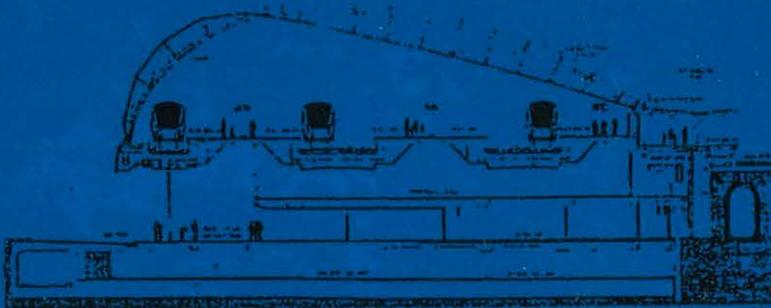


STRUKTUR BAJA 2

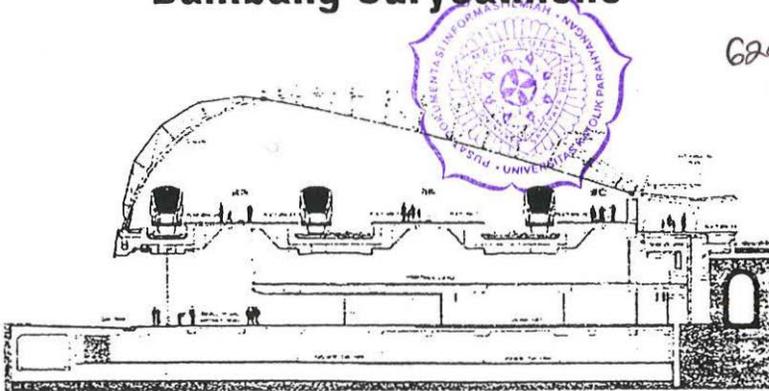
Bambang Suryoatmono



UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
1997

STRUKTUR BAJA 2

Bambang Suryoatmono



624.182 1
SUB
S.



131357 R/PC (FTS
91.11.11.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

1997

Daftar isi



Pengantar

Bab 1 Batang tarik	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Kekuatan Nominal Tarik	2
1.3 Luas Netto	3
1.4 Pengaruh Lubang Berseling Terhadap Luas Netto	5
1.5 Luas Netto Efektif	10
1.6 Kekakuan Batang Tarik	13
1.7 Soal-soal	15
Bab 2 Elemen Tekan	17
2.1 Pendahuluan	17
2.2 Tekuk Elastis Euler	17
2.3 Kekuatan Kolom Dasar	19
2.4 Pengaruh Tegangan Residu	21
2.5 Kurva Desain PPBBI	22
2.6 Faktor Panjang Efektif	25
2.7 Batang Tekan Berpenampang Tersusun	35
2.8 Soal-soal	55
Bab 3 Stabilitas Plat Tekan	57
3.1 Pendahuluan	57
3.2 Tekuk pada Plat yang Ditekan Merata	57
3.3 Kekuatan Plat yang Mengalami Tekan di Tepi	60
3.4 Stabilitas Plat Terhadap Tekuk Lokal Menurut PPBBI	62
3.5 Soal-soal	70
Bab 4 Balok: Ditumpu Lateral	71
4.1 Pendahuluan	71
4.2 Lentur Sederhana pada Penampang Simetris	72
4.3 Perilaku Balok yang Stabil Secara Lateral	72
4.4 Defleksi	75
4.5 Gaya Geser pada Balok	77
4.6 Beban Terpusat pada Balok Gilas	78
4.7 Teori Lentur Umum	79
4.8 Soal-soal	88

