

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penelitian Sebelumnya

Studi eksperimen dan kajian teoritis tentang balok kastela dengan lubang bukaan heksagonal sudah banyak diteliti oleh para peneliti terdahulu. Berikut beberapa penelitian mengenai balok kastela.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Mas Anantin dan Karyoto tahun 2015 mengenai optimalisasi balok kastela dengan adanya pergeseran lubang pada sayap yang mengalami tekan, sehingga menciptakan penampang balok baja kastela yang optimal. Digunakan lima benda uji balok baja kastela dengan ukuran profil IWF 150x75x5x7 mm dan panjang masing-masing 1,46 m. Ukuran yang digunakan berbeda pada masing-masing benda uji baja kastela yaitu 30,5 mm; 35,05 mm; 39,66 mm; 44,24 mm; dan 48,82 mm, yang kemudian akan diuji lendutannya. Dari penelitian didapatkan bahwa balok baja kastela yang diberi perilaku penurunan lubang memiliki kemampuan dalam menerima beban yang lebih besar dibandingkan balok baja normal.

Penelitian lainnya mengenai balok kastela yang menganalisis model keruntuhan pada variasi bukaan menggunakan program FEA dilakukan oleh Bagus Pryambodo pada tahun 2014. Pada penelitian ini dilakukan uji pembebanan bertahap terhadap beberapa benda uji sampai mengalami runtuh. Setelah itu akan dilakukan analisis tegangan maupun defleksinya untuk mengetahui beban (P) limitnya. Hasil dari analisis program FEA tadi akan dibandingkan dengan analisis rumus empiris. Sehingga didapat hasil penelitian yaitu pengaruh sudut potongan terhadap jumlah panel pada balok kastela. Semakin besar sudut potongan maka semakin banyak jumlah potongan kastelanya. Pada analisis program FEA membuktikan teori bahwa penampang baja yang mengalami leleh akan menghasilkan lendutan yang semakin besar.

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Ahmad Muhtarom pada tahun 2015. Penelitian tersebut mengenai analisis numeris balok kastela

dengan bukaan heksagonal menggunakan metode elemen hingga dan analisis dilaboratorium. Program yang digunakan dalam analisis tersebut yaitu ANSYS. Profil baja balok kastela yang digunakan yaitu IWF 225x75x5x7 mm dan 150x75x5x7 sebelum dimodifikasi. Dari hasil penelitian, didapat analisis tegangan, regangan, defleksi dan beban ultimit. Dari perbandingan analisis numeris dan uji dilaboratorium didapat selisih sebesar 3.20 % untuk nilai beban ultimit. Adapun nilai tagangan maksimum memiliki selisih 6,55% dengan defleksi yang terjadi dengan presentase selisish diatas 10%.

Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Wakchaure pada tahun 2012, mengenai pengaruh bukaan web terhadap berbagai aspek struktural dari balok kastela, mode kegagalan, dan pengaruh defleksi terhadap tinggi kedalaman bukaan *web*. Analisis yang digunakan berupa analisis elemen hingga dan program ANSYS. Hasil dari analisis elemen hingga akan digunakan sebagai syarat untuk menentukan maksimum kedalaman bukaan *web* yang diperlukan. Dari penelitian diketahui kekakuan lentur balok baja kastela hampir sama dengan profil balok aslinya. Sehingga disimpulkan bahwa balok kastela dapat diterima dengan baik dalam industri pembangunan.

Penelitian Herman Parung pada tahun 2013 dilakukan sebagai tindak lanjut dari penelitian Wakchaure, 2012. Penelitian ini menggunakan profil baja IWF 200x100x5.4x8 mm yang dipabrikasi menjadi balok baja kastela dengan bukaan heksagonal. Penelitian ini dilakukan dengan memberi pembebanan monotonik terhadap benda uji, sehingga didapat hasil penelitian menunjukkan sudut bukaan 60° dan panjang bukaan 9 cm memberikan hasil yang optimal untuk balok baja kastela dengan bukaan heksagonal.

B. Balok Kastela dengan bukaan lingkaran

Pada penelitian diatas hampir semua terfokus pada bentuk bukaan heksagonal. Ada beberapa penelitian yang membahas balok kastela dengan bukaan lingkaran yaitu penelitian yang dilakukan oleh Suharjanto

pada tahun 2011 mengenai pengaruh bukaan lubang lingkaran pada balok kastela dengan adanya penambahan plat dan tanpa plat terhadap kuat geser. Penelitian ini menggunakan baja balok kastela dengan ukuran profil IWF 150x75x5x7 mm. Penelitian dilakukan dengan memberi gaya vertikal pada kedua benda uji balok baja tersebut sehingga diperoleh keadaan lentur murni. Dari hasil penelitian, dapat diketahui beban maksimal pada balok kastela dengan bukaan lingkaran tanpa penambahan plat sebesar 60,72 kN dan 82,33 kN pada balok kastela dengan bukaan lingkaran dengan penambahan plat.

