

TINJAUAN TEKNIS PEMAKAIAN BAJA RINGAN SEBAGAI RANGKA ATAP BANGUNAN GEDUNG

Supratikno¹, Darupratomo²

Abstrak: Penggunaan baja ringan sebagai rangka atap bangunan gedung akhir-akhir ini banyak dijumpai dimana-mana. Sehingga disimpulkan bahwa penggunaannya sangat diminati oleh perencana bangunan. Walaupun sebetulnya sampai sekarang belum ada aturan baku dari pemerintah (Departemen Pekerjaan Umum bagian gedung-gedung). Selain barang/profilnya ringan kekuatan tariknyapun cukup tinggi, sekitar 500 Mpa dibandingkan dengan baja konvensional yang hanya sekitar 300 Mpa. Lebih membanggakan lagi pengerjaannya mudah, cepat dan tahan terhadap karat, begitupun biayanya dapat lebih hemat.

Dengan semaraknya pemakaian baja ringan, peneliti mencoba meninjau tentang kekuatannya walaupun sekali lagi belum ada standarnya. Jadi data- data yang dipakai hanya dari brosur-brosur yang saya ambil dari internet dan juga mengacu tulisan-tulisan sebelumnya tentang baja ringan.

Sampel bahan baja ringan diambil dari lapangan dibawa ke Laboratorium untuk diuji kuat tariknya, untuk tinjauan teknis perhitungan kekuatan dipakai analisa struktur disesuaikan dengan beban luar yang diterima rangka atap (*truss*). Di bagian akhir disimpulkan dari semua analisa dan perhitungan kekuatan layak tidaknya dan saran-saran untuk ke depan tentang penggunaan baja ringan sebagai rangka kuda-kuda bangunan gedung.

Kata Kunci : *kuat tarik, baja ringan, truss*

PENDAHULUAN

Bukan rahasia umum bagi dunia konstruksi bahwa penggunaan truss baja ringan semakin marak belakangan ini mengalahkan bahan-bahan bangunan kayu maupun baja konvensional. Dari segi Standart Nasional Indonesia belum ada aturan baku dari pemerintah, namun di lapangan banyak proyek-proyek gedung yang memakai konstruksi tersebut.

Dari pengamatan di lapangan tersebut kami akan menggali rahasia apa yang terjadi dan yang menjadikan baja ringan diminati perencana bangunan untuk rangka atap.

Perkembangan dunia konstruksi mengalami perkembangan yang sangat pesat. Percepatan waktu

pelaksanaan sangat diperhitungkan namun tentu saja haruslah memenuhi syarat ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis.

Baja ringan adalah baja mutu tinggi yang memiliki sifat ringan dan tipis, namun fungsinya dapat disetarakan dengan baja konvensional. Baja ringan ini termasuk jenis baja yang dibentuk setelah dingin (*cold form steel*).

Rangka atap baja ringan diciptakan untuk memudahkan perakitan dan konstruksi. Meskipun tipis lapis baja ringan, memiliki derajat kekuatan tarik yang tinggi yaitu sekitar 550 MPa. Sementara baja biasa sekitar 300 MPa.

^{1,2} Progdil Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Unwidha Klaten

Kekuatan tarik dan tegangan ini untuk mengkompensasi bentuknya yang tipis. Ketebalan baja ringan yang beredar sekarang ini berkisar dari 0,4 mm – 1,00 mm. Perhitungan kuda-kuda baja ringan amat berbeda dengan kayu yakni cenderung lebih rapat. Semakin besar beban yang harus dipikul jarak kuda-kuda semakin pendek.

Misalnya untuk genteng dengan bobot 40 kg/m² jarak kuda-kuda bisa dibuat sekitar 1,4 m. Sementara bila bobot genteng mencapai 75 kg/m², maka jarak kda-kuda menjadi 1,2. Dari pengamatan di lapangan akhir-akhir ini banyak dijumpai bangunan gedung dengan memakai rangka atap baja ringan

Dalam penelitian mengenai penggunaan rangka atap baja ringan untuk gedung ini tentu saja ada tujuannya yaitu sebagai berikut :

- Mendalami tentang material baja ringan yang akhir-akhir ini semakin diminati.
- Meninjau dari segi teknis tentang bahan maupun kekuatan penggunaan baja ringan sebagai rangka atap bangunan gedung.

Kemudian dalam penelitian ini tentu akan mempunyai manfaat. Disini akan diberikan penjelasan tentang manfaat penelitian ini, adalah sebagai berikut :

- Meyakinkan kepada perencana agar lebih mantab dalam penggunaan baja ringan sebagai rangka atap bangunan gedung.
- Membuktikan bahwa penggunaan baja ringan sebagai rangka atap bangunan gedung aman ditinjau dari segi teknis.
- Sebagai referensi kepada mahasiswa, karena literatur mengenai baja ringan masih sangat terbatas

Untuk penelitian ini difokuskan pada penggunaan baja ringan sebagai atap bangunan gedung ditinjau dari segi teknis. Pada penelitian ini

dipakai sampel proyek pembangunan Fasilitas Park And Ride Departemen Perhubungan di daerah Gamping Sleman Yogyakarta.

