

STRUKTUR BAJA 1

MODUL 3

Sesi 1

Batang Tarik (*Tension Member*)

Materi Pembelajaran :

1. Elemen Batang Tarik..
2. Kekuatan Tarik Nominal Metode LRFD.
 - Kondisi Leleh.
 - Kondisi fraktur/putus.
3. Kekuatan Tarik Nominal Metode ASD.
4. Luas Penampang Netto.
 - Ukuran lobang paku keling atau baut.
 - Lobang sejajar dan lobang berselang-seling.
 - Pada pelat.
 - Pada baja siku.
 - Profil dan WF.
 - Contoh soal luas penampang netto pada pelat.
 - Contoh soal luas penampang netto pada profil siku.
5. Luas Penampang Netto Efektif.
 - Sambungan dengan baut/paku.
 - Sambungan dengan las.
 - Contoh soal luas penampang efektif.

Tujuan Pembelajaran :

- Mahasiswa mengetahui dan memahami elemen batang tarik, kekuatan tarik nominal metode LRFD, metode ASD, luas penampang netto, dan luas penampang netto efektif.

DAFTAR PUSTAKA

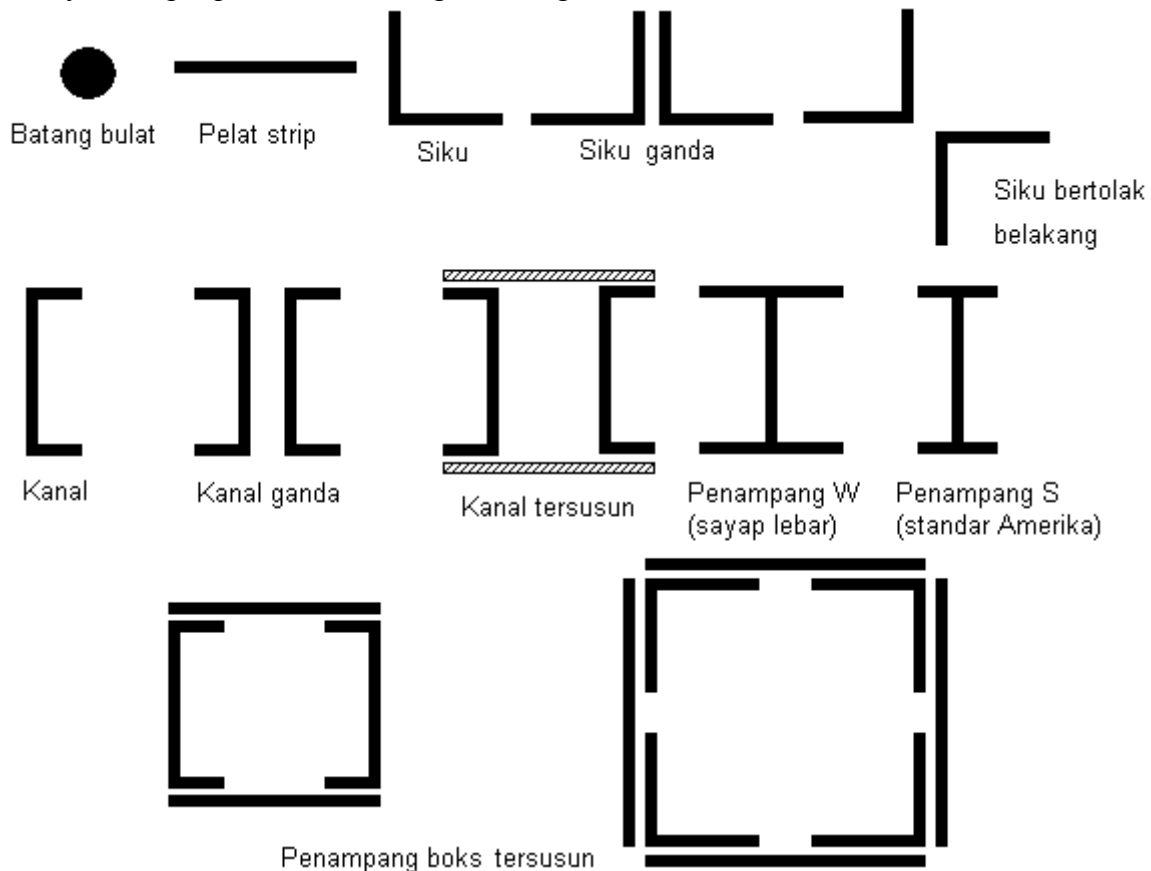
- a) Agus Setiawan, "Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)", Penerbit AIRLANGGA, Jakarta, 2008.
- b) AISC, "Specification for Structural Steel Buildings, 2010
- c) Charles G. Salmon, Jhon E. Johnson, "STRUKTUR BAJA, Design dan Perilaku", Jilid 1, Penerbit AIRLANGGA, Jakarta, 1990.
- d) Departemen Pekerjaan Umum, "PEDOMAN PERENCANAAN PEMBEBANAN UNTUK RUMAH DAN GEDUNG (PPPURG 1987)", Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta, 1987.
- e) "PERATURAN PERENCANAAN BANGUNAN BAJA (PPBBI)", Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, 1984.
- f) SNI 03 - 1729 - 2002. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung.
- g) RESEARCH COUNCIL ON STRUCTURAL CONNECTIONS, c/o AISC, "Specification for Structural Joints Using High-Strength Bolts (*ASTM A325 or A490 Bolts*)", 2009.
- h) William T. segui, "STEEL DESIGN", THOMSON, 2007.

BATANG TARIK

(TENSION MEMBER)

1. Elemen Batang Tarik

Batang tarik banyak dijumpai dalam banyak struktur baja, seperti struktur-struktur jembatan, rangka atap, menara transmisi, ikatan angin, dan lain sebagainya. Batang tarik ini sangat efektif dalam memikul beban. Batang ini dapat terdiri dari profil tunggal ataupun profil-profil tersusun. Contoh-contoh penampang batang tarik adalah profil bulat, pelat, siku, siku ganda, siku bintang, kanal, WF, dan lain-lain. Dengan demikian, batang tarik adalah elemen batang pada struktur yang menerima gaya tarik aksial murni. Gaya tarik tersebut dikatakan sentris jika garis gaya berimpit dengan garis berat penampang. Batang tarik ini umumnya terdapat pada struktur rangka batang.



Gambar 1 : Jenis bentuk batang tarik.

2. Kekuatan Tarik Nominal Metode LRFD (SNI 03-1729-2002)

Dalam menentukan kekuatan nominal penampang suatu batang tarik, harus ditinjau terhadap tiga macam kondisi keruntuhan yang menentukan, yaitu :

- 1) Kondisi leleh dari luas penampang kotor/bruto, didaerah yang jauh dari sambungan.
- 2) Kondisi fraktur/putus dari luas penampang efektif pada daerah sambungan.
- 3) Kondisi geser blok pada sambungan.

Komponen struktur yang memikul gaya tarik aksial terfaktor N_u harus memenuhi :

$$N_u \leq \phi N_n \quad \text{.....(1)}$$

Dimana,

N_n = kekuatan nominal penampang.

