## BAB V

# ANALISIS DAN PEMBAHASAN

## 5.1 Umum

Pada bab ini akan dijelaskan hasil penelitian yang telah dilakukan, mulai dari pengujian kuat material dan pengujian kuat lentur. Selanjutnya hasil pengujian balok baja kastela akan dianalisis menggunakan rumus yang telah disebutkan pada bab sebelumnya.

# 5.2 Pengujian Kuat Tarik Baja

Pengujian kuat tarik baja dilakukan untuk menentukan nilai modulus elastisitas pada benda uji. Pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. Pada tanggal 6 Maret 2019. Berikut adalah hasil pengujian kuat tarik baja dapat dilihat di bawah ini.

Tabe	el	5.1	P	engelomp	okan	Ben	da	Uji	Tarik	Ber	dasar	kan	Ber	ıda	Uji	Lent	ur
------	----	-----	---	----------	------	-----	----	-----	-------	-----	-------	-----	-----	-----	-----	------	----

No	Benda Uji Tarik	Benda Uji Lentur
	A	A1, A2, A3, A1P
2	В	B2P, B3P, B1I, B2I
3	C1, C2	C3I, C1C, C2C, C3C
4 . <b>.</b>	the second s	and the second second second second

#### 1. Benda Uji A



Dari grafik di atas diperoleh nilai pembacaan tegangan dan regangan pada saat pengujian, kemudian dicari nilai tegangan leleh, tegangan ultimit, dan modulus elastisitas yang terjadi pada benda uji tersebut. Berikut adalah perhitungan tegangan leleh, tegangan ultimit, dan modulus elastisitas yang terjadi pada benda uji A, dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

a. Tegangan Leleh

$$F_y = \frac{P_y}{A}$$

$$F_y = \frac{2.989 \text{ kgf} \times 9.81 \text{ m/s}^2}{8 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}}$$

$$F_y = 305,438 \text{ N/mm}^2$$

(5.1)

Keterangan:

 $F_y$  = Tegangan Leleh (N/ mm<sup>2</sup>).

- $P_y$  = Beban Saat Keadaan Leleh (kgf).
- A =Luas Penampang (mm<sup>2</sup>).

b. Tegangan Ultimit

$$F_{u} = \frac{P_{u}}{A}$$

$$F_{u} = \frac{3.863 \text{ kgf} \times 9,81 \text{ m/s}^{2}}{8 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}}$$

$$F_{u} = 394,798 \text{ N/mm}^{2}$$
Keterangan:
$$F_{u} = \text{Tegangan Ultimit (N/mm^{2}).}$$
(5.2)

= Beban Saat Keadaan Ultimit (kgf).  $P_u$ = Luas Penampang (mm<sup>2</sup>). A

c. Modulus Elastisitas

Fu

3

Untuk menentukan nilai modulus elastisitas digunakan nilai tegangan dan regangan sebelum benda uji mengalami leleh dengan perhitungan seperti di bawah ini.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$E = \frac{121,17 \text{ MPa}}{\left(\frac{606,78}{1.000.000}\right)}$$

$$E = 199.686,3 MPa$$
Keterangan:
$$E = \text{Modulus Elastisitas (MPa).}$$

$$\sigma = \text{Tegangan (MPa).}$$
(5.3)

= Regangan dengan nilai faktor konversi 1.000.000 atau disebut με.

#### 2. Benda Uji B



Dari grafik di atas diperoleh nilai pembacaan tegangan dan regangan pada saat pengujian, kemudian dicari nilai tegangan leleh, tegangan ultimit, dan modulus elastisitas yang terjadi pada benda uji tersebut. Berikut adalah perhitungan tegangan leleh, tegangan ultimit, dan modulus elastisitas yang terjadi pada benda uji **B**, dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

a. Tegangan Leleh

$$F_y = \frac{P_y}{A}$$

$$F_y = \frac{3.025 \text{ kgf} \times 9.81 \text{ m/s}^2}{8 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}}$$

$$F_y = 309.12 \text{ N/mm}^2$$

(5.4)

Keterangan:

 $F_y$  = Tegangan Leleh (N/ mm<sup>2</sup>).