TINJAUAN PUSTAKA

Rangka batang merupakan konfigurasi batang-batang lurus individual yang satu sama lain dihubungkan melalui sendi di setiap ujungnya sehingga keseluruhannya menyusun kesatuan structural. Kesemua rangka batang pada hakekatnya merupakan struktur tiga dimensi, tetapi biasanya diuraikan menjadi bagian-bagian berupa rangka batang dengan seluruh aksi-aksi beban dan reaksi bekerja dalam bidangnya.

Rangka batang bidang penyusunnya berdasarkan pada anggapan-anggapan :

1. Semua gaya-gaya eksternal hanya bekerja terpusat pada titik buhul.
2. Sambungan antar ujung batang dihubungkan konsentris melalui sendi-sendi tanpa terjadinya perlawanan terhadap geser.
3. Masing-masing batang hanya menopang aksi tegangan-tegangan aksial yang nilainya dianggap konstan sepanjang batangnya.

Anggapan-anggapan tersebut merupakan idealisasi dari perkiraan kondisi-kondisi yang seharusnya tersusun berdasarkan mekanika statis terrentu. Sedangkan dalam praktek pada umumnya :

1. Sambungan titik buhul menggunakan baut, keeling atau las
2. Batang-batang biasanya tidak terlalu dapat disambung konsentris.
3. Berat sendiri setiap batang bekerja sebagai beban terbagi rata sepanjang batangnya.

Penyimpangan praktek terhadap model terhadap anggapan tersebut di atas mengakibatkan munculnya tegangan-tegangan sekunder meski

dikerjakan dengan mengabaikan dampak sekunder, analisis struktur rangka batang yang termasuk sebagai analisis primer biasanya dinilai cukup aman dan memadai.

Profil struktur baja *Cold Formed Steel (CFS)* adalah komponen yang berkualitas structural dari lembaran baja yang berbentuk model tertentu dengan proses *press braking* atau *roll forming* (Gambar 2.1 dan 2.2).

Suhu tidak diperlukan dalam proses pembentukan (tidak seperti baja *hot-rolled*), oleh sebab itu disebut *cold-formed*. Biasanya baja *cold-formed* merupakan komponen yang tipis, ringan, mudah untuk diproduksi dan mudah dibandingkan baja *hot-rolled* (Mutawalli,2007)



Gambar 1. Proses pembentuk profil baja (Yu,2000)

Variasi dari ketebalan baja memungkinkan untuk berbagai keperluan penerapan *structural* dan *non structural*.

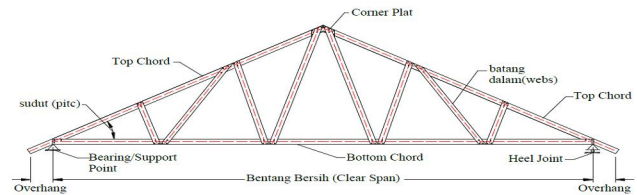
Rangka atap (*roof truss*) adalah system struktur yang berfungsi untuk menopang/menyangga penutup atap dengan elemen-elemen pokok yang terdiri dari kuda-kuda (*truss*), rasuk/kasau (*rafter*) dan reng (*roof batten*).

Truss merupakan struktur rangka batang (kuda-kuda) sebagai penyangga utama rangka

atap, yang terdiri dari batang utama (*chords*) dan batang lam (*webs*), dan yang berfungsi untuk menahan gaya aksial (tarik atau tekan) maupun momen lentur. Gambar: 2.3 di bawah ini merupakan contoh struktur kuda-kuda baja ringan.

Profil yang beredar di pasaran Indonesia dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Profil C, ketebalan 0,75 mm dan 1,00 mm digunakan pada fabrikasi kuda-kuda (*truss*) dan usuk (*rafter*).
2. Profil A, dengan ketebalan 0,4 mm sampai 0,7 mm (idealnya 0,55 mm), yang biasa digunakan sebagai reng.



Gambar: 2.2. Struktur kuda-kuda baja ringan

Dalam perakitan dan pemasangan struktur rangka atap baja ringan, perlu diperhatikan ketentuan pemilihan dan pemasangan alat sambung agar diperoleh system struktur yang stabil, kuat dan tidak merusak lapisan anti karat.

Alat sambung yang digunakan biasanya berupa baut (*screw*) khusus yang terbuat dari baja mutu tinggi, dan telah dilengkapi lapisan anti karat (*coating*), seperti halnya elemen-elemen struktur ringan yang digunakan. Hal ini harus diperhatikan karena beberapa alasan :

- Untuk menjamin stabilitas kekuatan dan kekakuan struktur, maka diperlukan alat sambung dengan kekuatan dan kekakuan yang minimal sama dengan elemen/komponen utama system struktur.
- Alat sambung harus dilapisi dengan lapisan anti karat yang sama dengan elemen/komponen struktur karena jika terjadi korosi pada baut, maka akan ada risiko penjalaran korosi pada elemen/komponen struktur baja ringan itu sendiri.

Tinjauan Teknis Pemakaian Baja Ringan Sebagai Rangka...

