

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Baja**

Bahan konstruksi yang mulai diminati pada masa ini adalah baja. Baja merupakan salah satu bahan konstruksi yang sangat baik. Baja memiliki sifat keliatan dan kekuatan yang tinggi. Keliatan atau *ductility* adalah kemampuan bahan untuk berdeformasi secara nyata dalam menerima gaya tekan maupun gaya tarik sebelum terjadi kegagalan (Bowles,1985).

Baja merupakan bahan campuran dari besi (Fe), 1,7% karbon (C), 0,6% silicon (Si), 1,65% mangan (Mn), dan 0,6% tembaga (Cu). Baja dihasilkan dengan menghaluskan biji besi dan logam besi dicampurkan dengan bahan tambah dalam tungku besar dengan temperatur yang sangat tinggi, kemudian dibersihkan dengan menghilangkan kelebihan karbon atau kotoran-kotoran lain.

Berdasarkan prosentase karbon yang terdapat pada baja, maka baja dapat dikategorikan sebagai berikut:

- a. Baja dengan persentase zat arang rendah (*low carbon steel*) yakni lebih kecil dari 0,15%
- b. Baja dengan persentase zat arang ringan (*mild carbon steel*) yakni 0,15% - 0,29%
- c. Baja dengan persentase zat arang sedang (*medium carbon steel*) yakni 0,3% - 0,59%

d. Baja dengan persentase zat arang tinggi (*high carbon steel*) yakni 0,6% - 1,7%

Berdasarkan pada SNI 03-1729-2002 baja dapat dibedakan dalam beberapa jenis menurut besarnya tegangan putus ( $f_u$ ) dan tegangan leleh ( $f_y$ ) seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Sifat Mekanis Baja

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, $f_u$ (MPa)	Tegangan leleh minimum, $f_y$ (MPa)	Regangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Sifat-sifat mekanis baja lainnya untuk perencanaan struktur dapat diambil sebagai berikut:

Modulus elastisitas :  $E = 200000$  MPa

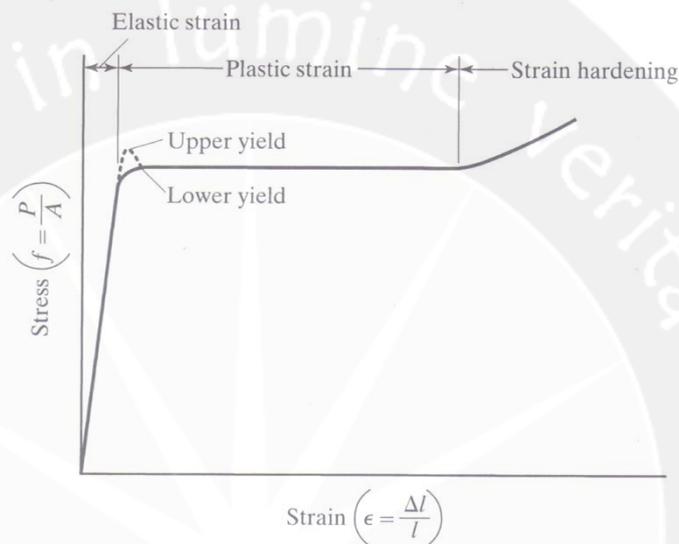
Modulus geser :  $G = 80000$  MPa

Nisbah poisson :  $\mu = 0,3$

Koefisien pemuaian :  $\alpha = 12 \times 10^{-6}$  /oC

Sedangkan untuk baja profil dapat dibedakan berdasarkan proses pembentukannya yaitu pembentukan secara penggilingan dengan panas (*hot rolling*) dan pembentukan dengan pendinginan (*cold forming*)

Untuk mengetahui hubungan antara tegangan dan regangan pada baja dapat dilakukan dengan uji tarik di laboratorium. Sebagian besar percobaan baja akan menghasilkan bentuk hubungan tegangan dan regangan seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.1 Hubungan Regangan dan Tegangan pada Uji Tarik Baja (McCormac, 2008)

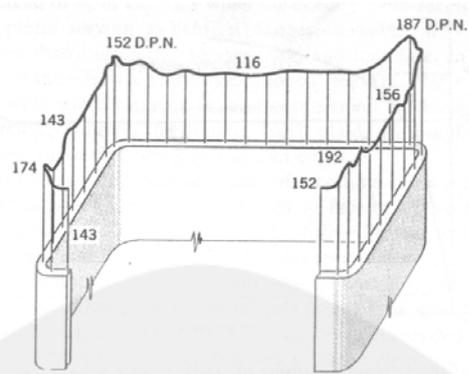
Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa baja memiliki tiga fase yaitu fase elastis, fase plastis, dan fase *strain hardening*. Pada saat pengujian bahan, baja yang ditarik dan mengalami penambahan panjang yang stabil atau secara linear maka baja tersebut masih berada dalam fase elastis. Pada fase ini jika pemberian beban dihentikan maka benda akan kembali ke bentuk semula.

Saat pengujian bahan, setelah melewati fase elastis maka akan masuk pada fase plastis yaitu fase di mana tidak terjadi penambahan tegangan secara signifikan tetapi yang bertambah hanya regangan. Selain itu pada sebagian kecil baja terdapat kondisi *upper yield* (batas luluh atas) dan *lower yield* (batas luluh

bawah) yang terjadi selama fase elastis. Tetapi biasanya besar nilai kedua kondisi ini tidak jauh berbeda sehingga sering diabaikan. Mulai dari fase plastis jika pemberian beban dihentikan maka benda tidak akan kembali ke bentuk semula dan mengalami penambahan panjang dibandingkan kondisi awal.