- $P_y$  = Beban Saat Keadaan Leleh (kgf).
- A =Luas Penampang (mm<sup>2</sup>).

b. Tegangan Ultimit

$$F_{u} = \frac{P_{u}}{A}$$

$$F_{u} = \frac{3.915 \text{ kgf} \times 9.81 \text{ m/s}^{2}}{8 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}}$$

$$F_{u} = 400.6 \text{ N/mm}^{2}$$
Keterangan:
$$F_{u} = \text{Tegangan Ultimit (N/mm^{2}).}$$
(5.5)

= Beban Saat Keadaan Ultimit (kgf).  $P_u$ = Luas Penampang (mm<sup>2</sup>). A

c. Modulus Elastisitas

 $F_u$ 

Untuk menentukan nilai modulus elastisitas digunakan nilai tegangan dan regangan sebelum benda uji mengalami leleh dengan perhitungan seperti di bawah ini. ٩.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$E = \frac{114,45 \text{ MPa}}{\left(\frac{595}{1.000.000}\right)}$$

$$E = 192.352,9 \text{ MPa}$$
Keterangan:
$$E = \text{Modulus Elastisitas (MPa).}$$

$$\sigma = \text{Tegangan (MPa).}$$
(5.6)

= Regangan dengan nilai faktor konversi 1.000.000 atau disebut με. 3

## 3. Benda Uji C1



Dari grafik di atas diperoleh nilai pembacaan tegangan dan regangan pada saat pengujian, kemudian dicari nilai tegangan leleh, tegangan ultimit, dan modulus elastisitas yang terjadi pada benda uji tersebut. Berikut adalah perhitungan tegangan leleh, tegangan ultimit, dan modulus elastisitas yang terjadi pada benda uji C1, dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

a. Tegangan Leleh

$$F_y = \frac{P_y}{A}$$

$$F_y = \frac{3.570 \text{ kgf} \times 9.81 \text{ m/s}^2}{8 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}}$$

$$F_y = 364.81 \text{ N/mm}^2$$

(5.7)

#### Keterangan:

- $F_y$  = Tegangan Leleh (N/ mm<sup>2</sup>).
- $P_y$  = Beban Saat Keadaan Leleh (kgf).
- A =Luas Penampang (mm<sup>2</sup>).

# b. Tegangan Ultimit

$$F_{u} = \frac{P}{A}$$
(5.8)  

$$F_{u} = \frac{4.693 \text{ kgf} \times 9.81 \text{ m/s}^{2}}{8 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}}$$

$$F_{u} = 479,57 \text{ N/mm}^{2}$$
Keterangan:  

$$F_{u} = \text{Tegangan Ultimit (N/ mm^{2}).}$$

$$P_{u} = \text{Beban Saat Keadaan Ultimit (kgf).}$$

$$= \text{Luas Penampang (mm^{2}).}$$

c. Modulus Elastisitas

Untuk menentukan nilai modulus elastisitas digunakan nilai tegangan dan regangan sebelum benda uji mengalami leleh dengan perhitungan seperti di bawah ini.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$E = \frac{21,707 \text{ MPa}}{\left(\frac{108,3}{1.000.000}\right)}$$

$$E = 200.398,8 MPa$$
(5.9)

 $\sigma$  = Tegangan (MPa).

 $\epsilon$  = Regangan dengan nilai faktor konversi 1.000.000 atau disebut  $\mu\epsilon$ .