Biasanya spesifikasi baut yang memenuhi persyaratan untuk digunakan pada struktur rangka atap baja ringan adalah jenis Self Drilling Screw (SDS), adapaun baut yang digunakan untuk usuk (*rafter*) adalah SDS 12-14x20 HEX dan baut untuk digunakan untuk menyambung reng Type 10-16x26 HEX



Gambar 3. Proyek Pembangunan fasilitas Park And Ride Sleman Yogyakarta dengan Atap Baja Ringan

Pekerjaan pembuatan dan pemasangan struktur atap berupa rangka batang yang telah dilapisi lapisan anti karat. Rangka batang berbentuk segitiga, trapesium dan persegi panjang yang terdiri dari :

1. Rangka utama atas (*top chord*)
2. Rangka utama bawah (*bottem chord*)
3. Rangka pengisi (*web*). Seluruh rangka tersebut disambun menggunakan baut menakik sendiri (*seif drilling screw*) dengan jumlah yang cukup.
4. Rangka reng (*roof batten/top span*) langsung dipasang diatas struktur rangka atap utama dengan jarak sesuai dengan ukuran jarak genteng.

Pekerjaan rangka atap baja ringan meliputi :

- a. Pekerjaan persiapan dan fabrikasi, meliputi
 1. Pengukuran bangunan bentang bangunan sebelum dilakukan fabrikasi.
 2. Pekerjaan pembuatan kuda-kuda dikerjakan di workshop permanen (fabrikasi)

3. Pengiriman kuda-kuda dan bahan lain yang terkait ke lokasi proyek.
4. Penyediaan tenaga kerja beserta alat/bahan lain yang diperlukan untuk pelaksanaan Pekerjaan.
- b. Pekerjaan pemasangan seluruh rangka atap kuda-kuda meliputi struktur rangka kuda-kuda (*truss*), balok tembok (*top plate/murplate*), reng, ikatan angin dan *bracing* (ikatan pengaku)
- c. Pemasangan jurai dalam (*valley gutter*) pemasangan rangka atap baja ringan tidak meliputi :
 1. Pemasangan penutup atap
 2. Pemasangan kap finishing atap
 3. Talang selain jurai dalam

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik pada material. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja ringan. Kekuatan tarik sendiri adalah kekuatan baja ringan untuk menahan gaya-gaya yang berusaha menarik baja ringan. Dimana sampel atau benda uji dibentuk sesuai dengan standar ASTM A-370-03a. Mesin yang digunakan untuk mengetahui kuat tarik baja ringan adalah *Universal Testing Machine* (UTM), kemudian data yang didapat berupa perubahan panjang dan perubahan beban yang selanjutnya ditampilkan dalam bentuk grafik tegangan-regangan. Besarnya benda uji harus memenuhi ketentuan, yaitu beban maksimum sampai benda uji mengalami putus (Wei Wen Yu, 2000).

Cara menghitung kuat tarik benda uji baja ringan :

1. Tegangan leleh :

$$\sigma_{Yield} = \frac{F_{yield}}{A}$$

2. Tegangan maksimum : 7

$$U_{maks} = \frac{F_{maks}}{A}$$

Keterangan :

F_{yield} = Gaya saat leleh (N)

F_{maks} = Gaya saat maksimum (N)

A= luas penampang benda uji (mm)

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan bulan Januari 2017 sampai Juli 2017 dengan mengambil sampel Proyek Fasilitas Park And Ride di Gamping Sleman Yogyakarta

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah studi literatur dan mengadakan pengamatan di lapangan serta pengujian bahan di Laboratorium.

Pengamatan di lapangan untuk mengadakan survai pelaksanaan dalam pemasangan rangka atap baja ringan, untuk di laboratorium mengetahui kondisi ukuran dan gaya tariknya sedangkan untuk studi literatur untuk mengetahui tentang sifat-sifat dan bahan dasar penyusun baja ringan serta analisa mekanika terhadap kekuatan menahan beban luar.

Keterlibatan langsung peneliti untuk terjun di lapangan dan laboratorium sangat penting untuk dapat mengetahui dan mengumpulkan data-datanya secara lengkap dan akurat

Perolehan data dalam penelitian ini adalah data dari pembangunan Proyek Pembangunan Park And Ride Departemen Perhubungan Sleman Yogyakarta, dan untuk laboratorium kita menggunakan Laboratorium Bahan Bangunan UNS Surakarta. Data yang diperoleh akan dianalisa dengan :

- Teori mekanika bahan
- Teori mekanika Rekayasa

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Proyek pembangunan Fasilitas Park and Ride Departemen Perhubungan dengan lokasi Gamping Sleman Yogyakarta menggunakan atap baja ringan dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. Profil yang digunakan untuk rangka atap adalah type C7,5/0,75
- b. Reng digunakan type U tebal 45 mm
- c. Sudut kemiringan atap adalah 45°
- d. Bentang kuda-kuda adalah 4,00 meter
- e. Jarak antar kuda-kuda adalah 80 cm.



