

Mata Kuliah : Perancangan Struktur Baja
Kode : CIV - 303
SKS : 3 SKS

Sambungan Las

Pertemuan – 9, 10

- **TIU :**
 - Mahasiswa dapat merencanakan kekuatan elemen struktur baja beserta alat sambungnya
- **TIK :**
 - Mahasiswa mampu menghitung kuat geser las sudut dan las tumpul
- **Sub Pokok Bahasan :**
 - Jenis dan Bahan Las
 - Kuat Geser Las Tumpul
 - Kuat Geser Las Sudut

- Pengelasan adalah suatu proses penyambungan bahan logam yang menghasilkan peleburan bahan dengan memanaskannya hingga suhu yang tepat dengan atau tanpa pemberian tekanan dan dengan atau tanpa pemakaian bahan pengisi.
- Beberapa proses pengelasan yang umum dipakai adalah :
 - Shielded Metal Arc Welding (SMAW)
 - Submerged Arc Welding (SAW)
 - Gas Metal Arc Welding (GMAW)
 - Flux Cored Arc Welding (FCAW)

- **Proses pengelasan SMAW** (Shield Metal Arc Welding) yang juga disebut Las Busur Listrik adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar atau logam induk dan elektroda (bahan pengisi).
- Panas tersebut dihasilkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi antara katoda (ujung elektroda) dan anoda (permukaan plat yang akan dilas).

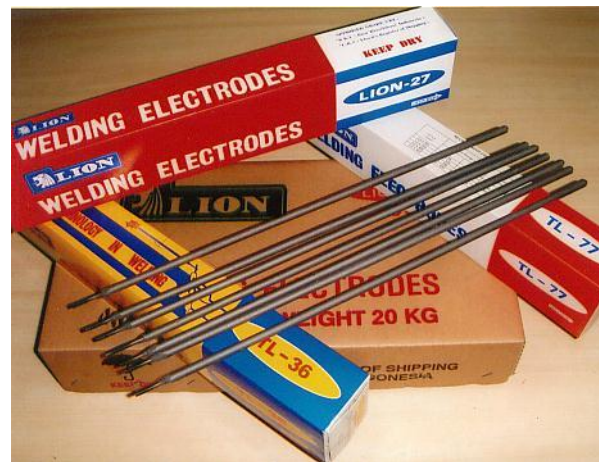
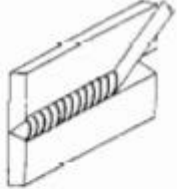


TABLE 2.3.1 ELECTRODES USED FOR WELDING*

Process				Minimum yield stress		Minimum tensile strength	
Shielded metal arc welding (SMAW) AWS A5.1 or A5.5	Submerged arc welding (SAW) AWS A5.17 or A5.23	Gas metal arc welding (GMAW) AWS A5.18 or A5.28	Flux cored arc welding (FCAW) AWS A5.20 or A5.29	(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)
E60XX			E6XT-X	50	345	62 min	425
	F6XX-EXXX			50	345	62-80	425-550
E70XX		ER70S-X	E7XT-X	60	415	72 min	495
	F7XX-EXXX			60	415	70-90	485-655
E80XX				67	460	80 min	550
	F8XX-EXXX		E8XT	68	470	80-100	550-690
		ER80S		65	450	80 min	550
E100XX				87	600	100 min	690
	F10XX-EXXX			88	605	100-130	690-895
		ER100S		90	620	100 min	690
			E10XT	88	605	100-120	690-830
E110X				97	670	110 min	760
	F11XX-EXXX			98	675	110-130	760-895
		ER110S		98	675	110 min	760
			E11XT	98	675	110-125	760-860

* Filler metal requirement given by AWS D1.1 [2.25], Table 4.1.1 to match the various structural steels.



(b) Horizontal

E IDENTIFICATION

electrodes are identified using the A.W.S. (American Welding
numbering system and are made in sizes from 1/16 to 5/16 .



(d) Overhead

8 " **E6011**

is 1/8" in diameter

positions.

The "E" stands for arc welding electrode.





















E60xx would have a tensile strength of 60,000 psi

E110XX would be 110,000 psi

EXX1X is for use in all positions

EXX2X is for use in flat and horizontal positions

EXX3X is for flat welding

Jenis Posisi	Sambungan Tumpang (Lap Joint)	Sambungan T (Tee Joint)	Sambungan Tumpul (Butt Joint)	Sambungan Sudut (Corner joint)	Sambungan Sisi (Edge Joint)
Flat					
Horizontal					
Vertikal					
di Atas Kepala					

ELECTRODE IDENTIFICATION

The last two digits together, indicate the type of coating on the electrode and the welding current the electrode can be used with. Such as DC straight, (DC -) DC reverse (DC+) or A.C.

EXX10 DC+ (DC reverse or DCRP) electrode positive.

EXX11 AC or DC- (DC straight or DCSP) electrode negative.

EXX12 AC or DC-

EXX13 AC, DC- or DC+

EXX14 AC, DC- or DC+

EXX15 DC+

EXX16 AC or DC+

EXX18 AC, DC- or DC+

EXX20 AC, DC- or DC+

EXX24 AC, DC- or DC+

EXX27 AC, DC- or DC+

EXX28 AC or DC+

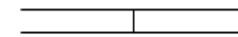
CURRENT TYPES

- SMAW is performed using either AC or DC current.
- Since DC current flows in one direction, DC current can be DC straight, (electrode negative) or DC reversed (electrode positive).
- With DC reversed, (DC+ OR DCRP) the weld penetration will be deep.
- DC straight (DC- OR DCSP) the weld will have a faster melt off and deposit rate. The weld will have medium penetration.

