

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada dasarnya konstruksi bangunan terdiri dari dua komponen, yaitu komponen struktural dan non struktural. Dinding, pintu, jendela, dan komponen arsitektur lain merupakan komponen non struktural sehingga menjadi beban pada bangunan. Berbeda dengan kolom, balok, pelat, pondasi, elemen struktur ini merupakan komponen struktural yang berperan sebagai penahan beban dalam bangunan. Balok merupakan salah satu komponen struktural terpenting pada bangunan yang menahan beban yang akan dipikul oleh bangunan tersebut.

Balok merupakan salah satu elemen struktur penting yang menahan lentur (*bending*) dan gaya geser (*shear*) yang lebih dominan dibandingkan dengan gaya aksial (Priyosulistyo, 2010). Balok dapat dibuat menggunakan berbagai material, salah satunya adalah profil baja. Profil baja umum digunakan sebagai elemen struktur pada sebuah bangunan, terutama untuk bangunan bentang lebar karena penggunaan material beton pada bentang lebar akan boros dari segi ukuran/dimensi dan dari segi berat sendiri struktur.

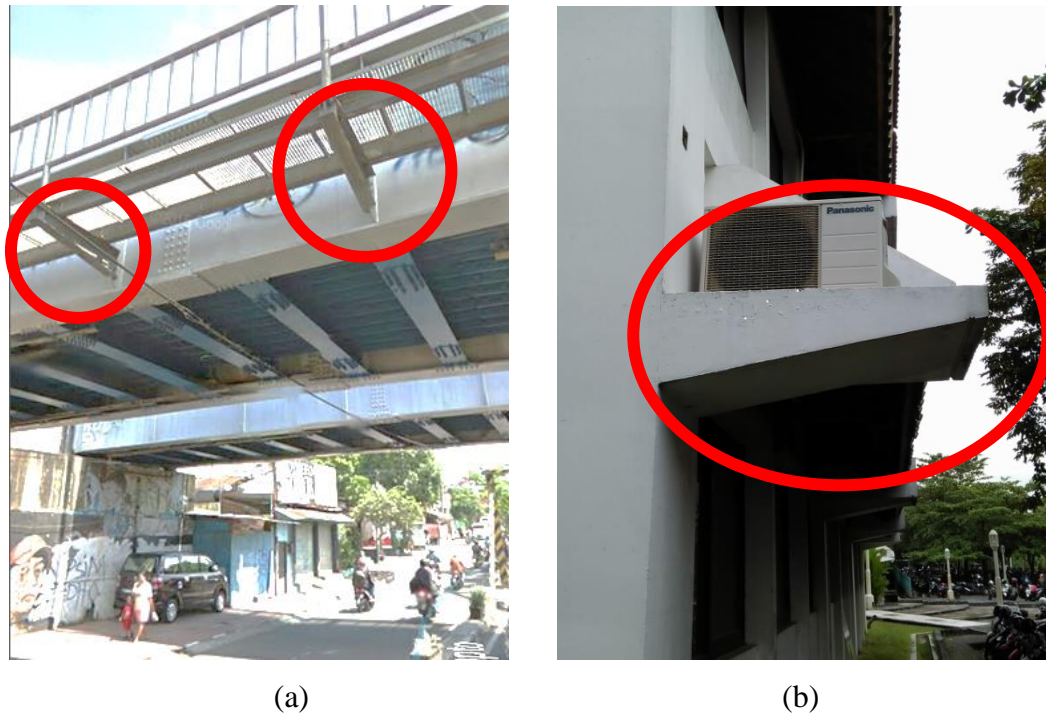
Profil baja IWF (*Wide Flange*) adalah salah satu profil baja yang paling populer digunakan untuk konstruksi baja. Mulanya profil – profil baja dirakit sewajarnya namun sejalan dengan kemajuan rekayasa di bidang konstruksi, profil – profil baja direkayasa lagi supaya mendapat kekuatan baja yang lebih besar sesuai dengan kebutuhan. Mulai munculah rekayasa – rekayasa baja untuk mengoptimalkan kekuatan profil baja tersebut, salah satunya dengan dirubah menjadi *castellated beam*.