Gambar 4. Tampak samping Kuda-kuda



Gambar 5. Tampak bawah kuda-kuda



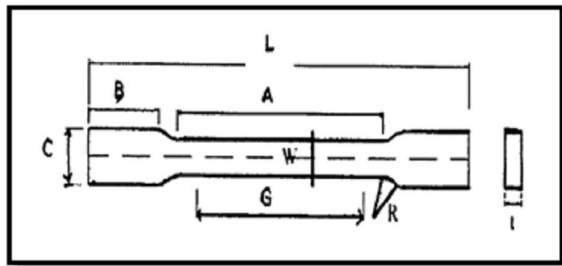
Gambar 6. Tampak samping bangunan

Sampel bahan diambil di lapangan, kemudian diuji di laboratorium. Laboratorium yang dipakai untuk pengujian adalah Laboratorium Bahan Bangunan Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Berikut langkah-langkah pengujian kuat tarik material baja ringan :

Persiapan benda uji

Material yang akan di uji pada pengujian kuat tarik baja ringan terdiri dari profil C 7,5/0,75 berjumlah 3 sampel dan profil U tebal 0,45 berjumlah 3 sampel, kemudian benda uji dibuat menjadi spesimen berdasarkan standar ASTM A370-0,3a.



Gambar. 4.4. Bentuk spesimen uji tarik material baja ringan

Persiapan alat

Mesin uji kuat tarik *Universal Testing Machine* (UTM) dengan kapasitas 30 ton.

Penggaris dan jangka sorong digunakan untuk dimensi benda uji yaitu tebal dan lebar benda uji, sedangkan penggaris digunakan untuk mengukur benda uji.

Pelaksanaan pengujian

- Material baja ringan yang telah dibentuk dengan spesimen ASTM diukur kembali dengan menggunakan jangka sorong dan penggaris untuk menentukan nilai tebal, lebar dan panjang benda uji, yang akan diinput ke dalam mesin perekam

data pada mesin *Universal Testing Machine* (UTM).

- Setelah dilakukan pengukuran, material baja ringan kemudian direkam dengan alat yang ada pada mesin *Universal Testing Machin*.
- Berakhirnya pengujian sampai pada batas patah benda uji, selanjutnya data pengujian direkam menggunakan *UTM Testing Program* untuk menentukan nilai uji tarik, dalam bentuk *Stress dan Srength*.

Pengolahan data dan hasil uji kuat tarik material baja ringan

Hasil pengujian dan perhitungan kuat tarik baja ringan profil C 7,5/0,75, setelah selesai pengujian kuat tarik, selanjutnya menghitung nilai kuat tarik profil C 7,5/0,75.

Maka hasil perhitungan ke tiga sampel pengujian adalah :

a. Sampel pertama

$$\sigma_{Yield} = \frac{F_{yield}}{A} = \frac{17512,43}{31,5} = 555,95 \text{ MPa}$$

$$U_{maks} = \frac{F_{maks}}{A} = \frac{17576,06}{31,5} = 557,97 \text{ Mpa}$$

b. Sampel kedua

$$\sigma_{Yield} = = = 540,42 \text{ MPa}$$

$$U_{maks} = = = 541,15 \text{ Mpa}$$

c. Sampel ketiga

$$\sigma_{Yield} = = = 530,11 \text{ MPa}$$

$$U_{maks} = = = 531,05 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.1. Hasil uji kuat tarik baja ringan profil C 7,5/0,75

Sampel baja ringan profil C 7,5/0,75	σ_{yield} (Mpa)	U Maks (Mpa)
Sampel 1	555,95	557,97
Sampel 2	540,42	541,15
Sampel 3	530,11	531,05
Rata-rata	542,16	543,39

Dari hasil pengujian kuat tarik material baja ringan profil C 7,5/0,75 yang terdiri dari tiga sampel, didapatkan hasil rata-rata dimana σ yield (tegangan leleh) = 542,16 Mpa dan U maks (tegangan maksimum) = 543,39 Mpa.

Hasil pengujian dan perhitungan kuat tarik baja ringan profil U tebal 0,45. Setelah selesai pengujian kuat tarik, selanjutnya menghitung nilai kuat tarik profil U tebal 0,45. Maka hasil perhitungan ketiga sampel pengujian adalah :

a. Sampel pertama

$$\sigma_{Yield} = \frac{F_{yield}}{A} = \frac{4445,9}{16,8} = 264,64 \text{ MPa}$$

$$U_{maks} = \frac{F_{maks}}{A} = \frac{5426,06}{16,8} = 322,98 \text{ Mpa}$$

b. Sampel kedua

$$\sigma_{Yield} = \frac{F_{yield}}{A} = \frac{4164,55}{16,8} = 247,89 \text{ MPa}$$

$$U_{maks} = \frac{F_{maks}}{A} = \frac{9795,58}{16,8} = 583,07 \text{ Mpa}$$

c. Sampel ketiga

$$\sigma_{Yield} = \frac{F_{yield}}{A} = \frac{3559,75}{16,8} = 211,89 \text{ MPa}$$

$$U_{maks} = \frac{F_{maks}}{A} = \frac{6869,02}{16,8} = 408,87 \text{ Mpa}$$

Tabel 2. Hasil uji tarik baja ringan pada profil U tebal 0,45

Sampel baja ringan profil U tebal 0,45	σ yield (Mpa)	U maks (Mpa)
Sampel 1	264,64	322,98
Sampel 2	247,89	583,07
Sampel 3	211,89	408,87
Rata-rata	241,47	438,31

Dari hasil pengujian kuat tarik baja ringan profil tebal 0,45, yang terdiri dari tiga sampel, didapatkan hasil rata-rata dimana σ yield (tegangan leleh) = 241,47 Mpa dan U maks (tegangan maksimum) = 438,31 Mpa

Perhitungan Panjang Batang :