ϕ = faktor tahanan/reduksi (SNI 03-1729-2002, tabel 6.4-2, hal.18).
(SNI 03-1729-2002, fs.10.1)

1). Pada kondisi leleh dari luas penampang bruto.

Bila kondisi leleh yang menentukan, maka kekuatan nominal N_n dari batang tarik harus memenuhi persamaan berikut,

$$N_n = A_g \cdot f_y \quad \text{.....(2)}$$

Dimana,

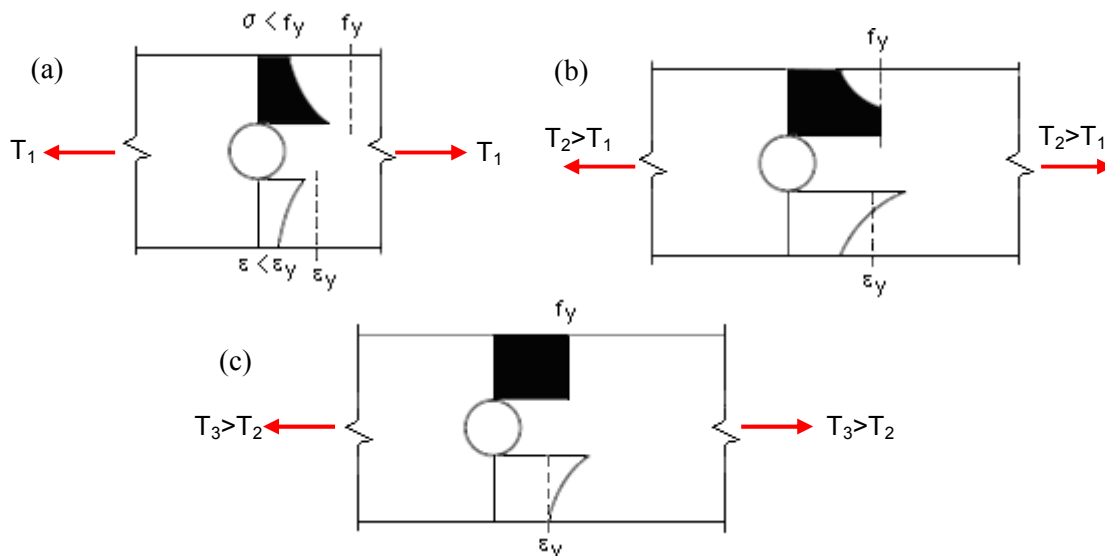
A_g = luas penampang bruto (mm^2).

f_y = tegangan leleh sesuai mutu baja (MPa).

Pada kondisi ini faktor tahanan adalah $\phi = 0,90$.

2). Pada kondisi fraktur/putus dari luas penampang efektif/netto pada sambungan.

Pada batang tarik yang mempunyai lobang, pada daerah penampang yang berlobang tersebut bentuk tegangan tarik tidak linear, terjadi konsentrasi tegangan pada tepi lobang, seperti gambar berikut,



Gambar 2 : Bentuk probahan tegangan pada tepi lobang sejalan dengan bertambahnya beban, gbr. (a) penampang masih dalam keadaan elastis, gbr.(b) sebagian penampang sudah leleh dan gbr.(c) pada seluruh penampang sudah leleh.

Apabila kondisi fraktur/putus yang menentukan maka kekuatan nominal tarik (N_n) tersebut harus memenuhi persamaan sebagai berikut,

$$N_n = A_e \cdot f_u \quad \text{.....(3)}$$

Dimana,

A_e = luas penampang efektif/netto (mm^2).

f_u = tegangan putus sesuai mutu baja (Mpa).
 Pada kondisi ini faktor tahanan adalah $\phi = 0,75$.

3. Kekuatan Tarik Nominal Metode ASD (PPBBI 1984)

Komponen struktur yang memikul gaya tarik aksial N harus memenuhi :
 - Untuk pembebanan tetap,

$$\sigma \leq (0,75) \cdot \frac{f_y}{1,5} \quad \text{.....(4)}$$

- Akibat pembebanan sementara,

$$\sigma \leq (0,75) \cdot (1,30) \frac{f_y}{1,5} \quad \text{.....(5)}$$

Dimana,

- σ = tegangan tarik beban kerja.
 = N_n / A_g (ditempat sambungan A_{net}).
- 0,75 = faktor tahanan yang diberikan apabila penampang berlobang memikul gaya tarik, (ditempat sambungan, ditempat lain = 1,0).
- f_y = tegangan leleh sesuai mutu baja (MPa).

4. Luas Penampang Netto.

Batang tarik yang disambung dengan paku keling (rivet) atau baut (bolt) harus dilobangi. Ini mengakibatkan berkurangnya luas penampang yang dibutuhkan untuk memikul gaya tarik, sehingga kekuatan tarik batang akan berkurang.

SNI 03-1729-2002 fs.10.2.2. menyebutkan dalam suatu potongan *jumlah luas lubang tidak boleh melebihi 15% luas penampang utuh*, atau dengan kata lain luas penampang netto seperti yang diberikan oleh persamaan berikut,

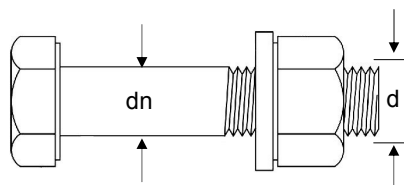
$$A_{net} \geq 85 \% A_g \quad \text{.....(6)}$$

Dimana,

A_g = luas penampang bruto (mm^2).

a). Ukuran lobang paku atau baut.

Menurut SNI 03-1729-2002, fs.17.3.6 diameter nominal lobang (d) yang sudah jadi harus 2 mm lebih besar dari diameter nominal baut (d_n) untuk suatu baut diameternya tidak melebihi 24 mm, dan maksimum 3 mm lebih besar untuk baut dengan diameter lebih besar, kecuali untuk lubang pada pelat landas.



Gambar 3 : Diameter nominal baut dan lobang, d = diameter lobang,
 d_n = diameter nominal, $d = d_n + 2 \text{ mm}$ untuk $d_n \leq 24 \text{ mm}$,
 $d = d_n + 3 \text{ mm}$ untuk $d_n > 24 \text{ mm}$ (SNI).

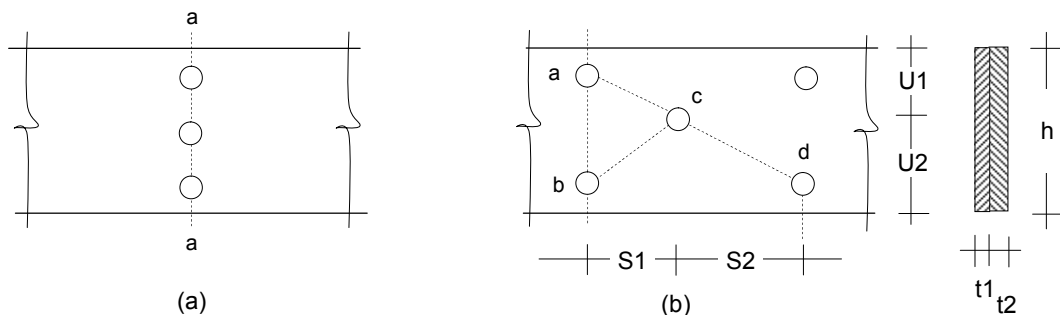
Berdasarkan *Specification for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts*, Prepared by RCSC Committee, 2009, ukuran lobang ditetapkan seperti table 1 berikut,

Tabel 1 : Dimensi nominal lobang baut ASTM A325 dan A490.

