

Mata Kuliah : Perancangan Struktur Baja
Kode : TSP - 306
SKS : 3 SKS

Batang Tarik

Pertemuan - 2

- TIU :
 - Mahasiswa dapat merencanakan kekuatan elemen struktur baja beserta alat sambungnya
- TIK :
 - Mahasiswa mampu menghitung kapasitas batang tarik akibat kegagalan leleh, fraktur dan geser blok

- Sub Pokok Bahasan :
 - Kegagalan Leleh
 - Kegagalan Fraktur
 - Kegagalan Geser Blok

- 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.

a home base to excellence



(a) pelat



(b) penampang bulat pejal



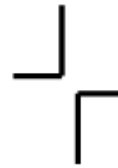
(c) profil kanal



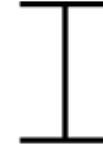
(d) profil siku



(e) profil siku ganda



(f) profil siku bintang



(g) profil WF



- Menurut SNI 03-1729-2002 pasal 10.1 dinyatakan bahwa semua komponen struktur yang memikul gaya tarik aksial terfaktor sebesar T_u , maka harus memenuhi :

$$T_u \leq \phi \cdot T_n$$

- Dengan T_n adalah tahanan nominal dari penampang yang ditentukan berdasarkan tiga macam kondisi keruntuhan batang tarik

Dalam menentukan tahanan nominal suatu batang tarik, harus diperiksa terhadap tiga macam kondisi keruntuhan yang menentukan, yaitu :

- **leleh** dari luas penampang gross, di daerah yang jauh dari sambungan
- **fraktur** dari luas penampang efektif pada daerah sambungan
- **geser blok** pada sambungan

Kondisi Leleh dari Luas Penampang Gross

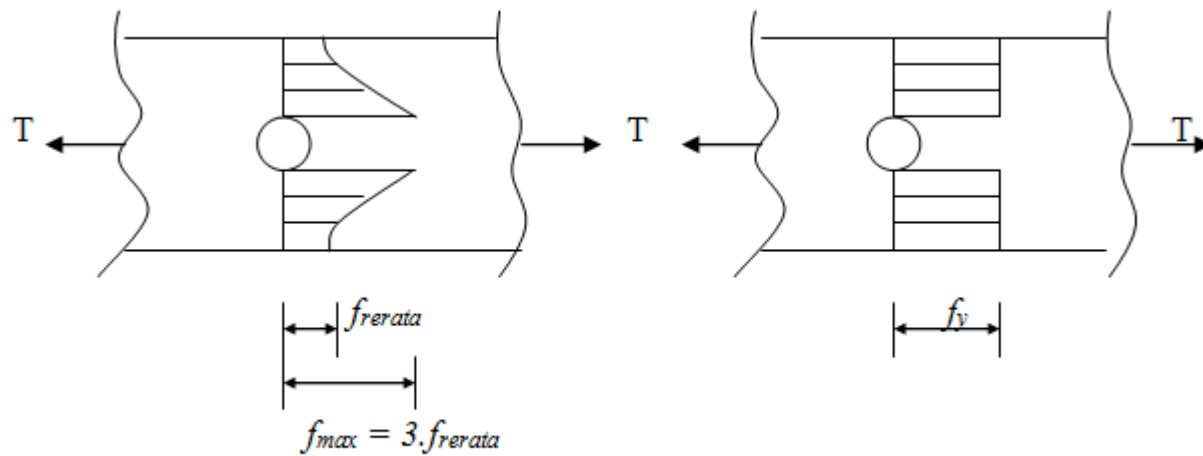
- Bila kondisi leleh yang menentukan, maka tahanan nominal, T_n , dari batang tarik memenuhi persamaan :

