

ANALISIS KUAT LENTUR BAJA RINGAN DENGAN VARIASI BENTUK SAYAP DAN BADAN PENAMPANG

Gabriela S. Sumampow

Banu Dwi Handono, Ronny Pandaleke

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: migabyssu@gmail.com

ABSTRAK

Baja ringan (Cold Formed Steel) sudah mulai banyak digunakan sebagai struktur bangunan sekarang ini. Secara signifikan mulai tampak beberapa inovasi bentuk profil baja ringan yang bervariasi seiring perkembangan dan terobosan teknologi manufaktur pabrik produsen. Pembentukan bentuk baja ringan adalah dengan proses penggilingan dingin, jadi profil dapat dibentuk dengan bentuk yang memiliki optimasi yang lebih. Maka perlu adanya tinjauan mengenai nilai kuat lentur dari modifikasi bentuk baja ringan tersebut.

Penelitian diuji pada profil kanal C dengan dua bentuk variasi sayap dan badan profil yang bermutu G550 (AS1397). Pengujian menggunakan Finite Element Method dengan ANSYS Workbench dan menghasilkan parameter: Total Deformation, Equivalent Stress dan Equivalent Elastic Strain.

Hasil penelitian menunjukkan Profil C2 memiliki nominal kuat lentur terbesar yaitu 170258.8 (N/mm²) dikarenakan memiliki inersia yang lebih besar dari C1 dan C3

Kata Kunci: *Baja Ringan, Finite Element Method, ANSYS, Total Deformation, Equivalent Stress, Equivalent Elastic Strain*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Saat ini secara signifikan mulai tampak beberapa inovasi bentuk profil baja ringan yang bervariasi seiring perkembangan dan terobosan teknologi manufaktur pabrik produsen, salah satunya Profil C dengan pengaku tepi. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengetahui sifat dan kekuatan dari bentuk- bentuk baru profil C dengan pengakunya ini. Mengingat penggunaan baja ringan sudah sangat umum di dunia konstruksi saat ini, maka perlu adanya tinjauan mengenai nilai kuat lentur dari baja ringan tersebut.

Profil C merupakan salah satu profil baja ringan dan banyak digunakan untuk struktur yang ringan, misalnya untuk balok gording. Apabila dilihat dari bentuk geometri profil C yang tidak simetris, serta rasio lebar dan tebal (b/t) yang besar, maka stabilitas dari profil semacam ini sangat kurang. Kegagalan yang dialami oleh profil C ini biasanya kegagalan karena stabilitas, misalnya profil akan mengalami tekukan atau puntiran yang besar sebelum kekuatan bahannya mencapai tegangan lelehnya. Profil

dengan variasi bentuk sayap dan badan adalah komponen kunci dari baja ringan dengan bagian sayap yang terbuka. Agar supaya memberikan dukungan yang memadai untuk profil, maka pengaku harus memiliki kekakuan yang cukup.

Rumusan Masalah

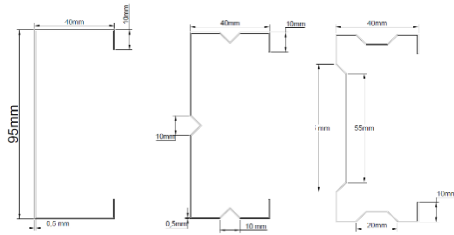
Dari latar belakang yang ada dapat dirumuskan sebuah masalah sebagai berikut: "Bagaimana pengaruh bentuk sayap dan badan elemen baja ringan terhadap kuat lentur".

Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Struktur perletakkan adalah dengan dengan tumpuan jepit-jepit
2. Bentuk profil awal Kanal C1.
3. Ukuran profil 95mm x 40mm x 10mm.
4. Tebal profil 0,5 mm.
5. Bentang objek penelitian 1,5 m.
6. Mutu Baja ringan G550.
7. Pembebanan terbagi rata.
8. Instrumen penelitian yang digunakan adalah program ANSYS versi 16.

9. Variasi bentuk yang diuji adalah bentuk C1, C2 dan C3 seperti Gambar 1



Gambar 1. Dimensi dan Bentuk Profil C1, C2, dan C3

Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh bentuk sayap dan badan pada baja ringan profil kanal C terhadap kuat lentur.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai bahan referensi untuk mengetahui berapa kuat lentur pada setiap elemen-elemen baja ringan kanal C yang diuji menurut variasi bentuk sayap dan badan penampang.

