

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Penelitian

##### 5.1.1 Kualitas Pelat Baja

Untuk mengetahui kualitas pelat baja yang dipakai untuk benda uji, dilakukan uji tarik baja, hasil uji tarik baja ditunjukkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil uji tarik baja

Benda Uji	P Luluh (Kg)	P maks (Kg)	P Patah (Kg)	Fy (kg/cm <sup>2</sup> )
Siku 1	730	1045	950	3650
Siku 2	810	965	50	2625
Pelat	795	1000	50	1988

Berdasarkan data diatas maka kuat tarik rata-rata dari ketiga sampel uji tarik baja adalah sebesar 240 Mpa.

##### 5.1.2 Hubungan Beban-Lendutan

###### 1. Hubungan Beban-Lendutan Teoritis

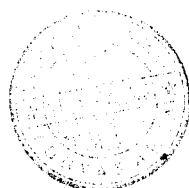
Nilai hasil perhitungan beban-lendutan secara teori ditampilkan dalam Tabel 5.2. Besar beban yang digunakan disesuaikan dengan data hasil pengujian sedangkan besar lendutannya dihitung dengan Persamaan 3.51.

**Tabel 5.2** Perhitungan beban – lendutan secara teoritis

No	Beban (KN)	L (mm)	Inersia (mm <sup>4</sup> )	EI KNmm <sup>2</sup> )	$\Delta$ (mm)	Momen (KNmm)	Kelengkungan (1/mm)
1	0	0	32041853	6408370666	0	0	0
2	3	1800	32041853	6408370666	0.360758627	450	7.02207E-08
3	6	1800	32041853	6408370666	0.721517253	900	1.40441E-07
4	9	1800	32041853	6408370666	1.08227588	1350	2.10662E-07
5	12	1800	32041853	6408370666	1.443034506	1800	2.80883E-07
6	15	1800	32041853	6408370666	1.803793133	2250	3.51103E-07
7	18	1800	32041853	6408370666	2.164551759	2700	4.21324E-07
8	21	1800	32041853	6408370666	2.525310386	3150	4.91545E-07
9	24	1800	32041853	6408370666	2.886069013	3600	5.61765E-07

## 2. Hubungan Beban-Lendutan Hasil Penelitian

Pengujian lentur gelagar pelat prismatic dan nonprismatic dilakukan di Laboratorium Mekanika Rekayasa, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Pada kedua jenis sampel tersebut diberi pembebanan di dua titik secara bertahap dengan interval pembebanan 3 KN pada setiap tahap pembebanan, kemudian dipasang *dial gauge* sebanyak tiga buah yang diletakkan di bawah model benda uji untuk mengetahui lendutannya. Lendutan yang terjadi dicatat, yang hasilnya disajikan pada Tabel 5.3. Untuk hasil selengkapnya disajikan dalam lampiran. Selain itu Tabel 5.4 menunjukkan beban maksimum



yang dicapai untuk model uji gelagar pelat prismatik dan nonprismatik yang diuji dalam penelitian ini.