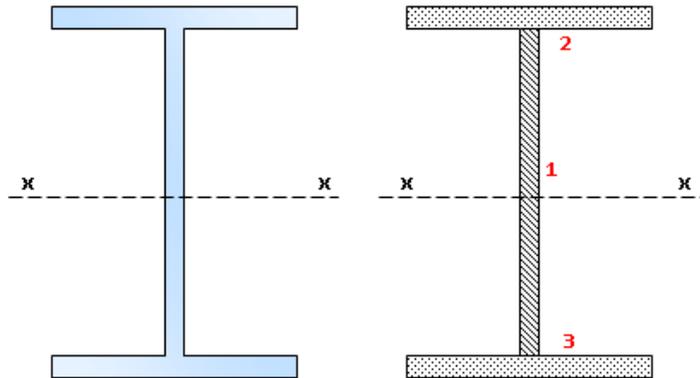
Penelitian lainnya mengenai balok kastela bukaan lingkaran yaitu penelitian yang dilakukan oleh Mohan dan Prabhakaran pada tahun 2011. Penelitian ini menganalisis mengenai balok baja kastela dengan dan tanpa bukaan *web* menggunakan metode elemen hingga. Program yang digunakan yaitu ANSYS (*Acronym for analysis system*). Resmi Mohan mencoba melakukan perbandingan antara balok baja solid dan balok baja kastela dengan bukaan heksagonal dan bukaan lingkaran. Pada ketiga benda uji akan diberikan beban yang sama untuk mendapatkan nilai defleksi. Dari penelitian diketahui balok baja kastela bukaan heksagonal menunjukkan kapasitas beban yang diterima lebih baik dan defleksi yang paling kecil ditunjukkan pada balok baja solid.

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Mohan dan Prabhakaran pada tahun 2015, sama halnya dengan penelitian sebelumnya. Penelitian ini juga melakukan analisis terhadap gaya defleksi yang terjadi pada balok baja dengan dan tanpa bukaan pada badan baja. Penelitian ini menggunakan profil baja IWF yang difabrikasi menjadi balok baja kastela dengan bukaan heksagonal dan lingkaran. Kemudian didapat perbandingan defleksi terhadap balok baja solid dan balok baja kastela dengan bukaan heksagonal dan lingkaran setelah dilakukan uji pembebanan. Dari hasil penelitian menunjukkan balok baja dengan bukaan heksagonal lebih kuat dibandingkan balok baja bukaan lingkaran, karena pada proses pabriaksi tidak terdapat pengurangan material. Dan untuk ketiga jenis balok baja menunjukkan kapasitas beban yang dibawa lebih besar untuk semua balok.

C. Momen Inersia

Profil IWF (*wide flange*) adalah salah satu profil baja struktural yang sering digunakan untuk konstruksi baja. Profil ini terbagi dalam 3 bagian yang berbentuk persegi seperti pada gambar 2.1. Dengan demikian perhitungan momen inersia baja ini menggunakan rumus (Arianto, 2015)

$$I = \frac{1}{12} bh^3 \dots\dots\dots (2.1)$$



Gambar 2.1 Baja profil IWF

(Sumber : Arianto, 2015)

D. Balok Baja Kastela (*Castellated Beam*)

Balok kastela (*castellated beam*) merupakan penerapan dari konsep *Open – Web Expanded Beams and Girders*. Konsep ini bekerja dengan cara merubah dan memperluas penampang balok atau girder tanpa mengganti profil awal (H.E. Horton 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.

E. Desain Balok Kastela

Profil kastela ini dibuat dengan menggunakan suatu profil baja yang dipotong secara simetris arah zig-zag sepanjang garis tengah profil. Dimulai pemotongan secara mendatar, pada bagian bawah dengan panjang tertentu kemudian naik dengan sudut dan ketinggian tertentu. Kemudian memotong mendatar, turun lagi dengan sudut dan ketinggian tertentu dan kembali lagi pemotongan secara mendatar dengan panjang yang sama.

Pemotongan dilakukan secara terus-menerus dengan cara yang sama sehingga mencapai panjang batang (L) yang diinginkan. Selanjutnya sisi potongan terluar ditemukan dan disatukan dengan teknik pengelasan, sehingga akan didapatkan profil yang lebih tinggi dari sebelumnya, dan berlubang pada bagian badan (Jein Sangga, dkk,2015).

Menurut AISC tahun 2016, *castella beam* dan *Cellular beam* adalah desain balok yang dibuat untuk lokasi spesifik dalam suatu pembangunan/proyek yang khusus. Proses pembuatan *castella beam* dan *cellular beam* dilakukan dengan cara pabrikasi yang sama tapi tidak serupa. Pabrikasi *castella beam* menggunakan operasi komputer untuk memotong baja dengan pola zig-zag sepanjang badan profil. Pabrikasi *cellular beam* dilakukan perlakuan yang sama halnya *castella beam* yaitu dengan pemotongan membentuk pola lingkaran pada badan baja .

Penggunaan *castella beam* dan *cellular beam* lebih ideal digunakan untuk keperluan struktur dengan bangunan yang terbuka dan memiliki ruang yang sangat luas, seperti garasi parkir, bangunan industri dan fasilitas *Warehouse*, bangunan kantor, sekolah dan rumah sakit.