

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Baja

Baja merupakan elemen penting di dalam dunia konstruksi saat ini. Baja memiliki kekuatan yang tinggi sehingga dapat mengurangi ukuran struktur. Baja juga memiliki sifat elastis dan daktilitas yang cukup tinggi sehingga dapat menerima tegangan tarik yang cukup besar. Kemudahan pengerjaan konstruksinya dan kemudahan penyambungan antar elemen yang satu dengan yang lainnya, menggunakan alat sambung las atau baut, menjadi pertimbangan tersendiri baja sering digunakan dalam pekerjaan konstruksi. Pembuatan baja melalui proses gilas panas mengakibatkan baja mudah dibentuk menjadi penampang-penampang yang diinginkan, juga menjadi salah satu keunggulan material baja. (Setiawan, 2008).

Baja merupakan bahan campuran dari besi (Fe), 1,7% karbon (C), 0,6% silikon (Si), 1,65% mangan (Mn), dan 0,6% tembaga (Cu). Menurut Salmon dan Johnson (1992) baja untuk struktur dengan tempa panas dapat diklasifikasikan menjadi baja karbon (*carbon steel*), baja paduan rendah berkekuatan tinggi (*high strenght low alloy steel*), dan baja paduan (*alloy steel*). Baja karbon sendiri dapat diklasifikasikan menjadi 4 kategori berdasarkan persentase kandungan karbonnya, yaitu :

- a. Baja karbon rendah, memiliki kandungan karbon kurang dari 0,15%.
- b. Baja karbon lunak, memiliki kandungan karbon 0,15% - 0,29%

- c. Baja karbon sedang, memiliki kandungan karbon 0,30 - 0,59%.
- d. Baja karbon tinggi, memiliki kandungan karbon 0,60 - 1,70%.

Baja karbon yang biasanya digunakan dalam struktural bangunan adalah baja karbon lunak. Menurut Salmon dan Johnson (1992) semakin tinggi kandungan karbon pada baja akan semakin meningkatkan kekerasannya tetapi akan mengurangi keuletannya atau sifat keliatannya (*ductility*), sehingga lebih sulit bila dilas. Keliatan adalah kemampuan untuk berdeformasi secara nyata baik dalam tegangan maupun dalam kompresi sebelum terjadi kegagalan (Bowles, 1985).

Berdasarkan SNI 03-1729-2002, mutu material baja diklasifikasikan menjadi 5 kelas mutu, berdasarkan tegangan leleh (f_y) dan tegangan putusnya (f_u), sebagai berikut :

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

Beberapa sifat mekanik baja yang digunakan dalam perencanaan struktur yaitu :

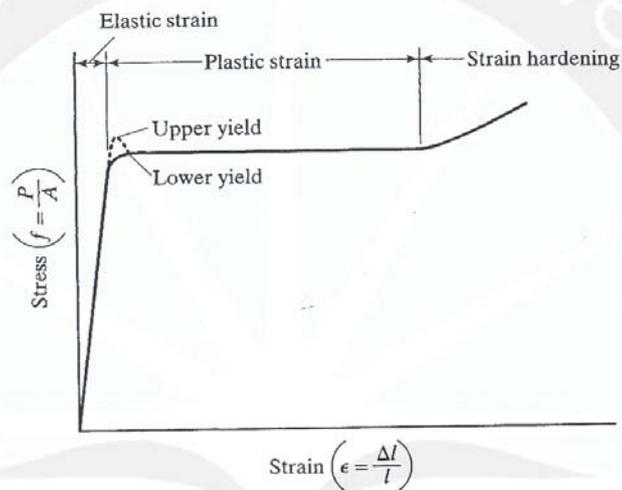
Modulus Elastisitas, E = 200.000 MPa

Modulus Geser, G = 80.000 Mpa

Angka Poisson = 0,30

Koefisien Muai Panjang, $\alpha = 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Secara umum hasil pengujian kuat tarik baja di laboratorium akan menghasilkan hubungan antara tegangan dan regangan seperti pada gambar di bawah ini :



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

Ada tiga fase yang dapat dilihat dari gambar di atas, yaitu : fase elastis, fase plastis, dan fase pengerasan regangan. Pada fase elastis, baja dikenai gaya tarik dan mengalami penambahan panjang. Gaya yang terjadi terus meningkat secara signifikan bersamaan dengan penambahan panjang yang stabil, sehingga membentuk garis linear. Nilai tertinggi dari diagram garis linear ini disebut batas sebanding. Pada fase ini baja yang sudah mengalami gaya tarik masih dapat kembali ke bentuk semula apabila gaya tersebut dilepas atau dihentikan. Batas saat baja masi dapat kembali ke bentuk semula ini dinamakan batas elastis. Nilai

dari batas elastis ini jarang benar-benar diukur dan sebagian besar dalam struktural baja nilai ini dianggap sama besarnya dengan batas sebanding.