LANDASAN TEORI

Baja Ringan

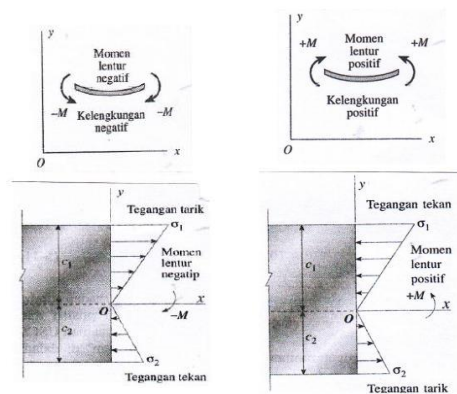
Bahan dasar baja ringan adalah Carbon Steel. Carbon Steel adalah baja yang terdiri dari elemen-elemen yang presentase maksimum selain bajanya sebagai berikut: 1.70% Carbon, 1.65 % Manganese, 0.60% Silicon, 0.60% Copper. Carbon adalah unsur kimia dengan nomor atom 6, tingkat oksidasi 4.2 dan Mangan adalah unsur kimia dengan nomor atom 15, tingkat oksidasi 7.6423. Carbon dan Manganese adalah bahan pokok untuk meninggikan tegangan (strength) dari baja murni. Penambahan persentase Carbon akan mempertinggi Yield Stress tetapi akan mengurangi daktilitas. Baja ringan adalah Baja High Tensile G-550 (Minimum Yield Strength 5500 kg/m²) dengan standard bahan ASTM A792, JIS G3302,SGC 57.

Profil baja ringan adalah jenis profil baja yang memiliki dimensi ketebalan relatif tipis dengan rasio dimensi lebar setiap elemen profil terhadap tebalnya sangat besar. Ketebalan pelat baja yang umumnya digunakan sebagai bahan dasar pembentukan

profil biasanya berkisar antara 0.3 mm hingga 6 mm. Di dalam proses ini, profil dibentuk dari pelat atau lembaran baja menjadi bentuk yang diinginkan melalui mesin rol atau mesin tekuk pelat (rolling press) atau bending brake machines pada suhu atmosfer oleh sebab itu disebut cold-formed.

Tegangan Lentur

Suatu balok dengan elemen longitudinalnya mengalami tekan dan, maka dari kurva tegangan-regangan balok tersebut dapat digunakan untuk menentukan tegangan jika regangan diketahui. Distribusi tegangan untuk kasus dimana momen lentur M adalah positif dan balok melentur dengan kelengkungan positif. Apabila kelengkungan adalah positif, maka tegangan σ_x adalah negatif (tekan) di atas permukaan netral dan positif (tarik) di bawahnya



Gambar 3. Diagram Tegangan Balok Akibat Momen Positif dan Negatif

Tegangan lentur menunjukkan bahwa tegangan sebanding dengan momen lentur dan berbanding terbalik dengan momen inersia penampang, besarnya tegangan bervariasi secara linier terhadap jarak y dari sumbu netral. Tegangan lentur dinyatakan dengan persamaan :

$$\sigma_x = \frac{M \cdot y}{I}$$

dimana,

- σ_x = Tegangan lentur (N/mm²)
- M = Momen lentur (Nmm)
- y = Jarak titik ke sumbu netral (mm)
- I = Inersia penampang (mm⁴)

Konsep Metode Elemen Hingga

Prosedur elemen hingga mengurangi variabel yang tidak diketahui menjadi sejumlah berhingga dengan membagi daerah penyelesaian menjadi bagian kecil yang disebut elemen dan dinyatakan sebagai variabel medan yang tidak diketahui dalam istilah dianggap sebagai fungsi pendekatan (approximation functions/ interpolation functions/shape functions) dalam setiap elemen

