

OPTIMALISASI BATANG TEKAN DAN BATANG TARIK PADA RANGKA BATANG BAJA RINGAN

Ahmad Faza Riwidyanto

Program Studi S1 – Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya
email : faza.salvezza@gmail.com

Karyoto

Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
email : Karyoto@gmail.com

Abstrak

Batang tarik dan batang tekan adalah elemen struktur baja yang hanya memikul atau mentransfer gaya aksial tarik antara dua titik pada struktur. Kekuatan batang tarik ditentukan oleh seberapa luas suatu penampang secara efektif ikut serta memikul gaya aksial tarik tersebut. Sedangkan, kekuatan batang tekan tidak hanya dipengaruhi kekuatan bahannya akan tetapi turut dipengaruhi bentuk geometris atau jari-jari girasi penampang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan batang tekan dan batang tarik yang optimal dan mengetahui perilaku keruntuhan pada rangka batang baja ringan.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium dengan memberikan beban pada masing-masing benda uji rangka batang baja ringan sampai mencapai beban maksimum. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja ringan dengan profil C 80.0,6 , C 80.0,7 , C 80.0,75 , dan C 80.1,00 untuk batang tarik. Sedangkan, untuk batang tekan digunakan profil C 80.0,75. Berdasarkan hasil pengujian, perbandingan luas penampang BU-I adalah 1:0,8 lalu BU-II adalah 1:0,9 pada BU-III adalah 1:1 dan BU-IV adalah 1:1,3.

Benda uji yang dapat menerima P paling besar yaitu benda uji IV dengan perbandingan luas penampang profil 1:1,3 dapat menerima beban sampai 29,73 kN. Tegangan tekan yang paling besar terdapat pada benda uji IV yaitu 256,56 MPa, sedangkan pada tegangan tarik, tegangan yang paling mendekati f_y adalah benda uji I karena pada benda uji I hanya memakai batang tarik dengan ketebalan 0,6mm. Pada benda uji I, II, dan III, dengan perbandingan luas penampang 1:0,8, 1:0,9 dan 1:1 tegangan pada batang tekan dan batang tarik tidak ada yang melebihi f_y dari masing masing batang. Sedangkan pada benda uji IV mengalami rusak pada batang tekan karena tegangan yang terjadi di batang tekan melebihi dari $\frac{2}{3} f_y$ (tegangan ijin) batang tekan.

Kata kunci: rangka batang, baja ringan, perbandingan luas, tegangan tarik, tegangan tekan

Abstract

Tension and compression members are elements of a steel structure that only distribute or transfer the axial tension of two joints on the structure. Tension members strength is determined by how wide a section effectively participate distribute the axial tension. Meanwhile, the strength of compression members is not only influenced by the strength of the material but also influenced by the geometric shape or radius of gyration of the section. The aim of research is to determine the optimal strength of the tension and compression members and the collapse of cold formed steel framework.

This research was conducted in the laboratory by providing the existing load of each test object of cold formed steel framework until it reaches the maximum load. The materials used in this research were steel profiles C80.0,6; C80.0,7; C80.0,75; and C80.1,00 to tension members. As for the compression members used profiles C80.0,75. Based on test results, sectional area ratio of the test object is BU I 1:0,8 and BU II 1:0,9 and BU III 1:1 then BU IV 1:1,3.

The test object which can receive most major P is the test object IV with sectional area ratio profile 1:1,3 can receive the load until 29,73 kN. The heaviest compression stress is the test object IV with 256,56 MPa, and the tension stress, tension closest f_y is the first test object I use a tension members with a thickness 0,6 mm. On the test object I II III with a sectional area ratio 1:0,8; 1:0,9; and 1:1 the stress of the tension and compression members none surpasses f_y . While the test object IV was severely damaged in the compression members because the stress more than $\frac{2}{3}$ of f_y (stress permission).

