

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Castellated Beam* Bukaan Heksagonal

Beberapa penelitian mengenai *castellated beam* dengan lubang bukaan heksagonal telah dilakukan sebelumnya. Muhtarom (2015) melakukan penelitian dengan analisis numeris menggunakan metode elemen hingga dan membandingkan dengan hasil yang dilakukan dengan benda uji pada laboratorium. Pada penelitian ini, digunakan baja balok *castellated* dengan profil ukuran IWF 225x75x7x5 mm yang dibentuk dari baja IWF 150x75x7x5 dengan panjang bentang 1 m dengan bukaan heksagonal. Program analisis yang digunakan adalah *ANSYS versi 10*. Dari hasil penelitian, dapat diketahui bahwa untuk model numerik lebih kaku dibandingkan dengan model eksperimen karena idealisasi pada model numerik lebih sempurna. Dari hasil perbandingan tegangan antara analisis numeris dan eksperimental di laboratorium, perbedaan tegangan yang dihasilkan hanya memiliki selisih 6,55% dengan kapasitas beban ultimit mencapai 145 kN dengan defleksi yang diraih senilai 2,44 mm.

Penelitian lainnya mengenai *castellated beam* yang dianalisis menggunakan numeris melalui program *ANSYS* juga dilakukan oleh Wakchaure dan Sagade (2012). Benda uji dengan bentang sebesar 2 m variasi tinggi profil dari 210 mm hingga 240 mm, diperoleh mencapai 120 kN dengan defleksi mencapai 5,06 mm. Dari penelitian ini, juga dapat diketahui bahwa nilai bukaan maksimum dengan hasil memuaskan akan diperoleh bila tinggi bukaan pada lubang heksagonal tidak melebihi dari 0,6 tinggi profilnya, karena bila bukaan terlalu besar, maka kegagalan akan segera terjadi. Distribusi tegangan yang terjadi juga berada pada daerah pojok lubang bukaan heksagonal.

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Wiyono (2013), penelitian *castellated beam* tidak menggunakan metode elemen hingga tetapi dilakukan dengan uji laboratorium. Penelitian ini menggunakan 7 benda uji dengan profil baja IWF 200x100x5,5x8 untuk mengetahui optimasi kekuatan tegangan lentur, akibat penentuan sudut, tinggi dan lebar pemotongan profil. Dari hasil penelitian, ditinjau dari identifikasi momen leleh, lendutan dan *buckling* pada

baja kastela diperoleh sudut optimal pemotongan profil yaitu $40^{\circ} - 60^{\circ}$, tinggi potongan profil optimal tidak boleh melebihi 50% dari tinggi awal profil atau lebih dari 150 mm, dan lebar pemotongan profil dianjurkan tidak melebihi 2,5% dari tinggi pemotongan profil yaitu 12,5 cm. Terbukti *castellated beam* lebih kuat menahan momen dibandingkan dengan baja profil utuh.

Begitupun dengan penelitian yang dilakukan oleh Priyambudi dan Suswanto tahun 2014, penelitian *castellated beam* dilakukan menggunakan analisa rumus empiris maupun *software FEA (finite element analysis)*. Benda uji yang digunakan profil IWF *Web Solid* 254x101,6x6,85x5,8 mm dengan panjang 1750 mm, 3048 mm, dan 3500 mm yang dibebani sebesar 30 kN kemudian ditingkatkan secara bertahap sampai profil mengalami keruntuhan. Dari hasil penelitian, diperoleh *castellated beam* dengan bukaan heksagonal ideal untuk menahan beban terbesar 180 kN dengan defleksi terkecil 4,13 mm. Jarak antar lubang yang terlalu panjang menyebabkan kegagalan *vierendel* sedangkan bila terlalu pendek akan menyebabkan kegagalan *fleksural* atau geser horisontal. Penampang baja akan mengalami lendutan yang semakin besar apabila mengalami leleh.