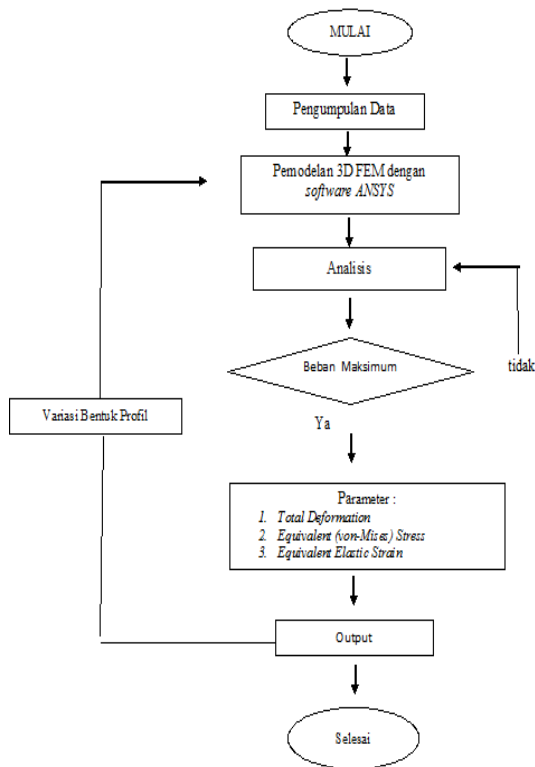
$$[k]_e \{\delta\}_e = \{F\}_e$$

untuk $e = 1, 2, \dots, N_{el} \dots \dots (Pers. 1)$

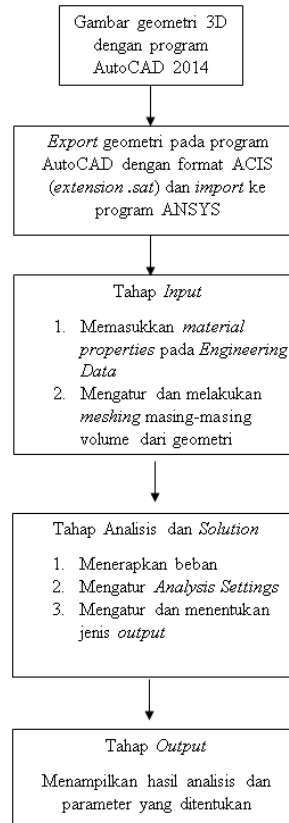
Di mana $[k]_e$ adalah matriks kekakuan elemen e, $\{\delta\}_e$ adalah vektor perpindahan titik-titik nodal elemen e, dan $\{F\}_e$ adalah vektor gaya pada titik-titik nodal elemen e, N_{el} adalah jumlah seluruh elemen. (Bhavikatti, 2005)

METODOLOGI PENELITIAN

Bagan Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 5. Bagan Alir Pemodelan 3D FEM

Data Penelitian

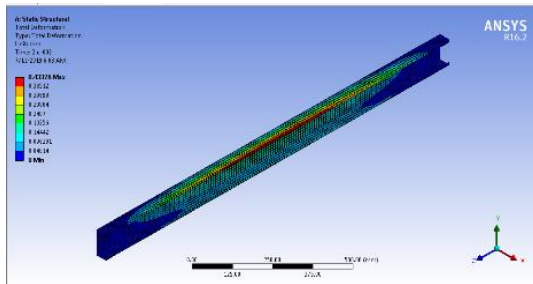
Tabel 1. Pembebanan pada Profil C1, C2 dan C3

Profil C1	Profil C2	Profil C3
Components = y	Components = y	Components = y
Magnitude = 2000 N	Magnitude A= 2000 N Magnitude B= 2000 N	Magnitude A= 1500 N Magnitude B= 1500 N

Hasil Penelitian

Dari hasil analisis menggunakan metode elemen hingga didapatkan output data, *Total Deformation*, *Equivalent Stress*, dan *Equivalent Elastic Strain*

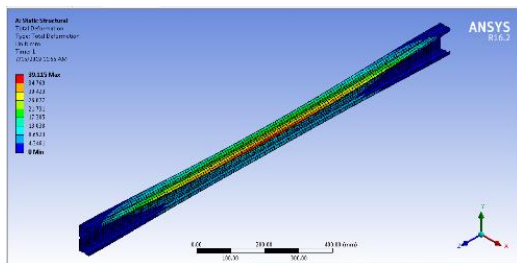
1. Total Deformasi



Gambar 6. Deformasi C1

Tabel 2. Data Deformasi C1

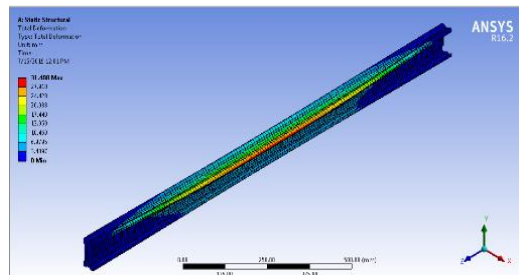
Time (s)	Minimum (mm)	Maximum (mm)
2.00E-02	0	0.43326
4.00E-02	0	0.86985
7.00E-02	0	1.5305
0.115	0	2.5332
0.1825	0	4.058
0.2825	0	6.3443
0.3825	0	8.6357
0.4825	0	10.902
0.5825	0	13.147
0.6825	0	15.355
0.7825	0	17.561
0.8825	0	19.715
0.94125	0	20.939
1	0	22.13