Key words: trusses, cold formed steel, area ratio, tension stress, compression stress

PENDAHULUAN

Baja ringan (*cold formed steel*) merupakan struktur yang mempunyai sifat-sifat penting yaitu salah satu bahan yang dipakai dalam perencanaan homogen, isotropic dan daktilitas tinggi, selain itu yang

menjadi syarat utama dalam perencanaan struktur baja adalah kekuatan, kestabilan dan kekakuan.

Penggunaan baja ringan pada struktur rangka atap memiliki beberapa keunggulan, diantaranya: bobot yang ringan, material yang homogen, tahan rayap, anti karat, tidak lapuk, dan tahan terhadap cuaca, serta pemasangan yang relatif mudah dan cepat. Selain memiliki keunggulan, baja ringan memiliki kelemahan, diantaranya: mudah terjadi lentur, tekuk (*buckling*), dan torsi.

Suatu struktur baja merupakan komponen-komponen individual yang dapat mendukung dan menyalurkan beban-beban ke seluruh struktur dengan tepat berdasarkan konfigurasi struktural serta beban-beban desain. Beban-beban yang akan ditanggung oleh struktur atau elemen struktur tidak selalu dapat diramalkan dengan tepat sebelumnya. Bahkan apabila beban-beban tersebut telah diketahui dengan baik pada salah satu lokasi sebuah struktur tertentu, distribusi bebannya dari elemen yang satu ke elemen yang lain pada keseluruhan struktur biasanya masih membutuhkan asumsi dan pendekatan.

Pada penelitian ini rangka batang baja ringan akan diuji tekan sehingga dapat diketahui kekuatan batang tekan dan batang tarik yang optimal serta dapat diketahui perilaku keruntuhan pada rangka batang baja ringan. Struktur rangka baja yang dibentuk pada setiap rangkaiannya harus disambungkan satu sama lain. Biasanya, sambungan dipasang disetiap ujung batang. Alat penyambung yang digunakan bisa berupa baut, paku keling, atau dengan las. Untuk penelitian ini dipilih *Self Drilling Screw* (SDS) sebagai alat penyambung pada setiap rangkaian rangka batang.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan menganalisis permasalahan yang dibatasi oleh perbedaan ketebalan profil pada batang tarik. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi gunting, gerinda, spidol, penggaris, *screw driver*, *dial gauge*, profil C80.0,6 , 80.0,7 , 80.0,75 , 80.1.00 , SDS 10 16 x 16 CII, dan satu set *loading frame*.

Pada penelitian ini, dibuat empat benda uji dengan panjang batang tekan yaitu 75cm, dan batang tarik 1,3m. Batang tekan semua benda uji menggunakan profil C80.0,75. Batang tarik benda uji I menggunakan profil C80.0,6 , benda uji II menggunakan profil C80.0,7, benda uji III menggunakan profil C80.0,75 , benda uji IV menggunakan profil C80.1,00

Pembuatan benda uji dimulai dengan membuat garis pemotongan menurut ukuran yang telah disesuaikan, lalu profil dipotong dengan menggunakan gunting. Potongan potongan tersebut diberi titik titik untuk penyambungan

menggunakan SDS. Penyambungan profil dengan SDS menggunakan bor dengan mata sesuai ukuran SDS. Penyambungan antar profil diberi plat besi setebal 0,75mm sebagai penguat.

Benda uji rangka batang yang telah dibuat kemudian dilakukan pemeriksaan terhadap benda uji meliputi pengukuran terhadap tinggi, panjang keseluruhan rangka 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 badan profil. 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.