## 4. Benda Uji C2



Dari grafik di atas diperoleh nilai pembacaan tegangan dan regangan pada saat pengujian, kemudian dicari nilai tegangan leleh, tegangan ultimit, dan modulus elastisitas yang terjadi pada benda uji tersebut. Berikut adalah perhitungan tegangan leleh, tegangan ultimit, dan modulus elastisitas yang terjadi pada benda uji C2, dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

a. Tegangan Leleh

$$F_y = \frac{P_y}{A}$$

$$F_y = \frac{3.670 \text{ kgf} \times 9.81 \text{ m/s}^2}{8 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}}$$

$$F_y = 375,03 \text{ N/mm}^2$$

(5.10)

Keterangan:

 $F_y$  = Tegangan Leleh (N/ mm<sup>2</sup>).

- $P_y$  = Beban Saat Keadaan Leleh (kgf).
- A =Luas Penampang (mm<sup>2</sup>).

b. Tegangan Ultimit

$$F_{u} = \frac{P_{u}}{A}$$

$$F_{u} = \frac{4.748 \text{ kgf} \times 9.81 \text{ m/s}^{2}}{8 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}}$$

$$F_{u} = 485,19 \text{ N/mm}^{2}$$
Keterangan:
$$F_{u} = \text{Tegangan Ultimit (N/mm^{2}).}$$

$$P_u$$
 = Beban Saat Keadaan Ultimit (kgf).  
 $A$  = Luas Penampang (mm<sup>2</sup>).

c. Modulus Elastisitas

Untuk menentukan nilai modulus elastisitas digunakan nilai tegangan dan regangan sebelum benda uji mengalami leleh dengan perhitungan seperti di bawah ini.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$E = \frac{19,84 \text{ MPa}}{\left(\frac{153}{1.000.000}\right)}$$

$$E = 206.915,6 MPa$$
Keterangan:
$$E = \text{Modulus Elastisitas (MPa).}$$

$$\sigma = \text{Tegangan (MPa).}$$
(5.12)

 $\varepsilon$  = Regangan dengan nilai faktor konversi 1.000.000 atau disebut  $\mu\varepsilon$ .

5. Tabel Rekapitulasi Hasil Pengujian Tarik Baja

Danda U::	ε <sub>y</sub>	ε <sub>u</sub>	$F_y$	$F_u$	Ε
Benda Uji	(με)	(με)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
А	1.775	114.221,32	305,438	394,798	199.686,3
В	1.751	113.376	309,12	400,06	192.352,9
C1	2.066	135.906,2	364,81	479,57	200.398,8
C2	2.124	132.270,8	375,03	485,19	206.915,6

Tabel 5.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja

## 5.3 Pengujian Kuat Lentur Arah Sumbu X

Pengujian kuat lentur arah sumbu x dilakukan untuk mengetahui pengaruh bentuk *stiffener* terhadap *lateral torsional buckling*, dengan dua belas sampel benda uji yang diberikan pembebanan dengan dua titik pembebanan hingga mencapai tegangan lelehnya dengan menggunakan *loading frame*, dengan menggunakan dua LVDT yang dipasang pada bagian kiri dan kanan benda uji untuk mengetahui arah *buckling* pada benda uji dan besarnya nilai lendutan yang terjadi pada benda uji, seperti pada gambar 5.5 di bawah ini. Berikut adalah analisis pengujian kuat lentur arah sumbu x.



Gambar 5.5 Setting Up Alat Uji Kuat Lentur



Gambar 5.6 Potongan A-A Posisi Peletakan LVDT Pada Benda Uji Lentur

Berikut adalah grafik beban terhadap lendutan hasil pengujian kuat lentur, dapat dilihat pada gambar 5.7 di bawah ini



Gambar 5.7 Grafik Beban Terhadap Lendutan Pada Pengujian Lentur



Lanjutan Gambar 5.7 Grafik Beban Terhadap Lendutan Pada Pengujian Lentur



Lanjutan Gambar 5.7 Grafik Beban Terhadap Lendutan Pada Pengujian Lentur

Berikut adalah grafik beban terhadap regangan pada sayap yang dapat dilihat pada gambar 5.8 dibawah ini.