$$T_n = A_g \cdot f_y$$

dengan A_g = luas penampang gross, mm²
 f_y = kuat leleh material, MPa

Kondisi Fraktur dari Luas Penampang Efektif Pada Sambungan

- Untuk batang tarik yang mempunyai lubang, misalnya untuk penempatan baut, maka luas penampangnya tereduksi, dan dinamakan luas netto (A_n).
- Lubang pada batang menimbulkan konsentrasi tegangan akibat beban kerja hingga sekitar 3 kali tegangan rerata pada penampang netto.
- Namun saat serat dalam material mencapai regangan leleh $\varepsilon_y = f_y/E_s$, tegangan menjadi konstan sebesar f_y , dengan deformasi yang masih berlanjut sehingga semua serat dalam material mencapai ε_y atau lebih.
- Tegangan yang terkonsentrasi di sekitar lubang tersebut menimbulkan fraktur pada sambungan.



Gambar Distribusi Tegangan Akibat Adanya Lubang Pada Penampang

- Bila kondisi fraktur pada sambungan yang menentukan, maka tahanan nominal, T_n , dari batang tersebut memenuhi persamaan :

$$T_n = A_e \cdot f_u$$

Dengan

A_e = luas penampang efektif = $U \cdot A_n$

A_n = luas netto penampang, mm^2

U = koefisien reduksi

f_u = tegangan tarik putus, MPa

Nilai faktor tahanan ϕ diambil sebagai berikut :

- $\phi = 0,90$ untuk kondisi leleh, dan
- $\phi = 0,75$ untuk kondisi fraktur

Faktor tahanan untuk kondisi fraktur diambil lebih kecil daripada untuk kondisi leleh, sebab *kondisi fraktur lebih getas/berbahaya*, dan sebaiknya tipe keruntuhan jenis ini dihindari.

Luas Netto

- Lubang yang dibuat pada sambungan untuk menempatkan alat pengencang seperti baut atau paku keling, mengurangi luas penampang sehingga mengurangi pula tahanan penampang tersebut.
- Menurut [SNI 03-1729-2002 pasal 17.3.5](#) mengenai pelubangan untuk baut, dinyatakan bahwa suatu lubang bulat untuk baut harus dipotong dengan mesin pemotong dengan api, atau dibor ukuran penuh, atau dipons 3 mm lebih kecil dan kemudian diperbesar, atau dipons penuh.
- Selain itu dinyatakan pula bahwa suatu lubang yang dipons hanya diijinkan pada material dengan tegangan leleh (f_y) tidak lebih dari 360 MPa dan ketebalannya tidak melebihi $5600/f_y$ mm.

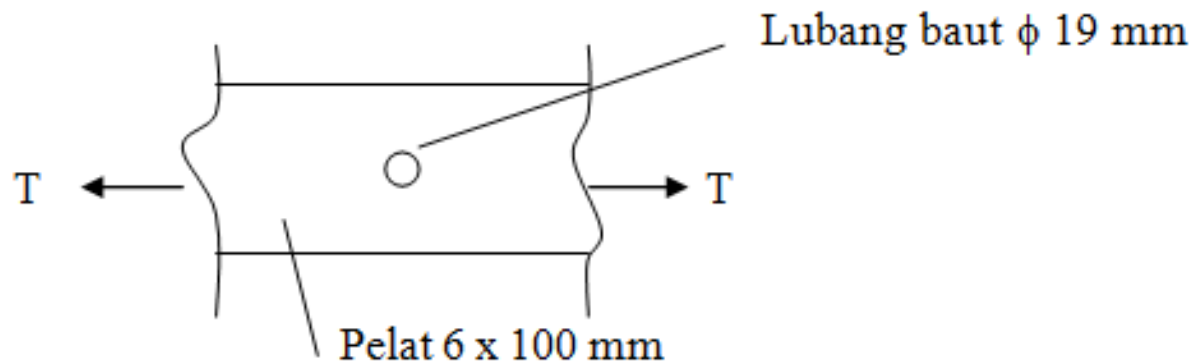
Luas Netto

- Selanjutnya dalam pasal 17.3.6 diatur pula mengenai **ukuran lubang** suatu baut, dinyatakan bahwa diameter nominal dari suatu lubang yang sudah jadi, harus 2 mm lebih besar dari diameter nominal baut untuk suatu baut yang diameternya tidak lebih dari 24 mm.
- Untuk baut yang diameternya lebih dari 24 mm, maka ukuran lubang harus diambil 3 mm lebih besar.
- Luas netto penampang batang tarik tidak boleh diambil lebih besar daripada 85% luas brutonya,