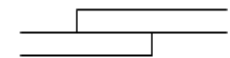
- Panas yang dihasilkan dari lompatan ion listrik ini besarnya dapat mencapai 4000°C sampai 4500°C .
- Proses terjadinya pengelasan ini karena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar sehingga terjadi hubungan pendek, saat terjadi hubungan pendek tersebut tukang las (welder) harus menarik elektroda sehingga terbentuk busur listrik yaitu lompatan ion yang menimbulkan panas.
- Panas akan mencairkan elektroda dan material dasar sehingga cairan elektrode dan cairan material dasar akan menyatu membentuk logam lasan (weld metal).
- Untuk menghasilkan busur yang baik dan konstan tukang las harus menjaga jarak ujung elektroda dan permukaan material dasar tetap sama. Adapun jarak yang paling baik adalah sama dengan $1,5$ x diameter elektroda yang dipakai.

Jenis – Jenis Sambungan

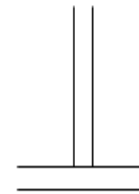
- **Sambungan sebidang (*butt joint*)**, sambungan ini umumnya dipakai untuk pelat – pelat datar, tak ada eksentrisitas. Ujung – ujung yang hendak disambung harus dipersiapkan terlebih dulu (diratakan atau dimiringkan)
- **Sambungan lewatan (*lap joint*)**, jenis sambungan yang paling banyak dijumpai, cocok untuk tebal pelat yang berlainan
- **Sambungan tegak (*tee joint*)**, banyak dipakai untuk membuat penampang tersusun seperti bentuk I, pelat *girder*, *stiffener*
- **Sambungan sudut (*corner joint*)**, dipakai untuk penampang tersusun berbentuk kotak yang digunakan untuk kolom atau balok
- **Sambungan sisi (*edge joint*)**, bukan jenis struktural



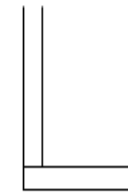
(a) butt joint



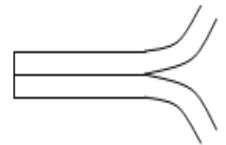
(b) lap joint



(c) tee joint



(d) corner joint

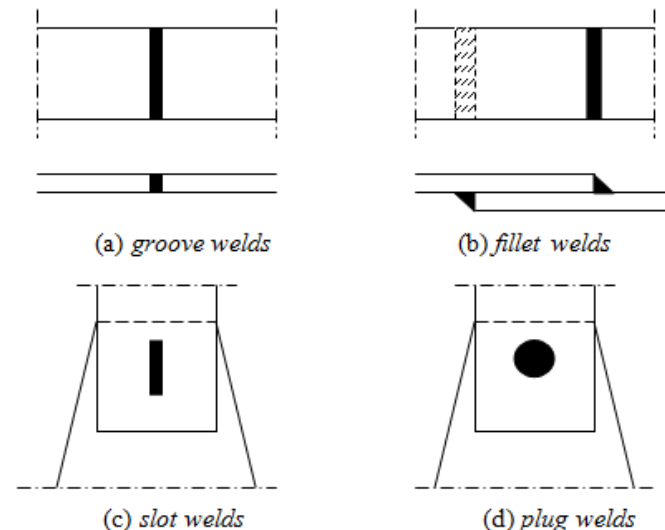


(e) edge joint

Gambar Tipe – tipe Sambungan Las

Jenis - Jenis Las

- **Las tumpul (groove welds)**, las ini dipakai untuk menyambung batang – batang sebidang.
- **Las sudut (fillet welds)**, tipe las ini paling banyak dijumpai dibandingkan tipe las yang lain, 80% sambungan las menggunakan tipe las sudut.
- **Las baji dan pasak (slot and plug welds)**, jenis las ini biasanya digunakan bersama – sama dengan las sudut.



Gambar Jenis – jenis Sambungan Las

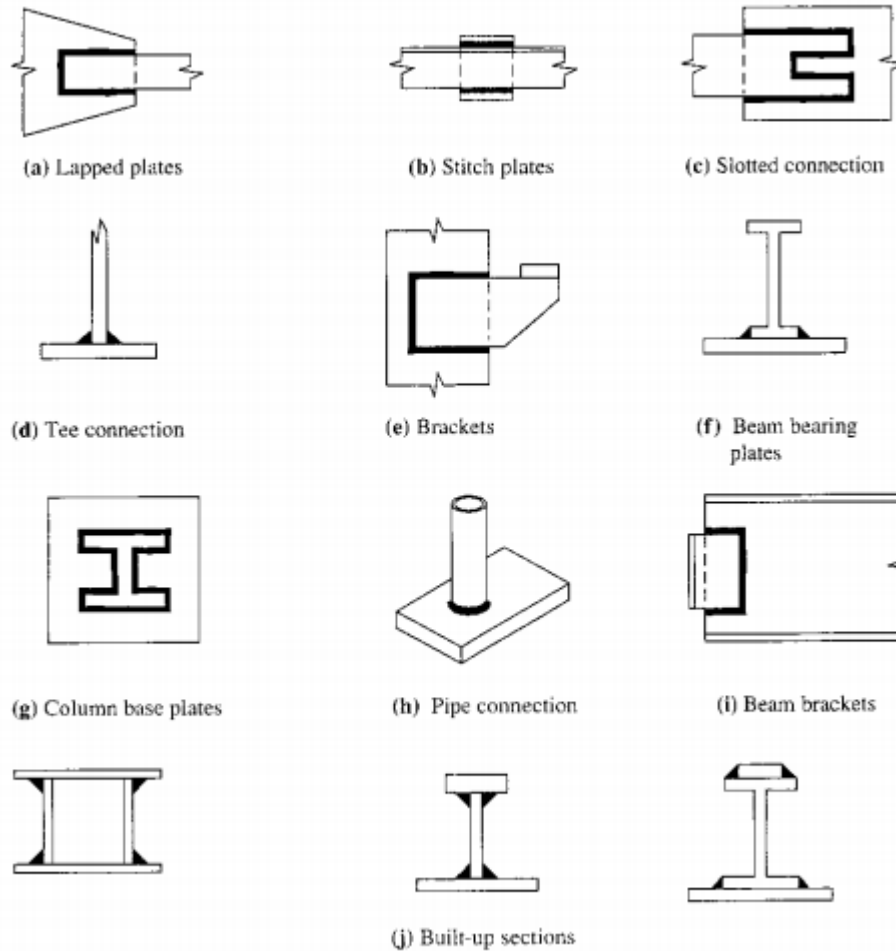


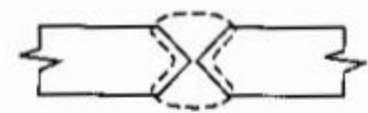
Figure 5.5.4 Typical uses of fillet welds.