1



Gambar 5.8 Grafik Beban Terhadap Regangan Pada Sayap



Lanjutan Gambar 5.8 Grafik Beban Terhadap Regangan Pada Sayap



Lanjutan Gambar 5.8 Grafik Beban Terhadap Regangan Pada Sayap

Pada gambar 5.7 di atas, beberapa grafik memiliki pola yang cenderung sama. Seperti pada benda uji A1 dengan C1C, benda uji A2, A3, dan B2P, kemudian benda uji A1P dengan B1I, lalu benda uji B3P, B2I, B3I, C2C, dan C3C. Berikut adalah analisis pada pengujian kuat lentur di atas.



Gambar 5.9 Grafik Beban Terhadap Lendutan Pada Benda Uji A1

Pada grafik di atas dapat dilihat perbedaan lendutan yang terjadi antara LVDT U dan LVDT S, kedua posisi LVDT yang dipasang pada benda uji A1 memiliki perbedaan lendutan dikarenakan bentuk dari benda uji yang sedari awal sudah miring. Artinya benda uji mengalami lendutan dengan posisi miring, kemudian nilai lendutan dari LVDT U dan LVDT S mengalami pertambahan yang linier hingga beban 22 kN, kemudian terjadi selisih lendutan antara kedua LVDT tersebut yang menyebabkan benda uji A1 mengalami *buckling* ke arah utara seperti yang ditunjukan pada grafik 5.9, dimana lendutan yang terjadi pada LVDT U bernilai positif dan nilai dari LVDT S bernilai negatif yang menunjukan bahwa benda uji tersebut mengalami *buckling* ke arah kiri. Dengan nilai beban maksimal sebesar 55,5 kN. Berikut adalah grafik beban terhadap regangan pada benda uji A1.



Gambar 5.10 Grafik Beban Terhadap Regangan Pada Sayap Benda Uji A1

Dari dua grafik di atas dapat disimpulkan bahwa benda uji A1 telah mengalami *lateral torsional buckling* dikarenakan benda uji A1 telah mengalami kegagalan sebelum mencapai batas regangan lelehnya, dimana nilai regangan pada benda uji A1 adalah 994 µɛ sedangkan batas regangan leleh untuk benda uji A1 adalah 1.775 µɛ. Pada saat beban benda uji A1 mencapai 55,5 kN, batang baja untuk melakukan pembebanan benda uji terhempas dari atas benda uji dikarenakan benda uji A1 telah mengalami *buckling*, dapat dilihat pada gambar 5.11 dibawah ini.



Gambar 5.11 Baja Untuk Pembebanan Dua Titik Terhempas Dari Atas



Gambar 5.12 Benda Uji A1 Setelah Dilakukan Uji Lentur

Dari gambar 5.12 di atas dapat dilihat perbedaan lendutan dari sisi kiri benda uji dan sisi kanan benda uji yang cukup besar, dimana benda uji A1 mengalami tekuk ke arah kiri sesuai dengan grafik 5.9 di atas. Dari grafik di atas maka nilai

momen maksimum pada benda uji A1 dengan dua titik pembebanan dapat ditentukan sebagai berikut.



Kemudian benda uji C1C juga memiliki pola kegagalan yang cenderung sama dengan benda uji A1. Berikut adalah analisis dari benda uji C1C.



Gambar 5.14 Grafik Beban Terhadap Lendutan Pada Benda Uji C1C

Pada grafik di atas, dapat dilihat perbedaan nilai lendutan dari LVDT U dan LVDT S, dimana nilai LVDT U lebih besar dari LVDT S sehingga benda uji mengalami tekuk ke arah utara. Perbedaan nilai lendutan ini kemudian semakin besar sehingga membuat benda uji C1C terpuntir ke arah utara pada beban 61,5 kN, seperti pada gambar di bawah ini. Dimana beban maksimal pada benda uji C1C adalah 61,5 kN.



