

STUDI EKSPERIMENTAL TERHADAP UNJUK KERJA KUDA-KUDA BAJA RINGAN PROFIL C DENGAN KETEBALAN 0,60 MM

Irene angraini¹⁾, M Yusuf, Elvira²⁾

ABSTRACT

Since wood material is very difficult to find nowadays and the quality begin to decrease, then light gauge steel is chosen as an alternative of wood as a construction material roof truss. However, many types of light gauge steel in the market give a great influence to the specification and standardization of light gauge steel frame structure calculations. This testing the strength of the truss 0.6 mm thick C profile with a particular landscape. Loading test were performed on a truss structure using a full-scale model of the test object with incremental load. The structure of the truss that tested an easel structure with spans of 12 m, height 2.51 m, and a 20° tilt angle. Truss collapse when was given a load of 315 kg. With hanger and a heavy loaded bearing was 60 kg plus the weight of the cube as many as 17 pieces of heavy cube which is 15 kg. As for the collapse phenomenon is topchord buckling. From the collapse phenomenon, it's been known that the structure of the truss suffered a failure behavior on cold formed steel rod of iron C is not due to shear or tensile strength screws. It can be seen that the screws which were used for 3 pcs of each knot point could not be separated from the strong connection and resist the force that was applied.

Keywords : *truss, deflection, buckling, light gauge steel*

1. PENDAHULUAN

Karena material kayu yang saat ini sulit didapat dan kualitasnya yang mulai berkurang maka dipilihlah baja ringan sebagai alternative pengganti material kayu sebagai konstruksi rangka atap. Baja ringan merupakan baja mutu tinggi yang memiliki sifat ringan dan tipis, namun memiliki fungsi setara baja konvensional. Rangka atap baja ringan diciptakan untuk memudahkan perakitan dan konstruksi. Meskipun tipis, baja ringan memiliki derajat kekuatan tarik 550 MPa, sementara baja biasa sekitar 300 MPa. Di Indonesia, ketebalan baja ringan berkisar dari 0,4 mm – 1 mm dengan jenis material yang umum

digunakan adalah *galvanized Z-22, Galvalume AZ-100, Zinalume dan ZAM ZG-90*.

Banyaknya jenis baja ringan dipasaran memerlukan adanya spesifikasi dan standarisasi perhitungan struktur rangka baja ringan. Untuk itulah dilakukan penelitian mengenai kapasitas beban yang dapat dipikul oleh struktur rangka kuda-kuda yang menggunakan baja ringan dan fenomena keruntuhannya. Profil yang digunakan merupakan profil C dengan ketebalan 0,60 mm. Penelitian ini dilakukan bersama Irfan yoga prastyawan dan Renny linda hartini.

1) Alumni Teknik Sipil FT Untan

2) Dosen Teknik Sipil FT Untan

Dimana masing-masing peneliti menggunakan ketebalan profil yang berbeda.

2. TINJAUAN PUSTAKA

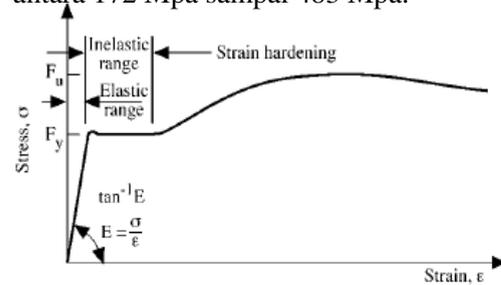
Desain rangka atap dengan material baja ringan pada dasarnya sama dengan desain rangka atap dengan material yang lain. Karena material ini terbentuk dari plat yang sangat tipis, ketebalannya berkisar antara 0,6 mm hingga 1 mm, hal ini berakibat pada perilaku material jika tertekan akan rentan terhadap tekuk dan bila tertarik akan sangat lemah pada bagian sambungan. Sehingga tinjauan utama desain adalah pemilihan profil yang memiliki kapasitas yang dapat mengakomodasi kelemahan tersebut.