Regangan akan terus bertambah tetapi tegangan tidak akan mengalami kenaikan yang signifikan lagi. Tegangan ini dinamakan tegangan luluh (*yield stress*). Regangan yang terjadi setelah melewati tegangan luluh dan tidak mengalami kenaikan tegangan secara signifikan lagi ini merupakan fase plastis. Pada fase ini baja tidak bisa kembali ke dalam bentuk semula bila gaya dihentikan.

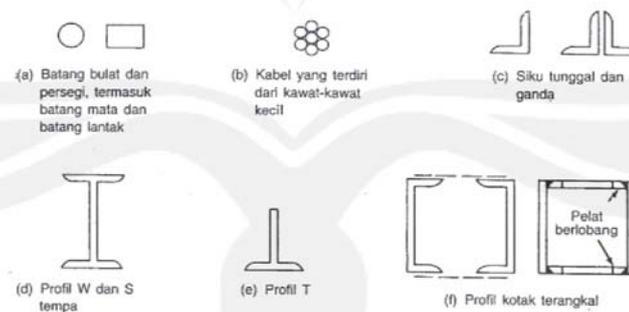
Setelah melewati fase plastis, lalu masuk pada fase pengerasan regangan. Pada fase ini tegangan mengalami kenaikan kembali diikuti penambahan regangan yang semakin besar. Tegangan akan terus naik sampai kondisi maksimum, lalu akan turun secara signifikan hingga baja tersebut putus (McCormac, 2008).

Menurut Oentoeng (1992) ada dua macam bentuk profil baja berdasarkan cara pembuatannya, yaitu :

- a. *Hot rolled shapes*, adalah profil baja yang dibentuk dengan cara blok-blok baja yang panas diproses melalui rol-rol dalam pabrik, atau biasa disebut dengan pembentukan panas.
- b. *Cold formed shapes*, adalah profil baja yang dibentuk dari pelat-pelat yang sudah jadi, menjadi profil baja dalam temperatur atmosfer (dalam keadaan dingin). Profil macam ini ringan dan sering disebut sebagai *light gage cold form steel*.

Struktur baja dapat dibagi menjadi tiga kategori umum, yaitu : (a) struktur rangka (*framed structure*), di mana elemen-elemennya kemungkinan terdiri dari batang-batang tarik, balok, dan batang-batang yang mendapatkan beban lentur kombinasi dan beban aksial; (b) struktur tipe cangkang (*shell-type structure*), di mana tegangan aksial lebih dominan; dan (c) struktur tipe suspensi (*suspension-type structure*), di mana tarikan aksial lebih mendominasi sistem pendukung utamanya (Salmon dan Johnson, 1992).

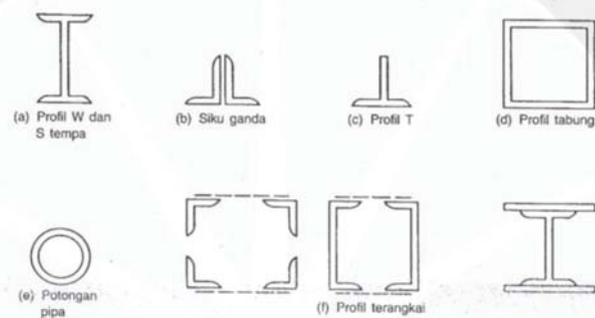
Pada struktur baja terdapat dua jenis batang yang terjadi akibat pengaruh pembebanan pada struktur, yaitu batang tarik dan batang tekan. Batang tarik pada umumnya berwujud penahan tarik pada kerangka, silangan (*diagonal bracing*) pada berbagai tipe struktur, penumpu langsung pada kabel pada sistem atap gantung, dan sebagai kabel utama pada jembatan gantung serta penggantung yang mendukung jalan rayanya (Salmon dan Johnson, 1992).