(a) Square



(b) Single-V



(c) Double-V



(d) Single bevel



(e) Double bevel



(f) Single-U



(g) Double-U











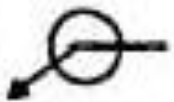





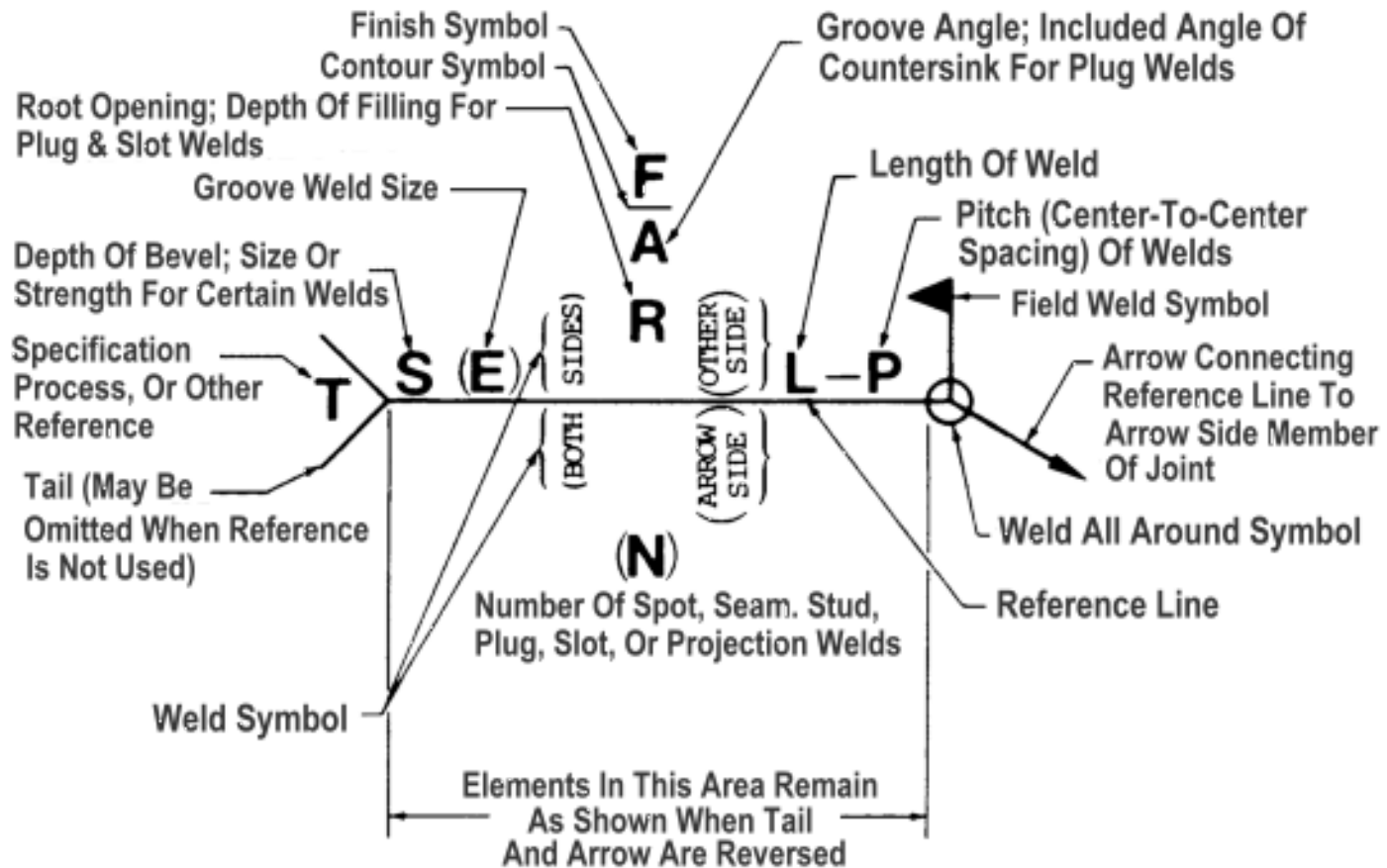
(h) Single-J









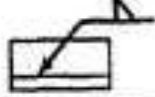
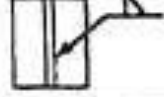

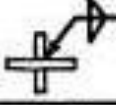
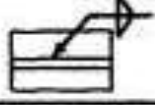

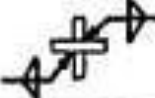






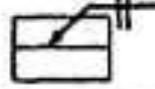


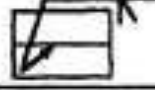


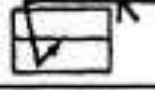
(i) Double-J




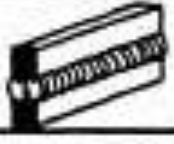
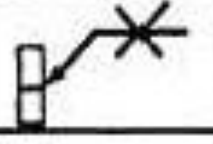


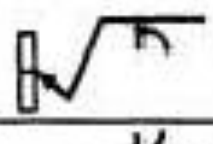
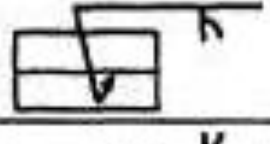

