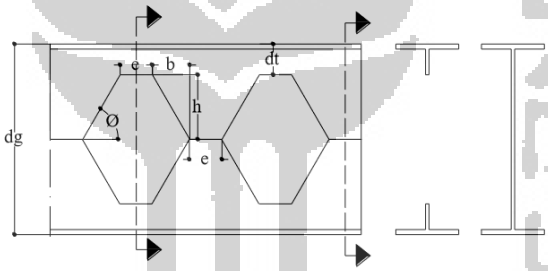
# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Desain Baja Castellated Beam

Menurut Masita Nur Hayati dan Suprapto (2013), bahwa optimalisasi baja kastela bila ditinjau dari lebar potongan profil (e) pada lubang kastela tidak diperbolehkan melebihi dari 2 ½ h atau e (125mm), jika lebar pemotongan profil (e) melebihi 2 ½ h (>125mm), maka ada indikasi terjadi nilai buckling yang besar pada balok kastela untuk baja WF 200.100.5,5.8. Hal ini ditunjukkan dari nilai momen lentur yang dihasilkan baja kastela lebih tinggi 22 % dibandingkan dengan baja utuh, sehingga kekuatan untuk menahan momennya juga lebih besar dan nilai lendutannya pun juga lebih kecil dibandingkan baja utuh.




**Gambar 2.1 Profil *Castellated Beam* Dengan Lebar Potongan Profil *(e)***
(Sumber: Masita Nur Hayati dan Suprapto, 2013)

## 2.2 Kegagalan Pada Balok Baja

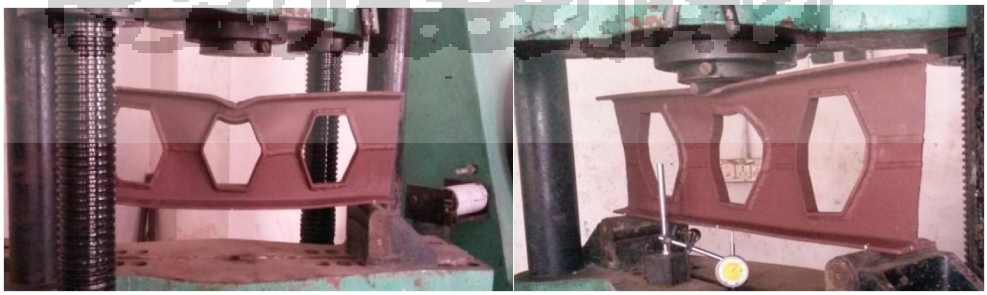
Menurut Masita Nur Hayati dan Suprapto (2013), semakin lebar pemotongan profil (e) maka semakin besar nilai bucklingnya. Menurut Dawang Lugito dan Suprapto (2014) yang telah melakukan penelitian dengan judul Pengaruh Tebal Plat Pengaku Pada Pengujian Tinggi Pemotongan Profil (H) yang Mengaami *Buckiling* Terhadap Prilaku Lentur Pada Balok Baja Kastela (*Castellated Beam*), bahwa untuk penambahan ketebalan plat pengaku yang diletakan di atas lubang tidak berpengaruh karena nilai momenya relative sama, tapi pada bagian badan tidak mampu dan terjadi tekuk kesamping (KIP). Dari beberapa penelitian diatas, bahwa

kegagalan yang terjadi pada penelitian-penelitian sebelumnya adalah kegagalan terhadap tekuk torsi lateral (*Lateral Torsioanl Buckilng*). Pada penelitian Resmi Mohan dan Preetha Prabhakarn (2015), kegagalan yang dialami adalah tekuk pada bagian tumpu, dimana pada kegagalan baja ini bagian badan atau sayap akan mengalami tekuk di bagian tumpuan atau di titik pembebanannya. Berikut adalah gambar kegagalan tekuk tumpu.

**Gambar 2.2 Terjadinya Tekuk Tumpu Pada Baja *Castellated Beam* Bukaan *Hexagonal* (kiri) dan Bukaan *Circular* (kanan)**

(Sumber: Resmi Mohan dan Preetha Prabhakarn, 2015)

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Saneebamol dan Soni Syed (2016), pada penelitian tersebut kegagalan yang dialami balok baja adalah tekuk lokal (*Local Buckling*), dimana pada kegagalan baja ini bagian sayap atau badan mengalami tekuk sebelum terjadinya tegangan leleh maksimal. Berikut adalah gambar kegagalan tekuk lokal.