- Kemiringan kuda-kuda = 45 %
- Bentang kuda-kuda = 4,00 m

Tabel 3. Daftar Panjang Batang

Nama Batang	Panjang (m)	Nama Batang	Panjang (m)
1	0,93	11	2,05
2	0,93	12	1,38
3	0,93	13	1,43
4	0,93	14	0,65
5	0,93	15	0,80
6	0,93	16	0,80
7	0,65	17	0,80
8	1,43	18	0,80
9	1,38	19	0,80
10	2,05		

Perhitungan Pembebanan :

a. Beban atap genteng pres (BA)! beban mati

BA = q x l₁ x l₂ (l₁ = jarak kuda-kuda, l₂ = jarak antar titik buhul)

$$BA = 75 \times 0,8 \times 0,93 = 55,8 \text{ kg}$$

Beban atap dilimpahkan ke masing-masing titik buhul bagian atas konstruksi, yaitu :

$$bA = bB = \frac{1}{2} (54) = 27,9 \text{ kg}$$

$$bG = bH = bI = bJ = bK = 55,8 \text{ kg}$$

b = buhul (joint)

b. Beban reng!beban mati

Dipakai reng baja ringan type U tebal 0,45 dengan berat 0,58 kg/m¹

$$\text{Berat reng} = q \times l_1 \times l_2 \times \text{panjang reng} = 0,58 \times 0,8 \times 0,93 \times 4 = 1,73 \text{ kg}$$

Beban reng dilimpahkan ke titik buhul bagian atas konstruksi, sebagai berikut :

$$bA = bB = \frac{1}{2} \times 1,73 = 0,86 \text{ kg}$$

$$bG = bH = bI = bJ = bK = 1,73 \text{ kg}$$

c. Beban Angin

- Beban muatan angin (q) = 25 kg/m²
- Jarak antar kuda-kuda (l₁) = 0,8 m
- Jarak antar titik buhul (l₂) = 0,93 m
- Sudut kemiringan atap (a) = 45°
- Koefisien angin tekan (C_t) = 0,2
- Koefisien angin hisap (C_h) = - 0,4
- Beban air hujan (40 - 0,8 x a) x l₂ = 6,52 kg/m²

Gaya tekan tiap buhul

$$P_t = C_t \times q \times l_1 \times l_2 = 0,2 \times 25 \times 0,8 \times 0,93 = 3,72 \text{ kg}$$

$$P_{tx} = P_t \sin 45^\circ = 2,62 \text{ kg}$$

$$P_{ty} = P_t \cos 45^\circ = 2,62 \text{ kg}$$

Gaya hisap titik buhul

$$P_h = C_h \times q \times l_1 \times l_2 = -0,4 \times 25 \times 0,8 \times 0,93 = -7,44 \text{ kg}$$

$$P_{hx} = P_h \sin 45^\circ = - 5,23 \text{ kg}$$

$$P_{hy} = P_h \cos 45^\circ = - 5,23 \text{ kg}$$

d. Beban plafond dan penggantung & Bracing

(BP) beban mati q plafond dan penggantung = 18 kg/m²

Berat bracing kuda-kuda : jarak kuda-kuda 0,80 m, kita ambil 1,00 m, jumlah 4 buah dengan Berat = 0,97 kg/m¹

$$\text{Berat bracing (BB)} = 4 \times 0,97 \times 1,00 = 3,88 \text{ kg}$$

$$\text{BP} = (q \times l_1 \times l_2) + \text{BB} = (18 \times 0,8 \times 0,93) + 3,88 = (13,39 + 3,88) = 17,27 \text{ kg}$$

Berat plafon dan penggantung dipikul oleh buhul bagian bawah konstruksi, yaitu sebagai berikut :

$$\text{BP} - \text{A dan B} = \frac{1}{2} \text{BP} = \frac{1}{2} \times 17,27 = 8,64 \text{ kg}$$

$$\text{BP} - \text{C,D,E,F} = \text{BP} = 17,27 \text{ kg}$$

e. Beban Hidup (BH)

Beban orang (P) = 100 kg

$$\text{Beban air hujan (q)} = (40 - 0,8 \times a) \times l_2$$

$$= (40 - 0,8 \times 45) \times 0,93 = 6,52 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hujan} = q \times l_1 = 6,52 \times 0,8 = 5,22 \text{ kg}$$

Karena asumsi beban orang dan beban hujan tidak bersamaan, maka diambil beban yang paling besar diantaranya, yaitu beban orang sebesar 100 kg

f. Beban kuda-kuda'!beban mati

Rangka kuda-kuda dipakai baja ringan type C 7,5/ 0,75 dengan berat = 0,97 kg/m¹

Tabel 4. Berat tiap batang kuda-kuda

Batang	Panjang (m)	Berat/m ¹ (kg)	Berat (kg)	Batang	Panjang (m)	Berat/m ¹ (kg)	Berat (kg)
1	0,93	0,97	0,90	11	2,05	0,97	1,99
2	0,93	0,97	0,90	12	1,38	0,97	1,34
3	0,93	0,97	0,90	13	1,43	0,97	1,39
4	0,93	0,97	0,90	14	0,65	0,97	0,63
5	0,93	0,97	0,90	15	0,8	0,97	0,78
6	0,93	0,97	0,90	16	0,8	0,97	0,78
7	0,65	0,97	0,63	17	0,8	0,97	0,78
8	1,43	0,97	1,39	18	0,8	0,97	0,78
9	1,38	0,97	1,34	19	0,8	0,97	0,78
10	2,05	0,97	1,99				