Nominal Bolt Diameter, d_b , in.	Nominal Bolt Hole Dimensions ^{a,b} , in.			
	Standard (diameter)	Oversized (diameter)	Short-slotted (width × length)	Long-slotted (width × length)
$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{9}{16} \times \frac{1}{16}$	$\frac{9}{16} \times 1\frac{1}{4}$
$\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{16}$	$\frac{13}{16}$	$1\frac{1}{16} \times \frac{7}{8}$	$1\frac{1}{16} \times 1\frac{9}{16}$
$\frac{3}{4}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{13}{16} \times 1$	$\frac{13}{16} \times 1\frac{7}{8}$
$\frac{7}{8}$	$\frac{15}{16}$	$1\frac{1}{16}$	$\frac{15}{16} \times 1\frac{1}{8}$	$\frac{15}{16} \times 2\frac{3}{16}$
1	$1\frac{1}{16}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{16} \times 1\frac{5}{16}$	$1\frac{1}{16} \times 2\frac{1}{2}$
$\geq 1\frac{1}{8}$	$d_b + \frac{1}{16}$	$d_b + \frac{5}{16}$	$(d_b + \frac{1}{16}) \times (d_b + \frac{3}{8})$	$(d_b + \frac{1}{16}) \times (2.5d_b)$
^a The upper tolerance on the tabulated nominal dimensions shall not exceed $\frac{1}{32}$ in. Exception: In the width of slotted holes, gouges not more than $\frac{1}{16}$ in. deep are permitted. ^b The slightly conical hole that naturally results from punching operations with properly matched punches and dies is acceptable.				

b). Lobang Sejajar dan Lobang Berselang-seling.

Untuk menghitung luas penampang netto mengikuti gambar berikut,



Gambar 4 : Skema peninjauan penampang netto.

b1). Pada lobang sejajar seperti gambar 4.a, luas penampang netto (pot. a-a) diberikan oleh persamaan berikut,

$$A_{net} = A_g - n \cdot d \cdot t \quad \text{.....(7)}$$

Dimana,

- n = jumlah lobang 3 lobang).
- d = diameter lobang (mm), mengikuti ketentuan SNI diatas,
yaitu $d = d_n + 2\text{mm}$, atau $d = d_n + 3\text{mm}$.
- A_g = luas penampang bruto = $h \cdot t$
- t = tebal pelat terkecil antara t_1 dan t_2

b2). Pada lobang yang berselang-seling (Gbr.4b), peninjauan luas penampang netto dilakukan sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \text{- Potongan a - b} & : A_{net} = A_g - n \cdot d \cdot t \\ n & = 2 \text{ lobang} \end{aligned} \quad \text{.....(8.a)}$$

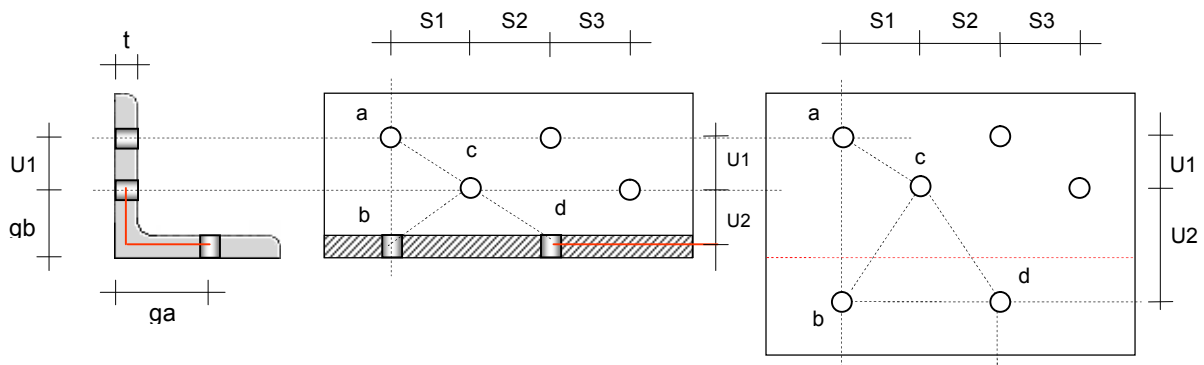
$$\begin{aligned} \text{- Potongan a - c - b} & : A_{net} = A_g - n \cdot d \cdot t + \frac{S_1^2 \cdot t}{4 \cdot U_1} + \frac{S_1^2 \cdot t}{4 \cdot U_2} \\ n & = 3 \text{ lobang} \end{aligned} \quad \text{.....(8.b)}$$

$$\begin{aligned} \text{- Potongan a - c - d} & : A_{net} = A_g - n \cdot d \cdot t + \frac{S_1^2 \cdot t}{4 \cdot U_1} + \frac{S_2^2 \cdot t}{4 \cdot U_2} \\ n & = 3 \text{ lobang} \end{aligned} \quad \text{.....(8.c)}$$

Dari ketiga peninjauan ini luas penampang netto diambil yang terkecil, dan harus,

$$A_{net} \geq 85 \% A_g$$

c). Lobang Berselang-seling Pada Baja Siku.



Gambar 5 : Letak lobang pada baja siku

$$\text{Jarak } U_2 = ga + gb - t$$

$$\begin{aligned} \text{- Potongan a - b} & : A_{net} = A_g - n \cdot d \cdot t \\ n & = 2 \text{ lobang} \end{aligned} \quad \text{.....(9.a)}$$