Struktur yang layak adalah struktur yang memenuhi kriteria kekuatan dan kekakuan. Struktur yang kuat adalah struktur yang mampu menahan gaya-gaya yang bekerja sesuai dengan beban rencana. Tegangan yang terjadi harus akibat beban rencana harus lebih kecil daripada tegangan izin struktur. Atau apabila diukur secara stress ratio maka stress ratio harus lebih kecil daripada 1 (satu). (Jaindo, 2005)

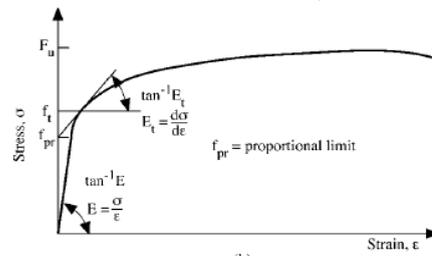
2.1. Tegangan, Regangan, dan Modulus Elastisitas

Kekuatan dari struktur baja yang dibentuk secara dingin (*cold formed*) tergantung dari tegangan lelehnya, menurut *AISI (American Iron and Steel*

Institute) tegangan leleh baja ini berkisar antara 172 Mpa sampai 483 Mpa.



Gambar 1. Grafik hubungan tegangan-regangan Sharp yielding. (Sumber: Yu, W.W, 1991)



Gambar 2. Grafik hubungan tegangan-regangan Gradual yielding. (Sumber: Yu, W.W, 1991)

Ada 2 jenis tipe kurva tegangan-regangan pada baja yakni seperti pada Gambar 1 dan 2, yaitu tipe *sharp yielding* dan *gradual yielding*. Baja yang diproduksi secara lebur (panas) biasanya mengikuti *sharp yielding*. Untuk tipe baja ini, batas leleh baja ditentukan oleh batas dimana kurva tegangan-regangan menjadi horizontal (Gambar 1). Baja yang diproduksi secara dingin yakni dengan cara ditekan (press) atau dirol mengikuti pola leleh *gradual yielding*, dimana

Studi eksperimental terhadap unjuk kerja kuda-kuda baja ringan profil c dengan ketebalan 0,60mm

(Irene anggraini , Elvira dan M Yusuf)

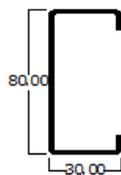
kurva regangan pada batas leleh melengkung (Gambar 2).

Harga minimum tegangan traik (*minimum ultimate Tensile Strength*) baja yang dirol atau dibentuk secara dingin ini berkisar antara 290-586 Mpa, dan ratio perbandingan antara tegangan tarik ultimate dan tegangan leleh 1,17-2,22. Modulus elastisitas untuk baja yang dibentuk secara dingin (cold formed) sebesar 203 KN/mm².

2.2 Profil dan Aksesoris Sistem Rangka Kuda-Kuda Baja ringan

a. Profil C

Bentuk profil C yang digunakan seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Profil C

Tinggi profil : 80 mm
Lebar : 35 mm
Tebal : 0,6 mm

Material : Zinc Aluminium (55% Aluminium/ Al, 43,5% seng /Zn, 1,5% silicon/Si)

Fungsi : Rangka Kuda – Kuda

Kemampuan Dobel: Elemen dapat di – Box

b. Pelat kaki kuda-kuda untuk profil C
Kaki Kuda – Kuda berbentuk L dibuat dari profil C 80 dengan panjang minimum 20 cm dan tinggi 20 cm yang dipasang pada ringbalok beton bertulang dan dipasang paku beton / dynabolt. Lihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Plat kaki

c. Dynabolt

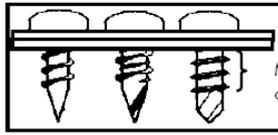
Dynabolt digunakan untuk menyambungkan pelat kaki ke ring balok. Dynabolt yang digunakan adalah dua buah dengan diameter 8mm untuk setiap pelat kaki.