Gambar 7. Deformasi C2

Tabel 3. Data Deformasi C2

Time (s)	Minimum (mm)	Maximum (mm)
2.00E-02	0	0.8979
4.00E-02	0	1.8071
7.00E-02	0	3.1881
0.115	0	5.2851
0.13863	0	6.3939
0.16225	0	7.5011
0.19769	0	9.1571
0.23313	0	10.781
0.28628	0	13.208
0.31419	0	14.46
0.3421	0	15.723
0.38396	0	17.576
0.39729	0	18.154
0.41062	0	18.726
0.43062	0	19.573
0.46062	0	20.816
0.50562	0	22.615
0.55062	0	24.341
0.61812	0	26.819
0.65312	0	28.043
0.68812	0	29.233
0.74062	0	30.965
0.81937	0	33.456
0.89812	0	35.837
0.94906	0	37.469
1	0	39.115

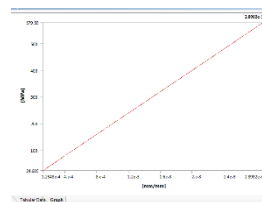


Gambar 8. Deformasi C3

Tabel 4. Data Deformasi C3

Time (s)	Minimum (mm)	Maximum (mm)
0.2	0	6.1094
0.4	0	12.219
0.7	0	21.563
1	0	31.408

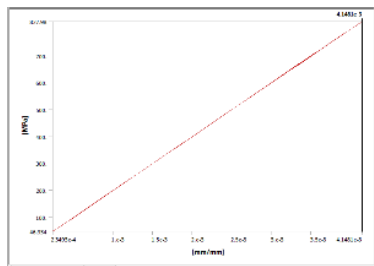
2. Tegangan dan Regangan



Gambar 9. Diagram Tegangan-Regangan Profil C1

Tabel 5. Data Tegangan Regangan Profil C1

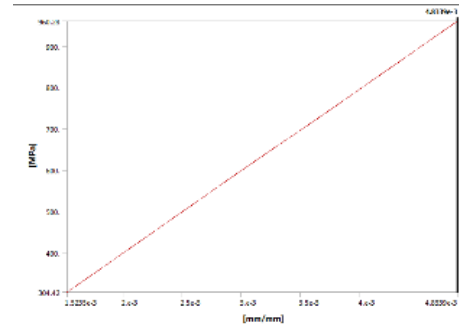
Time (s)	Stress (MPa)	Strain (mm/mm)
2.00E-02	24.685	1.23E-04
4.00E-02	49.551	2.48E-04
7.00E-02	87.192	4.36E-04
0.115	144.42	7.22E-04
0.1825	231.98	1.16E-03
0.2825	365.35	1.83E-03
0.3825	502.81	2.52E-03
0.4825	577.68	2.89E-03
0.5825	568.29	2.84E-03
0.6825	566.28	2.83E-03
0.7825	579.59	2.90E-03
0.8825	568.39	2.84E-03
0.94125	559.62	2.80E-03
1	552.82	2.76E-03



Gambar 10. Diagram Tegangan-Regangan Profil C2

Tabel 6. Data Tegangan Regangan Profil C2

Time (s)	Stress (MPa)	Strain (mm/mm)
2.00E-02	46.934	2.35E-04
4.00E-02	94.382	4.72E-04
7.00E-02	166.49	8.33E-04
0.115	276.63	1.38E-03
0.13863	335.34	1.68E-03
0.16225	394.57	1.97E-03
0.19769	484.25	2.42E-03
0.23313	574.47	2.88E-03
0.28628	712.02	3.56E-03
0.31419	639.57	3.20E-03
0.3421	657.21	3.29E-03
0.38396	667.68	3.34E-03
0.39729	670.83	3.36E-03
0.41062	613.85	3.07E-03
0.43062	619.46	3.10E-03
0.46062	627.13	3.14E-03
0.50562	636.55	3.19E-03
0.55062	644.39	3.22E-03
0.61812	664.36	3.33E-03
0.65312	719.99	3.61E-03
0.68812	714.36	3.58E-03
0.74062	719.8	3.61E-03
0.81937	756.56	3.79E-03
0.89812	788.93	3.95E-03
0.94906	809.52	4.06E-03
1	827.98	4.15E-03