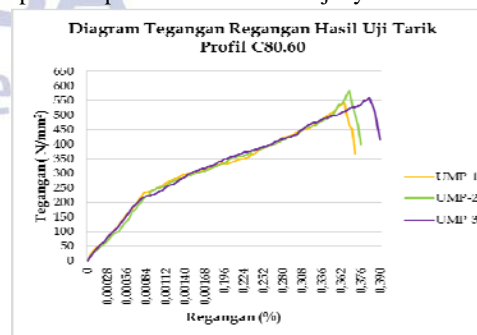
Tahap terakhir yaitu dilakukan pengujian pada benda uji. ditempatkan pada *loading frame* dengan jarak antar tumpuan 1100 mm. Pada bagian atas ditempatkan *Silinder jack* untuk memberi beban secara terpusat. Titik pusat penempatan beban tersebut tepat pada bagian sambungan antar batang tekan yang sudah diberi plat.. *Dial gauge* dipasang pada bagian batang tarik yang sudah diberi plat kecil dari profil rangka batang. Pompa hidraulik akan memberi tekanan pada silinder jack yang diletakkan secara terpusat pada benda uji, sehingga rangka batang mengalami tekan pada batang tekan dan mengalami tarik pada batang tarik. Tekanan yang diberikan bertujuan untuk mencari kekuatan maksimal pada rangka batang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil uji kekuatan lentur pada rangka batang.

Uji Tarik

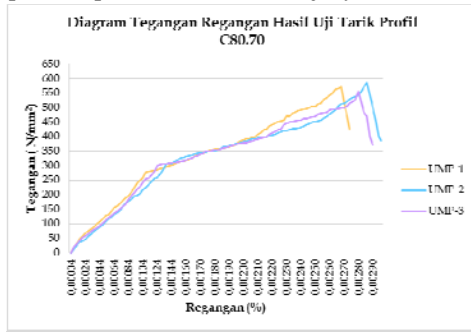
Hasil pengujian uji tarik pada profil C80.0,6 pada uji mutu profil dapat diketahui mutu bajanya.



Gambar 1. Hubungan tegangan dan regangan profil C80.0,6

Dari Gambar 1, diketahui bahwa hasil pengujian tarik di atas didapat rata – rata tegangan leleh (f_y) pada profil C80.0,6 yaitu 231,11 Mpa dan rata – rata tegangan putus (f_u) yaitu 561,67 Mpa.

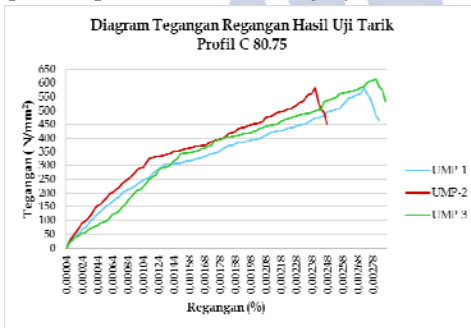
Hasil pengujian uji tarik pada profil C80.0,7 pada uji mutu profil dapat diketahui mutu bajanya.



Gambar 2. Hubungan tegangan dan regangan profil C80.0,7

Dari Gambar 2, diketahui bahwa hasil pengujian tarik di atas didapat rata – rata tegangan leleh (f_y) pada profil C80.0,7 yaitu 295,24 Mpa dan rata – rata tegangan putus (f_u) yaitu 582,25 Mpa.

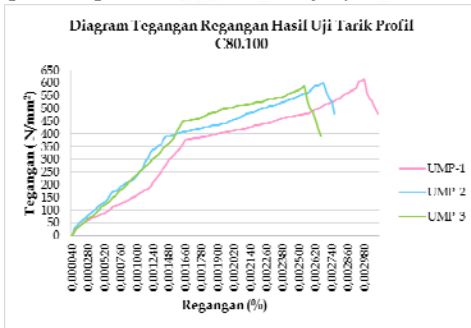
Hasil pengujian uji tarik pada profil C80.0,75 pada uji mutu profil dapat diketahui mutu bajanya.



Gambar 3. Hubungan tegangan dan regangan profil C80.0,75

Dari Gambar 3, diketahui bahwa hasil pengujian tarik di atas didapat rata – rata tegangan leleh (f_y) pada profil C80.0,75 yaitu 324,89 Mpa dan rata – rata tegangan putus (f_u) yaitu 593,78 Mpa.

Hasil pengujian uji tarik pada profil C80.1,00 pada uji mutu profil dapat diketahui mutu bajanya.