g. Beban kuda-kuda dilimpahkan ke masing-masing buhul

Tabel 5. Beban tiap-tiap titik buhul

Buhul	Genteng (kg)	Reng (kg)	Angi(kg)	Oran (kg)	Plafon (kg)	Kuda-kd (kg)	Total (kg)
A	27,90	0,86	1,31	50	-	-	80,08
B	27,90	0,86	1,31	50	-	-	80,08
C	-	-	-	-	17,27	2,80	20,07
D	-	-	-	-	17,27	4,11	21,38
E	-	-	-	-	17,27	4,11	21,38
F	-	-	-	-	17,27	2,80	20,07
G	55,80	1,73	2,62	100	-	-	160,15
H	55,80	1,73	2,62	100	-	-	160,15
I	55,80	1,73	2,62	100	-	-	160,2
J	55,80	1,73	2,62	100	-	-	160,15
K	55,80	1,73	2,62	100	-	-	160,15

Dengan perhitungan Mekanika didapat besarnya gaya batang seperti dalam tabel di bawah ini :

Tabel 6. Besarnya gaya batang akibat beban

Batang	Panjang (m)	Besar Gaya (kg)	Besar Gaya (N)	Batang	Panjang (m)	Besar Gaya (kg)	Besar Gaya (N)
1	0,93	616,15	6038,3	11	2,05	296,54	2900,8
2	0,93	560,25	5490,5	12	1,38	312,08	3057,6
3	0,93	416,09	4077,7	13	1,43	160,45	1572,4
4	0,93	416,09	4077,7	14	0,65	152,16	1491,2
5	0,93	560,25	5490,5	15	0,8	96,54	946,09
6	0,93	616,15	6038,2	16	0,8	104,34	1019,2
7	0,65	152,16	1491,2	17	0,8	232,67	2273,6
8	1,43	160,45	1572,4	18	0,8	104,34	1019,2
9	1,38	312,08	3057,6	19	0,8	96,56	946,09
10	2,05	296,54	2900,8				

Perhitungan Untuk Pengecekan Profil

a. Batang Tekan

Data analisa :

1. Gaya batang = 6038,3 N
2. Panjang batang = 0,93 m = 930 mm
3. Profil yang digunakan C7,5/0,75
4. Data profil :

$$h = 74,14 \text{ mm}$$

$$F_y = 500 \text{ MPa}$$

$$b = 39,28 \text{ mm}$$

$$E = 203000 \text{ Mpa}$$

$$a = 10,38 \text{ mm}$$

$$t = 0,73 \text{ mm}$$

$$A = 124,494 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 115618,946 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 27791,423 \text{ mm}^4$$

1. Batas kelangsingan penampang

$$W_{lim} = 0,644 \sqrt{\frac{k \cdot E}{f}}$$

$$= 0,644 \sqrt{\frac{4 \times 203000}{\frac{6038,3}{124,494}}} = 0,644 \sqrt{\frac{812000}{48,502}} = 0,644 \times$$

$$\sqrt{16.741,58} = 83,33$$

Syarat batasan :

$$\text{Web, } W_w = \frac{h}{t_{eff}} < 200 \text{ dan } W_w = \frac{h}{t_{eff}} < W_{lim}$$

$$W_w = \frac{74,14}{0,93} = 79,72 < 200, \text{ dan } W_w < W_{lim}$$

Syarat : $W_w < W_{lim}$, maka $W_w = W$

$$\text{Flange, } W_f = \frac{b}{t_{eff}} < 200 \text{ dan } W_f = \frac{b}{t_{eff}} < W_{lim}$$

$$W_f = \frac{39,28}{0,73} = 53,808 < 200, \text{ dan } W_f < W_{lim}$$

Syarat : $W_f < W_{lim}$, maka $W_f = W$

2. Luas efektif (A_e)

Dari batasan penampang untuk :

-Web

Didapat $W_w = 79,72$

$$\begin{aligned} \text{Maka } h_e &= W_w \times t_s \\ &= 79,72 \times 0,93 \\ &= 74,14 \text{ mm} \end{aligned}$$

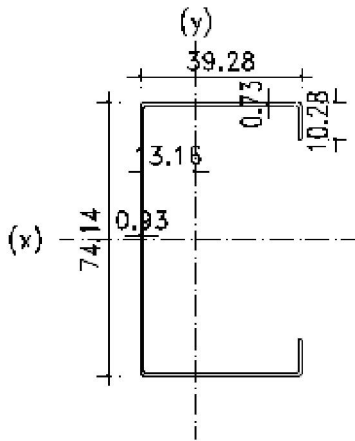
-Flange

Didapat $W_f = 53,808 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{Maka } b_e &= W_f \times t \\ &= 53,808 \times 0,73 \\ &= 39,28 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka luas penampang efektif penampang adalah :

$$\begin{aligned} A_e &= [(74,14 - 2 \times 0,73) \times 0,93] \\ &\quad + [2 \times (39,28 \times 0,73)] + [2 \times (10,38 - 0,73) \times 0,73] \\ &= 139,03 \text{ mm} \end{aligned}$$



