

ANALISIS NUMERIK KUAT LENTUR SUMBU LEMAH DAN SUMBU KUAT BALOK BAJA PROFIL C KANAL MENGGUNAKAN *STIFFENER*

Tia Aurelia¹⁾, Reni Suryanita*¹⁾, Ismed Diyanto¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12.5 Pekanbaru, 28293

Email: tia.aurelia2052@student.unri.ac.id,
reni.suryanita@lecturer.unri.ac.id,
ismed.diyanto@lecturer.unri.ac.id

ABSTRACT

One of the steel sections that is widely used is the C channel section. C channel sections are generally used as purlins. C channel beam has a large ratio of width to height. This can lead the element of structure to failure such as buckling. So, the stiffener was used on the beam to prevent buckling. This study aims to analyze the effect of using stiffener on the C channel steel section. The analysis of the effect of stiffener on flexural strength was carried out using LUSAS V18 finite element. The test object was modeled with 2 objects using stiffener and 2 objects without stiffener. The result of the numerical analysis using the LUSAS V18 finite element showed that the load capacity of B1-2 had increased by 5.88% from the B1-1. The beam in the strong axis direction without stiffeners had the maximum load of 17 kN with a deflection of 18.67 mm, while the beams with stiffeners had the maximum load of 18 kN with a deflection of 13.346 mm. In the weak axis direction, the result shows that the load capacity of B2-2 had increased by 20% from the beam B2-1. The beam B2-1 had the maximum load of 10 kN with a deflection of 18.29 mm, while the beams with stiffener had the maximum load of 12 kN with a deflection of 27.46 mm. So it can be concluded that the use of stiffeners can increase the load capacity.

Keyword: C Channel Section, Stiffener, Deflection, LUSAS, Strong Axis

PENDAHULUAN

Baja mempunyai sifat daktail, yang apabila baja mengalami perubahan bentuk akibat tegangan tarik yang tinggi, maka baja akan mengalami leleh atau plastis tanpa putus, sehingga dapat mengurangi kemungkinan suatu bangunan mengalami keruntuhan secara tiba-tiba. Bentuk profil baja umumnya dibentuk langsing yang ditujukan untuk efektivitas penampang, karena penampang yang besar akan memberikan beban sendiri elemen lebih besar dan biaya yang diperlukan juga semakin besar. Namun profil yang relatif langsing juga dapat memicu

ketidakstabilan struktur. Bentuk penampang yang relatif tipis tersebut sering kali menyebabkan ketidakstabilan struktur sehingga elemen akan mengalami kegagalan berupa tekuk.

Bahaya tekuk dan ketidakstabilan struktur mudah terjadi pada struktur balok baja, yang mengakibatkan struktur akan mengalami kegagalan sebelum mencapai nilai kapasitas penampang ultimitnya sehingga kekuatan dari suatu balok tidak hanya ditentukan dari kapasitas ultimit penampangnya saja (Arianto & Tediato, 2019). Pada penelitian yang dilakukan oleh Selleng

(2018) menunjukkan bahwa pemberian plat penguat pada baja ringan akan memperkecil defleksi yang terjadi. Semakin banyak plat penguat yang dipasang maka meningkat pula kekuatan material sehingga defleksi yang terjadi semakin kecil. Menurut Aminullah, Taufik, & Barkiah (2014) pada saat balok baja belum dipasang pengaku, beban kritis hanya terfokus pada titik tumpuan dan titik pembebanan yang merupakan titik kritis suatu balok. Namun pada saat pengaku dipasang perilaku tegangan akan berkurang, hal ini diakibatkan oleh penyebaran oleh sekat karena adanya pengaku, sehingga pengaku efektif mencegah terjadinya tekuk.

Kebanyakan balok didesain untuk memikul lentur dan geser pada sumbu kuat saja. Sumbu kuat (sumbu x-x) merupakan sumbu yang sejajar arah tinggi balok, sedangkan sumbu lemah (sumbu y-y) adalah sumbu yang sejajar arah lebar balok. Sumbu lemah mempunyai perlawanan lentur yang kecil daripada sumbu kuat. Hal ini disebabkan tahanan lentur sebuah balok dipengaruhi oleh momen inersia. Umumnya pada gording, gaya lentur yang bekerja terjadi pada sumbu lemah dan sumbu kuat balok profil canal. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian terhadap perubahan perilaku balok baja yang berupa beban dan lendutan pada sumbu lemah dan sumbu kuat profil C kanal tanpa pengaku dan dengan menggunakan pengaku.