Gambar 5.15 Benda Uji C1C Saat Terpuntir yang Disebabkan Oleh LTB



Gambar 5.16 Grafik Beban Terhadap Regangan Pada Sayap Benda Uji C1C

Pada gambar 5.15 di atas dapat dilihat bahwan benda uji C1C terpuntir ke arah utara sesuai pada gambar grafik 5.14 sebelumnya. Dari gambar grafik 5.16 di atas dapat disimpulkan bahwa benda uji C1C telah mengalami *Lateral Torsional Buckling* dikarenakan benda uji C1C belum mencapai batas regangan leleh nya. Dimana nilai regangan pada benda uji C1C adalah 1.242 µɛ sedangkan batas regangan leleh untuk benda uji C1C adalah 2.124 µɛ. Dari grafik di atas maka nilai momen maksimum pada benda uji C1C dengan dua titik pembebanan dapat ditentukan sebagai berikut.



Gambar 5.17 Pembebanan Dua Titik Pada Benda Uji C1C

$$M_{max} = \frac{1}{6} \times P \times L$$

$$M_{max} = \frac{1}{6} \times 61,5 \text{ kN} \times 1000 \times 2700 \text{ mm}$$
(5.14)

 $M_{max} = 27.675.000 Nmm$ 



Pada grafik di atas, dapat dilihat pada awal pembebanan LVDT U memiliki nilai lendutan lebih besar dari LVDT S sehingga menyebabkan benda uji mengalami tekuk ke arah utara, kemudian pada beban 8,5 kN nilai lendutan pada LVDT S menjadi lebih besar sehingga benda uji mengalami tekuk ke arah sebaliknya hingga akhir pembebanan. Beban maksimal pada benda uji B1I adalah 40,5 kN.



Gambar 5.19 Grafik Beban Terhadap Regangan Pada Sayap Benda Uji B1I

Dari dua grafik di atas dapat disimpulkan bahwa benda uji B1I telah mengalami *lateral torsional buckling*, dikarenakan benda uji B1I tidak mampu menahan beban hingga batas lelehnya, dimana nilai regangan leleh dari benda uji B1I adalah 983,41 µɛ, sedangkan batas regangan leleh benda uji B1I adalah 1.751µɛ.



Gambar 5.20 Benda Uji B1I Setelah Dilakukan Uji Lentur

Dari grafik 5.19 di atas dapat disimpulkan bahwa benda uji tersebut belum melewati batas lelehnya namun benda uji B1I telah mengalami *lateral torsional* 

*buckling*. Dari grafik di atas maka nilai momen maksimum pada benda uji B1I dengan dua titik pembebanan dapat ditentukan sebagai berikut.







3. Benda Uji A2, A3, dan B2P

Gambar 5.22 Grafik Beban Terhadap Lendutan Pada Benda Uji A3

Dari grafik di atas, nilai lendutan dari LVDT U dan LVDT S memiliki nilai lendutan yang sama hingga mencapai beban 9 kN, kemudian nilai lendutan dari kedua LVDT tersebut mulai mengalami perbedaan dimana LVDT U memiliki nilai lendutan lebih besar dari LVDT S sehingga benda uji A3 mengalami tekuk ke arah kiri, hingga pada saat beban mencapai 101,25 kN, nilai lendutan dari kedua LVDT tersebut kembali sama, sehingga benda uji yang semulanya mengalami tekuk ke arah kiri kembali ke posisi semula sampai pembebanan berakhir. Beban maksimal pada benda uji A3 adalah 115 kN.



Gambar 5.23 Grafik Beban Terhadap Regangan Pada Sayap Benda Uji A3 Dari dua grafik di atas dapat disimpulkan bahwa benda uji A3 telah mengalami plastis dan mampu menahan beban hingga melebihi batas lelehnya, dimana nilai

regangan leleh dari benda uji A3 adalah 7.087 με, sedangkan batas regangan leleh untuk benda uji A3 adalah 1.775 με.