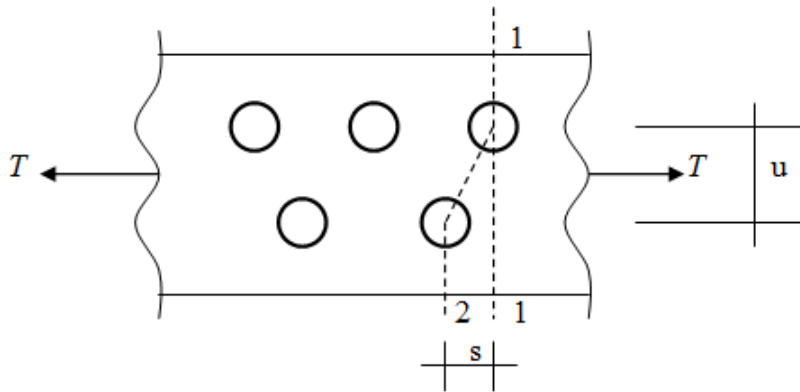
$$A_n \leq 0,85 A_g.$$

Contoh 1:

Hitung luas netto, A_n dari batang tarik berikut ini. Baut yang digunakan berdiameter 19 mm. Lubang dibuat dengan metoda punching.



Efek Lubang Berselang-seling Pada Luas Netto



dengan :

A_g = luas penampang kotor

A_n = luas penampang netto

t = tebal penampang

d = diameter lubang

n = banyak lubang dalam satu potongan

s, u = jarak antar sumbu lubang pada arah sejajar dan tegak lurus sumbu komponen struktur

- Dari potongan 1-1 diperoleh :