**Tabel 5.3** Perhitungan beban-Lendutan hasil penelitian gelagar pelat nonprismatik

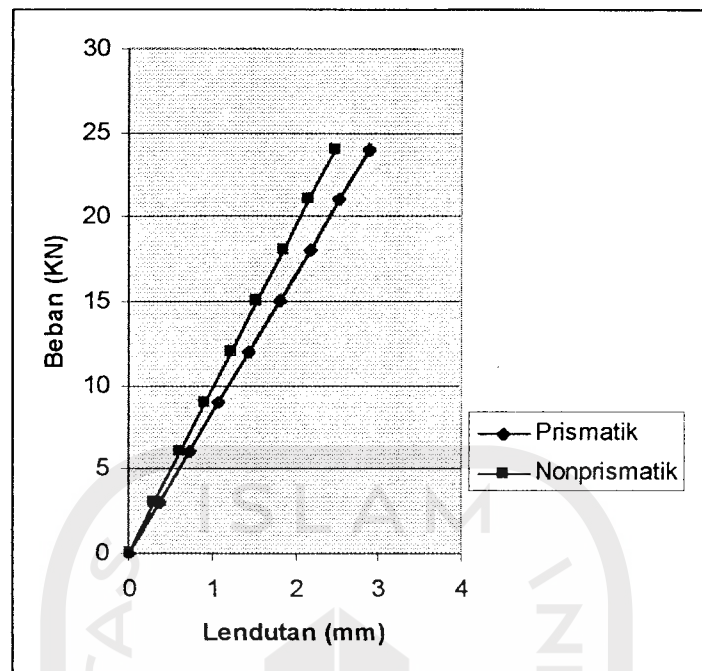
No	BEBAN	Defleksi			Jarak (mm)	Momen (KNmm) $M=(1/12)P.L$	Kelengkungan (1/mm)
		DIAL 1	DIAL 2	DIAL 3			
1	0	0	0	0	4500	0	0
2	3.965	181.5	188.5	219	4500	1486.875	4.17778E-05
3	6.965	388.5	498	434	4500	2611.875	0.000308444
4	9.965	652	823.5	658	4500	3736.875	0.000599111
5	12.965	997.5	1212.5	1000.5	4500	4861.875	0.000759111
6	13.465	1166	1456.5	1165	4500	5049.375	0.001034667
7	10.965	1222.5	1571	1237	4500	4111.875	0.001213333
8	11.965	1320.5	1691.5	1326	4500	4486.875	0.001309333
9	13.965	1402.5	1819.5	1419	4500	5236.875	0.001453333
10	11.265	1490.5	1823.5	1516.5	4500	4224.375	0.001137778

**Tabel 5.4** Kekuatan Maksimum dua jenis gelagar pelat

No	Jenis Sampel	P Maks (KN)	P Maks (%)
1	Prismatik	15.965	100
2	nonPrismatik	13.465	84.341

### 3. Grafik Hubungan Beban-Lendutan

Dari hasil perhitungan secara teoritis dan hasil pengujian kedua jenis sampel gelagar pelat tersebut maka dapat dibuat grafik hubungan beban-lendutan.



**Gambar 5.1** Grafik hubungan beban-lendutan hasil teoritis

Dari grafik hubungan beban-lendutan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 5.1, mulai titik awal pembebanan sampai terjadi kerusakan (tekuk), gelagar uji ini berperilaku elastis dan berbentuk linier. Kekakuan adalah gaya yang diperlukan untuk memperoleh satu unit lendutan, semakin kaku suatu elemen struktur maka semakin besar kemiringannya

#### 4. Analisa Data Hubungan Beban-Lendutan

Dari hasil pengamatan grafik hubungan beban-lendutan pada Gambar 5.1 dapat disimpulkan tentang kekakuan gelagar pada beban ultimit disajikan dalam Tabel 5.5.

**Tabel 5.5** Analisa kekakuan dari data hubungan beban-lendutan

Jenis Sampel	Beban (KN)	Lendutan ( $\Delta$ ) Mm	Kekakuan (KN/mm)	Kekakuan (%)
Prismatik	15.965	1030	1.55	100
nonPrismatik	13.465	1456.5	0.924476485	59.64364418

Dari Tabel 5.5 dapat diamati dan diteliti pengaruh jenis gelagar pelat prismatik dan nonprismatik pada kekuatan lentur gelagar pelat dan perilaku lendutan yang terjadi pada benda uji. Selain itu, dari Gambar 5.1 dapat disimpulkan tentang *daktilitas* lendutan yang disajikan dalam Tabel 5.6.

**Tabel 5.6** Analisa *daktilitas* lendutan dari data hubungan beban-lendutan

Nama Gelagar	Beban (KN)	$\Delta y$ Mm	$\Delta_{total}$ mm	Daktilitas	Daktilas (%)
Prismatik	15.965	1030	1139	1.105825	100
nonPrismatik	13.465	1456.5	1823.5	1.251974	113.2163

### 5.1.3 Hubungan Momen-Kelengkungan

#### 1. Hubungan Momen-Kelengkungan Teoritis

Mengacu pada tulisan *Park-Pauley*, nilai momen dan kelengkungan dapat dicari. Tabel hasil perhitungan momen kelengkungan secara teoritis disajikan pada Tabel 5.2 dan grafiknya pada Gambar 5.2.

