

## 1.PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Baja merupakan salah satu material yang umum untuk digunakan dalam berbagai macam hal, salah satunya pada bidang konstruksi. Alasan material ini sering digunakan karena memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan material lainnya. Selain mampu menahan gaya tarik yang besar, material ini memiliki daya tahan yang lama, pemakaian atau pemasangan lebih mudah, dan dapat digunakan berulang kali. Oleh karena itu, penggunaan baja di dunia konstruksi semakin meningkat. Menurut Indonesia Iron dan Steel Industry Association (IISIA), penggunaan baja meningkat dari 16.3 juta ton pada tahun 2022 menjadi 17.3 juta ton pada tahun 2023 (Indonesia Iron dan Steel Industry Association, 2023).

Baja terdiri dari dua tipe, yaitu baja konvensional dan baja canai dingin (*cold formed*). Perbedaan utama dari kedua baja ini yaitu proses pembuatannya, baja canai dingin dibentuk dengan proses pembentukan dingin dan baja canai dingin memiliki ketebalan relatif tipis. Struktur baja canai dingin saat ini populer untuk digunakan karena ringan, mudah digunakan, dan cepat dalam proses konstruksinya. (Sandjaya & Suryoatmono, 2018). Struktur baja canai dingin juga termasuk material yang kuat dan memiliki tegangan leleh yang cukup tinggi mencapai 500 MPa.

Semua material konstruksi pasti memiliki kelemahan, termasuk material baja canai dingin. Kelemahan tersebut adalah tekuk yang dikarenakan oleh tipisnya elemen penampang. Kegagalan tekuk ini adalah kejadian yang paling sering terjadi pada baja canai dingin. Kegagalan tekuk tersebut dapat dibagi menjadi 4, yaitu tekuk lokal, tekuk lentur, tekuk torsional, dan tekuk lentur torsional. Proses kegagalan baja canai dingin berawal dari tekuk lokal yang menjadi kerusakan plastis dan kemudian runtuh (Sandjaya & Suryoatmono, 2018). Hal itu menyebabkan struktur mengalami kegagalan sebelum mencapai kapasitas beban tertingginya. Dengan menggunakan penampang yang disusun, dapat mengurangi kemungkinan terjadinya tekuk lokal pada struktur baja canai dingin.



Gambar 1.1. Tekuk Lokal

Sumber: (Nabilah, 2018, p 1)



Gambar 1.2. Tekuk Lentur

Sumber: (Nabilah, 2018, p 1)



Gambar 1.3. Tekuk Torsi

Sumber: (Nabilah, 2018, p 1)



Gambar 1.4. Tekuk Lentur Torsional

Sumber: (Uzun, 2021)

Penampang tersusun merupakan suatu inovasi untuk membuat kemampuan struktur canai dingin dalam memikul beban menjadi meningkat (Mei, Ng, Lau, & Toh, 2009). Model penampang *back to back* dengan profil *double channel* merupakan penampang tersusun yang paling sering digunakan. Selain mengurangi kemungkinan kegagalan tekuk, *double channel* dengan susunan *back to back* membuat profil menjadi simetris sehingga memiliki kapasitas yang lebih besar dalam memikul beban (Meza, Becque, & Hajirasouliha, 2020). Dengan susunan *back to back*, profil dapat dipasang pada bentang yang lebih besar dengan jarak pengaku yang lebih besar.