Setelah melewati fase plastis maka masuk pada fase *strain hardening* atau fase perkerasan tegangan. Pada fase ini besar nilai tegangan dan regangan sudah tidak linear. Selain itu selama fase ini tegangan akan bertambah terus hingga mencapai kondisi tegangan tarik maksimum (*tensile strength,  $F_u$* ). Kemudian setelah mencapai kondisi maksimum maka tegangan pada baja tersebut akan turun secara signifikan sampai baja putus atau sering disebut fase *necking*. Biasanya fase *necking* ini terjadi cukup cepat sehingga besarnya regangan yang terjadi juga kecil (McCormac, 2008).

Baja profil C merupakan salah satu profil baja yang dibentuk secara dingin (*cold formed*) dan baja tipe ini memiliki rasio lebar dan tebal ( $b/t$ ) yang besar. Proses pembentukan secara dingin biasanya menimbulkan tegangan leleh residu akibat proses pembentukan, juga mengakibatkan perubahan *property* material serta meningkatkan tegangan lelehnya (Tall, 1974). Peningkatan tegangan leleh residu akibat pembentukan secara dingin dapat dilihat pada gambar 2.2. Untuk mengukur besar peningkatan tegangan dapat dilihat berupa angka-angka yang menyatakan kekerasan material yang dinyatakan dalam *Diamond Penetration Number (DPN)*.



Gambar 2.2 Pengaruh *Cold Forming* pada Profil C dan Nilai *DPN*  
( Tall, 1974 )

Sinaga, R.M. (2005) melakukan penelitian perilaku lentur baja profil C tunggal menggunakan perkuatan tulangan arah vertikal. Hasil yang paling baik adalah perkuatan dengan jarak  $1h$  dengan besar tegangan lentur 49,32 MPa, sedangkan perkuatan dengan jarak 1,5 , 2, 2,5 besar tegangan lentur 45,13 , 40,75 dan 32,96 MPa.

Wigroho, H.Y. (2005) memperkuat profil C pada sayap yang terbuka dengan baja pelat arah vertikal, dengan berbagai jarak. Hasil dari penelitian ini adalah profil C mengalami kenaikan kemampuan lentur antara 52, 88% sampai 73,70% sesuai dengan jarak perkuatan. Semakin dekat jarak perkuatan semakin besar pula kekuatan.

Haribhawana, N (2008) melakukan pengujian kolom profil C yang diperkuat tulangan lateral, dengan variasi jarak 0,5h, 0,75h, dan 1h. Hasilnya kolom yang diperkuat dengan tulangan lateral jarak 0,5h meningkat sebesar 6,67% dibanding kolom profil C tanpa diperkuat, sedangkan kolom yang diperkuat dengan tulangan lateral jarak 0,75h, dan 1h mengalami penurunan sebesar 20% dan 6,67%.

Wigroho, H.Y. (2009) kembali melakukan penelitian kolom profil C dengan perkuatan besi tulangan arah diagonal. Tetapi hasilnya kurang baik karena

pada profil C panjang 80 cm yang diberi perkuatan menghasilkan kekuatan berkisar 76% sampai 83% dari kekuatan profil C yang tidak diberi perkuatan. Sedangkan untuk profil C dengan panjang 120 cm yang diberi perkuatan juga mengalami penurunan, dengan kekuatan hanya 77% sampai 90% dari kekuatan profil C yang tidak diberi perkuatan.

Kurnia, A (2009) melakukan penelitian kolom baja profil C ganda dengan pengaku pelat arah lateral. Hasil penelitian ini yaitu untuk kolom dengan panjang 100 cm dengan variasi jarak pengaku lateral mampu menahan beban rata-rata 5399,46 kg sedangkan untuk kolom dengan panjang 3500 cm mampu menahan beban 3199,68 kg.

Setiawan, A.R (2011) melakukan penelitian kolom baja profil C gabungan dengan pelat pengaku transversal dengan variasi jarak pelat. Hasil penelitian tersebut menunjukkan jarak 5h memiliki kekuatan yang paling besar yaitu 9229,1055 kg sedangkan jarak 3h dan 4h hanya 8507,2383 kg dan 7798,2002 kg.

Pamungkas, A.G (2011) melakukan penelitian kolom baja profil C ganda dengan variasi jarak las. Hasilnya menunjukkan jarak las 4h mampu menahan beban paling besar yaitu 7166,9966 kg sedangkan jarak 3h dan 5h hanya 6214,4233 kg dan 7093,4824 kg.

Nugroho A.(2011) melakukan penelitian kuat lentur balok profil C ganda dengan variasi jarak sambungan las. Hasilnya pada jarak sambungan las 4h dapat mencapai tegangan 138,4304 MPa sedangkan jarak 3h dan 5h yaitu 116,5787 MPa dan 124,2315 MPa.

## **2.2 Jenis Sambungan pada Struktur Baja**

Baja merupakan elemen kompleks jika dijadikan sebuah struktur. Karena untuk merancang suatu struktur menggunakan elemen baja perlu diperhatikan bentuk bahan serta cara pembuatan struktur tersebut. Untuk membentuk suatu model lengkung (melingkar) diperlukan rencana pendekatan bentuk serta sambungan antar elemen.

Sambungan berfungsi menyatukan elemen-elemen dan menyalurkan beban dari satu bagian ke bagian yang lain. Jenis sambungan pada struktur baja yaitu sambungan baut (*bolted connections*) dan sambungan las (*welded connections*).