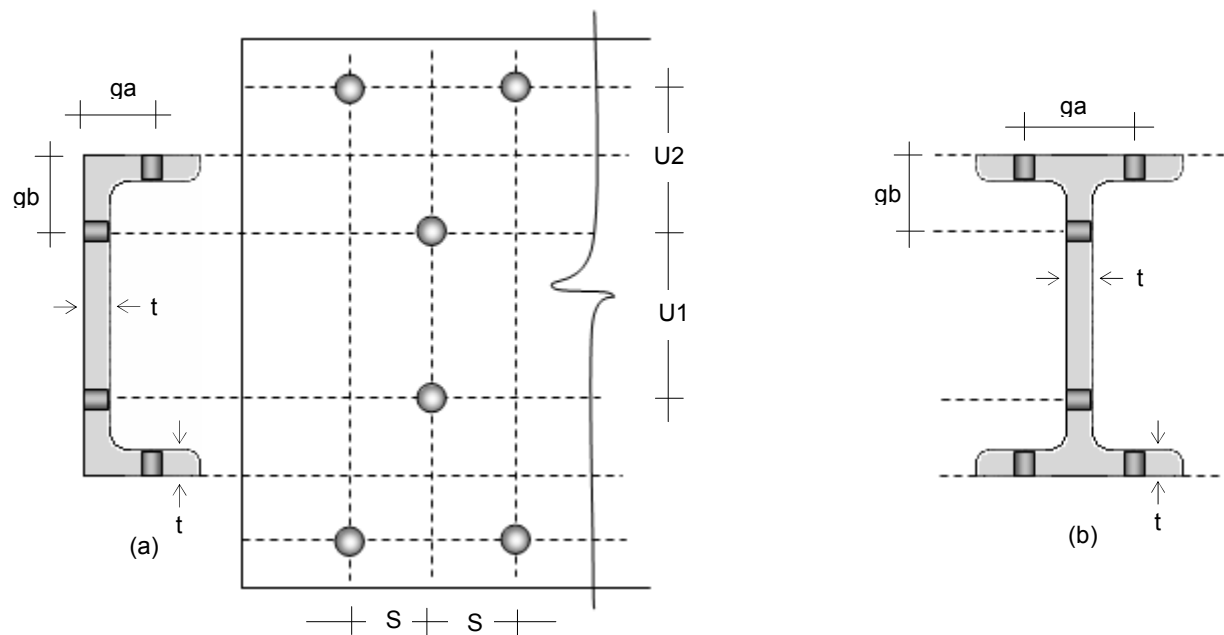
$$\begin{aligned} \text{- Potongan a - c - b} & : A_{net} = A_g - n \cdot d \cdot t + \frac{S_1^2 \cdot t}{4 \cdot U_1} + \frac{S_1^2 \cdot t}{4 \cdot U_2} \\ n & = 3 \text{ lobang} \end{aligned} \quad \text{.....(9.b)}$$

$$\begin{aligned} \text{- Potongan a - c - d} & : A_{net} = A_g - n \cdot d \cdot t + \frac{S_1^2 \cdot t}{4 \cdot U_1} + \frac{S_2^2 \cdot t}{4 \cdot U_2} \\ n & = 3 \text{ lobang} \end{aligned} \quad \text{.....(9.b)}$$

Dari ketiga peninjauan ini luas penampang netto diambil yang terkecil, dan harus,

$$A_{net} \geq 85 \% A_g$$

d). Lobang Berselang-seling Pada Profil Baja Kanal dan WF.



Gambar 6 : Sambungan pada profil kanal profil WF

Profil kanal C (Gbr.6.a), $U2 = ga + gb - t$

Apabila tebal sayap $t1$ dan tebal badan $t2$ maka, $U2 = (ga + gb) - (1/2t1 + 1/2t2)$

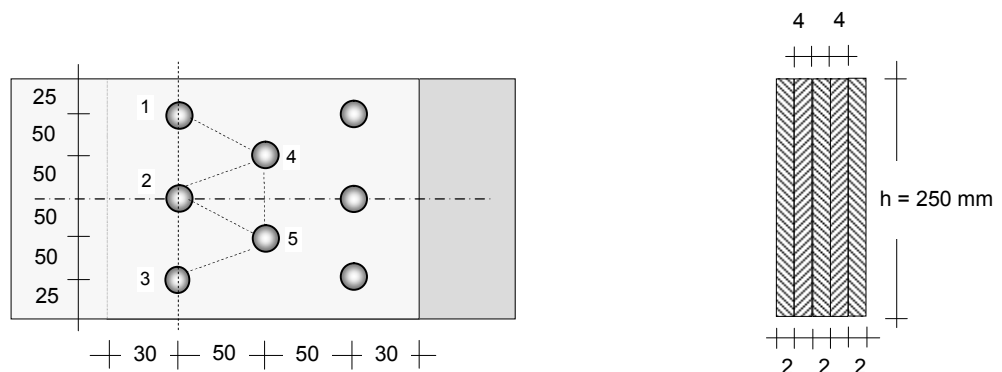
Profil I (Gbr.6.b), $U2 = ga/2 + gb - t$

Apabila tebal sayap $t1$ dan tebal badan $t2$ maka, $U2 = (ga/2 + gb) - (1/2t1 + 1/2t2)$

e). Contoh Soal Tentang Luas Penampang Netto.

1). Sambungan seperti gambar berikut yaitu dua buah pelat tebal 4 mm disambung dengan tiga buah pelat dengan tebal 2 mm, diameter alat penyambung $d_n = 12$ mm, jumlah alat penyambung 8 (delapan) buah. Hitunglah luas penampang netto.

Penyelesaian :



Gambar 7 : Pelat dengan sambungan berselang-seling.

Tebal pelat terkecil, $t = 2 + 2 + 2 = 6$ mm.

Diameter lobang $d = 12$ mm + 2 mm = 14 mm.

- Potongan 1 – 2 – 3,

$$A_{net} = h \cdot t - 3 \cdot t \cdot d = 250 \times 6 - 3 \times 6 \times 14 = 1500 - 252 = 1248 \text{ mm}^2.$$

- Potongan 1 – 4 – 2 – 5 – 3,

$$\begin{aligned}
 A_{net} &= h \cdot t - 5 \cdot t \cdot d + \frac{S^2 \cdot t}{4 \cdot U} + \frac{S^2 \cdot t}{4 \cdot U} + \frac{S^2 \cdot t}{4 \cdot U} + \frac{S^2 \cdot t}{4 \cdot U} \\
 &= 250 \times 6 - 5 \times 6 \times 14 + \frac{50^2 \cdot 6}{4 \cdot (50)} + \frac{50^2 \cdot 6}{4 \cdot (50)} + \frac{50^2 \cdot 6}{4 \cdot (50)} + \frac{50^2 \cdot 6}{4 \cdot (50)} \\
 &= 1500 - 420 + 75 + 75 + 75 + 75 = 1380 \text{ cm}^2.
 \end{aligned}$$

- Potongan 1 – 4 – 5 – 3,

$$\begin{aligned}
 A_{net} &= h \cdot t - 4 \cdot t \cdot d + \frac{S^2 \cdot t}{4 \cdot U} + \frac{S^2 \cdot t}{4 \cdot (2U)} + \frac{S^2 \cdot t}{4 \cdot U} \\
 &= 250 \times 6 - 4 \times 6 \times 14 + \frac{50^2 \cdot 6}{4 \cdot (50)} + \frac{50^2 \cdot 6}{4 \cdot (50)} \\
 &= 1500 - 336 + 75 + 75 = 1314 \text{ mm}^2.
 \end{aligned}$$

- SNI 03-1729-2002 fs.10.2.2. (dan PPBBI 1984 hal.8),

$$\begin{aligned}
 A_{net} &= 85\% \cdot A_g = 85\% \cdot h \cdot t = 0,85 \times 250 \times 6 = 1275 \text{ mm}^2 > A_{net} = 1248 \text{ cm}^2. \\
 &(\text{A}_{net} \text{ potongan 1-2-3} < A_{net} \text{ SNI jadi tidak memenuhi syarat}).
 \end{aligned}$$

Solusi,

- Diameter paku dikecilkan.
- Susunan paku pada satu potongan vertikal dirobah dari 3 (tiga) buah menjadi 2 (dua) buah.