Gambar 4. Hubungan tegangan dan regangan profil C80.1,00

Dari Gambar 4, diketahui bahwa hasil pengujian tarik di atas didapat rata – rata tegangan leleh (f_y) pada profil

C80.0,75 yaitu 405,67 Mpa dan rata – rata tegangan putus (f_u) yaitu 601,67 Mpa.

Analisa Teoritik

Berikut ini merupakan perhitungan teoritis pada batang tarik Benda Uji I:

$$\begin{aligned} \text{Gaya Batang} &= 0,9 \times F_y \times A \\ &= 0,9 \times 231 \text{ MPa} \times 90,36 \text{ mm}^2 \\ &= 18,79 \text{ kN} \end{aligned}$$

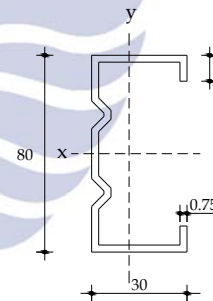
Hasil perhitungan beban nominal pada batang tarik untuk keempat benda uji dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Nilai Beban Nominal Batang Tarik

No.	Kode benda uji	Batang Tarik (kN)
1	BU-I	18,79
2	BU-II	27,91
3	BU-III	32,91
4	BU-IV	55,18

Berdasarkan hasil perhitungan teoritis pada batang tarik diatas dapat dilihat beban nominal yang paling tinggi adalah pada benda uji 4 yaitu sebesar 55,18 kN.

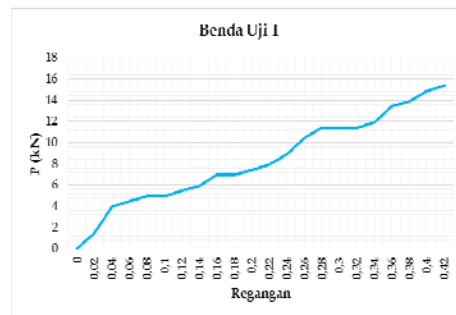
Berikut ini merupakan langkah-langkah perhitungan teoritis pada batang tekan yang menggunakan profil C80.0,75



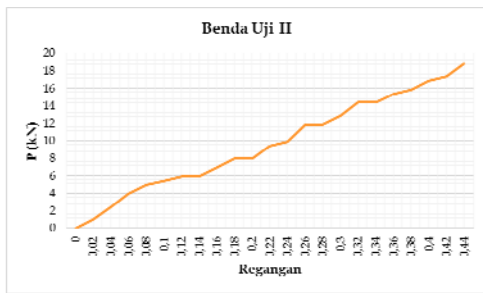
Gambar 5. Dimenso profil C80.0,75

$$\begin{aligned} \text{Gaya Batang} &= 0,9 \times F_y \times A \\ &= 0,9 \times 325 \text{ MPa} \times 151 \text{ mm}^2 \\ &= 32,91 \text{ kN} \end{aligned}$$

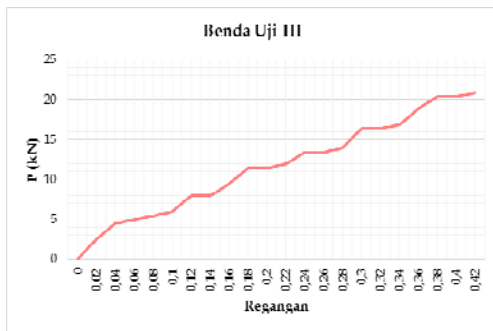
Hasil Laboratorium



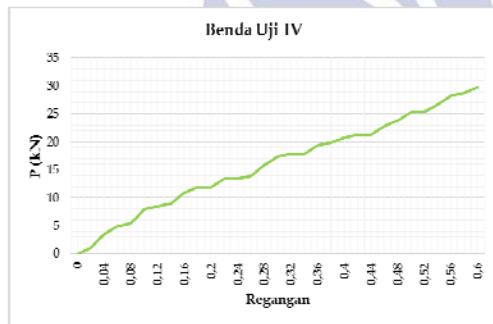
Gambar 6. Grafik Hubungan Beban Dengan Regangan BU-I