TINJAUAN PUSTAKA

Pembentukan Baja

Terdapat dua cara pembentukan profil baja yaitu pembentukan pada saat kondisi panas atau *hot rolled steel* dan pembentukan yang dilakukan saat keadaan dingin yang biasa disebut *cold formed steel*. Adapun proses pembuatan

baja panas atau umumnya baja konvensional yaitu dengan memasukkan baja panas yang masih merah tersebut ke dalam gilasan. Berbeda dengan pembuatan baja canai dingin yang dibentuk pada saat baja tersebut dingin berbentuk lembaran-lembaran tipis.

Profil bentukan panas (*hot rolled steel*) umumnya digunakan pada konstruksi-konstruksi besar bangunan seperti sebagai kolom maupun balok dan gelagar jembatan. Kebanyakan pada konstruksi bangunan seperti kolom dan balok digunakan profil IWF. Sedangkan pada konstruksi ringan seperti gording dan atap umumnya digunakan baja yang dibentuk dari proses bentukan dingin (*cold formed steel*) (Wigroho & Alfarado, 2017).

Sifat Mekanik Baja

Baja memiliki sifat daktilitas, yang berarti baja mampu mengalami deformasi inelastis bolak-balik diluar batas titik leleh pertama, sambil mempertahankan kemampuan daya dukung bebannya. Hal ini lah yang menjadi alasan rangka struktur baja masih dapat berdiri meskipun tegangan yang dialami telah melampaui tegangan izin. Deformasi sebagian struktur tersebut akan mentransfer beban ke bagian lain yang memikul beban lebih rendah sehingga akan mencegah struktur dari keadaan *collapse* meskipun semua atau sebagian elemen struktur telah mengalami deformasi berlebihan (Tumurang et al., 2016).

Adapun tabel sifat mekanis baja dapat dilihat pada Tabel 1. Selain itu, sifat mekanis yang juga diperlukan untuk perencanaan struktur adalah sebagai berikut:

Modulus Elastisitas : $E = 200000 \text{ MPa}$
Modulus Geser : $G = 80000 \text{ MPa}$
Poisson Ratio : $\mu = 0,3$
Koefisien Pemuaian : $\alpha = 12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

Tabel 1. Sifat mekanis baja (Setiawan, 2008)

Jenis Baja	Tegangan putus tarik, F_u (MPa)	Tegangan leleh tarik, F_y (MPa)	Regangan minimum (%)
BJ34	340	210	22
BJ37	370	240	20
BJ41	410	250	18
BJ50	500	290	16
BJ55	550	410	13

Defleksi

Balok merupakan bagian elemen struktur yang menerima beban. Beban ini lah yang menyebabkan suatu balok bereaksi terhadap beban yang diterima. Balok umumnya memikul beban luar yang bekerja pada arah transversal. Perilaku akibat lentur di balok yaitu defleksi atau lendutan. Dimana pemberian beban tegak lurus pada balok baja menyebabkan komponen bagian atas balok baja mengalami tekan sedangkan pada bagian bawahnya mengalami tarik. Besarnya lendutan dipengaruhi oleh komponen tekan dan tarik tersebut (Wicaksono et al., 2019).

Adapun defleksi maksimum pada baja profil C apabila diberi beban lentur (dua beban terpusat) dengan tumpuan sederhana yaitu sendi dan rol dapat dihitung sebagai berikut:

$$\Delta = \frac{P \cdot a}{24EI} \times (3L^2 - 4a^2) \quad (1)$$

Untuk menganalisis lendutan pada balok dengan beban merata dapat dihitung sebagai berikut:

$$\Delta = \frac{5qL^3}{384EI} \quad (2)$$

dimana:

- P = Beban terpusat (N)
- q = Beban merata (N/mm)
- a = Jarak dari tumpuan ke beban (mm)
- E = Modulus Elastisitas (MPa)