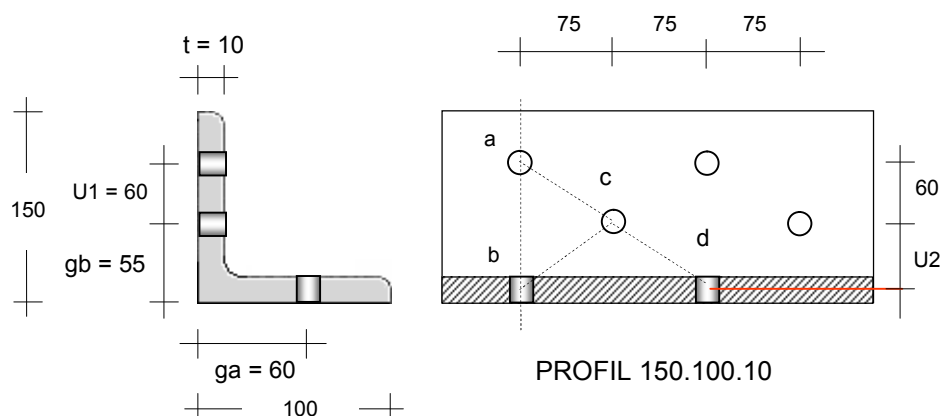
2). Sambungan seperti gambar berikut yaitu dari profil baja siku 150.100.10, diameter nominal alat penyambung $d_n = 25 \text{ mm}$. Hitunglah luas penampang netto.

Penyelesaian :

Diameter lobang $d = 25 + 3 \text{ mm} = 28 \text{ mm}$ (lihat SNI) ; $U1 = 60 \text{ mm}$; $S = 75 \text{ mm}$

$U2 = g_a + g_b - t = 55 + 60 - 10 = 105 \text{ mm}$.

Luas profil baja siku, $A_g = 2420 \text{ mm}^2$ (lihat tabel profil).



Gambar 8 : Profil siku, dengan sambungan berselang-seling.

Luas penampang netto,

- Potongan a – b : $A_{net} = A_g - n \cdot d \cdot t$

$$A_{net} = 2420 - 2 \cdot 28 \cdot 10 = 1860 \text{ mm}^2.$$

$$\text{- Potongan a - c - b : } A_{net} = A_g - n \cdot d \cdot t + \frac{S^2 \cdot t}{4 \cdot U_1} + \frac{S^2 \cdot t}{4 \cdot U_2}$$

$$\begin{aligned} A_{net} &= 2420 - 3 \cdot 28 \cdot 10 + \frac{75^2 \cdot 10}{4 \cdot (60)} + \frac{75^2 \cdot 10}{4 \cdot (105)} \\ &= 2420 - 840 + 234,4 + 133,9 \\ A_{net} &= 1948,3 \text{ mm}^2. \end{aligned}$$

$$\text{- Potongan a - c - d : } A_{net} = A_g - n \cdot d \cdot t + \frac{S^2 \cdot t}{4 \cdot U_1} + \frac{S^2 \cdot t}{4 \cdot U_2}$$

$$\begin{aligned} A_{net} &= 2420 - 3 \cdot 28 \cdot 10 + \frac{75^2 \cdot 10}{4 \cdot (60)} + \frac{75^2 \cdot 10}{4 \cdot (105)} \\ &= 2420 - 840 + 234,4 + 133,9 \\ A_{net} &= 1948,3 \text{ mm}^2. \end{aligned}$$

Solusi,

a. Diameter paku dikecilkan.

b. Susunan paku pada sayap dirobah dari 2 (tiga) buah menjadi 1 (satu) buah saja.

- SNI 03-1729-2002 fs.10.2.2. (dan atau PPBBI 1984 hal.8),

$$A_{net} = 85\% \cdot A_g = 0,85 \times 2420 = 2057 \text{ mm}^2 > A_{net} = 1860 \text{ cm}^2.$$

(A_{net} potongan a-c dan a-b-c < A_{net} SNI jadi tidak memenuhi syarat).

- Jumlah luas lobang = $2420 \text{ mm}^2 - 1860 \text{ mm}^2 = 560 \text{ mm}^2$.

- Persentase lobang = $560/2420 \times 100 \% = 23 \% > 15 \%$ (maksimum 15 %, syarat SNI).

5. Luas Penampang Netto Efektif.

Luas netto (A_{net}) yang diperoleh sebelumnya harus dikalikan dengan *faktor efektifitas penampang*, U , akibat adanya eksentrisitas pada sambungan, yang disebut *shear leg*, SNI 03-1729-2002 fs.10.2. menetapkan sebagai berikut,

$$A_e = U \cdot A_{net} \quad \text{.....(10)}$$

Dimana,

A_e = luas netto efektif.

U = koefisien reduksi.

A_{net} = luas netto penampang.

Koefisien reduksi U untuk hubungan yang menggunakan baut atau paku keling diperoleh dari persamaan berikut:

$$U = 1 - (x/L) \leq 0,9 \quad \text{.....(11)}$$

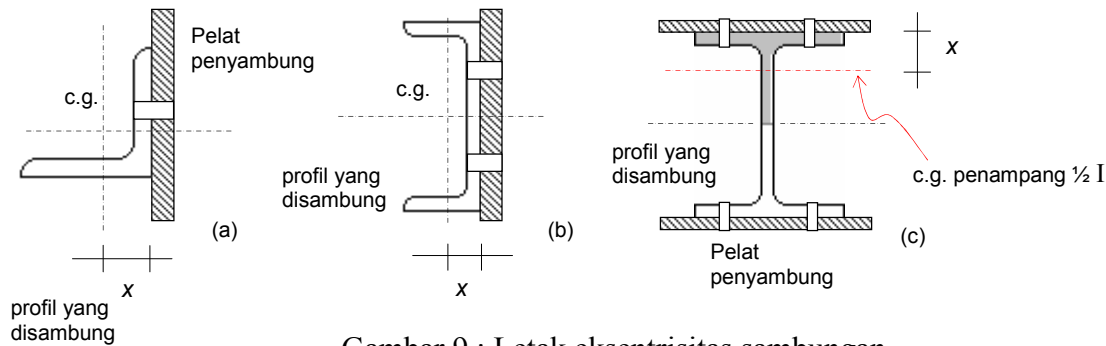
Dimana,

U = faktor reduksi.

x = eksentrisitas sambungan, jarak tegak lurus arah gaya tarik, antara titik berat

L = penampang komponen yang disambung dengan bidang sambungan, mm.
 = panjang sambungan pada arah gaya.

Bentuk-bentuk eksentrisitas sambungan adalah seperti gambar berikut,

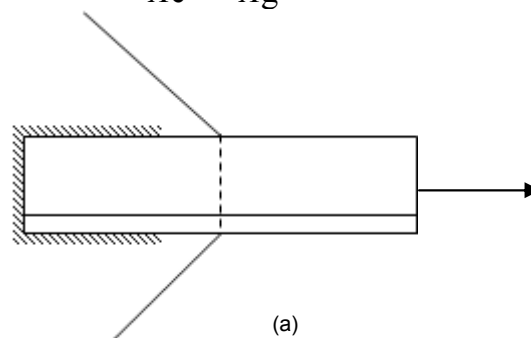


Gambar 9 : Letak eksentrisitas sambungan.