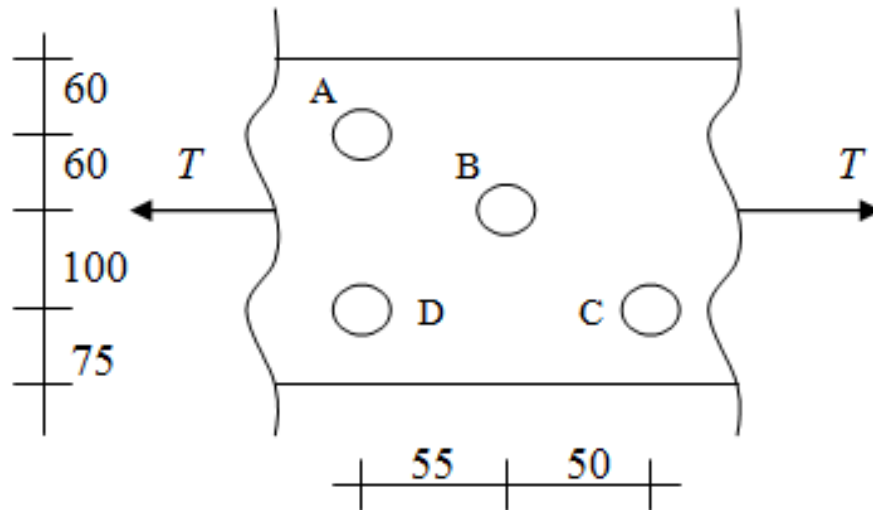
$$A_n = A_g - n.d.t$$

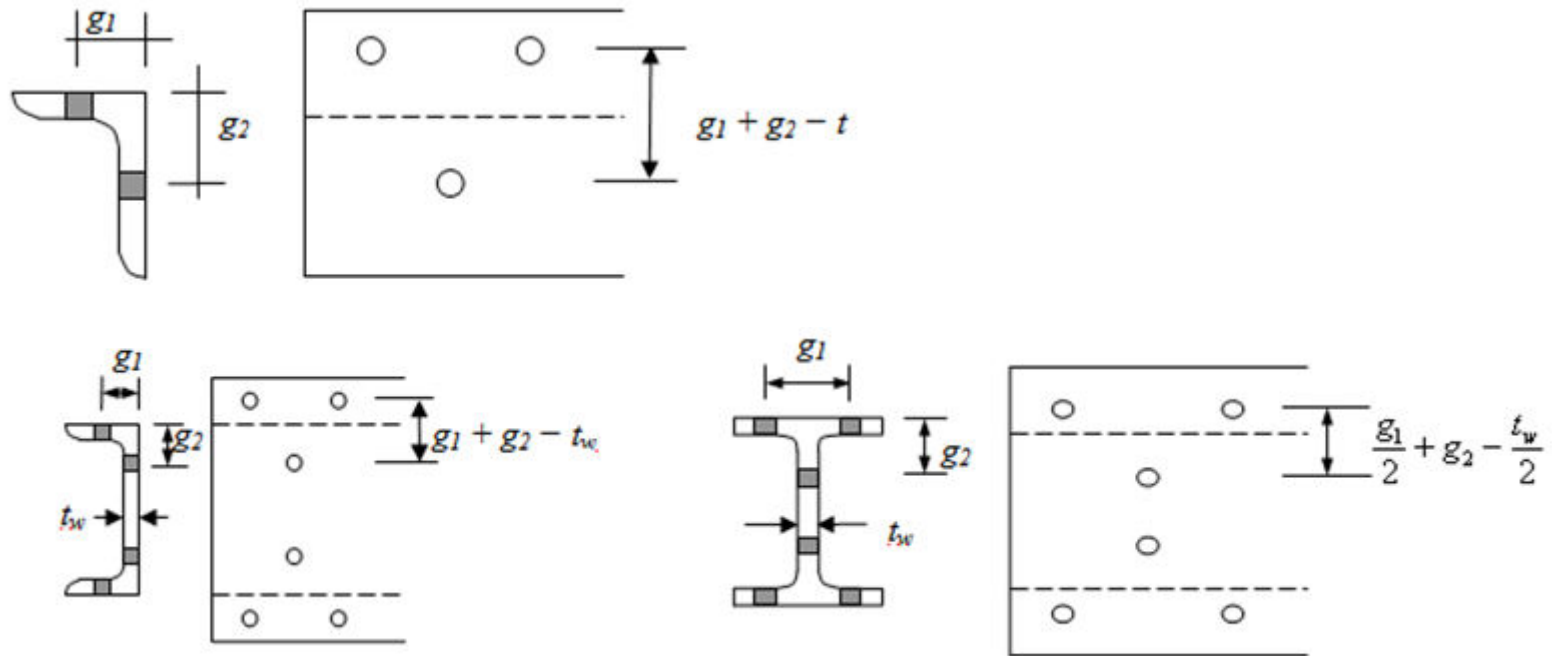
- Potongan 1- 2 :

$$A_n = A_g - n.d.t + \sum \frac{s^2.t}{4u}$$

Contoh 2 :

- Tentukan A_{netto} minimum dari batang tarik berikut ini, ϕ baut = 19 mm, tebal pelat 6 mm