Castellated beam merupakan penerapan dari konsep perluasan balok dan *girder* dengan badan berlubang, yaitu konsep yang bekerja dengan cara merubah dan memperluas penampang balok atau girder tanpa mengganti profil awal (*H.E. Horton* dari Chicago dan *Iron Work*, 1910). Profil baja dibelah menjadi 2 bagian yang sama, dan disambungkan kembali menggunakan las dengan maksud meningkatkan seluruh kemampuannya. Dengan cara demikian maka balok dengan

luas yang sama akan menghasilkan modulus potongan dan momen inersia yang lebih besar.

Bentuk pembelahan pola sangat bermacam – macam yang disesuaikan dengan kebutuhannya, macam – macam pola yang umum digunakan adalah lingkaran, heksagonal, oktagonal atau bentuk – bentuk lubang lainnya. Teknis pembelahan pelat badan profil akan mempengaruhi bentuk badan profil. Jika pembelahan pelat badan (*web*) balok dilakukan secara zig – zag horizontal maka profil tidak hanya bertambah tinggi, tapi juga akan dihasilkan pelat badan balok yang berlubang dan semakin luas, namun jika pembelahan pelat badan profil dilakukan secara miring maka akan menghasilkan balok non prismatis karena perluasan hanya terjadi pada salah satu ujung pelat badan saja dan pada ujung pelat badan yang satunya mengalami penyempitan (Agus, 2013).

Castellated beam dengan tumpuan sederhana sudah sangat umum digunakan oleh masyarakat sebagai salah satu elemen struktur pada bangunan. Sebaliknya, *castellated beam* ini jarang digunakan sebagai balok kantilever. Balok kantilever merupakan balok sederhana dengan dijepit di salah satu ujungnya. Umumnya balok kantilever digunakan di daerah luar bangunan seperti atap atau ruangan yang menjorok keluar sehingga hanya ditopang oleh salah satu kolom saja. Sebagai contoh, berikut pada Gambar 1.1 (a) ditunjukkan penggunaan profil baja non prismatis pada sebuah jembatan rel kereta api di atas Jalan Letjen Suprpto Yogyakarta, yang digunakan sebagai jalur inspeksi pada jembatan. Contoh lainnya yaitu pada Gambar 1.1 (b) ditunjukkan penggunaan balok beton non prismatis pada sebuah gedung perkuliahan di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang digunakan sebagai tempat mesin *Air Conditioner Central Outdoor*.



Gambar 1.1 Contoh penerapan balok kantilever dengan penampang non prismatis pada (a) balok baja (b) balok beton

Dari contoh penerapan balok kantilever tersebut, maka *castellated beam* dapat menjadi salah satu alternatif untuk digunakan sebagai pengganti balok baja biasa untuk mengoptimalkan jumlah baja yang digunakan dalam sebuah struktur. Akan tetapi, perlu dicari seberapa besar bukaan (lubang) balok agar optimal untuk bentang – bentang tertentu. Pada penelitian ini, diusulkan penelitian tentang studi mengenai balok kantilever yang menggunakan profil *castellated* dengan lubang bukaan berbentuk heksagonal yang juga berpenampang non prismatis. Analisis yang akan dilakukan menggunakan metode elemen hingga untuk mengetahui parameter – parameter struktur seperti besar lendutan dan tegangan – tegangan yang terjadi pada balok.

B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan diatas, berikut adalah beberapa rumusan masalah yang diusulkan pada penelitian ini.

1. Berapa tinggi lubang/diameter lubang yang paling efektif untuk menghasilkan penampang yang optimal dari segi *displacement*

(perpindahan), tegangan baja, dan dari jumlah sisa pemotongan yang paling sedikit, untuk setiap variasi jarak bentang balok?

2. Berapa jarak lubang yang paling efektif untuk menghasilkan penampang yang optimal dari segi *displacement* (perpindahan), tegangan baja, dan dari jumlah sisa pemotongan yang paling sedikit, untuk setiap variasi jarak bentang balok?
3. Berapa sudut pemotongan yang paling efektif untuk menghasilkan penampang yang optimal dari segi *displacement* (perpindahan), tegangan baja, dan dari jumlah sisa pemotongan yang paling sedikit, untuk setiap variasi jarak bentang balok?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memperoleh tinggi lubang/diameter lubang yang paling efektif untuk menghasilkan penampang yang optimal dari segi *displacement* (perpindahan), tegangan baja, dan dari jumlah sisa pemotongan yang paling sedikit, untuk setiap variasi jarak bentang balok.
2. Dapat memperoleh jarak lubang yang paling efektif untuk menghasilkan penampang yang optimal dari segi *displacement* (perpindahan), tegangan baja, dan dari jumlah sisa pemotongan yang paling sedikit, untuk setiap variasi jarak bentang balok.
3. Dapat memperoleh sudut pemotongan yang paling efektif untuk menghasilkan penampang yang optimal dari segi *displacement* (perpindahan), tegangan baja, dan dari jumlah sisa pemotongan yang paling sedikit, untuk setiap variasi jarak bentang balok.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini,