Bab 5	Tekuk Torsi Lateral pada Balok	91
5.1	Analogi Dengan Kolom	91
5.2	Tumpuan Lateral	92
5.3	Kekuatan Balok Berpenampang I yang Memikul Momen Merata	94
5.4	Tekuk Torsi Lateral Elastis	96
5.5	Desain Balok Tak Berubah Bentuk (PPBBI)	103
5.6	Balok yang Penampangnya Berubah Bentuk	108
5.7	Soal-soal	119
Bab 6	Balok-kolom	120
6.1	Pendahuluan	120
6.2	Persamaan Diferensial untuk Kombinasi Tekan Aksial dan Lentur	121
6.3	Pembesaran Momen - Cara Sederhana untuk Elemen Struktur Berkelengkungan Tunggal Tanpa Translasi Ujung	127
6.4	Pembesaran Momen - Elemen Struktur yang Mengalami Momen Ujung saja; Tidak Ada Translasi Ujung	132
6.5	Pembesaran Momen - Elemen Struktur yang Dapat Bergoyang	135
6.6	Desain Balok-kolom Berdasarkan PPBBI: Balok-kolom Tak Bergoyang	137
6.7	Desain Balok-kolom Berdasarkan PPBBI: Balok-kolom Bergoyang	149
6.8	Soal-soal	159
Daftar Pustaka		161



Pengantar

Dewasa ini penggunaan material baja sebagai bahan struktural semakin meningkat dengan bertambahnya tuntutan akan material yang mempunyai kekuatan tinggi. Untuk itu dibutuhkan pengetahuan yang luas dan mendalam mengenai struktur baja. Buku ini ditujukan untuk menambah khasanah tentang struktur baja, khususnya untuk analisis dan desain elemen-elemen struktur (elemen tarik, tekan, balok dan kolom atau balok-kolom).

Buku ini disusun untuk digunakan dalam matakuliah Struktur Baja II dengan bobot 3 sks di Program Studi Teknik Sipil. Sekalipun demikian, buku ini pada dasarnya dapat pula digunakan oleh siapapun yang memerlukannya. Pengetahuan dasar tentang *material* baja, dasar-dasar mekanika bahan, serta mekanika rekayasa (khususnya statika) dibutuhkan untuk dapat menggunakan buku ini dengan baik.

Sebagian dari isi buku ini disadur dengan bebas dari pustaka yang tercantum di dalam Daftar Pustaka. Pembahasan lebih luas dan mendalam dapat diperoleh dari berbagai buku mengenai struktur baja. Selain itu, pengerjaan soal-soal yang ada pada akhir setiap bab akan dapat menambah keterampilan dalam menangani analisis dan desain struktur baja.

Kepada berbagai pihak yang telah memberi masukan dalam penulisan buku ini, penulis berterima kasih.

Bambang Suryoatmono
Fakultas Teknik UNPAR



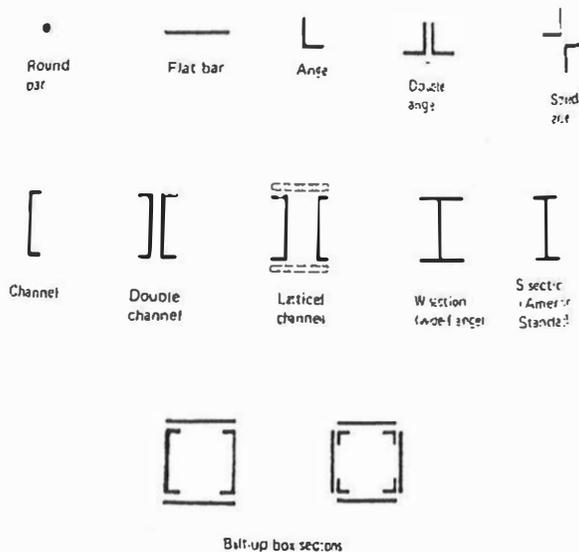
BAB 1 BATANG TARIK

1.1 Pendahuluan

Batang tarik banyak dijumpai pada struktur baja, baik sebagai elemen struktural utama, maupun sebagai elemen struktural sekunder.

- ▶ Sebagai elemen struktural utama, misalnya: pada jembatan, rangka atap, pada menara transmisi, dan sistem penahan angin pada gedung bertingkat.
- ▶ Sebagai elemen struktural sekunder, misalnya sebagai *tie rod* yang memperkaku sistem lantai berangka, atau sebagai tumpuan antara.