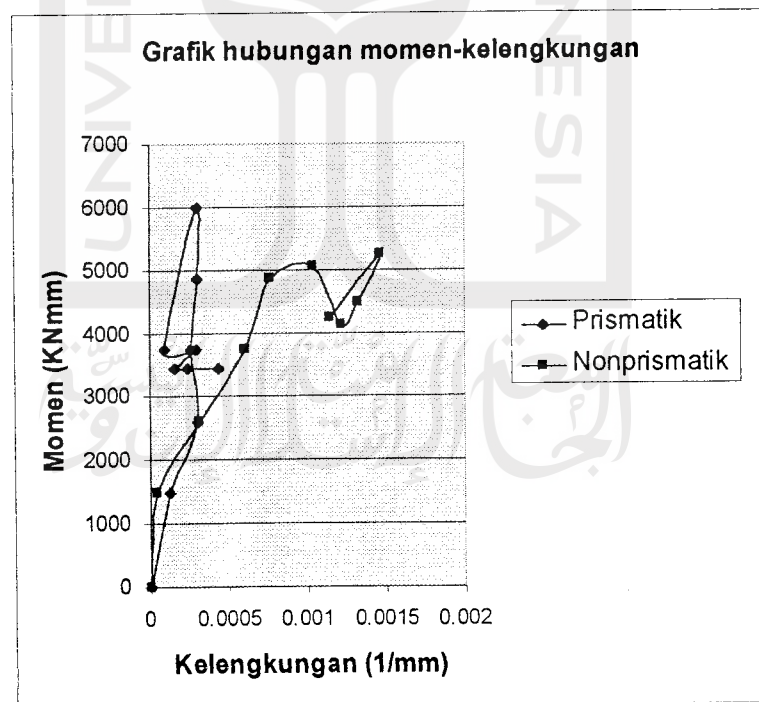
Dari data perhitungan momen-kelengkungan teoritis dapat digambarkan grafiknya. Grafik tersebut akan dibandingkan dengan grafik hasil pengamatan

yang diperoleh dari hasil pengujian model uji gelagar pelat prismatik dan nonprismatik.

## 2. Hubungan Momen-Kelengkungan Hasil Penelitian

Dari hasil uji lentur didapat data berupa beban dan lendutan, dari data tersebut dapat diketahui momen dan kelengkungan. Hubungan momen-kelengkungan dapat dilihat pada Persamaan 3.43.

Peningkatan kelengkungan terjadi bila momen bertambah besar atau faktor kekakuan mengecil, kejadian ini digunakan untuk menentukan kuat lentur gelagar. Dari data pembacaan dial dapat dicari momen dan kelengkungan seperti yang terlihat pada Tabel 5.7, untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.



**Gambar 5.2** Grafik hubungan momen-kelengkungan Hasil penelitian

Dari Tabel 5.3 dapat digambarkan grafik momen-kelengkungan seperti yang terlihat pada Gambar 5.2, dan untuk hasil grafik momen-kelengkungan selengkapnya disajikan dalam lampiran.

### 3. Analisa Data Hubungan Momen-Kelengkungan

Hubungan momen-kelengkungan menunjukkan kekakuan. Dalam hal ini didapat dari  $M/\Phi$ , faktor kekakuan pada gelagar pelat secara umum mempunyai perilaku yang tidak jauh berbeda. Hal ini dapat dilihat pada pola grafik  $M/\Phi$  yang diperoleh dari data laboratorium. Dari grafik yang terlihat dalam Gambar 5.2 maka dapat dibuat analisa data.

**Tabel 5.7** Analisa Kekakuan dari data hubungan momen kelengkungan

Nama Sampel	Momen (KNmm)	Kelengkungan (1/mm)	EI (mm)	Momen (%)
Prismatik	5986.875	0.000433	6408370666	100
nonPrismatik	5049.375	0.001138	6408370666	84.34074538

Dari Gambar 5.2 juga bisa diamati pengaruh Jenis gelagar pelat (gelagar pelat Prismatik dan nonprismatik) terhadap daktilitas lengkung gelagar yang disajikan dalam Tabel 5.8.