B. *Castellated Beam* Bukaan Heksagonal Yang Diperkuat

Balok *castellated* juga pernah diteliti oleh Anupriya dan Jagadeesan (2014) dengan melihat kekuatan geser yang dimiliki balok *castellated* bukaan heksagonal dengan membandingkannya apabila diberikan perkuatan dan tidak. Ketinggian profil yang digunakan adalah 150 mm yang ditingkatkan menjadi 225 mm dan 300 mm dengan nilai kuat leleh baja adalah 250 MPa. Perkuatan yang diberikan merupakan pengaku diagonal dan pengaku vertikal. Dari hasil penelitian, diperoleh bahwa untuk profil baja *castellated* yang memiliki tinggi akhir 225 mm, dengan memberikan beban yang sama yakni 100 kN, diperoleh nilai defleksi pada balok yang tidak diberi perkuatan sebesar 12,76 mm, sedangkan yang diberi perkuatan diagonal hanya memiliki defleksi sebesar 9,63 mm. Dari penelitian ini, diketahui bahwa penggunaan pengaku diagonal akan lebih memberikan hasil yang maksimal dibandingkan tidak diberikan pengaku, yang ditunjukkan dari adanya pengurangan defleksi yang terjadi.

C. Balok Baja Kantilever

Penelitian mengenai balok kantilever baja juga dilakukan oleh Sim dan Uang (2011). Penelitiannya dilakukan terhadap sambungan las pada balok kantilever baja yang difungsikan sebagai struktur penahan rambu jalan. Pada penelitian ini, sebuah pipa baja diteliti untuk didesain sambungan lasnya karena sambungan tersebut cukup rawan terhadap kegagalan pada struktur kantilever. Analisis yang digunakan menggunakan program *ABAQUS 2005*, yaitu dengan analisis metode elemen hingga. Hasil penelitian ini menunjukkan beberapa kegagalan yang terjadi pada sambungan las akibat struktur kantilever yang dibentuk dan beban yang terjadi akibat angin, dan pada penelitian ini diajukan pula alternatif sambungan las pada bagian tumpuan jepit balok kantilevernya.

Penelitian yang pernah dilakukan mengenai material baja sebagai kantilever adalah penelitian yang dilakukan oleh Szychowski (2015). Pada penelitian Szychowski (2015), dilakukan tinjauan stabilitas dari struktur dinding berupa kantilever dari baja tipis. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan sampel berupa baja dengan bentang mencapai 60 cm, lebar 10 cm, dengan ketebalan baja sebesar 2 mm. Penelitian ini menghasilkan nilai variasi koefisien tekuk pelat (k) yang dihasilkan dari perhitungan analisis tegangan.

Selain kedua penelitian diatas, pernah dilakukan penelitian oleh Fazelzadeh dan Kazemi Lari (2014) tentang analisis stabilitas balok kantilever tinggi dengan beban terdistribusi. Balok dapat berupa baja maupun material isotropis lainnya. Pada penelitian ini digunakan balok dengan ketebalan yang sangat tipis dan diberikan beban tegak lurus arah sumbu utamanya. Dari hasil penelitian ini, diketahui bahwa dengan analisis numerik dan dengan penambahan beban akan mengakibatkan ketidakstabilan balok baik secara statis maupun dinamis.

D. Balok Baja Kantilever Non Prismatis

Penelitian tentang balok kantilever dengan baja profil non prismatis telah dilakukan oleh Maulana (2016) dengan menggunakan *software LISA-FEA* sebagai program perhitungan. Benda uji yang digunakan adalah profil baja T dan profil setengah IWF berjumlah 8 buah sampel yang bertumpuan kantilever dengan panjang bentang 1,5 m yang diberikan pembebanan dari 0,5 ton hingga 1,25 ton.

Dari hasil penelitian, dapat diketahui profil baja T mengalami tegangan dan *displacement* yang lebih besar dibandingkan dengan profil setengah IWF sehingga penggunaan penampang setengah IWF lebih efektif saat digunakan pada struktur kantilever bentang pendek. Distribusi tegangan yang terjadi pada balok kantilever berupa tegangan tarik pada daerah permukaan pembebanan dan tegangan tekan pada daerah permukaan bawah balok.

Pada tahun 2014, Wijaya juga melakukan penelitian tentang balok IWF kantilever non prismatis menggunakan program *SAP2000 v.14*. Benda uji memiliki variasi ketinggian penampang pada ujung kanan dari 100 – 600 mm, panjang balok 4 m – 11m yang dibebani beban terbagi merata dan beban terpusat pada ujung bebas balok. Beban bekerja pada pusat geser, sayap atas (tepi atas badan), dan pada sayap bawah (tepi bawah badan). Dari hasil penelitian tentang perilaku tekuk torsi lateral, diperoleh besarnya momen kritis balok non prismatis dengan balok kantilever prismatis dijauh berbeda yaitu 1 – 6%. Dengan bertambahnya kemiringan badan akan mempengaruhi rasio momen kritis yang bekerja pada sayap atas dan pada sayap bawah dengan momen kritis akibat beban pada pusat geser.