Menyusun atau menggabungkan profil *double channel* tidak bisa langsung digabung begitu saja, untuk menyusun profil ini memerlukan sambungan berupa sekrup. Sekrup umum digunakan sebagai pengencang sambungan pada struktur baja. Sekrup umum digunakan karena pengerjaannya cepat, mudah, dan efektif (Haris & Herman, 2016). Sekrup memiliki permukaan ulir yang kasar yang mampu bekerja memikul beban yang besar. Selain itu kekuatan sekrup juga dipengaruhi oleh tingkat kesesuaian antara diameter batang sekrup dan lubang sekrup. Perilaku sambungan sekrup sangat berkaitan dengan bentuk kehancuran yang mungkin terjadi pada keseluruhan struktur (Setiyarto, 2012).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Chaisomphob dan Trung (2019) terhadap baja *cold formed built-up box beam* yang terdiri dari dua canai C dengan bentang 3,5 m, dicari jarak yang efektif dari 4 variasi jarak antar sekrup. 4 Variasi jarak yang diuji adalah  $L/2$ ,  $L/3$ ,  $L/4$ , dan  $L/6$ . Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa, pada jarak sekrup sama dengan atau kurang dari  $L/4$  semua balok mengalami *local buckling*, sedangkan pada balok dengan jarak sekrup lebih dari  $L/4$  dapat terjadi kegagalan *lateral torsional buckling* maupun kombinasi antara *distortional buckling* dan *local buckling*. Oleh karena itu penulis menyarankan penggunaan jarak sekrup sama dengan atau kurang dari  $L/4$ .

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Making, Awaludin, dan Supriyadi (2020) terhadap baja *cold formed* penampang tersusun boks (*closed section*) yang dibentuk dari penampang kanal-lip, dicari juga jarak efektif dari 5 variasi jarak antar sekrup. Dilakukan percobaan pada 19 balok yang memiliki panjang 1,2 m, dengan jarak antar sekrup 100 mm, 150 mm, 200 mm, 250 mm, 300 mm, 328 mm, dan 350 mm. Dari penelitian ini didapatkan bahwa jarak sekrup paling efektif adalah 150 mm dengan kegagalan *local buckling*, sedangkan pada jarak antar sekrup lebih dari 200 mm balok mengalami *local buckling*, kombinasi antara *distortional buckling* dan *local buckling*, serta *local-global interaction buckling*.

Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh Wang dan Young (2018), penelitian jarak sekrup efektif menggunakan balok baja canai dingin dengan *built-up section*. Sampel profil baja canai dingin yang digunakan memiliki panjang 1,6 m dan disusun secara *back to back* dan *face to face*. Masing-masing profil baja yang diuji memiliki ukuran profil dan jarak sekrup yang berbeda-beda. Dari penelitian ini didapatkan bahwa jarak sekrup tidak terlalu berpengaruh pada *built-up open section*, sedangkan pada *built-up closed section* jarak sekrup disarankan kurang dari 4 kali tinggi profil.

Menurut penelitian dari Sandjaya dan Suryoatmono (2018) yaitu tentang penelitian baja canai dingin *built up double chanel back to back* yang membandingkan kuat tekan antara perhitungan menggunakan SNI 7971:2013 dan eksperimen. Masing-masing panjang benda uji baik *single channel* ataupun *built up double chanel back to back* adalah 1,8 m. Kegagalan yang terjadi adalah tekuk lokal karena besarnya rasio kelangsingan penampang. Beban tekuk kritis berdasarkan eksperimen untuk profil *built up double chanel back to back* adalah 27,2 kN, sedangkan berdasarkan SNI 7971:2013 adalah 20,74 kN. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa perbedaan antara perhitungan SNI dengan eksperimen adalah 23,75%.

Selanjutnya untuk membandingkan hasil perbandingan kapasitas lentur antara perhitungan menggunakan SNI 7971:2013 dan uji eksperimen, Hartanto dan Sugiarto (2022) melakukan penelitian pada baja canai dingin *single channel* dan *double channel back to back*. Pada penelitian ini, diuji *single channel* dan *double channel* dengan 4 ukuran profil yang berbeda-beda dengan panjang 1,2 m dan 3 m. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah profil *single channel* dan *double channel* mengalami *lateral torsional buckling* sesuai dengan hasil perhitungan menggunakan SNI 7971:2013. Pada profil *single channel* terdapat perbedaan hasil kapasitas lentur sebesar 16%-29% terhadap SNI 7971:2013.