**Tabel 5.8** Analisa daktilitas lengkung dari data hubungan momen-kelengkungan

Nama Sampel	Momen (KNmm)	$\Phi_y$ (1/mm)	$\Phi_{tot}$ (1/mm)	Daktilitas ( $\Phi_{tot}/\Phi_y$ )	Daktilitas (%)
Prismatik	5986.875	0.000298	0.000433	1.453020134	100
nonPrismatik	5049.375	0.00103	0.001138	1.104854369	76.0384762

#### **4. Analisa Kerusakan Pada Benda Uji**

Kerusakan yang terjadi pada kedua jenis benda uji penelitian ini adalah terjadi tekuk lateral arah lateral pada pelat sayap dan lengkungan pada pelat badan. Kerusakan pada sayap merupakan kerusakan akibat gaya tekan sebagai manifestasi momen yang diterima sedangkan pada pelat badan mengalami kerusakan yang diakibatkan tegangan geser yang terjadi. Letak kerusakan pada sampel uji rata-rata terletak di bawah beban terpusat.

### **5.2 Pembahasan**

#### **5.2.1 Kuat Lentur Gelagar Pelat Ditinjau Dari Hubungan Beban-Lendutan**

Pengamatan terhadap gambar-gambar pada lampiran, yaitu grafik hubungan beban-lendutan sebelum didealisir dapat dilihat bahwa gelagar memiliki kecenderungan kuat lentur yang sama. Mulai dari kuat lentur awal sampai kuat lentur ultimit, kurva melengkung tetapi mendekati linier. Setelah mencapai kuat lentur ultimit, gelagar mengalami kerusakan dan terjadi penurunan kuat lentur.

Gelagar masih bisa mengalami peningkatan kuat lentur setelah mengalami sedikit kerusakan sampai gelagar mengalami kuat lentur ultimit yang kedua. Setelah mengalami kuat lentur yang kedua, kuat lentur gelagar cenderung linier yaitu gelagar mempunyai kuat lentur yang sama dengan kuat lentur ultimit kedua. Pada fase ini beban gelagar tetap sedangkan lendutannya mengalami peningkatan. Kuat lentur paling besar dialami oleh gelagar pelat prismatic pada beban 15.965 KN sedangkan kuat lentur paling kecil di alami oleh gelagar pelat nonprismatic pada beban 13.465 KN



Dari hasil penelitian didapatkan hubungan beban-lendutan ( $P-\Delta$ ), dalam hal ini adalah nilai kekakuan dari masing-masing gelagar. Nilai kekakuan didapat dari  $P/\Delta$ , kekakuan pada gelagar secara umum mempunyai perilaku yang berbeda. Hal ini dapat dilihat pada pola grafik beban-lendutan yang diperoleh dari data laboratorium. Dari pengujian ini tidak diperoleh kurva yang plastis karena sampel pada sayap mengalami tekuk lokal atau kegagalan dini hal ini dikarenakan tegangan yang terjadi lebih kecil dari tegangan leleh.

Dari analisa beban-lendutan dapat diperoleh perbandingan kurva lendutan antara gelagar pelat prismatic dengan pelat nonprismatic. Sebagai pembandingan atau standar kekakuan dipakai gelagar pelat prismatic dengan menganggap besar kekakuannya yaitu 100 %. Dari hasil perhitungan tersebut dapat diperoleh angka penurunan nilai kekakuan dari gelagar pelat nonprismatic dengan beban maksimumnya adalah 13.465 KN dan mempunyai nilai kekakuan sebesar 59,643 KN/mm.

Beban maksimum gelagar pelat nonprismatic mengalami penurunan sebesar 15,659 % dan nilai kekakuannya mengalami penurunan sebesar 40,357 % terhadap gelagar pelat prismatic.

Dari kedua sampel gelagar pelat tersebut diatas, rata-rata mengalami pola kegagalan berupa tekuk lokal yang terjadi pada bagian sayap .

### **5.2.2 Daktilitas Simpangan Gelagar Pelat Ditinjau Dari Hubungan Beban-Lendutan**

Besarnya lendutan pada beban maksimum dan lendutan maksimum pada gelagar pelat merupakan dasar untuk mencari daktilitas gelagar pelat. Daktilitas

simpangan merupakan perbandingan dari  $\Delta_{tot}/\Delta_y$ . Berdasarkan pengamatan pada grafik hubungan beban-lendutan yang kemudian dianalisa seperti ditampilkan pada Tabel 5.6, dapat dilihat daktilitas gelagar pelat nonprismatik dan dapat dibandingkan dengan gelagar pelat prismatik sebagai pembandingnya dengan menganggap daktilitas dan beban ultimitnya sebesar 100 %. Dari hasil perhitungan tersebut dapat diperoleh angka kenaikan atau penurunan nilai daktilitas.