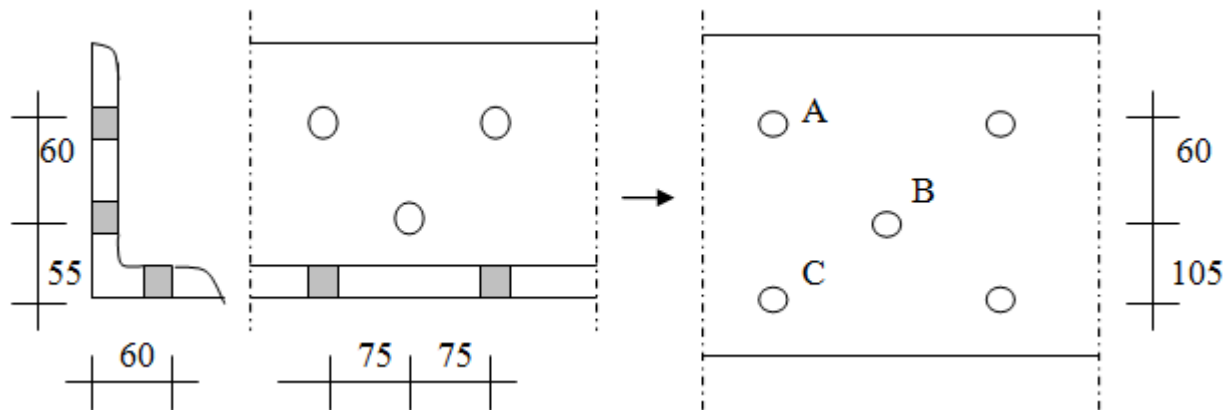




Gambar Perhitungan Nilai u Untuk Berbagai Jenis Profil

Contoh 3 :

- Tentukanlah A_n minimum dari batang tarik berikut, yang terbuat dari profil siku L 100.150.10. Dengan ϕ lubang = 25 mm.



Luas Netto Efektif

- Performa suatu batang tarik dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, namun yang paling penting di antaranya adalah masalah sambungan karena adanya sambungan pada suatu batang tarik akan memperlemah batang tersebut.
- Efisiensi suatu sambungan merupakan fungsi dari daktilitas material, jarak antar alat pengencang, konsentrasi tegangan pada lubang baut serta suatu fenomena yang sering disebut dengan istilah *shear lag*

Luas Netto Efektif

- Masalah *shear lag* dalam perhitungan diantisipasi dengan menggunakan istilah luas netto efektif, yang dapat diterapkan pada sambungan baut maupun las.
- Pasal 10.2 SNI 03-1729-2002 mengatur masalah perhitungan luas netto efektif.
- Dinyatakan bahwa luas penampang efektif komponen struktur yang mengalami gaya tarik harus ditentukan sebagai berikut :

$$A_e = U \cdot A_n$$

Luas Netto Efektif

dengan :