1. Bertambahnya pengetahuan tentang *castellated beam* serta pemodelan menggunakan program komputer (*AutoCAD*, *FreeCAD*, dan *LISA-FEA*).
2. Mengetahui cara perhitungan metode elemen hingga sebagai aplikasi pada penelitian.

3. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan dalam konstruksi baja terutama dalam struktur balok.
4. Dapat memperkaya khasanah ilmu pengetahuan pada umumnya, khususnya di bidang teknik sipil dalam penggunaan baja di industri konstruksi.

E. Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian ini, ada beberapa batasan masalah yang diambil untuk mengurangi jumlah sampel yang dapat berkembang menjadi sangat banyak. Beberapa batasan yang diambil adalah sebagai berikut.

1. Profil baja yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan ukuran profil IWF 150x75x7x5, yaitu profil baja yang dengan ukuran yang paling kecil yang tersedia secara umum di toko bahan bangunan di sekitar Jawa dengan mutu leleh profil baja adalah 400 MPa.
2. Besar diameter lubang bukaan heksagonal diambil 3 buah variasi, yaitu 50 mm, 75 mm, dan 100 mm.
3. Jarak antar lubang divariasikan hanya sejumlah 3 buah variasi, yaitu 60 mm, 80 mm, dan 100 mm.
4. Sudut pemotongan divariasikan hanya sejumlah 2 buah variasi, yaitu 55° dan 60° .
5. Jarak bentang yang digunakan pada penelitian ini adalah 2 m; 2,5 m; 3 m; dan 3,5 m.
6. Sambungan pada pemotongan baja (las) tidak dimodelkan pada penelitian ini.
7. Pada penelitian ini *buckling* tidak dimodelkan.
8. *Corner radius* (r) pada baja IWF tidak dimodelkan pada penelitian ini.
9. Penggunaan profil non prismatis dilakukan dengan mengacu pada ketinggian acuan salah satu profil saja.
10. Tidak memperhitungkan metode konstruksi di lapangan.

F. Keaslian Penelitian

Berikut disajikan beberapa penelitian yang pernah dilakukan mengenai *castellated beam* dengan metode elemen hingga.

1. Studi perilaku balok kastela bentang pendek dengan variasi dimensi lubang heksagonal menggunakan metode elemen hingga (Muhtarom, 2015).
2. *Finite elements analysis of castellated stell beam* (Wakchaure dan Sagade, 2012).
3. *Development of Optimization of Stell Castela As The Stell Beams Contructions* (Wiyono, 2013).
4. Analisa model keruntuhan variasi bukaan badan pada profil *hexagonal castellated beam* dengan program *FEA* (Priyambodo dan Suswanto, 2014).
5. *Shear Strength Of Castellated Beam With And Without Stiffeners Using FEA (ANSYS 14)* (Anupriya, 2014).
6. *Welded Sleeve Connection Design of Cantilevered Steel Sign Structures* (Sim and Uang, 2011).
7. *Stability of cantilever walls of steel thin-walled bars with open cross-section. Thin-Walled Structures* (Szychowski, 2015).
8. *Stability Analysis of a Deep Cantilever Beam with Laterally Distributed Follower Force* (Fazelzadeh, 2014).
9. Perbandingan Tegangan dan Deformasi Baja Profil T dan Setengah IWF pada Kantilever Bentang Pendek Melalui Analisis Metode Elemen Hingga (Maulana, 2016).
10. Tekuk Torsi Lateral Balok I Kantilever Non Prismatis (Wijaya, 2014).

Dari seluruh penelitian di atas, menurut peneliti belum ada penelitian mengenai “Analisis Tegangan dan Deformasi Balok Kantilever *Castellated* Bukaan Heksagonal Penampang Non Prismatis menggunakan Metode Elemen Hingga (Variasi Sudut Lubang, Jarak Antar Lubang, Diameter Lubang, dan Panjang Bentang)“, sehingga penelitian ini dijamin keasliannya.