d. Paku Beton

Paku beton memiliki fungsi yang sama dengan dynabolt. Paku beton yang digunakan adalah tiga buah dengan ukuran 2 inc untuk setiap pelat kaki.

e. Screw

Pemakaian screw sangat bergantung dari profil atau aksesoris yang digunakan. Spesifikasi screw yang digunakan harus menggunakan ulir halus (pitch rapat), seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Screw (sumber: PT. Jaindo Metal Industri, Bandung 2005)

3. METODE PENELITIAN

Pengujian pembebanan dilakukan dengan menggunakan benda-benda uji. Dimana beban yang akan dikenakan pada elemen struktur atau struktur dapat mensimulasikan beban-beban yang ada dilapangan. (Apluss, 2009)

3.1 Analisis pemodelan

Pemodelan dibuat dalam program *SAP 2000*. Pemodelan dibuat dalam rangka validasi analisis yang dilakukan, prediksi tegangan dan perilaku material saat pengujian berlangsung. Hasil yang diharapkan adalah tegangan dan perilaku material mendekati dengan hasil analisis dalam pemodelan.

3.2 Pengujian Kuda-kuda

a. Pekerjaan persiapan

Merangkai batang profil C baja ringan sehingga menjadi satu kesatuan rangka kuda-kuda. Kemudian mendirikan kuda-kuda diatas tumpuan. Pemasangan perancah pada bagian depan dan belakang kuda-kuda untuk mengapit kuda-kuda agar tetap tegak. Pemasangan gantungan besi pada tiap titik buhul bawah struktur kuda-kuda dan menghubungkannya dengan bantalan beban berupa batangan baja ringan yang

didobel sebagai tempat perletakan beban. Beban yang digunakan berupa kubus beton. Menimbang berat bantalan beban serta gantungan besi untuk mengetahui beban awal. Kubus beton yang akan digunakan sebagai beban ditimbang dahulu beratnya dan ditulis pada tiap-tiap kubus. Pemasangan dial gauge diatas titik buhul bagian tengah untuk mengetahui besar defleksi yang terjadi.

b. Pelaksanaan pengujian

Stel dial gauge pada posisi nol. Kemudian beban diberikan pada elemen profil secara bertahap. Tahap pertama, meletakkan 2 buah kubus pada bantalan beban. perletakan beban dilakukan secara seimbang antara kiri dan kanan serta dilakukan dengan serentak. Mencatat beban dan defleksi atau lendutan yang terjadi (uji lentur dan tekan). Jika pada tahap pertama belum terjadi defleksi atau lendutan, dapat ditambah dengan meletakkan kubus yang lainnya diatas bantalan sehingga beban menjadi lebih besar. Penambahan beban dilakukan per 2 buah kubus. Demikian seterusnya hingga mencapai beban maksimum.

c. Pengolahan data hasil pengujian dan analisis

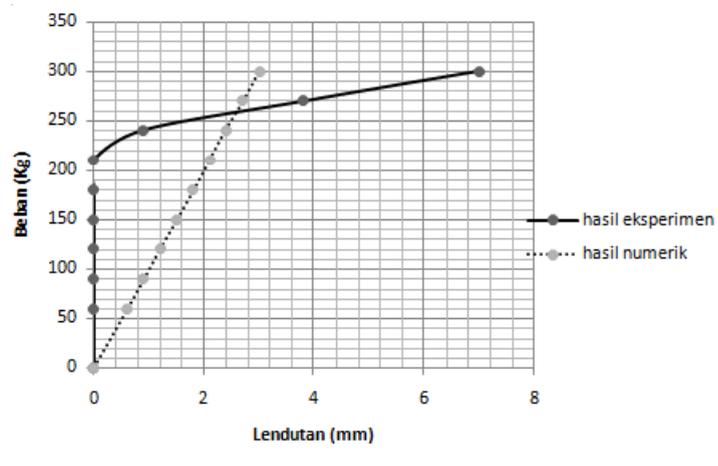
Data hasil pengujian diolah untuk memperoleh suatu gambaran terhadap nilai kerja atau kapasitas beban yang dapat dipikul oleh elemen profil.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