Pada sambungan las, eksentritas dihitung sebagai berikut (SNI fs.10.2.2),

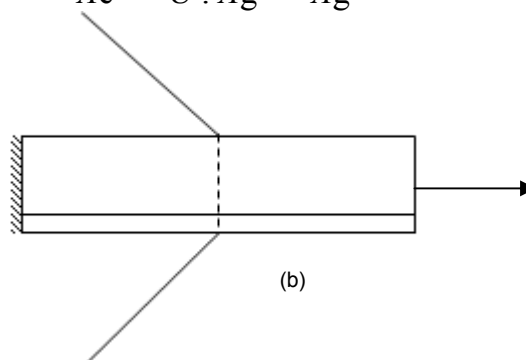
a). Bila gaya tarik hanya disalurkan oleh pengelasan memanjang ke komponen struktur yang bukan pelat, atau oleh kombinasi pengelasan memanjang dan melintang,

$$A_e = A_g \quad \text{.....(12)}$$

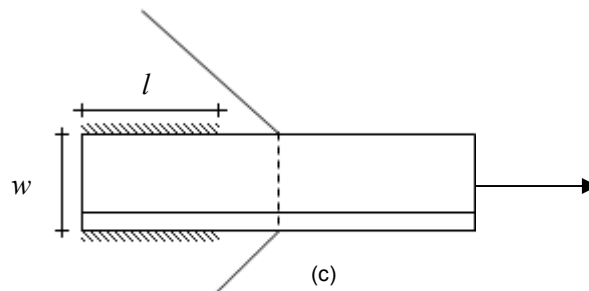


b). Bila gaya tarik hanya disalurkan oleh pengelasan melintang, A adalah jumlah luas penampang neto yang dihubungkan secara langsung dan $U = 1,0$.

$$A_e = U \cdot A_g = A_g \quad \text{.....(13)}$$



c). Bila gaya tarik disalurkan ke sebuah komponen struktur pelat dengan pengelasan sepanjang kedua sisi pada ujung pelat, dengan $l > w$:

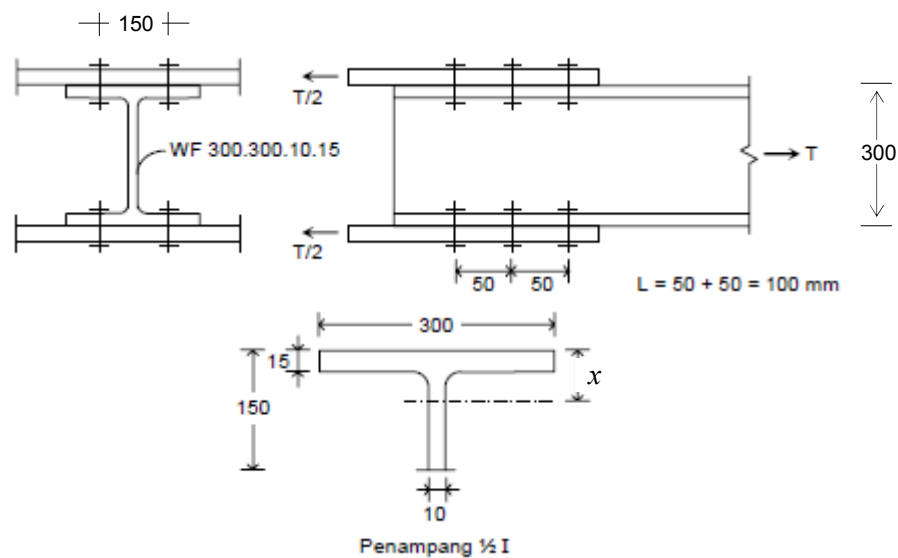


Gambar 10 : Sambungan las.

$$A_e = U \cdot A_g \quad \dots\dots(14)$$

untuk $l > 2w$ $U = 1,00$
 untuk $2w > l > 1,5w$ $U = 0,87$
 untuk $1,5w > l > w$ $U = 0,75$

Contoh Soal :



Gambar 11 : Sambungan pada profil WF.

Letak garis netral penampang setengah profil,

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{300 \times 15 \times 7,5 + (150 - 15) \times 10 \times \left(\frac{(150 - 15)}{2} + 15 \right)}{300 \times 15 + (150 - 15) \times 10} \\
 &= 24,80 \text{ mm.}
 \end{aligned}$$

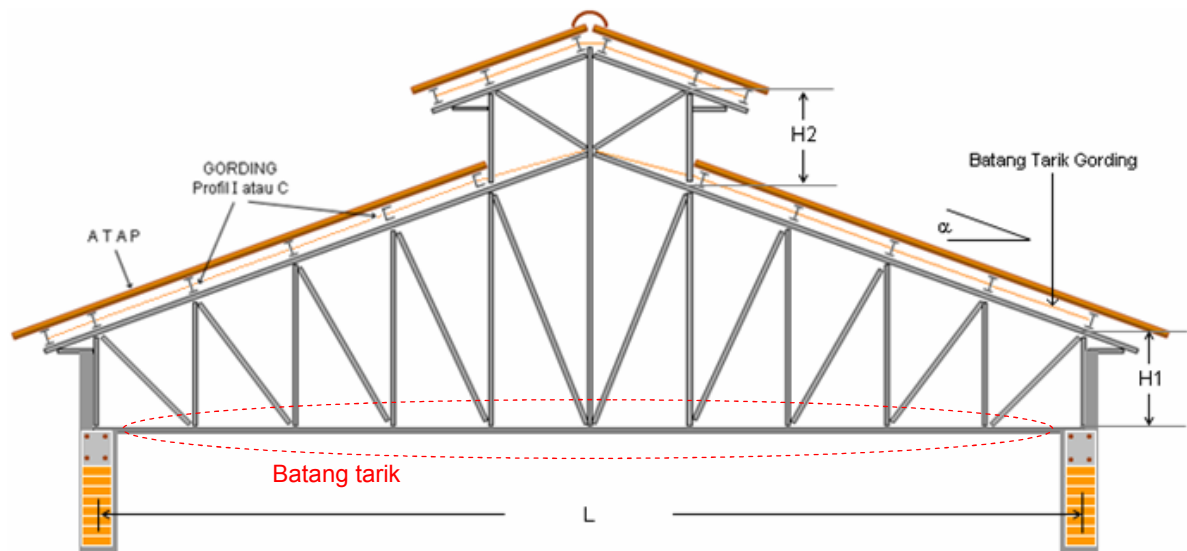
$$U = 1 - \frac{24,80}{100} = 0,75 < 0,90 \text{ (memenuhi).}$$