A_e = luas efektif penampang

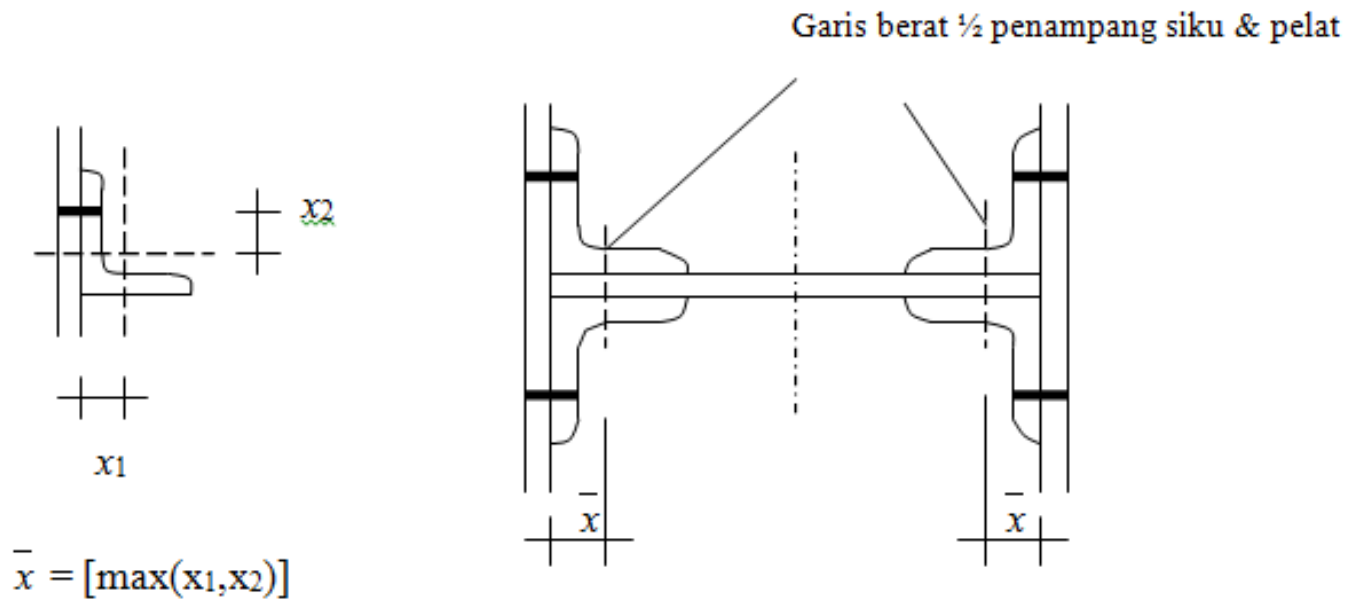
A_n = luas netto penampang

U = koefisien reduksi = $1 - \frac{\bar{x}}{L} \leq 0,9$

\bar{x} = eksentrisitas sambungan

L = panjang sambungan dalam arah gaya tarik

Luas Netto Efektif



Gambar Nilai \bar{x} Untuk Profil Siku

Luas Netto Efektif

Apabila gaya tarik disalurkan dengan menggunakan alat sambung las

- bila gaya tarik disalurkan hanya oleh las memanjang ke elemen bukan pelat, atau oleh kombinasi las memanjang dan melintang, maka :

$$A_e = A_g$$

- bila gaya tarik disalurkan oleh las melintang saja :

$$A_e = \text{luas penampang yang disambung las } (U = 1)$$

- bila gaya tarik disalurkan ke elemen pelat oleh las memanjang sepanjang kedua sisi bagian ujung elemen

$$A_e = U.A_g$$

Luas Netto Efektif

dengan :