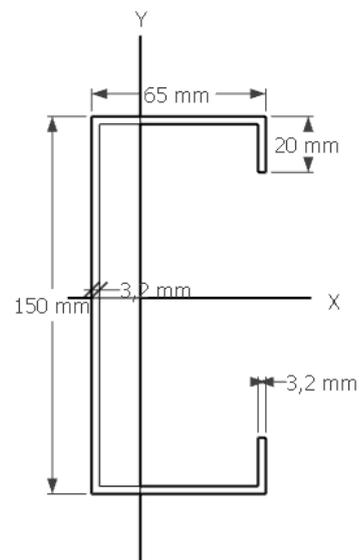
- I = Momen Inersia (mm^4)
- L = Panjang profil (mm)

Software LUSAS V18

Perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis baja profil C adalah *London University Stress Analysis System (LUSAS)*. Perangkat lunak LUSAS dikembangkan oleh sekelompok peneliti di Universitas London yang dipimpin oleh Dr. Paul Lyons pada tahun 1982. *Software LUSAS* memiliki 4 produk utama yaitu *civil and structural, bridge, analyst, dan composite*. LUSAS merupakan salah satu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk menganalisis studi kasus maupun perilaku pada struktur.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan secara numerik menggunakan perangkat lunak LUSAS V18. Pengujian dilakukan dengan skema lentur murni, dimana diberikan pembebanan dua titik pada benda uji. Profil baja yang digunakan pada benda uji menggunakan profil C 150 x 65 x 20 mm dengan spesifikasi seperti pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Dimensi balok baja profil C kanal

Berdasarkan tabel profil baja oleh Gunawan (2018) diketahui beberapa material *properties* pada baja C kanal. Adapun data material *properties* pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Luas Penampang (A) = 1172 mm²

Momen Inersia sb.x (I_x) = 3320000 mm⁴

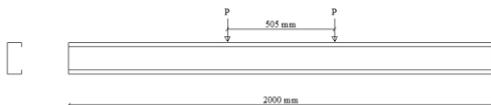
Momen Inersia sb.y (I_y) = 538000 mm⁴

Modulus Penampang sb.x (S_x) = 443000 mm³

Modulus Penampang sb.y (S_y) = 122000 mm³

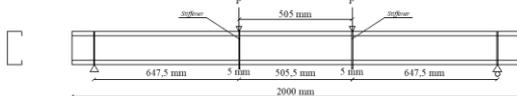
Berat profil (w) = 7,51 kg/m

Adapun pengujian dilakukan dengan 4 benda uji, dimana 2 benda uji yang diletak arah sumbu kuat. Benda uji B1-1 seperti pada Gambar 2 merupakan benda uji yang diletakkan pada arah sumbu kuat tanpa dipasang pengaku.



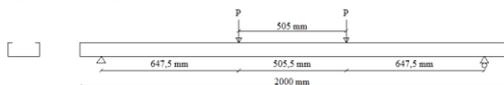
Gambar 2. Benda uji B1-1

Pada Gambar 3 merupakan benda uji yang diletakkan arah sumbu kuat dengan dipasang pengaku pada daerah yang diberi beban dan daerah tumpuan.



Gambar 3. Benda uji B1-2

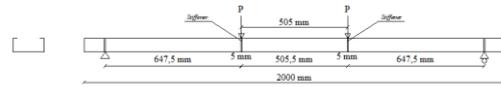
Gambar 4 menunjukkan benda uji B2-1 yang merupakan benda uji yang diletakkan arah sumbu lemah tanpa dipasang pengaku.



Gambar 4. Benda uji B2-1

Adapun pada Gambar 5 menunjukkan benda uji B2-2 yang merupakan benda

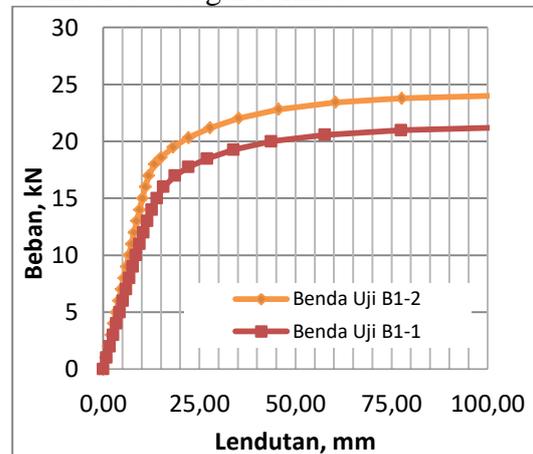
uji yang diletakkan arah sumbu lemah dengan dipasang pengaku pada daerah yang diberi beban dan daerah tumpuan.