Maka luas penampang netto efektif menjadi,

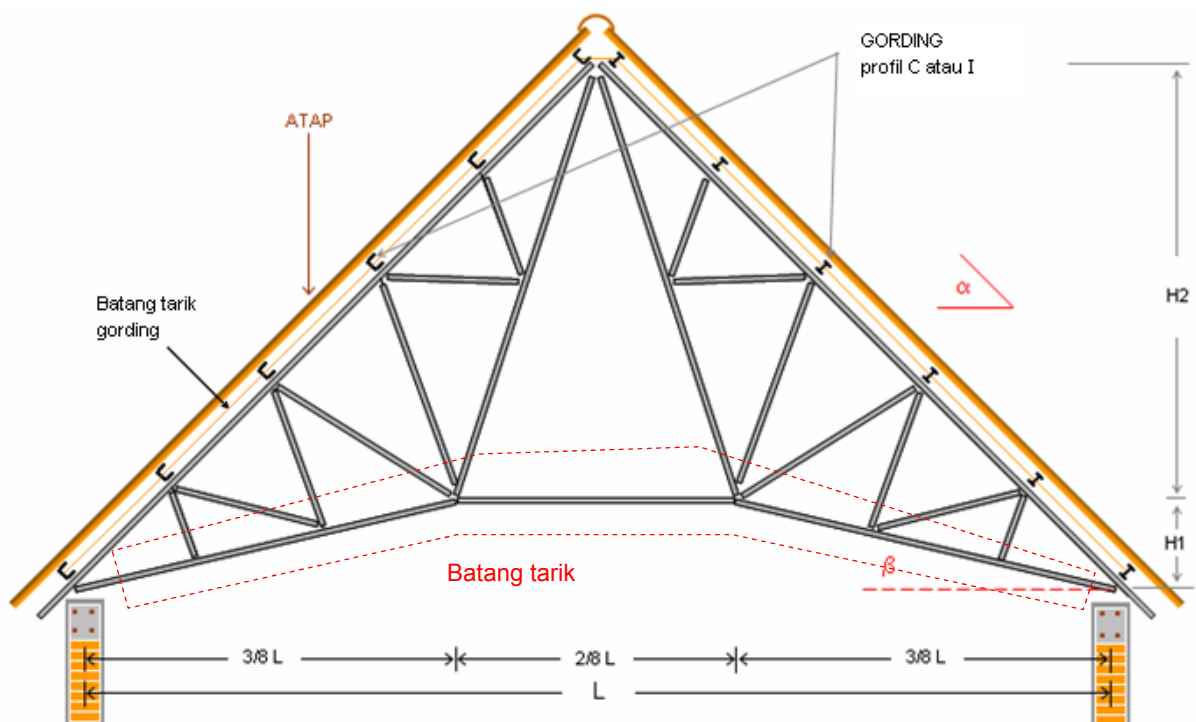
$$A_e = 0,75 A_{net}.$$

Bila luas penampang profil WF tersebut $A_g = 119,8 \text{ cm}^2$, memakai baut $\frac{1}{2}" = 12,7 \text{ mm}$, kelonggaran lobang 2 mm, berapakah luas penampang netto ?, dan berapa pula luas penampang netto efektif ?. Silahkan dicoba.

6. Contoh letak batang tarik.



Gambar 12 :Rangka atap baja.