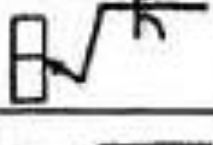
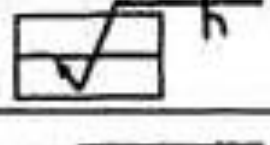

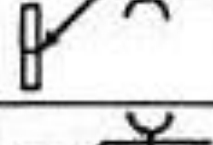
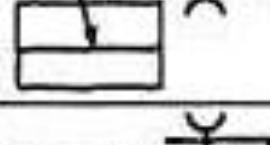

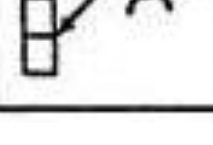
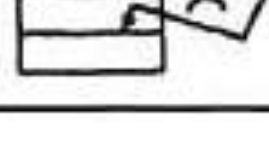
Figure 5.5.2 Types of groove welds.

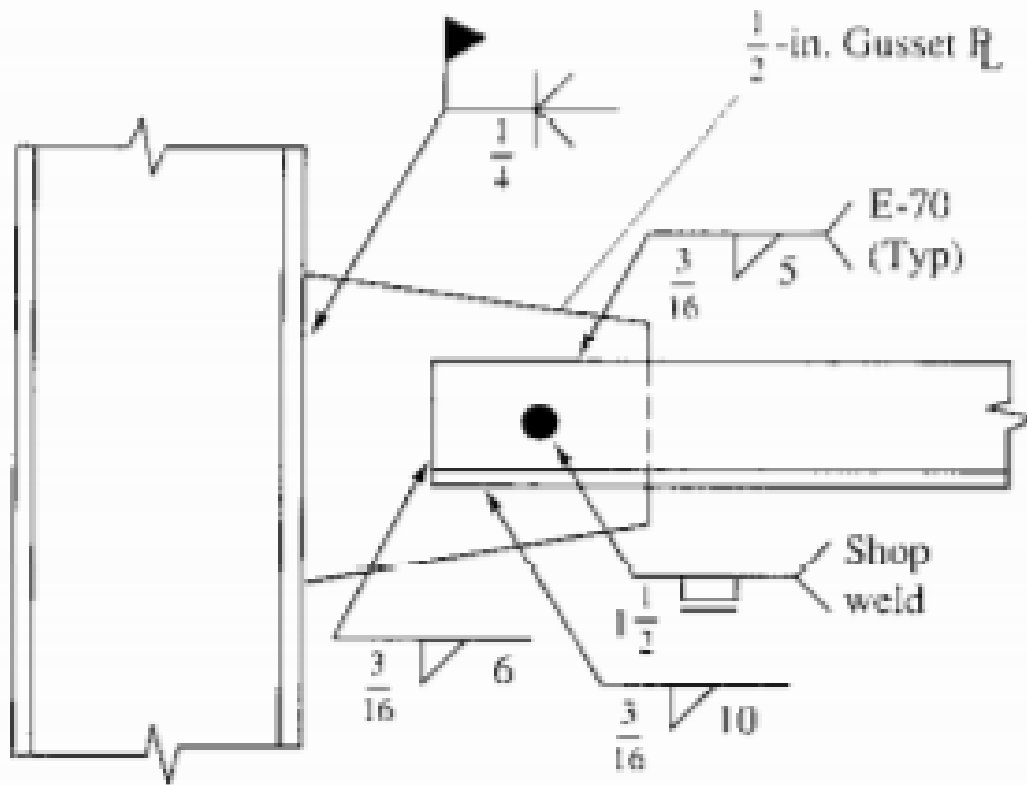
BASIC WELD SYMBOLS									
BEAD	FILLET	PLUG OR SLOT	GROOVE OR BUTT						
			SQUARE	V	BEVEL	U	J	FLARE V	FLARE BEVEL
									
SUPPLEMENTARY WELD SYMBOLS									
		WELD ALL AROUND	FIELD WELD	CONTOUR					
				FLUSH	CONVEX				
									



Location Of Welding Symbol Elements

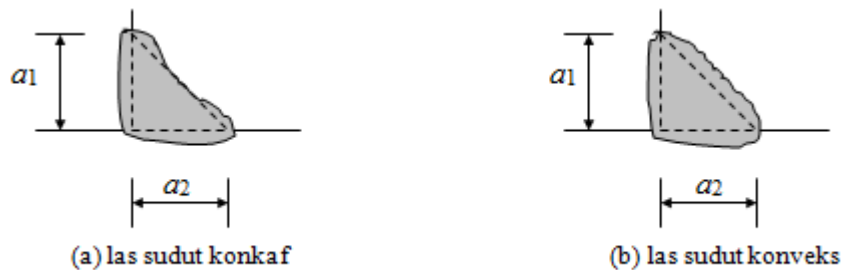
SYMBOLS FOR FILLET, SQUARE GROOVE, AND BEVEL GROOVE WELDS	APPLICATION	DESIRED WELD	SECTION OR END	ELEVATION	PLAN
	ARROW-SIDE FILLET WELD				
	OTHER-SIDE FILLET WELD				
	BOTH-SIDES FILLET WELD, ONE JOINT				
	BOTH-SIDES FILLET WELD, TWO JOINTS				
	ARROW-SIDE SQUARE GROOVE WELD				
	BOTH-SIDES SQUARE GROOVE WELD				
	ARROW-SIDE BEVEL GROOVE WELD				
BOTH-SIDES BEVEL GROOVE WELD					

SYMBOLS FOR V-GROOVE, J-GROOVE AND U-GROOVE WELDS	ARROW-SIDE V-GROOVE WELD				
	BOTH-SIDES V-GROOVE WELD				
	ARROW-SIDE J-GROOVE WELD				
	BOTH-SIDES J-GROOVE WELD				
	ARROW-SIDE U-GROOVE WELD				
	BOTH-SIDES U-GROOVE WELD				