Gambar 5. Benda uji B2-2

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis numerik menggunakan aplikasi LUSAS dapat digunakan untuk menganalisis deformasi balok baja seperti defleksi, pembebanan, tegangan dan regangan. Pada pemodelan numerik menggunakan aplikasi LUSAS digunakan tipe elemen pemodelan tiga dimensi. Setelah melakukan pemodelan melalui aplikasi LUSAS dan dijalankan pemodelan tersebut, hasil analisis LUSAS dapat dilihat pada *LUSAS Modeller*. Adapun hasil analisis numerik menggunakan aplikasi LUSAS V18 berupa lendutan pada balok benda uji profil C kanal pada sumbu kuat tanpa *stiffener*, dapat dilihat pada Gambar 6 sebagai berikut.

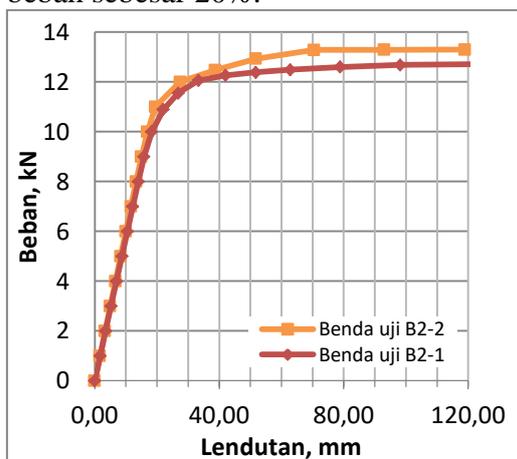


Gambar 6. Perbandingan hasil Analisis LUSAS Hubungan Beban dan Lendutan pada Balok C Kanal Sumbu Kuat

Berdasarkan hasil analisis numerik menggunakan aplikasi LUSAS seperti pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa beban pada batas elastis yang didapat pada benda uji B1-1 atau benda uji arah

sumbu kuat tanpa *stiffener* yaitu 17 kN dengan lendutan sebesar 18,67 mm. Sedangkan hasil analisis numerik menggunakan aplikasi LUSAS pada benda uji B1-2 atau benda uji arah sumbu kuat dengan *stiffener* dapat dilihat bahwa beban pada batas elastis yang didapat yaitu 18 kN dengan lendutan sebesar 13,346 mm. Maka dapat diketahui bahwa pada pengujian lentur arah sumbu kuat pada balok tanpa pengaku dan dengan pengaku terjadi peningkatan kapasitas beban sebesar 5,88 %.

Berdasarkan hasil analisis numerik menggunakan aplikasi LUSAS seperti pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa beban pada batas elastis yang didapat pada benda uji B2-1 atau benda uji arah sumbu lemah tanpa *stiffener* yaitu 10 kN dengan lendutan sebesar 18,29 mm. Sedangkan hasil analisis numerik menggunakan aplikasi LUSAS pada benda uji B2-2 atau benda uji arah sumbu lemah dengan *stiffener* dapat dilihat bahwa beban pada batas elastis yang didapat yaitu 12 kN dengan lendutan sebesar 27,46 mm. Maka didapati bahwa pada arah sumbu lemah balok tanpa pengaku dan dengan pengaku didapat peningkatan kapasitas beban sebesar 20%.