Gambar 2.2 Beberapa contoh tipe batang tarik (Salmon dan Johnson, 1992)

Batang tekan merupakan batang yang terkena gaya aksial tekan, seperti kolom (*column*), penyangga (*stanchion*), tiang (*post*), dan penopang (*strut*). Karena kekuatan batang tekan merupakan fungsi dari bentuk penampang

lintangnya (radius girasi), pada umumnya luas penampangnya disebarkan sepraktis mungkin. Batang-batang ini jarang hanya memikul gaya aksial tekan saja. Apabila pembebanan disusun sedemikian rupa sehingga perlawanan rotasional ujung dapat diabaikan, dan lentur dianggap dapat diabaikan bila dibandingkan dengan gaya tekan langsungnya, batang tersebut dapat secara aman sebagai kolom yang dibebani secara konsentrik (Salmon dan Johnson, 1992).



Gambar 2.3 Beberapa contoh tipe batang tekan (Salmon dan Johnson, 1992).

Menurut Oentoeng (1992) ada dua macam batang tekan yaitu :

- a. Batang tekan yang merupakan batang dari suatu rangka batang. Batang ini dibebani gaya tekan aksial searah panjang batangnya. Umumnya dalam suatu rangka batang, batang-batang tepi atas merupakan batang tekan.
- b. Kolom, yang merupakan batang tekan tegak yang bekerja untuk menahan balok-balok loteng, rangka atap, lintasan crane dalam bangunan pabrik dan sebagainya yang untuk seterusnya akan melimpahkan semua beban tersebut ke pondasi.

Martinez-Saucedo dan Packer (2006) melakukan penelitian tentang pipa baja dengan sambungan las dengan pelat sambung (*gusset plate*). Pipa baja yang sudah dipasang dengan pelat sambung menggunakan las, kemudian diberi gaya tarik sampai mengalami kerusakan. Kerusakan yang terjadi berupa sobekan pada sambungan profil pipa dengan pelat sambung. Kerusakan ini disebut *shear-lag*. *Shear-lag* dapat diabaikan apabila nilai rasio perbandingan $L_w/w > 0,7$. Secara lebih mudah untuk mendesain suatu join yang akan terkena beban tekan ataupun tarik, untuk amannya panjang las (L_w) harus lebih besar sama dengan dari nilai hasil kali diameter pipa dikalikan dengan 1,3 (Wardenier dkk., 2008)

2.2 Baja Profil Pipa

Pipa adalah benda silinder yang berlubang dan digunakan untuk memindahkan zat hasil pemrosesan seperti cairan, gas, uap, zat padat yang dicairkan maupun serbuk halus. Material yang digunakan sebagai pipa sangat banyak diantaranya adalah beton cor, timbal, kuningan (*brass*), tembaga, plastik, aluminium, besi tuang, baja karbon, dan baja paduan. Material yang paling umum digunakan adalah pipa baja karbon. Pipa baja karbon dapat diproduksi dengan berbagai metode dengan karakteristiknya masing-masing meliputi kekuatan, ketebalan dinding, ketahanan korosi dan batasan suhu serta tekanan. Proses pembuatan pipa baja yang sering digunakan adalah *seamless*, *but-welded*, dan *spiral-welded pipe manufacturing* (Sirawan, 2009).

Pipa baja *seamless* dibuat dari baja silinder pejal, kemudian pada bagian tengahnya ditusuk dan dilubangi pada temperatur yang sangat tinggi dalam

kondisi hampir meleleh (pengerjaan panas), sehingga dalam pembentukannya logam ini tidak akan mengeras dan dapat dihasilkan permukaan pipa yang halus karena tidak terdapat sambungan.

2.3 Jenis Sambungan pada Baja

Baja di dalam pekerjaan struktur biasanya tersusun tidak hanya dengan satu elemen saja, tetapi terdiri dari beberapa elemen. Elemen baja disusun membentuk rangka atau *truss*, digunakan menjadi rangka atap ataupun kuda-kuda. Pembentukannya tersebut memerlukan adanya sambungan antar elemen baja.

Jenis sambungan yang digunakan pada struktur baja yaitu sambungan las (*welded connection*) dan sambungan menggunakan baut (*bolt connection*). Sambungan ini berfungsi untuk menyatukan elemen-elemen baja sehingga dapat membentuk sesuai dengan bentuk struktur yang diinginkan.