Pembatasan Ukuran Las Sudut

- Ukuran las sudut ditentukan oleh panjang kaki.
- Panjang kaki harus ditentukan sebagai panjang a_1 dan a_2



Gambar 1 Ukuran Las Sudut

Tabel Ukuran Minimum Las Sudut

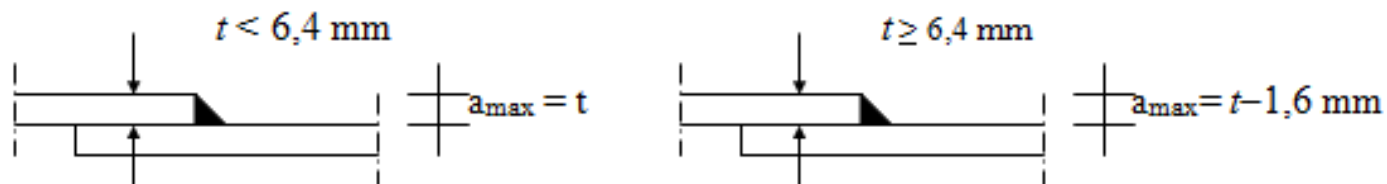
Tebal Pelat (t , mm) Paling Tebal	Ukuran Minimum Las Sudut (a , mm)
$t \leq 7$	3
$7 < t \leq 10$	4
$10 < t \leq 15$	5
$15 < t$	6

Pembatasan Ukuran Las Sudut

Pembatasan ukuran maksimum las sudut :

- Untuk komponen dengan tebal kurang dari 6,4 mm, diambil setebal komponen
- Untuk komponen dengan tebal 6,4 mm atau lebih, diambil 1,6 mm kurang dari tebal komponen

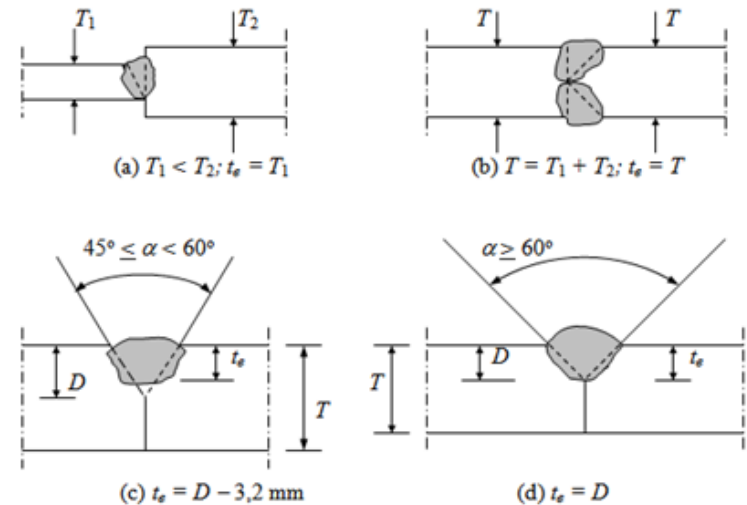
Panjang efektif las sudut adalah seluruh panjang las sudut berukuran penuh dan paling tidak harus 4 kali ukuran las, jika kurang maka ukuran las untuk perencanaan dianggap sebesar $\frac{1}{4}$ kali panjang efektif.



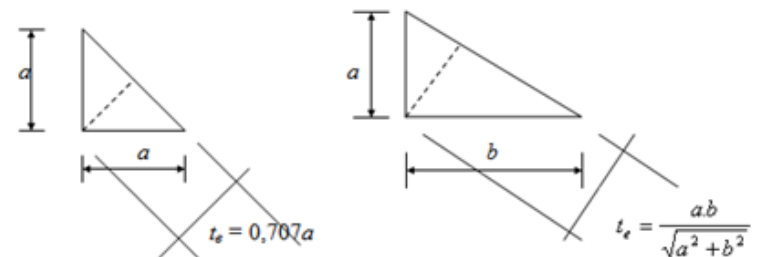
Gambar Ukuran Maksimum Las

Luas Efektif Las

- Kekuatan dari berbagai jenis las ditentukan berdasarkan pada luas efektif las.
- Luas efektif las sudut dan las tumpul adalah hasil perkalian antara tebal efektif (t_e) dengan panjang las.
- Tebal efektif las tergantung dari ukuran dan bentuk dari las tersebut, dan dapat dianggap sebagai lebar minimum bidang keruntuhan.



Gambar 7.5 Tebal Efektif Las Tumpul



Gambar Tebal Efektif Las Sudut

Tahanan Nominal Sambungan Las

- Filosofi umum dari LRFD terhadap persyaratan keamanan suatu struktur, dalam hal ini terutama untuk las, adalah terpenuhinya persamaan :

$$\phi \cdot R_{nw} \geq R_u$$

dengan :

ϕ adalah faktor tahanan

R_{nw} adalah tahanan nominal per satuan panjang las

R_u adalah beban terfaktor per satuan panjang las

Las Tumpul

Kuat las tumpul penetrasi penuh ditetapkan sebagai berikut :

- Bila sambungan dibebani dengan gaya tarik atau gaya tekan aksial terhadap luas efektif, maka :

$$\phi \cdot R_{nw} = 0,90 \cdot t_e \cdot f_y \quad (\text{bahan dasar})$$

$$\phi \cdot R_{nw} = 0,90 \cdot t_e \cdot f_{yw} \quad (\text{las})$$

- Bila sambungan dibebani dengan gaya geser terhadap luas efektif, maka :

$$\phi \cdot R_{nw} = 0,90 \cdot t_e \cdot (0,6 \cdot f_y) \quad (\text{bahan dasar})$$

$$\phi \cdot R_{nw} = 0,80 \cdot t_e \cdot (0,6 f_{uw}) \quad (\text{las})$$

- dengan f_y dan f_u adalah kuat leleh dan kuat tarik putus.