Penampang batang tarik dapat berupa penampang utuh tunggal, ataupun penampang tersusun, seperti terlihat dalam Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Contoh penampang batang tarik

Pada umumnya, penggunaan penampang utuh tunggal lebih ekonomis dibandingkan dengan penampang tersusun. Akan tetapi kadangkala penampang tersusun diperlukan, misalnya apabila

- ▶ Kapasitas tarik penampang utuh tunggal tidak ada yang memenuhi,
- ▶ Rasio kelangsingan (perbandingan antara panjang tak tertumpu L dan jari-jari girasi minimum) tidak memenuhi syarat kekakuan
- ▶ pendetailan di titik hubung menyebabkan diperlukannya penampang tersusun, dan sebagainya.

1. 2 Kekuatan Nominal Tarik

Batang tarik mempunyai kekuatan nominal tarik yang ditentukan oleh 2 hal:

- ▶ Kekuatan pada penampang bruto (penampang yang jauh dari titik hubung)
- ▶ Kekuatan pada penampang netto (penampang bersih).

PPBBI mengharuskan kedua hal tersebut ditinjau dan tidak boleh melebihi tegangan dasar ($\bar{\sigma}$) dan $0,75\bar{\sigma}$, berturut-turut. Jadi:

$$\begin{aligned} \frac{P}{A_{bruto}} &\leq \bar{\sigma} \quad \text{untuk peampang utuh} \\ \frac{P}{A_{netto}} &\leq 0,75\bar{\sigma} \quad \text{untuk peampang berlubang} \end{aligned} \quad (1.1)$$

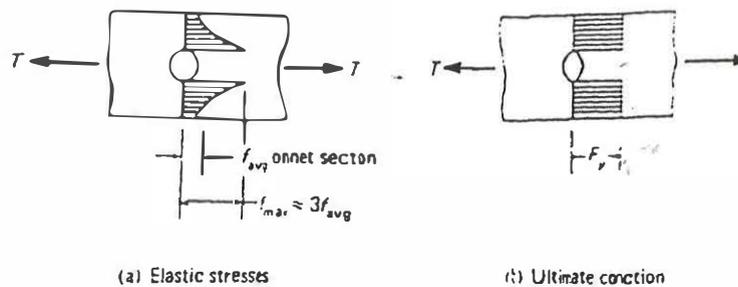
dimana P = besar gaya tarik sentris yang bekerja

$\bar{\sigma}$ = tegangan dasar = tegangan leleh / 1,5

Catatan: notasi tegangan (σ) sering ditulis dengan huruf f , contoh: tegangan leleh sering diberi simbol $\sigma_{leleh} = f_{yield} = f_y$. Untuk Bj. 37, besar tegangan leleh = 2400 kg/cm² (= 240 Mpa.).

Pada penampang yang mempunyai lubang, tegangan ijinnya dikecilkan dengan faktor 0,75 dapat dijelaskan sebagai berikut. Perhatikan Gambar 1.2.. Menurut teori elastisitas, sebuah plat yang mempunyai lubang di tengah dan dibebani tarik sentris, akan mempunyai

distribusi tegangan yang tidak merata (terjadi konsentrasi tegangan). Tepat di tepi lubang, besar tegangan tarik dalam arah gaya tarik tersebut sekitar 3 kali tegangan rata-rata. Langkah yang diambil PPBBI untuk memperhitungkan adanya lubang adalah dengan memperkecil tegangan ijinnya, yang pada dasarnya sama saja dengan memperbesar tegangan rata-rata yang dihitung. Gambar 1.2b tidak dianut oleh PPBBI (ingat, asumsi PPBBI adalah desain elastis).



Gambar 1.2 Distribusi tegangan pada plat berlubang yang dibebani sentris.

1.3 Luas Netto

Apabila alat penyambung (baut, paku keling) digunakan pada batang tarik untuk menghubungkannya dengan elemen struktural lainnya, maka tentu ada lubang pada batang tarik tersebut. Akibatnya, luas batang tarik tersebut (khususnya di titik hubungannya) menjadi berkurang. Kekuatannya juga akan berkurang, bergantung pada ukuran dan lokasi lubang.

Ada 3 cara untuk membuat lubang.