Gambar.4.5. Penampang efektif profil C7,5/0,75

3. Buckling arah y (non simetri)

$$P_{y_{cr}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(K_y \cdot L_y)^2} = \frac{10 \times 203000 \times 27791,423}{(1 \times 930)^2}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{5.641.658.869}{864900} = 65.229,03 \text{ N} \end{aligned}$$

$$F_{ey} = \frac{65.229,03}{139,03}$$

$$F_{ey} = \frac{65.229,03}{139,03} = 469,17 \text{ Mpa}$$

$$F_{py} = 0,833 \times F_{ey} = 0,833 \times 469,17 = 390,82 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} C_{ry} &= \Phi \cdot A_e \cdot F_{ay} = 0,9 \times 139,03 \times 390,82 \\ &= 48.902,13 \text{ N} \end{aligned}$$

$$C_{ry} > P_{load}$$

$$48.902,13 \text{ N} > 6038,27 \text{ N} \dots\dots\dots (\text{ Aman })$$

4. Bucking arah x (simetri)

$$P_{x_{cr}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{(K_x \cdot L_x)^2} = \frac{10 \times 203000 \times 115618,946}{(1 \times 930)^2}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{2.347.064.604}{864900} = 271.368,32 \text{ N} \end{aligned}$$

$$F_{ex} = \frac{271.368,32}{139,03} = 1.951,87 \text{ Mpa}$$

$$F_{px} = 0,833 \times 1.951,87 = 1.625,91 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} F_{ax} &= F_y - \left(\frac{F_y^2}{4 F_{px}} \right) = 500 - \left(\frac{500^2}{4 \times 1.625,91} \right) = 500 - \left(\frac{250.000}{6.503,64} \right) \\ &= 500 - 38,44 = 461,56 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{rx} &= \Phi \cdot A_e \cdot F_{ax} \\ &= 0,9 \times 139,03 \times 461,56 = 57.753,62 \text{ N} \end{aligned}$$

$$C_{rx} > P_{load}$$

$$57.753,62 > 6038,27 \text{ N} \dots\dots\dots (\text{ Aman })$$

5. Lateral Torsional Buckling

$$G = \frac{E}{2(1+\Omega)} = \frac{203000}{2(1+0,3)} = 78076,92 \text{ Mpa}$$

$$J = ? \text{ (? } b_i h_i^3 \text{)}$$

$$\begin{aligned} &= 2 \text{ (? } \times 39,28 \times 0,73^3 \text{)} + \text{ (? } \times 74,14 \times 0,73^3 \text{)} \\ &\quad + 2 \text{ (? } \times 10,38 \times 0,73^3 \text{)} \end{aligned}$$

$$J = 10,19 + 9,61 + 2,69 = 22,50 \text{ mm}^4$$

$$E \quad 203000$$

$$G = \frac{E}{2(1+\Omega)} = \frac{203000}{2(1+0,3)} = 78076,92 \text{ Mpa}$$

$$J = \sum \left(\frac{1}{3} b_i h_i^3 \right)$$

$$= 2 \left(\frac{1}{3} \times 39,28 \times 0,73^3 \right) + \left(\frac{1}{3} \times 74,14 \times 0,73^3 \right)$$

$$+ 2 \left(\frac{1}{3} \times 10,38 \times 0,73^3 \right)$$

$$J = 10,19 + 9,61 + 2,69 = 22,50 \text{ mm}^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{115618,946}{124,494}} = 30,47 \text{ mm}$$

$$e_x = \frac{h^2 x_0}{4 r_x^2} = \frac{74,14^2 \cdot 13,6}{4 \cdot 30,47^2} = 20,12 \text{ mm}$$

$$x = e_x + x_0 = 20,12 + 13,6 = 33,72 \text{ mm}^2$$

$$I_w = 27791,423 + 124,494 \times 13,6^2 = 50817,83 \text{ mm}^4$$

$$C_w = \frac{h^2}{4} (I_w - e_o \cdot e_x \cdot A)$$

$$= \frac{74,14^2}{4} (50817,83 - 13,6 \times 20,12 \times 124,494)$$

$$= 23011438,75 \text{ mm}^6$$

$$I_{ps} = I_x + I_y + A \cdot x^2$$

$$= (115618,946 + 27791,423 + (124,50 + 33,72^2))$$

$$= 284998,41 \text{ mm}^4$$

$$r_o = \sqrt{\frac{I_{ps}}{A}} = \sqrt{\frac{284998,41}{124,494}} = 47,85 \text{ mm}$$

$$\beta = 1 - \frac{x_0^2}{r_o^2} = 1 - \frac{13,6^2}{47,85^2} = 0,50$$

$$P_z = \frac{1}{r_o^2} \times \left[\left(\frac{\pi^2 E C_w}{(kL)^2} \right) + G \cdot J \right] = \frac{1}{47,85^2} \times$$

$$\left[\left(\frac{10 \times 203000 \times 23011438,75}{1 \times 930^2} \right) + 78076,92 \times 22,5 \right]$$

$$= 24.356,28 \text{ N}$$

Tinjauan Teknis Pemakaian Baja Ringan Sebagai Rangka...