Gambar 5.24 Benda Uji A3 Setelah Dilakukan Uji Lentur

Dari gambar 5.24 di atas dapat dilihat bahwa benda uji tersebut telah melewati batas lelehnya sehingga menyebabkan benda uji A3 menekuk pada bagian tengahnya. Dari grafik di atas maka nilai momen maksimum pada benda uji A3 dengan pembebanan dua titik dapat ditentukan sebagai berikut.



Gambar 5.25 Pembebanan Dua Titik Pada Benda Uji A3

$$M_{max} = \frac{1}{6} \times P \times L$$

$$M_{max} = \frac{1}{6} \times 115 \text{ kN} \times 1000 \times 2700 \text{ mm}$$
(5.16)

 $M_{max} = 51.750.000 Nmm$ 

Keterangan: $M_{Max}$ = Momen Maksimum (Nmm).P= Beban (kN).L= Panjang Benda Uji (mm).

Untuk perhitungan benda uji A2 dan B2P akan di rekap pada tabel 5.3.

```
4. Benda Uji B3P, B2I, B3I, C2C, dan C3C
```



Gambar 5.26 Grafik Beban Terhadap Lendutan Pada Benda Uji B3P

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa LVDT U dan LVDT S cenderung memiliki nilai lendutan yang sama dari awal sampai akhir pembebanan, namun pada beban 31,5 kN, LVDT S memiliki selisih nilai lendutan lebih besar dari LVDT U sehingga benda uji B3P mengalami tekuk ke arah kanan, kemudian saat beban mencapai 82,5 kN, nilai lendutan pada LVDT U menjadi lebih besar dari LVDT S, sehingga benda uji kembali mengalami tekuk arah sebaliknya. Beban maksimal pada benda uji B3P adalah 93,5 kN.



Gambar 5.27 Grafik Beban Terhadap Regangan Pada Sayap Benda Uji B3P

Dari Grafik 5.27 di atas dapat disimpulkan bahwa benda uji B3P belum mencapai regangan lelehnya, ini disebabkan karena terjadinya kegagalan pada sambungan las di bagian badan benda uji B3P seperti pada gambar 5.28 di bawah



Gambar 5.28 Kegagalan Las Pada Benda Uji B3P

Namun benda uji B3P belum mengalami *lateral torsional buckling*, dikarenakan benda uji B3P telah gagal pada bagian badan yakni pada bagian las-nya. Nilai

regangan leleh yang terjadi pada benda uji B3P adalah 1.603 με, sedangkan batas regangan leleh untuk benda uji B3P adalah 1.751 με.



Gambar 5.29 Benda Uji B3P Setelah Dilakukan Uji Lentur

Dari grafik 5.26 di atas dapat disimpulkan bahwa benda uji B3P belum melewati batas lelehnya, namun benda uji B3P mengalami kegagalan pada bagian las-nya. Dari grafik di atas maka nilai momen maksimum pada benda uji B3P dengan dua titik pembebanan dapat ditentukan sebagai berikut.



Gambar 5.30 Pembebanan Dua Titik Pada Benda Uji B3P

$$M_{max} = \frac{1}{6} \times P \times L$$

$$M_{max} = \frac{1}{6} \times 93,5 \text{ kN} \times 1000 \times 2700 \text{ mm}$$
(5.17)

 $M_{max} = 42.075.000 Nmm$ 

Keterangan:

M <sub>Max</sub>	= Momen Maksimum (Nmm).
Р	= Beban (kN).
L	= Panjang Benda Uji (mm).



Gambar 5.31 Grafik Beban Terhadap Lendutan Pada Benda Uji B2I

Dari grafik di atas, dapat dilihat nilai lendutan dari LVDT U dan LVDT S cenderung sama dari awal pembebanan hingga akhir pembebanan, namun pada saat beban mencapai 88 kN jarum dari LVDT S terlepas dari tumpuannya dikarenakan tumpuan benda uji yang cukup besar. Beban maksimal pada benda uji B1I adalah 89 kN.