Pada gelagar pelat prismatik yang mempunyai nilai daktilitas sebesar 100 % pada saat menerima beban maksimum sebesar 15.965 KN. Gelagar pelat nonprismatik mengalami penurunan daktilitas yaitu sebesar 23,962 % pada saat menerima beban maksimum sebesar 13.465 KN.

### **5.2.3 Kuat Lentur Gelagar Pelat Ditinjau Dari Hubungan Momen-Kelengkungan**

Grafik hubungan momen-kelengkungan memiliki perilaku yang tidak jauh berbeda dengan kuat lentur dari grafik hubungan beban-lendutan. Mulai dari kuat lentur awal akibat momen sampai kuat lentur ultimit, kurva melengkung, setelah mencapai kuat lentur ultimit gelagar mulai mengalami kerusakan yaitu tertekuk arah vertikal akibat gaya aksial yang cukup signifikan sehingga terjadi penurunan kuat lentur sedikit.

Kuat lentur paling besar dialami oleh gelagar pelat nonprismatik yaitu pada momen sebesar 5986,875 KNmm, sedangkan kuat lentur paling kecil dialami oleh gelagar pelat prismatik yaitu pada momen sebesar 5049,375 KNmm.

Kelengkungan terpanjang terjadi pada gelagar pelat nonprismatik dan terpendek terjadi pada gelagar pelat prismatik

Hubungan momen-kelengkungan menunjukkan faktor kekakuan, seperti yang terdapat pada tabel 5.7 maka dapat dilakukan analisa data momen dengan kelengkungan sehingga dapat diperoleh perbandingan grafik momen-kelengkungan gelagar pelat prismatik dengan nonprismatik.

Sebagai pembanding atau standar kekakuan gelagar pelat dipakai gelagar pelat prismatik dengan menganggap besar faktor kekakuannya sebesar 100 % dan besarnya momen beban maksimum pertama sebesar 100%. Dari hasil perhitungan tersebut dapat diperoleh besarnya kenaikan atau penurunan nilai faktor kekakuan atau besarnya momen dari gelagar pelat.

Pada gelagar pelat nonprismatik mempunyai nilai faktor kekakuan sebesar  $6408370666 \text{ KNmm}^2$  pada saat gelagar menerima beban maksimum pertama dengan nilai momen sebesar  $5049,375 \text{ KNmm}$ . Pada gelagar pelat prismatik mempunyai nilai faktor kekakuan sebesar  $6408370666 \text{ KNmm}^2$  pada saat gelagar menerima beban maksimum dengan nilai momen sebesar  $5986,875 \text{ KNmm}$ .

#### **5.2.4 Daktilitas Lengkung Gelagar Pelat Ditinjau Dari Hubungan Momen-Kelengkungan**

Besarnya kelengkungan pada momen maksimum dan kelengkungan maksimum merupakan dasar untuk mencari daktilitas gelagar. Daktilitas kelengkungan didapat dari perbandingan  $\Phi_{tot}/\Phi_y$ . Dari tabel Tabel 5.8 yang

diperoleh dari pengamatan perbandingan kurva kelengkungan gelagar pelat prismatik dengan nonprismatik.

Sebagai pembanding atau standar daktilitas gelagar, dipakai gelagar pelat prismatik dengan menganggap daktilitas dan momen maksimumnya sebesar 100%. Dari hasil perhitungan tersebut dapat diperoleh kenaikan atau penurunan nilai daktilitas.

Pada pelat prismatik didapat nilai daktilitas sebesar 1,453020134 pada saat gelagar tersebut menerima beban maksimum dengan nilai momennya sebesar 5986,875 KNmm.

Pada pelat nonprismatik didapat nilai daktilitas sebesar 1,104854369 pada saat gelagar tersebut menerima beban maksimum dengan nilai momennya sebesar 5049,375 KNmm.