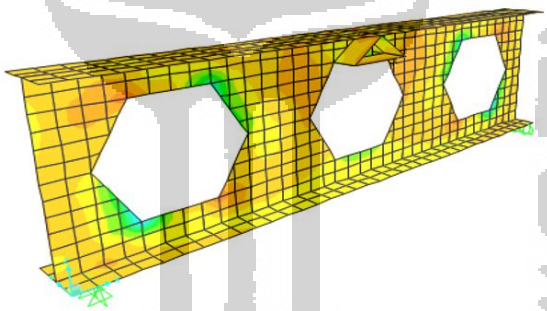


**Gambar 2.3 Bentuk Baja *Castellated Beam* (kiri) dan *Litzka Beam* (kanan) Setelah Diberikan Beban**

(Sumber: Saneebamol dan Soni Syed, 2016)

## 2.3 Pengaku (*Stiffener*) Pada Balok Baja

Pada penelitian Dawang Lugito dan Suprapto (2014), yang bertujuan untuk melakukan pengujian dengan mengubah tinggi total (h)= 50% dari profil utuh, lebar lubang (e)= 125cm, sudut = 60˚ ditambah plat pengaku dengan ketebalan yang berbeda di atas lubang, dengan harapan tegangan yang terjadi bisa menyebar ke seluruh penampang dan kekuatannya menjadi lebih tinggi terhadap perilaku lentur pada balok kastela. Pada penelitian ini menerapkan model castellated beam zig-zag horisontal dengan benda uji profil WF 200.100.5,5.8 Proses eksperimen ini untuk meneliti optimalisasi kekuatan tegangan lentur castellated beam bila diberlakukan perbedaan tebal plat pengaku dari tinggi pemotongan profil (h) yang mengalami buckling yaitu WF h=125mm, dan dibedakan dalam 5 macam plat pengaku yaitu t1= 2mm, t2= 4mm, t3= 6mm, t4= 8mm, t5= 10mm ditinjau dari uji ledutan. Berikut adalah gambar letak pelat pengaku, dapat dilihat pada gambar 2.5 di bawah ini.



**Gambar 2.4 Pengaku Berbentuk Segitiga yang Diletakan di Atas Lubang**
(Sumber: Dawang Lugito dan Suprapto, 2014)

Berdasarkan data hasil penelitian ini menunjukan bahwa pada kondisi leleh plat pengaku mempengaruhi kekuatan untuk menahan momennya, hasil momen benda uji kali ini lebih besar dari hasil dari peneliti sebelumnya. Untuk penambahan ketebalan plat pengaku tidak berpengaruh karena nilai momenya relative sama, tapi pada bagian badan tidak mampu dan terjadi tekuk kesamping (KIP).

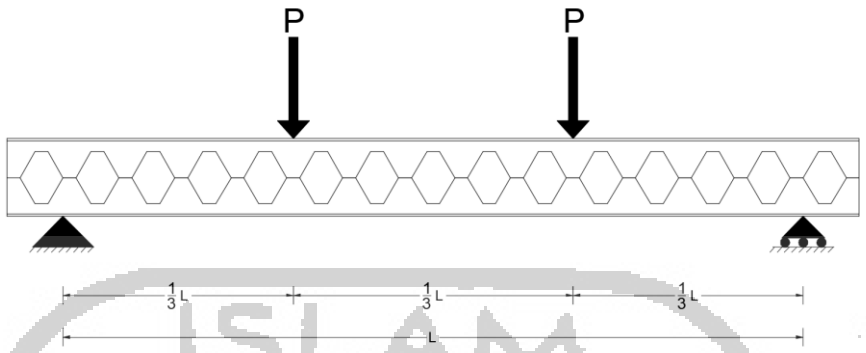
## 2.4 Metode Pengujian

Menurut Penelitian Marsita Nur Hayati dan Suprapto (2013), Pada pengujian baja *castellated beam* yang dilakukan di laboratoriu adalah dengan memberi beban terpusat di sekitar tengah bentang baja, kemudian pada daerah uji (*tes region*) dipelajari perilaku balok baja saat menerima beban terpusat tersebut. Berikut adalah gambar pengujian kuat lentur yang telah dilakukan oleh Marsita Nur Hayati, pada gambar 2.5 di bawah ini.