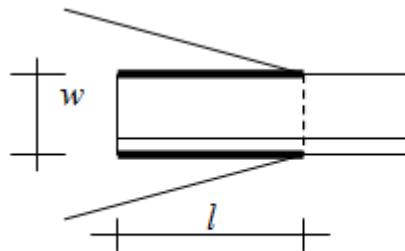
$$U = 1,00 \text{ untuk } l \geq 2w$$

$$U = 0,87 \text{ untuk } 2w > l \geq 1,5w$$

$$U = 0,75 \text{ untuk } 1,5w > l \geq w$$

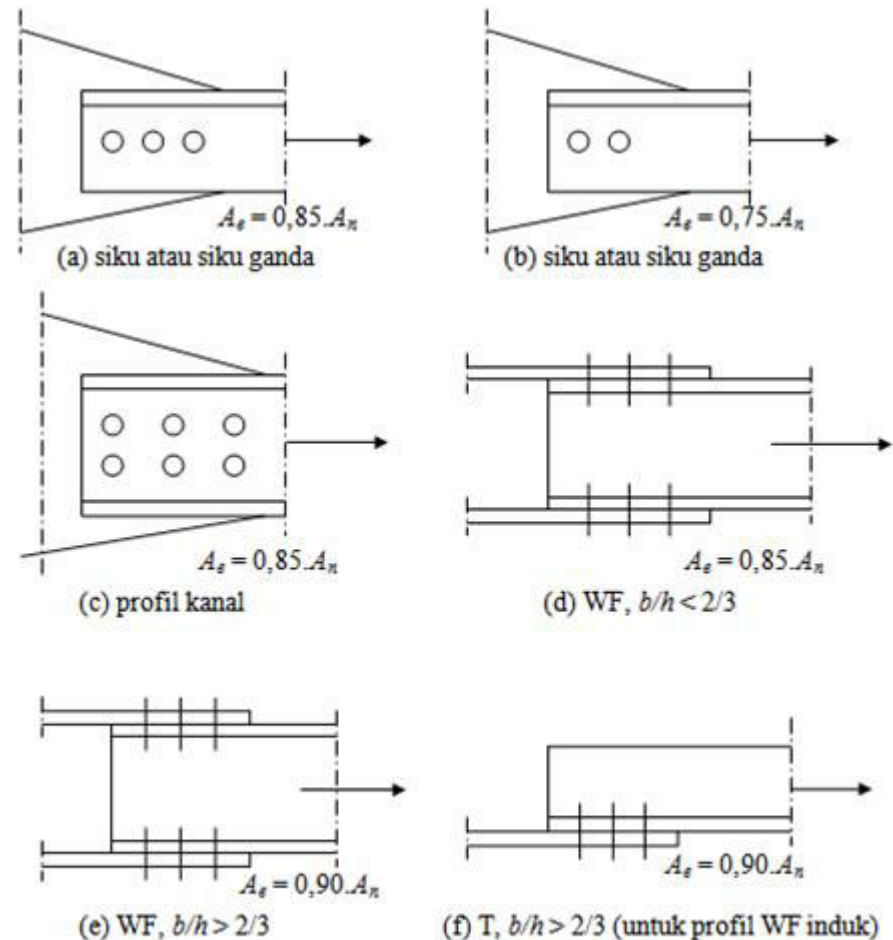
l = panjang las dan

w = jarak antar las memanjang (lebar pelat)



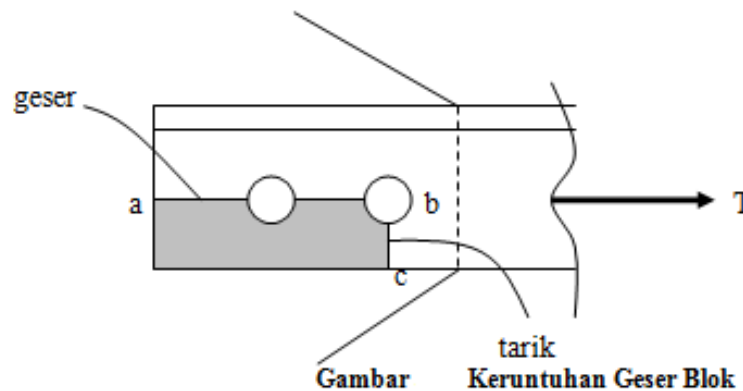
Gambar Sambungan Las

Luas Netto Efektif



Geser Blok (*Block Shear*)

- Pada sebuah elemen pelat tipis yang menerima beban tarik, dan yang disambungkan dengan alat pengencang, tahanan dari komponen tarik tersebut kadang ditentukan oleh kondisi batas sobek, atau sering disebut geser blok.



Geser Blok (*Block Shear*)

Tahanan nominal tarik dalam keruntuhan geser blok diberikan oleh persamaan :

- Geser Leleh-Tarik Fraktur ($f_u \cdot A_{nt} \geq 0,6 \cdot f_u \cdot A_{nv}$)

$$T_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_{gv} + f_u \cdot A_{nt}$$

- Geser Fraktur-Tarik Leleh ($f_u \cdot A_{nt} < 0,6 \cdot f_u \cdot A_{nv}$)

$$T_n = 0,6 \cdot f_u \cdot A_{nv} + f_y \cdot A_{gt}$$

dengan :

A_{gv} = luas kotor akibat geser

A_{gt} = luas kotor akibat tarik

A_{nv} = luas netto akibat geser

A_{nt} = luas netto akibat tarik

f_u = kuat tarik

f_y = kuat leleh

- Tahanan nominal suatu struktur tarik ditentukan oleh tiga macam tipe keruntuhan yakni leleh dari penampang brutto, fraktur dari penampang efektif dan geser blok pada sambungan.
- Sedapat mungkin dalam mendisain suatu komponen struktur tarik, keruntuhan yang terjadi adalah leleh dari penampang bruttonya, agar diperoleh tipe keruntuhan yang daktail.