Gambar 7. Grafik Hubungan Beban Dengan Regangan BU-II



Gambar 8. Grafik Hubungan Beban Dengan Regangan BU-III



Gambar 9. Grafik Hubungan Beban Dengan Regangan BU-IV

Berdasarkan gambar grafik dari keempat benda uji diatas kekuatan maksimum (P_{maks}) yang diperoleh dari hasil pengujian BU-I sebesar 15,34 kN, BU-2 sebesar 18,81 kN, BU-III sebesar 20,79 kN dan BU-IV sebesar 29,73 kN. Dari 4 benda uji tersebut yang memiliki kekuatan maksimum (P_{maks}) terbesar adalah BU-IV yaitu 29,73 kN. Ketebalan profil yang berbeda pada batang tarik berpengaruh pada kekuatan kuda-kuda baja ringan. Dari hasil pengujian tersebut dapat dilihat bahwa semakin tebal profil yang digunakan pada batang tarik maka kekuatan maksimum (P_{maks}) yang diperoleh semakin besar.

Hasil analisa batang tekan dan batang tarik dari hasil pengujian dapat dilihat pada rumus dan tabel dibawah ini :

$$S1 = \frac{P}{A} \sin \alpha$$

$$S2 = S1 \times \cos \alpha$$

Tabel 2. Nilai Batang Tekan Dan Batang Tarik

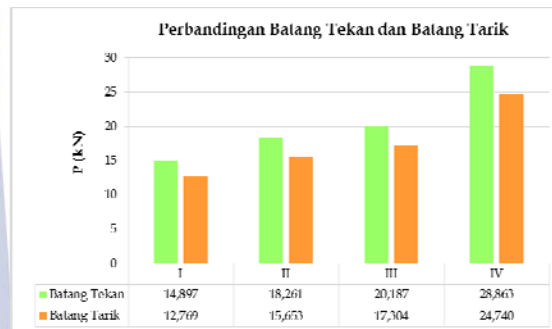
No.	Kode Benda Uji	P_{maks} (kN)	S1 (kN)	S2 (kN)
1	BU-I	15,34	14,89	12,77
2	BU-II	18,81	18,26	15,65
3	BU-III	20,79	20,19	17,30
4	BU-IV	29,73	28,86	24,74

Keterangan :

S1 : Batang Tekan

S2 : Batang Tarik

Grafik perbandingan batang tekan dan batang tarik dari 4 benda uji ditunjukkan pada gambar 4.17 dibawah ini :



Gambar 10 Grafik Perbandingan Batang Tekan Dan Batang Tarik

Dari grafik perbandingan batang tekan dan batang tarik pada gambar 4.11 diatas, dapat dilihat bahwa gaya yang diterima oleh batang tekan dan batang tarik pada BU-IV lebih besar daripada ketiga benda uji lainnya. Ketebalan profil sebesar 1 mm pada batang tarik BU-IV mampu menerima beban yang lebih besar. Beban maksimum (P_{maks}) sebesar 29,73 kN yang diterima oleh kuda-kuda pada BU-IV menghasilkan gaya pada batang tekan sebesar 28,86 kN dan 24,74 kN pada batang tarik.

Model Pola Keruntuhan

Dari hasil pengujian, rangka pada BU-1 mengalami kerusakan tekuk lentur sampai beban mencapai 15,34 kN. Sedangkan rangka BU-2 dan BU-3 mengalami keruntuhan tekuk torsi sampai beban mencapai 18,81 kN (BU-2) dan 20,79 kN (BU-3) lalu BU-4 mengalami keruntuhan tekuk lokal sampai beban total mencapai 29,73 kN. Tekuk lentur terjadi jika batang desak tertekuk terhadap sumbu utamanya atau sumbu yang memiliki radius girasi terkecil. Tekuk lokal terjadi karena tegangan pada elemen-elemen penampang mencapai tegangan kritis. Sedangkan, tekuk torsi terjadi karena terpelintirnya batang terhadap sumbu longitudinalnya (sumbu yang sejajar dengan beban). Keruntuhan dan kerusakan yang terjadi saat pembebanan awal sampai mencapai beban maksimum pada keempat

benda uji terletak pada batang tekan sedangkan batang tarik tetap utuh.