Las Sudut

Kuat rencana per satuan panjang las sudut, ditentukan sbb:

$$\begin{aligned}\phi.R_{nw} &= 0,75.t_e.(0,6.f_{uw}) && \text{(las)} \\ \phi.R_{nw} &= 0,75.t_e.(0,6.f_u) && \text{(bahan dasar)}\end{aligned}$$

Las Baji Dan Pasak

Kuat rencana bagi las baji dan pasak ditentukan :

$$\phi.R_{nw} = 0,75.(0,6.f_{uw}).A_w$$

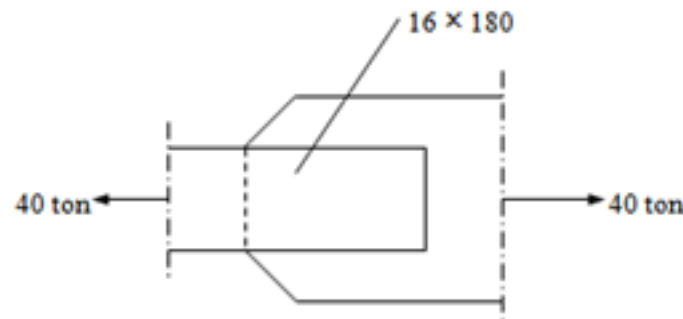
dengan

A_w adalah luas geser efektif las

f_{uw} adalah kuat tarik putus logam las

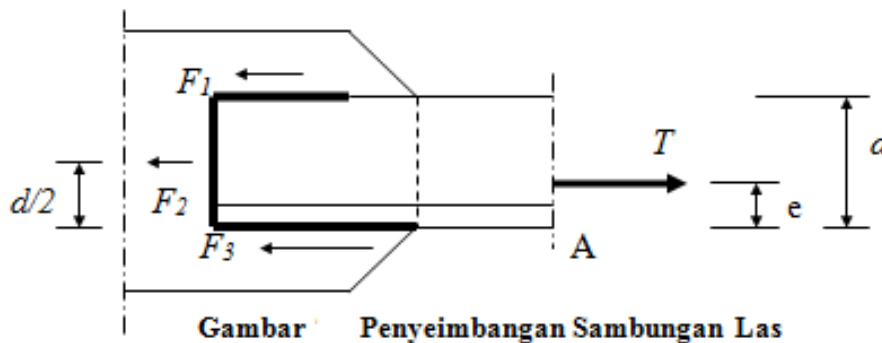
Contoh 1 :

- Tentukan ukuran dan tebal las sudut pada sambungan lewatan berikut ini. Sambungan menahan beban tarik $D = 10$ ton dan $L = 30$ ton. Diketahui $f_{uw} = 490$ MPa ; $f_u = 400$ MPa.



Sambungan Seimbang (Balanced Connection)

- Dalam beberapa kasus, batang menerima tarik aksial yang memiliki eksentrisitas terhadap sambungan las.



$$\sum M_A = -F_1 d - F_2 d/2 + T e = 0$$

$$F_1 = \frac{T e}{d} - \frac{F_2}{2}$$

$$F_2 = \phi R_{nw} L_w$$

$$\sum F_H = T - F_1 - F_2 - F_3 = 0$$

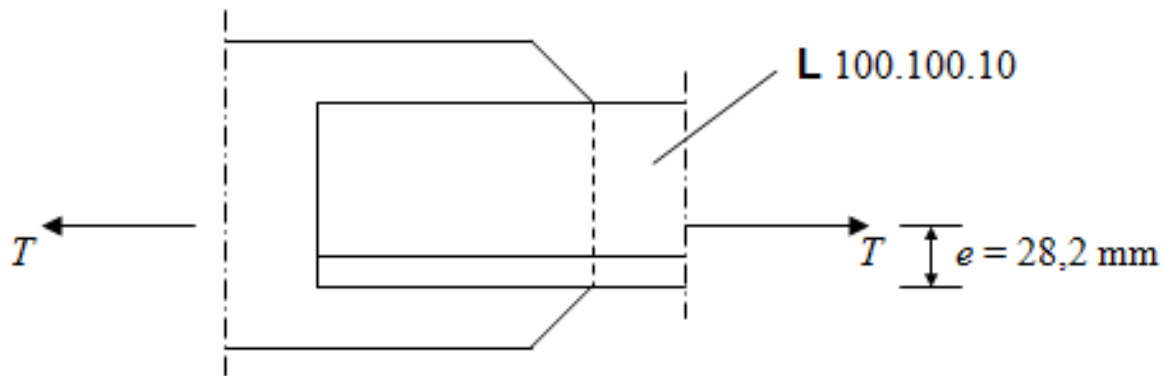
$$F_3 = T \left(1 - \frac{e}{d} \right) - \frac{F_2}{2}$$

$$L_{w1} = \frac{F_1}{\phi R_{nw}}$$

$$L_{w3} = \frac{F_3}{\phi R_{nw}}$$

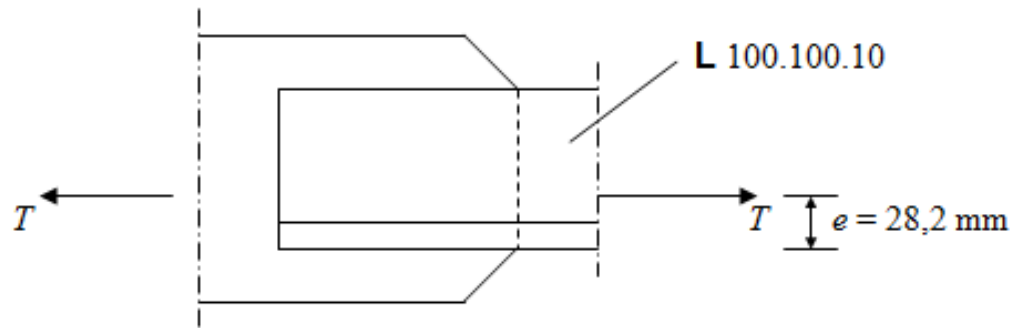
Contoh 2 :

- Rencanakan sambungan las sudut untuk menahan gaya tarik sekuat profil siku L 100.100.10 dari BJ 37. Mutu las $f_{uw} = 490$ MPa.