**Gambar 2.5 *Set-Up* Pengujian Kuat Lentur**

(Sumber: Marsita Nur Hayati dan Suprapto, 2013)

Namun peneliti melakukan pengujian lentur murni, dimana pembebanan yang dilakukan menggunakan 2 beban titik yang terpusat pada sepertiga bagian kiri dan sepertiga bagian kanan benda uji. Seperti pada gambar di bawah ini.




**Gambar 2.6 Konfiguras Pembebanan Pada Baja *Castellated Beam***

## 2.5 Perbedaan Penelitian Terdahulu

Perbandingan beberapa penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang dijabarkan sebagai berikut.

1. Pengaruh Lebar Potongan Profil (e) Terhadap Perilaku Lentur Pada Balok Baja Kastela (*Castellated Beam)* (Masita Nur Hayati dan Suprapto, 2013). Pada penelitian tersebut, benda uji dibuat menggunakan profil WF 200.100.5,5.9. WF utuh kemudian dibentuk baja kastela dengan lebar potongan profil (e) yang berbeda-beda, yaitu e=51,25mm, e0=0 (utuh), e=177mm, e=150mm, e=125mm, e=75mm dan e=50mm.
2. Pengaruh Tebal Plat Pengaku Pada Pengujian Tinggi Pemotongan Profil (H) yang Mengaami *Buckiling* Terhadap Prilaku Lentur Pada Balok Baja Kastela (*Castellated Beam*) (Dawang Lugito dan Suprapto, 2014). Pada penelitian tersebut, benda uji dibuat menggunakan profil WF 200.100.5,5.9. Dengan mengubah tinggi total (h)= 50% dari profil utuh, lebar lubang (e)= 125cm, sudut = 60˚ ditambah plat pengaku dengan ketebalan yang berbeda di atas lubang.
3. *Experimental Analysis to Compare the Deflection of Steel Beam With and Without Web Openings* (Resmi Mohan dan Preetha Prabhakarn, 2015). Penelitian tersebut bertujuan untuk membandingkan defleksi balok baja tanpa bukaan pada web dan balok *castellated* yang memiliki bukaan *hexagonal* (segi enam) dan bukaan *circular* (lingkaran). Jenis profil baja yang digunakan untuk

pembuatan balok *castellated* dengan bukaan *hexagonal* dan bukaan *circular* adalah *Indian Standard Medium weight Beam* (ISMB) dengan dimensi 150x75 mm.

4. *Experimental Investigsion on Castellated Steel Beam Having Spacer Plates (Litzka Beam)* (Saneebamol dan Soni Syed, 2016). Pada penelitian tersebut dilakukan penyelidikan eksperimental untuk mengetahuin beban ultimit yang mampu ditahan oleh *castellated beam* dengan menambahkan *spacer plates* di sepanjang bagian atar kedua puncak dari balok asli yang telah dipotong.
5. *Experiments on Elastically Braced Castellated Beam* (Hossein Showkati dkk. 2012). Pada penelitian tersebut dilakukan penyelidikan untuk mengetahui kinerja serta efek *elastic bracing* terhadap *buckling* pada baja *castellated beam* skala penuh, kemudian hasil eksperimental dibandingkan dengan hasil analisis dan numerik.

Berdesarkan beberapa penelitian tersebut, diadakan penelitian yang berbeda dengan penelitian terdahulu, yaitu dengan merancang baja *castellated beam* dengan profil dasar IWF 100x100x6x8 yang kemudian dibentuk menjadi profil *castellated.* Jika ditinjau dari penelitian-penelitian sebelumnya, pada profil *castellated beam* selalu mengalami *lateral torsional buckling,* dimana kejadian ini sangat merugikan dikarenakan baja akan mengalami keruntuhan sebelum terjadinya tegangan leleh maksimum. Maka pada penelitian ini profil yang sudah di-*castellated* kemudian ditambahkan *stiffener* tepat di bagian bukaan badannya, dengan syarat pada penelitian ini tidak boleh terjadi *local buckling* dan tekuk tumpu sehingga penelitian ini dapat meninjau pengaruh *stiffener* terhadap kegagalan *lateral torsional buckling*. Diharapkan dengan penambahan *stiffener* pada bagian bukaan *castellated beam* mampu memperbesar nilai $r_y$ dan mampu memperbesar nilai panjang plastis ($L_p$) dan menghindari terjadinya *lateral torsional buckling* serta mengetahui bentuk *stiffener* yang efektif.