Gambar 11. Diagram Tegangan-Regangan Profil C3

Tabel 7. Data Tegangan Regangan Profil C2

Time (s)	Stress (MPa)	Strain (mm/mm)
0.2	304.42	1.52E-03
0.4	608.84	3.05E-03
0.7	728.46	3.67E-03
1	960.28	4.83E-03

3. Tegangan Lentur Maksimum dan Regangan Maksimum dari Ansys Workbench

Tabel 8. Data Tegangan Regangan Maksimum

Time (s)	Stress (MPa)	Strain (mm/mm)
0.2	304.42	1.52E-03
0.4	608.84	3.05E-03
0.7	728.46	3.67E-03
1	960.28	4.83E-03

4. Perhitungan Momen Lentur

$$\sigma_x = \frac{M \cdot y}{I}$$

dimana,

σ_x = tegangan lentur (N/mm²)

M = momen lentur (Nmm)

y = jarak titik ke sumbu netral (mm)

I = inersia penampang (mm⁴)

Tabel 9. Perhitungan Momen Lentur

Profil	σ (MPa)	Y (mm)	I (mm ⁴)	M (n/mm ²)
C1	550	475	140940.5	163194.3
C2	550	475	147041.7	170258.8
C3	550	475	144278.6	167059.4

PENUTUP

Kesimpulan

Penelitian ini menghadirkan model elemen hingga tiga dimensi untuk analisa kuat lentur. Masing-masing profil diberikan beban tekan secara bertahap untuk mengetahui pengaruh perubahan kuat lentur nominal profil kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Profil C2 memiliki nominal kuat lentur terbesar yaitu 170258.8 (n/mm²) dikarenakan memiliki inersia yang lebih besar dari C1 dan C3
2. Profil yang bentuknya telah divariasikan dengan bentuk pengaku dari bentuk asli mampu menahan beban lebih besar yakni untuk profil C2, 2000 N di titik

permukaan A , 2000 N di titik permukaan B dan profil C3 1500 di titik permukaan A dan 1500 di titik permukaan B. Dimana profil C1 hanya menahan beban 2000 N di satu titik permukaan.

3. Profil C3 memiliki tegangan lentur paling besar dikarenakan memiliki nominal regangan yang besar

Saran

1. Melakukan analisis kuat lentur profil dengan beban momen.
2. Melakukan analisis kuat lentur profil dengan variasi bentang profil.
3. Melakukan analisis kuat lentur profil dengan perletakkan sendi-sendi/ sendi - rol

DAFTAR PUSTAKA

- Chungang Wang, Zhuangnan Zhang, Daqian Zhao, Qingqing Liu., 2015. *Compression Tests and Numerical Analysis of Web-Stiffened Channels with Complex Edge Stiffeners*. School of Civil Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, People's Republic of China.
- Dewobroto, Wiryanto., 2016. *Struktur Baja Perilaku dan Desain – AISC 2010*. Edisi ke 2 Lumina Press, Jakarta
- Dill, Ellis H., 2011. *The Finite Element Method for Mechanics of Solid with ANSYS Applications*. Advances in Engineering.
- Olii, Marwan. 2018. *Studi Numerik Perilaku Sambungan Pelat Dasar Kolom (Column Base Plate)*. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Salmon, C., & Johnson. (1997). *Struktur Baja Disain dan Perilaku*. Erlangga, Jakarta.
- Schafer, B. W., *Distortional Buckling of Cold-Formed Steel Columns*
- Schafer, B. W., *Thin-walled column design considering Local, Distortional and Euler Buckling*
- Setiawan, Agus. 2002. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*, Erlangga, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia 03-1729:2013. *Struktur Baja Canai Dingin*, Departemen Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia, 7971:2013 *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Toreh, Sharon Ruth, Servie O. Dapas, Steenie E. Wallah, 2015. *Optimasi Tinggi Pemotongan Lubang Heksagonal pada Castellated Beam*. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Yu, W. W., 2000. *Cold-Formed Steel Design*, 3rd ed. John Wiley and Sons, New York.