Gambar 5.32 Grafik Beban Terhadap Regangan Pada Sayap Benda Uji B2I

Dari dua grafik di atas dapat disimpulkan bahwa benda uji B2I telah mengalami plastis dan mampu menahan beban hingga melebihi batas lelehnya, dimana nilai regangan leleh dari benda uji B2I adalah 3.639 µɛ, sedangkan batas regangan leleh untuk benda uji B2I adalah 1.751 µɛ.



Gambar 5.33 Benda Uji B2I Setelah Dilakukan Uji Lentur

Dari grafik 5.32 di atas dapat disimpulkan bahwa benda uji B2I sudah melewati batas regangan lelehnya sehingga menyebabkan benda uji B2I menekuk pada bagian tengahnya. Dari grafik di atas maka nilai momen maksimum pada benda uji B2I dengan pembebanan dua titik dapat ditentukan sebagai berikut.



Untuk perhitungan benda uji C2C dan C3C akan direkap pada tabel 5.3.

5. Menghitung Momen Inersia Hasil Pengujian.

Menghitung momen inersia hasil pengujian dengan menggunakan rumus defleksi maksimum sebagai berikut.



Gambar 5.35 Pembebanan Pada Benda Uji A1,A2, dan A3

Momen inersia pada benda Uji A1

 $\delta$ 

Р

L

а E

Ι

$$\delta = \frac{P \times a}{24 \times EI} (3L^2 - 4a^2)$$

$$I = \frac{26.250 \times 900}{24 \times 199686 \times 10.76} (3 \times 2.700^2 - 4 \times 900^2)$$

$$I = 8.531.233 \, mm^4$$
Keterangan:  

$$\delta = \text{Defleksi (mm).}$$

$$P = \text{Beban (N).}$$

$$L = \text{Panjang Benda Uji (mm).}$$

$$a = \text{Panjang Benda Uji Dari Titik Beban Ke Tumpuan Terdekat (mm).}$$

$$E = \text{Modulus Elastisitas (MPa).}$$
(5.19)

= Momen Inersia Hasil Pengujian (MPa).

Untuk perhitungan selanjutnya akan direkap dan dapat dilihat pada tabel 5.3.



6. Rekapitulasi Perhitungan Momen

Dari perhitungan momen di atas, berikut adalah rekapitulasi nilai momen yang terjadi pada pengujian lentur, dapat dilihat pada tabel 5.3 di bawah ini.

Tabel 5.3 Rekapitulasi Nila	i Momen Pada	Pengujian Lent	ur Arah Sumbu X

Bentuk Benda Uji	Benda Uji	εy Uji Lentur (με)	εy Uji Material (με)	Momen Inersia Pengujian (mm <sup>4</sup> )	Momen (kNm)	LTB	Keterangan
T-	A1	994	1.775	8.531.233	24,9	Ya	Elastis
- 15	A2	7.288	1.775	2.245.253	47,8	Tidak	Plastis
	A3	7.087	1.775	1.630.564	51,7	Tidak	Plastis
1	A1P	1.502	1.775	3.246.556	36,2	Ya	Elastis
- 10	B2P	29.174	1.751	1.388.407	42,6	Tidak	Plastis
+	B3P	1.603	1.751	1.345.074	42,1	Tidak	Elastis (patah pada las bagian badan)
	B1I	983,41	1.751	5.885.871	18,2	Ya	Elastis
	B2I	3.639	1.751	2.931.434	40,1	Tidak	Plastis
	C3I	7.794	2.124	2.228.215	41,2	Tidak	Plastis
	C1C	1.242	2.124	6.228.952	27,7	Ya	Elastis
	C2C	6.282	2.124	2.377.564	43,3	Tidak	Plastis
	C3C	4.831	2.124	2.490.506	42,9	Tidak	Plastis

#### 5.4 Pembahasan

1. Pengaruh variasi bentuk *stiffener* terhadap kuat lentur pada baja *castellated beam* dapat dilihat pada tabel 5.4 sebagai berikut.