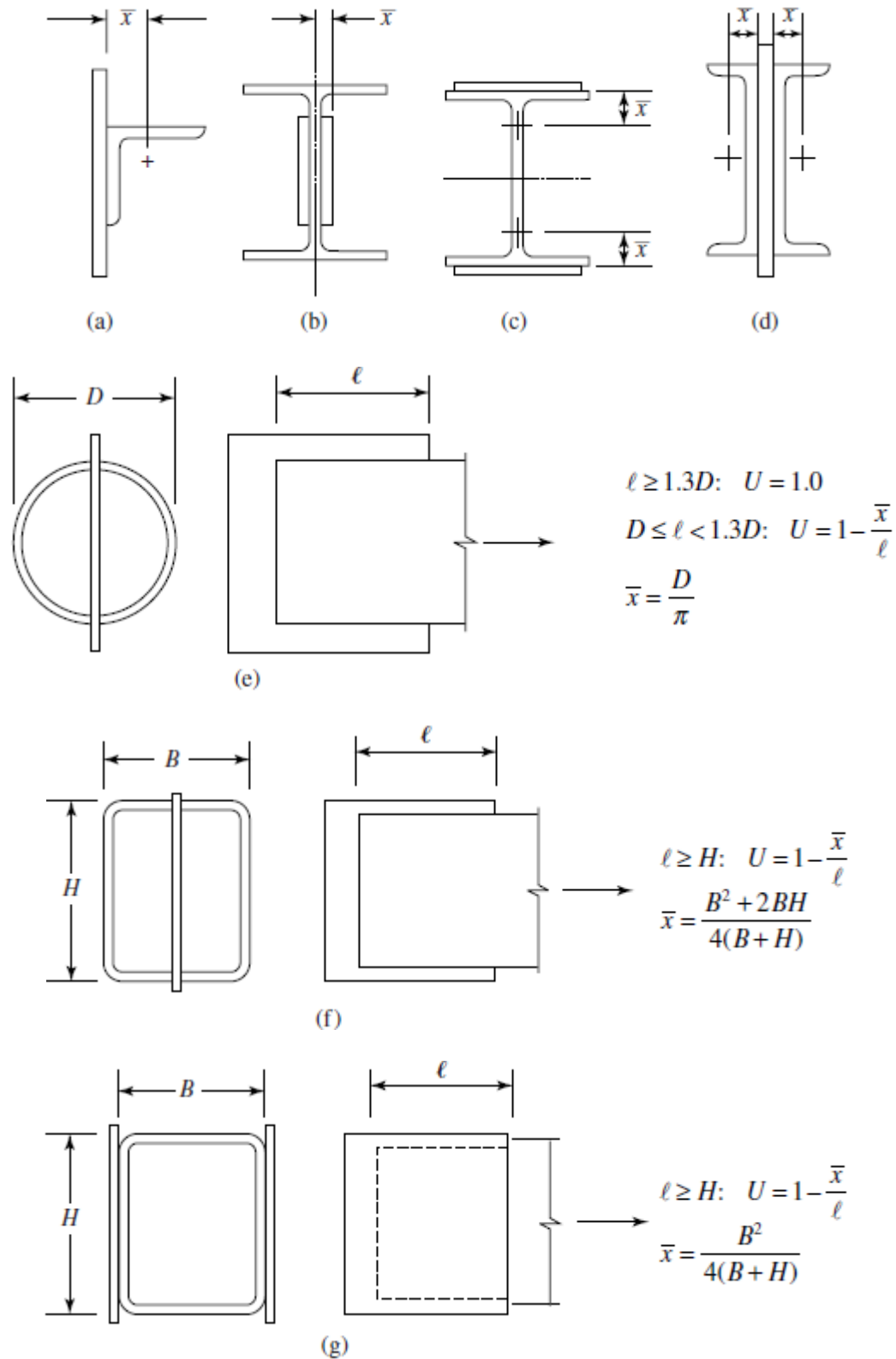


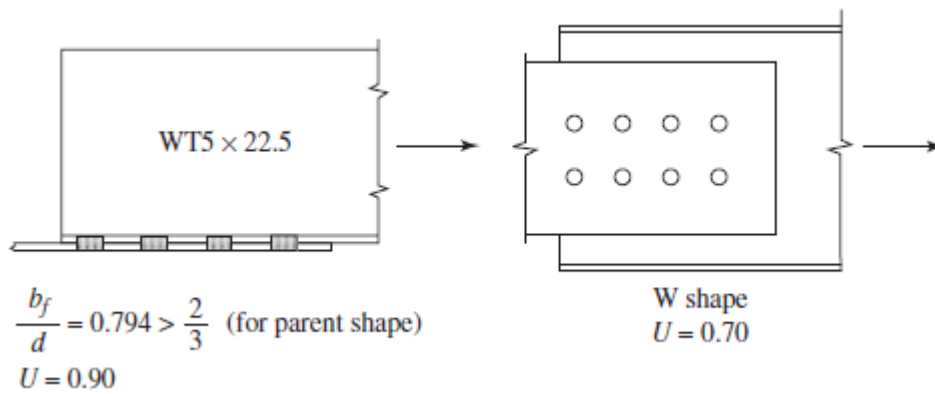
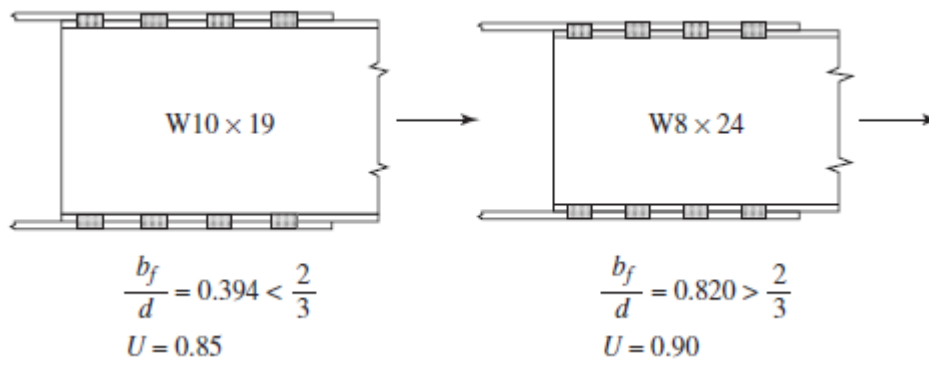
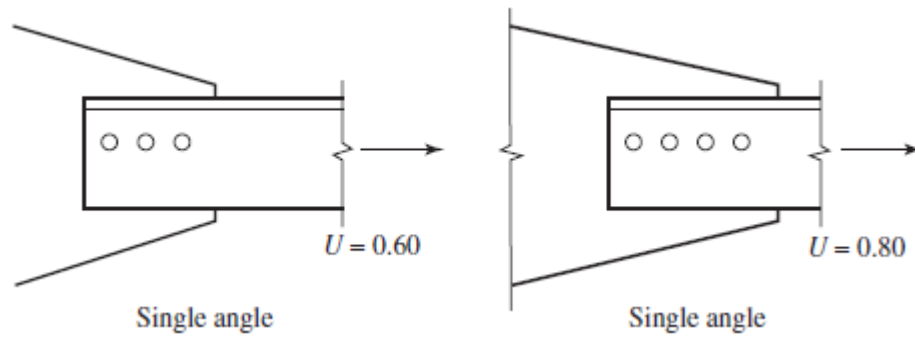
Gambar 13 :Rangka atap baja.

Sumber : Nasution Thamrin, "STEELROOFTRUSS, Alat Bantu Belajar Perencanaan Rangka Atap Baja", ITM, 2011

LAMPIRAN


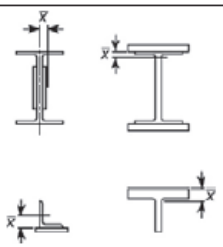

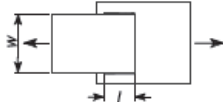

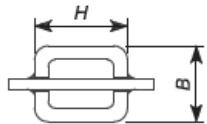
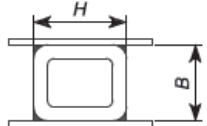


Untuk perencanaan, faktor reduksi penampang netto dapat dipakai seperti bentuk-bentuk dalam gambar berikut,





Sumber : Steel Design, William T. Segui, 4th edition, THOMSON, 2007

TABLE D3.1
Shear Lag Factors for Connections
to Tension Members

Case	Description of Element		Shear Lag Factor, U	Example
1	All tension members where the tension load is transmitted directly to each of the cross-sectional elements by fasteners or welds (except as in Cases 4, 5 and 6).		$U = 1.0$	
2	All tension members, except plates and HSS, where the tension load is transmitted to some but not all of the cross-sectional elements by fasteners or longitudinal welds or by longitudinal welds in combination with transverse welds. (Alternatively, for W, M, S and HP, Case 7 may be used. For angles, Case 8 may be used.)		$U = 1 - \bar{x}/l$	
3	All tension members where the tension load is transmitted only by transverse welds to some but not all of the cross-sectional elements.		$U = 1.0$ and A_n = area of the directly connected elements	
4	Plates where the tension load is transmitted by longitudinal welds only.		$l \geq 2w \dots U = 1.0$ $2w > l \geq 1.5w \dots U = 0.87$ $1.5w > l \geq w \dots U = 0.75$	
5	Round HSS with a single concentric gusset plate		$l \geq 1.3D \dots U = 1.0$ $D \leq l < 1.3D \dots U = 1 - \bar{x}/l$ $\bar{x} = D/\pi$	
6	Rectangular HSS	with a single concentric gusset plate	$l \geq H \dots U = 1 - \bar{x}/l$ $\bar{x} = \frac{B^2 + 2BH}{4(B+H)}$	
		with two side gusset plates	$l \geq H \dots U = 1 - \bar{x}/l$ $\bar{x} = \frac{B^2}{4(B+H)}$	
7	W, M, S or HP Shapes or Tees cut from these shapes. (If U is calculated per Case 2, the larger value is permitted to be used.)	with flange connected with 3 or more fasteners per line in the direction of loading	$b_f \geq 2/3d \dots U = 0.90$ $b_f < 2/3d \dots U = 0.85$	
		with web connected with 4 or more fasteners per line in the direction of loading	$U = 0.70$	

8	Single and double angles (If U is calculated per Case 2, the larger value is permitted to be used.)	with 4 or more fasteners per line in the direction of loading	$U = 0.80$	_____
		with 3 fasteners per line in the direction of loading (With fewer than 3 fasteners per line in the direction of loading, use Case 2.)	$U = 0.60$	_____

l = length of connection, in. (mm); w = plate width, in. (mm); \bar{x} = eccentricity of connection, in. (mm); B = overall width of rectangular HSS member, measured 90° to the plane of the connection, in. (mm); H = overall height of rectangular HSS member, measured in the plane of the connection, in. (mm)

Specification for Structural Steel Buildings, June 22, 2010
AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION