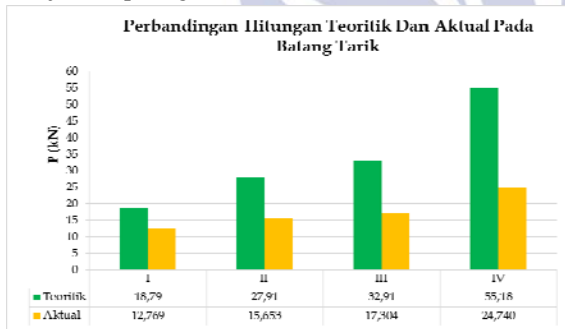
Perbandingan Teoritik Dan Aktual

Nilai beban nominal (Nn) yang diperoleh dari analisa teoritik dan aktual kemudian dilakukan perbandingan untuk mengetahui seberapa besar perbedaan nilai yang didapat dari hasil analisa teori dan pengujian di Laboratorium. Hasil perbandingan nilai beban nominal (Nn) dijabarkan pada tabel 4.9 dibawah ini :

Tabel 3.. Perbandingan Beban Nominal (Nn) Teoritik Dan Aktual Pada Batang Tekan Dan Batang Tarik

No.	Kode benda uji	Teoritik		Aktual	
		Nn Batang Tarik (kN)	Nn Batang Tekan (kN)	Nn Batang Tarik (kN)	Nn Batang Tekan (kN)
1.	BU-1	18,79	32,91	12,77	14,897
2.	BU-2	27,91	32,91	15,65	18,261
3.	BU-3	32,91	32,91	17,30	20,187
4.	BU-4	55,18	32,91	24,74	28,863

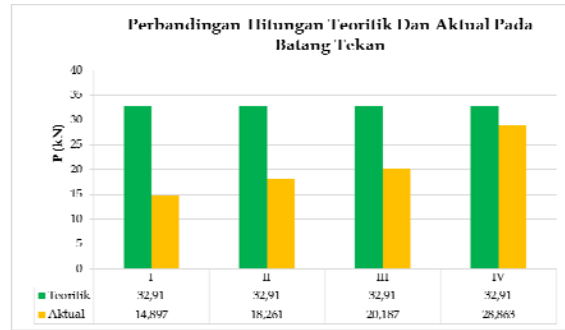
Grafik perbandingan beban nominal (Nn) teoritik dengan aktual pada batang tarik dari keempat benda uji ditunjukkan pada gambar 4.16 dibawah ini :



Gambar 11. Grafik Perbandingan Beban Nominal (Nn) Teoritik Dengan Aktual Pada Batang Tarik

Dari grafik perbandingan beban nominal (Nn) pada gambar 11 diatas dapat dilihat bahwa nilai beban nominal (Nn) batang tarik dari keempat benda uji tidak berbeda jauh. Nilai beban nominal (Nn) aktual pada batang tarik BU-1, BU-3, dan BU-4 lebih besar daripada beban nominal (Nn) teoritik. Sedangkan untuk BU-2, beban nominal (Nn) teoritik lebih besar dari nilai beban nominal (Nn) aktual.

Grafik perbandingan beban nominal (Nn) tekan teoritik dengan aktual dari keempat benda uji ditunjukkan pada gambar 12 dibawah ini :



Gambar 12 Grafik Perbandingan Beban Nominal (Nn) Teoritik Dengan Aktual Pada Batang Tekan

Dari grafik perbandingan beban nominal (Nn) pada gambar 4.17 diatas dapat dilihat bahwa nilai beban nominal (Nn) teoritik pada batang tekan dari keempat benda uji lebih besar daripada beban nominal (Nn) aktual. Dari hasil perhitungan teoritik nilai beban nominal (Nn) yang diperoleh untuk keempat benda uji adalah 32,91 kN. Nilai beban nominal (Nn) teoritik yang diperoleh dari keempat benda uji tidak berbeda karena jenis profil yang digunakan sama. Namun, dari hasil analisa secara aktual nilai beban nominal (Nn) pada batang tekan berbeda-beda yaitu BU-1=14,897 kN, BU-2= 18,261 kN, BU-3= 20,187 kN, dan BU-4= 28,863 kN.

Analisa Kekuatan Dan Tegangan

Kekuatan dan tegangan pada batang tekan dan batang tarik akan ditampilkan pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. Kekuatan batang tekan dan batang tarik dari hasil uji laboratorium

No.	Kode Benda Uji	Nn Batang Tarik (kN)	Nn Batang Tekan (kN)
1.	BU-1	12,769	14,897
2.	BU-2	15,653	18,261
3.	BU-3	17,304	20,187
4.	BU-4	24,740	28,863

Nilai tegangan tarik dan tegangan tekan dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini :

Tabel 5. Nilai tegangan tekan dan tegangan tarik

Kode Benda Uji	2/3 fy Batang tekan	σ Tekan (N/mm²)	Rasio σ Tekan terhadap fy	fy Batang Tarik	σ Tarik (N/mm²)	Rasio σ Tarik terhadap fy
BU I	216,67	134,42	62%	231	141,31	61%
BU II	216,67	162,32	75%	295	148,87	50%
BU III	216,67	179,44	83%	325	153,81	47%
BU IV	216,67	256,56	118%	406	163,84	40%

Perbandingan luas penampang pada batang tekan dan batang tarik dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 6. Perbandingan luas penampang batang tekan dan batang tarik

No.	Kode benda uji	Perbandingan Luas penampang	
		Luas Batang Tekan	Luas Batang Tarik
1.	BU-1	112,5mm ²	90,36mm ²
		1	0,8
2.	BU-2	112,5mm ²	105,14mm ²
		1	0,9
3.	BU-3	112,5mm ²	112,5mm ²
		1	1
4.	BU-4	112,5mm ²	151mm ²
		1	1,3

Dari hasil pengujian, benda uji yang dapat menerima P paling besar yaitu benda uji IV dengan perbandingan luas penampang profil 1:1,3 dapat menerima beban sampai 29,73 kN. Pada tabel 4.11 dapat dilihat bahwa nilai tegangan tekan yang paling besar terdapat pada benda uji IV yaitu 256,56 MPa, sedangkan pada tegangan tarik bila dilihat dari selisih nominal tegangan dan f_y nya, tegangan yang paling mendekati f_y adalah benda uji I karena pada benda uji I hanya memakai batang tarik dengan ketebalan 0,6mm. Berdasarkan hasil penelitian, pada benda uji I, II, dan III, dengan perbandingan luas penampang 1:0,8, 1:0,9 dan 1:1 tegangan pada batang tekan dan batang tarik tidak ada yang melebihi f_y dari masing masing batang. Sedangkan pada benda uji IV mengalami rusak pada batang tekan karena tegangan yang terjadi di batang tekan melebihi dari $2/3 f_y$ (tegangan ijin) batang tekan. Dari hasil itu, indikasi benda uji yang optimal adalah perbandingan luas penampang 1:0,8 karena rasio tegangan tekan dan tegangan tarik terhadap tegangan ijinnya hampir sama, itu menunjukkan bahwa kedua batang tersebut hampir rusak secara bersamaan. Sedangkan indikasi benda uji yang tidak optimal terdapat pada benda uji IV dengan perbandingan luas penampang 1:1,3 karena tegangan tekan melebihi dari tegangan ijin yang menyebabkan rusak pada batang tekan.

SIMPULAN

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

1. Berdasarkan hasil penelitian, pada benda uji I, II, dan III, dengan perbandingan luas penampang 1:0,8, 1:0,9 dan 1:1 tegangan pada batang tekan dan batang tarik tidak ada yang melebihi f_y dari masing masing batang. Sedangkan pada benda uji IV mengalami rusak pada batang tekan karena tegangan yang terjadi di batang tekan melebihi dari $2/3 f_y$ (tegangan ijin) batang tekan. Dari hasil itu, indikasi benda uji yang optimal adalah perbandingan luas penampang 1:0,8 karena rasio tegangan tekan dan tegangan tarik terhadap tegangan ijinnya hampir sama, itu

menunjukkan bahwa kedua batang tersebut kerusakannya sangat dimungkinkan akan bersamaan. Sedangkan benda uji yang lain mengindikasikan rusak pada batang tekan karena tegangan tekan lebih besar dari tegangan tarik.

2. Model pola keruntuhan yang terjadi pada benda uji I, II, dan III dengan perbandingan luas penampang batang tekan dan batang tarik 1 : 0,8 , 1:0,9 , 1:1 adalah puntir struktur karena miringnya benda uji saat pengujian di laboratorium. Lalu pada benda uji IV dengan perbandingan luas penampang 1:1,3 terjadi rusak pada batang tekan sedangkan batang tarik tetap utuh. Ketebalan profil yang berbeda pada batang tarik berpengaruh pada kekuatan kuda-kuda baja ringan. Semakin tebal profil yang digunakan pada batang tarik maka kekuatan maksimum (P_{maks}) yang diperoleh semakin besar namun dapat berakibat mempercepat runtuhnya batang tekan.

SARAN

Berdasarkan uraian kesimpulan di atas didapat saran sebagai berikut:

1. Penggunaan alat *Universal Testing Machine* yang dilengkapi dengan monitor pembacaan komputer mempermudah pengujian dan lebih teliti, terutama pengamatan saat keruntuhan dan grafik pengujian.
2. Perbaikan pada *load frame* diperlukan dalam penelitian selanjutnya, karena ada beberapa bagian *load frame* yang sudah tidak rata, sehingga mempersulit meletakkan rangka kuda-kuda dan hidrolis.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terhadap tekan pada profil baja tipis, karena pada perhitungan batang tekan jika memakai data dari hasil tes tarik, hasil perhitungan yang diperoleh berbeda jauh dengan hasil uji aktual.
4. Pengaruh jenis profil, jumlah baut pada sambungan, dan pola pemasangan kuda-kuda baja ringan perlu dilakukan penelitian lanjutan.
5. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan rasio batang tekan dan batang tarik dibawah 1:0,8 .

DAFTAR PUSTAKA

1. Aman, Rahmat.2011."Perencanaan Rangka Atap Baja Ringan Berdasarkan Australian/New Zealand Standard (AS/NZS 4600:1996)." Medan. Universitas Sumatera Utara.
2. AS. 2005. "AS 4600:2005 – Cold-Formed Steel Structures". Sydney. Australian Standard.

3. Hancock, Gregory J. et.al. 2001. "*Cold-Formed Steel Structures to the AISI Specification*". New York: Acid-Free Paper.
4. Heri, Alex dan Enggal Puji. 2008. "*Analisis Desain Batang Tarik Dan Batang Tekan Baja Ringan*". Semarang: Universitas Diponegoro
5. Setiawan, Agus. 2008 . "*Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*". Jakarta: Erlangga
6. Sucipta, Andry., dkk. 2013. "*Analisa Pola Keruntuhan Konstruksi Rangka Atap Dengan Menggunakan Profil Baja Ringan*" . Jurnal Teknik Sipil. Indralaya: Universitas Sriwijaya.
7. Wildensyah, Iden. 2010. "*Rangka Atap Baja Ringan Untuk Semua*". Bandung: Alfabeta.