Tabel 5.4 Rekapitulasi Pengaruh Variasi Bentuk Stiffener Terhadap Kuat

	Lentur								
No.	Bentuk Benda Uji	Dimensi h x b (mm)	Beban (kN)	Momen (kNm)	Persentase Perbandingan Benda Uji	Keterangan			
1	(1)	150x100	95	42,64	129 %	Meningkat			
2	UNEVER	150x100	91,5	41,17		Meningkat dari benda uji awal, namun memiliki nilai momen lebih kecil dari benda uji tanpa <i>stiffener</i>			
3		-150x100	96,25	43,31	133 %	Meningkat			

Momen plastis pada sebagian benda uji memiliki nilai yang hampir sama, dimana nilai momen benda uji yang dipasangi *stiffener* berbentuk I dan C atau benda uji nomor 3 dan 4 pada tabel 5.4 di atas memiliki nilai yang hampir sama dengan benda uji yang tidak dipasangi *stiffener* yakni benda uji nomor 2 seperti yang dapat dilihat pada tabel 5.4 di atas. Setelah baja WF profil 100x100x6x8

dimodifikasi berbentuk kastela, momen yang dihasilkan dari benda uji meningkat. Dimana baja kastela tanpa pengaku memiliki nilai momen sebesar 42,64 kNm. Begitu juga dengan benda uji kastela yang dipasangi *stiffener* berbentuk I dan berbentuk C dimana nilai momennya meningkat menjadi 41,17 kNm dan 43,31 kNm, yang artinya nilai momennya meningkat sebesar 121% dan 133% dari benda uji tanpa dikastela. Hal ini disebabkan karena benda uji kastela memiliki dimensi tinggi 1,5 kali lebih besar dari baja tanpa dikastela, sehingga berpengaruh terhadap kekauan dari benda uji tersebut.

- 2. Seperti yang dapat dilihat pada tabel 5.4 di atas, nilai momen pada benda uji kastela dengan *stiffener* berbentuk I pada benda uji nomor tiga justru mengalami penurunan nilai momen dari benda uji kastela yang tanpa menggunakan *stiffener* dimana benda uji tanpa *stiffener* memiliki nilai momen sebesar 42,64 kNm sedangkan benda uji dengan *stiffener* berbentuk I memiliki nilai momen sebesar 41,17 kNm yang artinya nilai momennya menurun sebesar 3,43%, sedangkan benda uji dengan *stiffener* berbentuk C atau benda uji nomor empat mengalami sedikit peningkatan sebesar 1,58%. Artinya kedua *stiffener* tersebut tidak terlalu mempengaruhi kekuatan pada benda uji tersebut. Hal ini disebabkan *stiffener* yang dipasang pada benda uji tidak mempengaruhi kekuatan dari benda uji tersebut melainkan *stiffener* hanya mempengaruhi kuat gesernya saja.
- 3. Stiffener terbukti menambahkan panjang L<sub>p</sub>, dilihat dari tabel 5.3 di atas, dimana benda uji dengan stiffener berbentuk I memeiliki panjang L<sub>p</sub> sebesar 1,8 m dan benda uji dengan stiffener berbentuk C memiliki panjang L<sub>p</sub> sebesar 1,7 m dimana kedua stiffener dengan panjang tersebut mampu menahan beban hingga melebihi regangan lelehnya sedangkan benda uji yang tidak menggunakan stiffener memiliki panjang L<sub>p</sub> sebesar 1,3 m, dimana nilai tersebut berbeda sekitar 0,5 m dari benda uji dengan panjang L<sub>p</sub> tertinggi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa stiffener berbentuk I merupakan stiffener yang paling baik untuk menambahkan nilai panjang L<sub>p</sub>.