Tabel 1. Hasil pengujian kuda-kuda baja ringan profil C tebal 0,6

| No | Kubus | Beban (kg) | Nilai lendutan sesuai hasil eksperimen (mm) |
|----|-------|------------|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 60 | 0,00 |
| 3 | 2 | 90 | 0,00 |
| 4 | 4 | 120 | 0,00 |
| 5 | 6 | 150 | 0,00 |
| 6 | 8 | 180 | 0,00 |
| 7 | 10 | 210 | 0,00 |
| 8 | 12 | 240 | 0,90 |
| 9 | 14 | 270 | 3,80 |
| 10 | 16 | 300 | 7,00 |
| 11 | 17 | 315 | runtuh |



Gambar 6. Grafik beban vs lendutan

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa kuda-kuda mengalami keruntuhan pada saat

diberikan beban sebesar 315 kg. Beban tersebut terdiri dari:

- Berat penggantung dan bantalan beban yaitu 60 kg
- Berat kubus sebanyak 17 buah dimana berat perkubusnya yaitu 15 kg.

Fenomena keruntuhannya adalah batang *top chord* mengalami tekuk (*buckling*) lokal. Adapun *bottom chord* mengalami lendutan pada saat bantalan beban jejak ke tanah. Dari fenomena keruntuhan yang terjadi diketahui bahwa, struktur kuda-kuda mengalami perilaku kegagalan pada batang besi C baja ringan bukan dikarenakan gaya geser ataupun gaya tarik sekrup. Hal ini dapat dilihat dimana sekrup yang digunakan sebanyak 3 buah tiap titik buhul tidak terlepas dari sambungan dan kuat dalam menahan gaya yang diberikan.

Pada Gambar 6 terlihat perbandingan hubungan beban dan lendutan antara hasil eksperimen (grafik warna garis lurus) dan hasil perhitungan numerik (grafik garis putus-putus). Grafik hasil eksperimen mula-mula membentuk garis lurus kemudian pada titik tertentu menjadi melengkung dan patah. Hal ini dikarenakan profil C berdeformasi, dengan bertambahnya beban maka lendutan yang terjadi semakin besar. Struktur menjadi elastis akibat

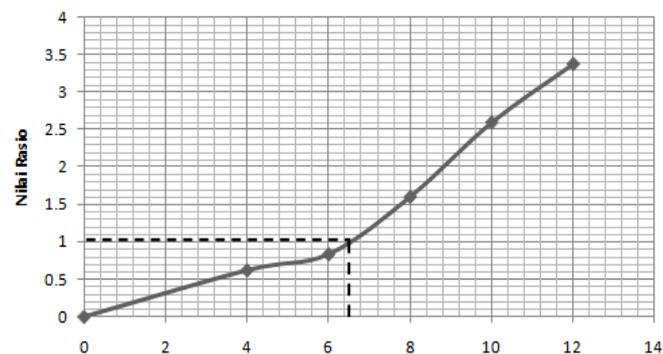
pertambahan beban secara terus menerus, akibatnya terjadi keruntuhan yang bersifat tiba-tiba. Sedangkan grafik hasil perhitungan numerik membentuk garis lurus, hal ini dikarenakan analisis numerik dengan SAP 2000 merupakan analisis struktur linier. Jadi lendutan berbanding lurus dengan beban yang diberikan.