$$F_z = \frac{24.356,28}{139,03} = 175,19 \text{ Mpa}$$

$$F_{st} = \frac{1}{2\beta} \times [(F_{ex} + F_z) - \sqrt{(F_{ex} + F_z)^2 - 4\beta \cdot F_{ex} \cdot F_z}] = \frac{1}{2 \times 0,50} \times$$

$$[(1951,87 + 175,19) - \sqrt{(1951,87 + 175,19)^2 - 4(0,5)(1951,87)(175,19)}]$$

$$= 167,34 \text{ Mpa}$$

$$F_{pz} = 0,833 \times F_{st} = 0,833 \times 167,34 = 139,39 \text{ Mpa}$$

$$C_{rz} = ? \cdot A_c \cdot F_{pz} = 0,9 \times 139,03 \times 139,39$$

$$= 17.441,45 \text{ Mpa}$$

$$C_{rz} > P_{load}$$

$$17.441,45 > 6038,27 \dots\dots\dots (\text{ Aman })$$

b. Batang Tarik.

Data analisis :

1. Gaya batang = 2900,8 N
2. Panjang batang = 2050 mm
3. Profil desain = C7,5/0,75
4. Data profil :
 - h = 74,14 mm $I_y = 27791,423 \text{ mm}^2$
 - b = 39,28 mm $F_y = 500 \text{ MPa}$
 - a = 10,38 mm $F_u = 660 \text{ MPa}$
 - t = 0,73 mm $E = 203000 \text{ MPa}$
 - A = 124,494 mm²
 - $I_x = 115618,946 \text{ mm}^2$

Analisis Perhitungan

1. Lapasitas penampang non eksentris

- Kondisi leleh

$$Tr_1 = \phi_y \cdot A_g \cdot F_y = 0,9 \times 124,494 \times 500 = 56022,3 \text{ N}$$

$$Tr_1 > P_{load} = 2900,80 \text{ N}$$

-Kondisi Ultimate

$$Tr_2 = \phi_{tu} \cdot A_g \cdot F_u = 0,75 \times 124,494 \times 660 = 61624,53 \text{ N}$$

$$Tr_2 > P_{load} = 2900,89 \text{ N}$$

2. Kapasitas Penampang Eksentris

- Kondisi leleh

28

$$S_t = \frac{I_y}{x} = \frac{27791,23}{13,6} = 2043,49 \text{ mm}^3$$

Sambungan berpusat pada posisi badan, maka:

$$e = x_o = 13,6 \text{ mm}$$

$$Tr_1 = \frac{\phi \cdot F_y}{\frac{1}{A_g} + \frac{e}{S_t}} = \frac{0,9 \times 500}{\frac{1}{124,494} + \frac{13,6}{2043,49}} = 39653,95 \text{ N}$$

$$Tr_1 > P_{load} = 2900,89 \text{ N}$$

3. Kelangsingan Batang Tarik

Batas Kelangsingan

$$\lambda = 300$$

sumbu lemah profil c merupakan sumbu y, maka :

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{27791,423}{124,494}} = 14,94$$

$$\lambda = \frac{kL}{r} = \frac{1 \times 2050}{14,94} = 137,22 < 300 \text{(Aman)}$$

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari data-data yang telah didapat dari lapangan dan dengan analisa laboratorium maupun perhitungan struktur, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Baja ringan mempunyai kuat tarik tinggi, sesuai uji laboratorium sebesar :
 - Untuk profil C7,5/0,75 = 543,38 Mpa
 - Untuk Profil U tebal 0,45 = 438,31 Mpa
- b. Penggunaan baja ringan sebagai rangka kuda-kuda (*truss*) dengan bentang bangunan 4,00 meter, atap genteng press, kemiringan atap 45°, jarak antar kuda-kuda 80 cm sangat aman (hasil perhitungan dari sampel bangunan)

Saran

Dari hasil penelitian yang kami lakukan, akan lebih baik jika :

- a. Pemerintah segera mengeluarkan standarisasi pemakaian baja ringan seperti halnya bahan bangunan yang lain..
- b. Adanya para pakar ilmu baja yang menulis tentang keberadaan baja ringan dilengkapi perhitungannya dari penerbit resmi.

DAFTAR PUSTAKA

- Kasmat Saleh Nur, *Analisis Stabilitas Elemen Baja Ringan Sebagai bahan Alternatif Pengganti Baja Konvensional Pada Rangka batang (Studi kasus rangka atap gedung Fakultas Teknik Universitas Gorontalo)*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gorontalo, 2012
- Akmal I, *Rangka atap baja ringan*, Rumah Ide edisi 10/IV, Gramedia Jakarta, 2009
- Muttawalli, M, *Stabilitas Sambungan Struktur Baja Ringan SMART FRAME Type-T Terhadap Beban Siklik Pada Rumah Sederhana tahan Gempa*, Thesis Program Pasca Sarjana Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2007
- Rahmat SB, *Stabilitas Kuda-kuda baja ringan StarTruss Type-C (Studi kasus pengujian kuda-kuda baja ringan bentang 6 m)*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2010
- Sherly Anggun Rahayu dan Donny Fransiskus Manalu, *Analisis Perbandingan Rangka Atap Baja Ringan Dengan Rangka Atap Dari Kayu Terhadap Mutu, Biaya dan Waktu*, Jurnal Fropil, Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung, 2015