Contoh 3 :

- Rencanakan sambungan las sudut untuk menahan gaya tarik sekuat profil siku L 100.100.10 dari BJ 37. Mutu las $f_{uw} = 490$ MPa.

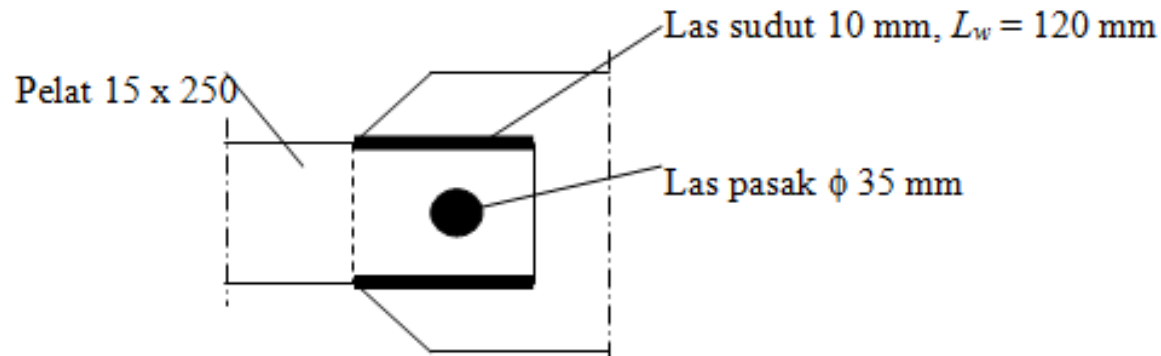


Contoh 4 :

- Rencanakan kembali contoh 3, namun tanpa las ujung (las 2).

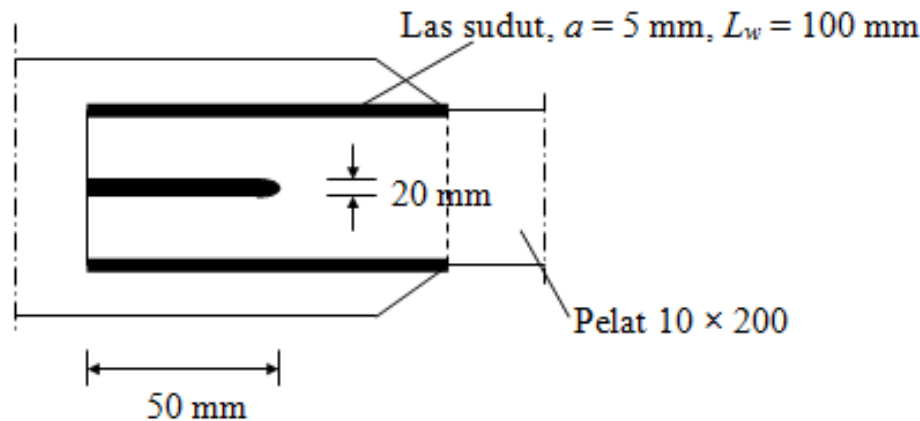
Contoh 5 :

- Hitung beban kerja yang boleh bekerja pada sambungan berikut ini, jika diketahui persentase beban mati adalah 20% dan beban hidup 80%. Pelat yang disambung terbuat dari baja BJ 37 dan mutu las $f_{uw} = 490$ MPa.



Contoh 6 :

- Hitung beban kerja sambungan las sudut dan baji berikut ini. Bila diketahui perbandingan beban mati dan hidup adalah 1 : 5 ($D/L = 1/5$). Pelat yang disambung dari baja BJ 37 dan mutu las $f_{uw} = 490$ MPa.



Geser Eksentris – Metoda Elastik

- Analisa sambungan las yang memikul beban geser eksentris, didasarkan pada prinsip mekanika bahan homogen yang menggabungkan antara geser langsung dengan puntir.
- Tegangan pada penampang homogen :

$$f' = \frac{P}{A} \quad (\text{tegangan akibat geser langsung})$$

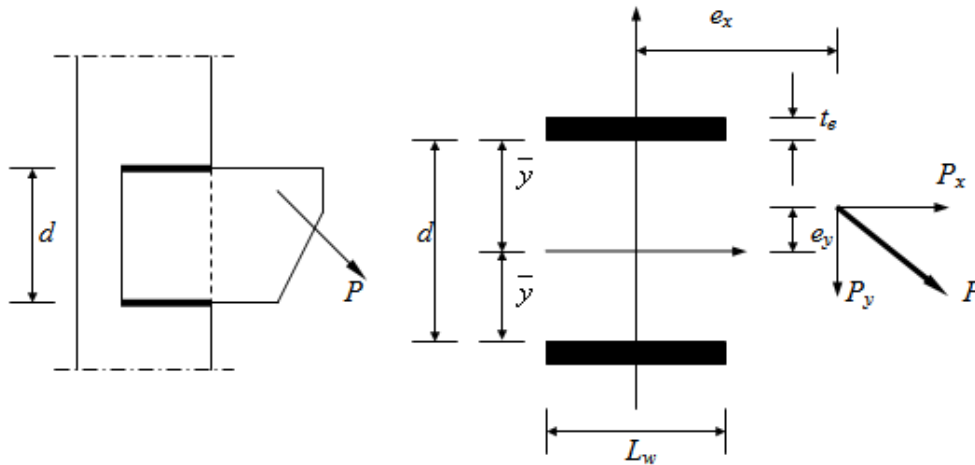
$$f'' = \frac{T \cdot r}{I_p} \quad (\text{tegangan akibat momen puntir})$$