Penelitian lanjutan telah dilakukan oleh Yuliana dan Ariani (2023) untuk meneliti baja canai dingin *single channel* dan *double channel back to back* yang juga membandingkan uji kapasitas lentur secara eksperimen. Pada penelitian ini digunakan profil dengan bentang 0,5 m, 1 m, 1,5 m, 2 m, dan 2,5 m. Hasil dari penelitian ini juga diujikan terhadap SNI 7971:2013. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, pada bentang 0,5 m kegagalan yang terjadi berupa *local buckling* yang dicurigai terjadi karena ujung pembebanan yang terlalu tajam sedangkan pada bentang 1-2,5 m kegagalan yang terjadi berupa LTB. Selain itu, pada profil *single channel*, hasil yang didapat berupa hasil uji eksperimen mencapai 48,839% lebih kecil dari hasil perhitungan SNI sedangkan pada profil *built up double channel back to back* memiliki sebuah inkonsistensi dimana seiring bertambahnya bentang, perbedaannya terhadap SNI yang awalnya

lebih kecil 37,807% pada bentang 0,5m berkurang hingga menjadi 25,095% diatas perhitungan SNI.

Melalui penelitian yang dilakukan oleh Sansuddi dan Mohite (2018), dilakukan suatu metode untuk mengatasi kegagalan *lateral torsional buckling* yaitu dengan menggunakan pembebanan dengan tipe *four-point bending* agar tidak terjadi *local buckling* yang dikarenakan beban terpusat yang terlalu besar. *Four-point bending* menyalurkan beban terpusat yang besar menjadi 2 beban lebih kecil yang menghindari terjadinya kehancuran artifisial pada salah satu sayap bagian canai dingin.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, terdapat perbedaan hasil kapasitas lentur antara perhitungan menggunakan SNI 7971:2013 dan uji eksperimental pada baja canai dingin profil *single channel* maupun *built up double channel back to back*. Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut untuk dapat mengetahui faktor-faktor penyebab perbedaan tersebut. Selain itu, pada penelitian sebelumnya, bentang profil *single channel* dan *double channel* yang diujikan hanya berhenti pada 2,5 m dan berdasarkan penelitian Laím et. al (2013), terdapat perubahan kekuatan yang cukup signifikan pada bentang 3 hingga 4 meter. Maka daripada itu, penelitian kali ini juga akan difokuskan pada bentang diatas 2,5 m.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana perbandingan pengaruh panjang bentang terhadap perbedaan hasil perhitungan kapasitas lentur antara analisis menggunakan SNI 7971:2013 dengan eksperimental pada profil baja *cold formed single channel* dan *double channel back to back*.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah menemukan perbandingan pengaruh panjang bentang terhadap perbedaan hasil perhitungan kapasitas lentur antara analisis menggunakan SNI 7971:2013 dengan eksperimental pada profil baja *cold formed single channel* dan *double channel back to back*.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Melalui penelitian ini diharapkan kedepannya perhitungan SNI 7971:2013 yang digunakan bisa dikembangkan lagi.

### 1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Berikut aspek-aspek ruang lingkup pada penelitian ini:

1. Penelitian dilakukan pada profil baja *cold formed single channel* dan *double channel back to back*.
2. Profil *channel* C100×28.5×9 dengan tebal 2 mm.
3. Penelitian dilakukan pada profil *single channel* yaitu 0.5 m, 1 m, 2 m, 2.5m dan *double channel back to back* yaitu, 0.5 m, 1 m, 2 m, dan 3 m.
4. Pembebanan menggunakan loading jack
5. Perletakkan profil *Simply Supported Beam*.
6. Pembebanan metode *4-Point Bending*
7. *Spreading Beam* yang digunakan adalah profil INP 150.
8. Perhitungan dihitung berdasarkan SNI 7971:2013.
9. Mutu baja canai dingin yang digunakan dalam penelitian ( $F_y = 240$  MPa).
10. Penelitian dilakukan di laboratorium struktur Universitas Kristen Petra Surabaya.
11. Sekrup yang dipakai untuk profil *double channel back to back* yaitu sekrup #12 *double layer*.
12. Jarak antar sekrup 200 mm.
13. Pengukuran defleksi dilakukan menggunakan alat LVDT