{2}'' = 12,7$  mm. dengan masing-masing pasangan baut menerima gaya sebesar 253.4 Kg. Hingga pada perhitungan gaya geser setiap baut dan gaya geser pada baut dan ulir sambungan baut dengan  $\varnothing \frac{1}{2}'' = 12,7$  mm dinyatakan aman.

## V. Penutup

### 1.1 Kesimpulan

- 1 Dimensi profil WF yang digunakan 250.175.7.11 dan profil *castellated beam* untuk masing-masing bukaan yaitu; untuk bukaan *hexagonal* 305.122.7.11. sedangkan untuk dimensi bukaan *circular* memiliki dimensi dengan diameter 155 mm yaitu 293,4.122.7.11.
- 2 Besar kekuatan untuk masing-masing bukaan dari hasil perhitungan untuk nilai momen nominal nya yaitu profil *castellated beam* bukaan *hexagonal* sudut potong  $30^\circ$ : 964259940 N.mm dan untuk sudut potong  $60^\circ$ : 867833946 N.mm, untuk bukaan *circular* diameter 155 mm: 891220792 N.mm. Sedangkan besar kekuatan gaya geser nominal nya profil *castellated beam* bukaan *hexagonal* dengan sudut potong  $30^\circ$  4472.30 kg, sudut potong  $60^\circ$  6900.91 kg, dan bukaan *circular* dengan diameter 155 mm 3724,33 kg.
- 3 Hasil analisa perhitungan lendutan didapatkan hasil untuk *castellated beam* bukaan *hexagonal* sebesar 4,72 cm dan bukaan *circular* 9,47 cm.

### 1.2 Saran

1. Penelitian lebih lanjut terkait biaya dan waktu untuk pelaksanaan pekerjaan konstruksi baja profil WF dan *Castellated beam* terutama untuk bukaan *hexagonal* dan *circular*.
2. Penelitian lebih lanjut untuk pelaksanaan pekerjaan penggunaan balok dengan menggunakan profil *castellated beam* dan balok beton.

## Daftar Pustaka

- Firdaus, Achmad. (2015), *Analisis Struktur Rangka Baja Dengan Menggunakan Profil WF dan Castellated beam pada gedung olahraga*. Tugas Akhir Politeknik Negeri Balikpapan.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, (1983). *Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI)*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983*, Cetakan Kedua, Bandung.
- Grunbaeur, Johann. *What Makes Castellated Beams So Desirable As a Constructional Element*. <http://www.grunbaeur.nl/eng/inhoud.htm>. 28 Februari .
- Knowles, P.R. (1991). *Castellated Beam* Proceeding of the Institution of Civil Engineering, Part 1, No.90, pp 521-536. Kerdal, D. and Nethercot, D.A.
- Novita, Jihan. (2018), *Perbandingan Dimensi dan Harga dari Berbagai Macam Tipe Kuda-Kuda Baja pada Workshop dengan Bentang Sedang*, JUTATEKS, 2, 1, 25-28.
- , SNI 03-1729-2002 Tentang *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*, Departemen Pekerjaan Umum.
- , SNI 07-7128-2006 Tentang *Baja Profil WF-Beam Proses Canai Panas*, Departemen Pekerjaan Umum.