Gambar 7. Perbandingan Hasil Analisis LUSAS Hubungan Beban dan Lendutan pada Balok C Kanal Sumbu Lemah

Dari hasil analisis secara numerik pada baja profil C kanal dapat diketahui kekakuan pada benda uji B1-1 yaitu sebesar 0,911 kN/mm, sedangkan pada benda uji B1-2 didapat nilai kekakuan sebesar 1,349 kN/mm. Sehingga dapat disimpulkan pada benda uji arah sumbu kuat saat diberi pengaku, terjadi peningkatan kekakuan sebesar 48,12%. Adapun pada benda uji yang diletakkan pada arah sumbu lemah dapat diketahui nilai kekakuan pada benda uji B2-1 yaitu sebesar 0,547 kN/mm, sedangkan pada benda uji B2-2 terjadi penurunan nilai kekakuan yaitu menjadi 0,437 kN/mm. Sehingga dapat disimpulkan terjadi penurunan kekakuan sebesar 19,5% pada benda uji yang diletakkan arah sumbu lemah saat diberi pengaku.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis benda uji menggunakan aplikasi *Finite Element LUSAS v18* adalah sebagai berikut:

Pada kedua macam arah pengujian lentur di sumbu kuat dan sumbu lemah, balok profil C kanal yang diberi pengaku memiliki lendutan yang lebih kecil dari pada profil C kanal tanpa pengaku. Pada pengujian lentur arah sumbu kuat pada balok tanpa pengaku didapat beban batas maksimum elastis sebesar 17 kN dengan lendutan sebesar 18,67 mm, sedangkan pada balok dengan pengaku didapat beban batas maksimum sebesar 18 kN dengan lendutan sebesar 13,346 mm. Adapun pada pengujian lentur arah sumbu lemah pada balok tanpa pengaku didapat beban batas elastis sebesar 10 kN dengan lendutan sebesar 18,29 mm, sedangkan pada balok dengan pengaku didapat beban batas maksimum elastis sebesar 12 kN dengan lendutan maksimum sebesar 27,46 mm. Dapat disimpulkan pengujian kuat lentur arah sumbu kuat pada balok tanpa pengaku

dan dengan pengaku didapat peningkatan kapasitas beban sebesar 5,88%. Sedangkan pada pengujian lentur arah sumbu lemah pada balok tanpa pengaku dan dengan pengaku didapat peningkatan kapasitas beban sebesar 20%. Penggunaan pengaku pada sumbu kuat meningkatkan kekakuan sebesar 48,12% dan meningkatkan kekuatan pada benda uji, namun pada benda uji yang diletakkan arah sumbu lemah mengalami penurunan kekakuan sebesar 19,5%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan pengaku dapat meningkatkan kapasitas beban dan kekakuan pada balok benda uji pada benda uji yang diletakkan arah sumbu kuat. Namun pada benda uji yang diletakkan arah sumbu lemah pemberian pengaku membuat benda uji mengalami penurunan kekakuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminullah, Taufik, S., & Barkiah, I (2014) Pengaruh Penambahan Pengaku Vertikal Terhadap Kuat Lentur Balok Baja Profil I. *Jurnal Teknologi Berkelanjutan (Sustainable Technology Journal)* 3(2): 71–81.
- Arianto, J., & Tediato, L. S (2019) Analisis Pengaruh Luas Pengaku Web (As) Terhadap Kuat Tekan dari Baja Ringan Profil Kanal dengan Metode Elemen Hingga. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil* 2(1): 179–188.
- Gunawan, Rudy (2018) *Tabel Profil Konstruksi Baja* (29). Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Selleng, K (2018) Analisis Defleksi Pada Material Baja Ringan Dengan Menggunakan Plat Penguat. *Jurnal MEKANIKAL* 9(1): 830–838.
- Setiawan, A (2008) *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Ciracas, Jakarta, 15-20
- Tumurang, O. M., Dapas, S. O., & Windah, R. S (2016) Analisis Tata Letak Stiffener Terhadap Tekuk Lokal Baja. *Jurnal Sipil Statik* 4(7): 405–413.
- Wicaksono, D. A., Suryanita, R., & Djauhari, Z (2019) Studi Eksperimental Balok Beton Bertulang Dengan dan Tanpa Sengkang. *Jurnal Saintek STTP* 7(1): 1–75
- Wigroho, H. Y., & Alfarado, J (2017) Studi Kuat Lentur Balok Profil C Ganda Dengan Perangkai Tulangan Diagonal. *Jurnal Teknik Sipil* 14(3): 142–152.