1. Lubang *standar* (cara paling umum dan paling murah):

Diameter lubang *standar* (selanjutnya disebut diameter nominal lubang atau lebih singkat lagi diameter lubang saja) = diameter alat penyambung + 1/16"

Cara ini dilakukan pada plat yang tebalnya lebih tipis dari pada diameter lubang. Pada

waktu dilubangi, plat baja di sekitar lubang mengalami rusak. Dalam desain hal ini diperhitungkan dengan menganggap bahwa besar kerusakan tidak melebihi $1/32"$ dalam arah radial di sekitar lubang. Jadi, total hilangnya lebar plat akibat adanya lubang adalah diameter nominal lubang (dalam arah tegak lurus gaya tarik) + $1/16"$. Jika lubangnya adalah *lubang standar*, maka hal ini ekuivalen dengan diameter alat penyambung + $1/8"$, atau jelasnya:

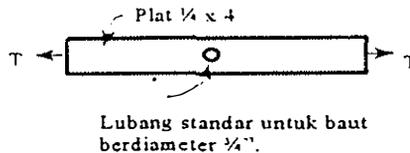
$$\text{lebar yang "hilang"} = \underbrace{\text{diameter alat penyambung} + 1/16"}_{\text{diameter lubang standar}} + \underbrace{1/16"}_{\text{rusak}}$$

2. Melubangi lebih kecil $3/16"$ dari diameter alat penyambung, untuk kemudian menghaluskan lubangnya ke ukuran akhir sesudah penyambungan bagian-bagian selesai. Cara ini lebih mahal dari cara (1) tetapi memberikan keuntungan: lokasi alat penyambung dapat lebih teliti, dan memberikan kekuatan (statik dan fatik) yang lebih baik, tetapi diabaikan dalam prosedur desain.
3. Membor lubang dengan diameter alat penyambung + $1/32"$, Cara ini merupakan cara termahal, dan digunakan untuk menyambung elemen-elemen yang tebal.

Karena cara (1) merupakan cara yang paling umum dijumpai, maka selanjutnya di dalam pembahasan di sini *selalu* dianggap cara ini yang dilakukan.

Contoh 1.1

Berapakah luas netto batang tarik seperti terlihat dalam Gambar 1.3?



Gambar 1.3 Contoh 1.1

Jawab

$$A_{bruto} = 4 (0.25) = 1.0 \text{ in}^2$$

Lebar yang "hilang" = $\frac{3}{4} + \frac{1}{8} = \frac{7}{8}$ "

$$\begin{aligned} A_{neto} &= A_{bruto} - (\text{lebar yang hilang}) (\text{tebal plat}) \\ &= 1.0 - 0.875 (0.25) = 0.78 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

1.4 Pengaruh Lubang Berseling Terhadap Luas Netto

Apabila ada lebih dari satu lubang dan lubang-lubang tersebut tidak terletak pada satu garis lurus yang tegak lurus arah gaya, maka ada lebih dari 1 garis runtuh yang mungkin terjadi.

Dalam Gambar 1.4a, garis runtuh hanyalah garis A-B. Pada Gambar 1.4b, garis runtuh yang mungkin terjadi adalah A-B dan A-C. Secara sepintas, orang akan beranggapan bahwa garis runtuh A-B lah yang menentukan karena garis ini lebih pendek, sehingga menghasilkan luas netto yang lebih kecil. Akan tetapi, perlu diperhatikan bahwa pada garis A-C ada 2 lubang (pada garis A-B hanya 1), jadi seharusnya, kedua garis runtuh tersebut *harus* ditinjau, untuk ditentukan mana yang lebih menentukan. Pengecekan secara akurat untuk garis runtuh A-C amat rumit. Kita dapat menggunakan rumus empiris (LRFD, ASD, PPBBI) untuk memperhitungkannya.

Perbedaan panjang garis A-C dan garis A-B dapat dinyatakan dengan $s^2/(4g)$ (disebut koreksi panjang, ditemukan oleh Cochrane), dimana $s = stagger$ dan $g = gage$ (lihat Gambar 1.4).

s = jarak lubang yang berdekatan, dalam arah sejajar gaya.

g = jarak lubang yang berdekatan, dalam arah tegak lurus gaya.

Jadi (untuk gambar 1.4b)

$$\text{Panjang netto A-B} = \text{panjang A-B} - (\text{diameter lubang} + 1/16")$$

$$\text{Panjang netto A-C} = \text{panjang A-B} - 2(\text{diameter lubang} + 1/16") + s^2/(4g)$$

dan luas netto adalah Panjang netto dikalikan tebal plat.