Panjang Bentang dan Nilai Rasio Kuda-kuda Profil C Terhadap Beban Vertikal yang Terjadi Dilapangan

Dari hasil analisa desain manual diketahui nilai ultimit gaya tekan yang terjadi melebihi nilai nominal gaya tekan. Sehingga kuda-kuda profil C tebal 0,6mm dengan bentangan 12 m tidak aman untuk digunakan. Oleh karena itu, dengan menggunakan software SAP 2000 dianalisis rasio tegangan yang terjadi dimana beban-beban yang dihitung dikondisikan sesuai lapangan. Adapun desain kuda-kuda dibuat dengan sudut kemiringan dan bentangan yang berbeda namun model rangka dan ketinggiannya konstan yaitu 2,51 m untuk tiap bentang.

Tabel 2. Nilai Rasio Tiap Bentang Kuda-kuda Baja Ringan Profil C 0,6

| Bentang kuda-kuda (m) | Rasio |
|-----------------------|-------|
| 0 | 0 |
| 4 | 0,62 |
| 6 | 0,84 |
| 8 | 1,60 |
| 10 | 2,60 |
| 12 | 3,38 |



Gambar 7. Grafik Nilai Rasio Tiap Bentang Kuda-kuda

Dari tabel 2, diketahui bahwa kuda-kuda dengan bentang 6m didapat nilai rasio sebesar 0,84. Nilai ini kurang dari 1 sehingga baja ringan profil C dengan ketebalan 0,6 mm aman digunakan untuk desain kuda-kuda bentang 6 m dengan tinggi 2,51 m. Adapun pada gambar 7 dapat dilihat bahwa nilai rasio sebesar 1 didapat pada bentangan kuda-kuda

sepanjang 6,7 m. Dengan demikian bentang maksimum untuk kuda-kuda baja ringan profil C dengan tebal 0,6 mm adalah 6,7 m dan tinggi 2,51 m.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan terhadap

pengujian tarik, lentur dan pembebanan struktur kuda-kuda baja ringan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil pengujian pembebanan statik terhadap struktur kuda-kuda baja ringan profil C 0,6 dengan bentang 12 m diketahui bahwa struktur kuda-kuda memiliki kapasitas beban sebesar 315 kg dan lendutan ditengah bentang sebesar 7 mm. Namun demikian, berdasarkan pendekatan dari beban maksimum pada saat runtuh diambil beban ultimit sebesar 300kg. Adapun bentang maksimum untuk kuda-kuda baja ringan profil C dengan tebal 0,6 mm adalah 6,7 m dan tinggi 2,51 m dimana rasio yang terjadi adalah 1.
2. Pada saat mencapai beban maksimum struktur kuda-kuda mengalami kegagalan di *top chord* pada kedua belah sisi yang mengalami tekuk (*buckling*) dan *bottom chord* yang mengalami *lendutan*. Adapun sekrup yang digunakan sebanyak 3 buah tiap titik buhul tidak terlepas dari sambungan dan kuat dalam menahan gaya yang diberikan.

6. SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas, beberapa saran yang dapat antara lain sebagai berikut:

1. Untuk kuda-kuda profil C 0,6 mm dengan bentang 12 m diberikan double profil (box) pada bagian *top chord* dan *bottom chord* untuk menghindari tekuk dan lendutan.
2. Sebaiknya pengujian menggunakan kubus beton dengan berat yang kecil/ringan agar dihasilkan nilai beban maksimum yang lebih akurat.

Daftar Pustaka

- Renansiva, Revi; Sunardi. *Standard perencanaan kuda-kuda revisi 1.0 september 2005*. Research and Development Department PT. Jaindo Metal Industries. Bandung
- Tim Uji Struktur. *Laporan Pengujian Profil Baja Ringan dan Struktur Kuda-kuda PT. Apluss Pacific*, 2009. Laboratorium Rekayasa Struktur Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan. INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
- Yu, W.W. *Cold-Formed Steel Structures. Structural Engineering Handbook*. Ed. Chen Wai-Fah. Boca Raton: CRC Press LLC, 1999.