dengan

r adalah jarak dari titik berat ke titik tegangan

I_p adalah momen inersia polar

Geser Eksentris – Metoda Elastik



Gambar Sambungan Konsol Dengan Geser Eksentris

Akibat Geser Langsung :

$$f'_x = \frac{P_x}{A} \qquad f'_y = \frac{P_y}{A}$$

Akibat Momen :

$$f''_x = \frac{T \cdot y}{I_p} = \frac{(P_x \cdot e_y + P_y \cdot e_x) \cdot y}{I_p}$$

$$f''_y = \frac{T \cdot x}{I_p} = \frac{(P_x \cdot e_y + P_y \cdot e_x) \cdot x}{I_p}$$

$$I_p = I_x + I_y = \sum I_{xx} + \sum A y^{-2} + \sum I_{yy} + \sum A x^{-2}$$

Momen Inersia polar, I_p , untuk las dalam Gambar :

$$I_p = 2 \left[\frac{L_w \cdot t_s^3}{12} \right] + 2 \left[L_w \cdot t_s \cdot y^{-2} \right] + 2 \left[\frac{t_s \cdot L_w^3}{12} \right]$$

$$= \frac{t_s}{6} \left[L_w \cdot t_s^2 + 12 \cdot L_w \cdot y^{-2} + L_w^3 \right]$$

untuk t_e kecil, maka :

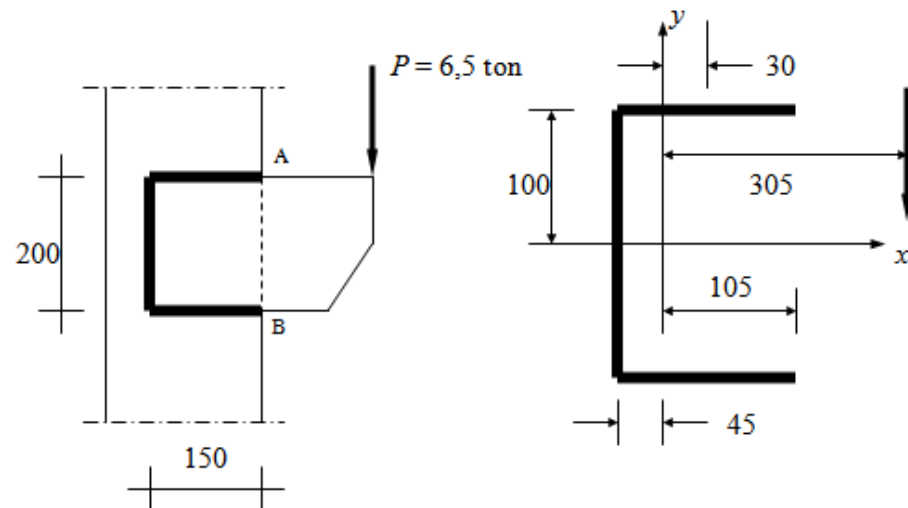


$$I_p = \frac{t_s}{6} \left[12 \cdot L_w \cdot y^{-2} + L_w^3 \right]$$

Contoh 1 :

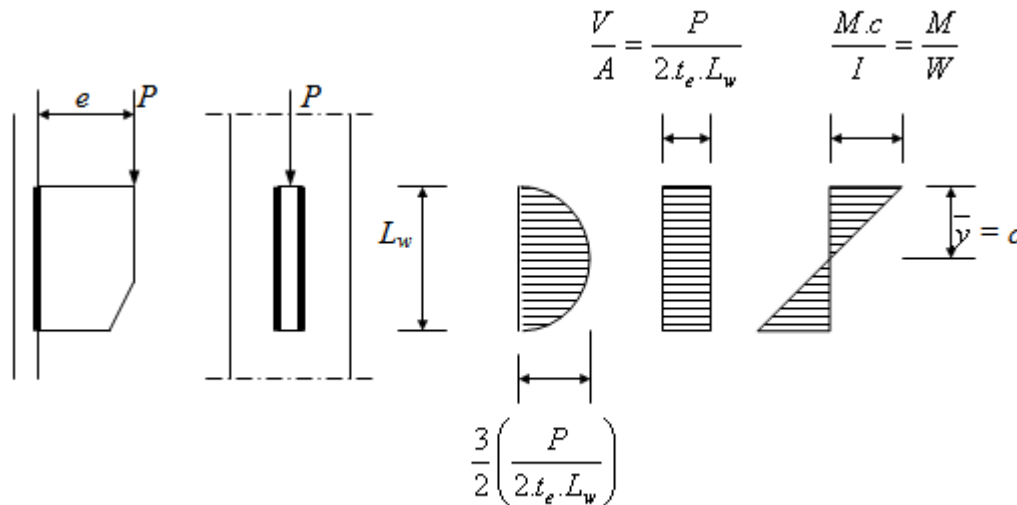
- Hitung ukuran las (a) pada konfigurasi las berikut ini. Asumsikan ketebalan pelat tak mempengaruhi. Jika diketahui pula beban terdiri dari beban mati 20% dan beban hidup 80%, rencanakan ukuran las yang mencukupi

$$(f_{uw} = 490 \text{ MPa}).$$



Beban Eksentris Normal Pada Bidang Las

Perhatikan sambungan konsol menggunakan las, yang dikenai beban eksentris normal



Gambar Tegangan Pada Las Vertikal Akibat Geser Dan Lentur

Contoh 2 :

- Hitung ukuran las yang diperlukan bagi sambungan pada Gambar, bila diketahui beban kerja $P = 4,5$ ton terdiri dari 20% beban mati dan 80% beban hidup. Eksentrisitas, $e = 150$ mm dan panjang las $L_w = 250$ mm. ($f_{uw} = 490$ MPa)

