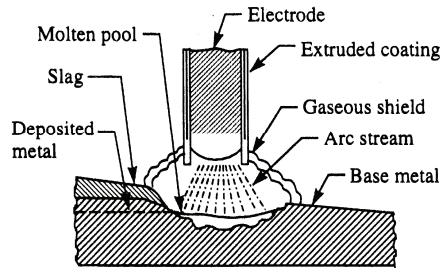


## BAB 4 SAMBUNGAN LAS

Sambungan las (*welding joint*) merupakan jenis sambungan tetap. Sambungan las menghasilkan kekuatan sambungan yang besar.

Proses pengelasan secara umum dibedakan menjadi dua kelompok besar yaitu :

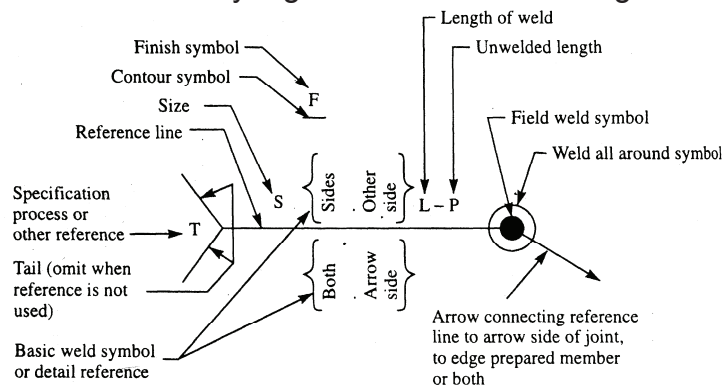
- Las dengan menggunakan panas saja atau *Fusion Welding* (cair/lebur) yang meliputi *thermit welding*, *gas welding* atau las karbit/las asitelin dan *electric welding* (las listrik).
- Las dengan menggunakan panas dan tekanan atau *Forge Welding* (tempa).



**Gambar 1. Skema Pengelasan**

**Cara kerja pengelasan :**

- Benda kerja yang akan disambung disiapkan terlebih dahulu mengikuti bentuk sambungan yang diinginkan.
- Pengelasan dilakukan dengan memanaskan material pengisi (penyambung) sampai melebur (mencair).
- Material pengisi berupa material tersendiri (las asitelin) atau berupa elektroda (las listrik).
- Setelah didinginkan maka material yang dilas akan tersambung oleh material pengisi.



**Gambar 2. Simbol Pengelasan**

| S. No. | Desired weld                               | Representation on drawing |
|--------|--|---------------------------|
| 2.     | Single V-butt weld – machining finish      |                           |
| 3.     | Double V-butt weld                         |                           |
| 4.     | Plug weld – 30° Groove angle-flush contour |                           |

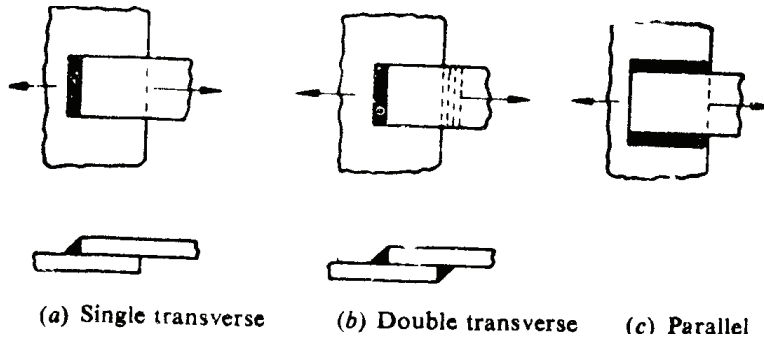
**Gambar 3. Contoh Simbol Pengelasan**

**Tipe Sambungan Las**

**a. Lap joint atau fillet joint :**

overlapping plat, dengan beberapa cara :

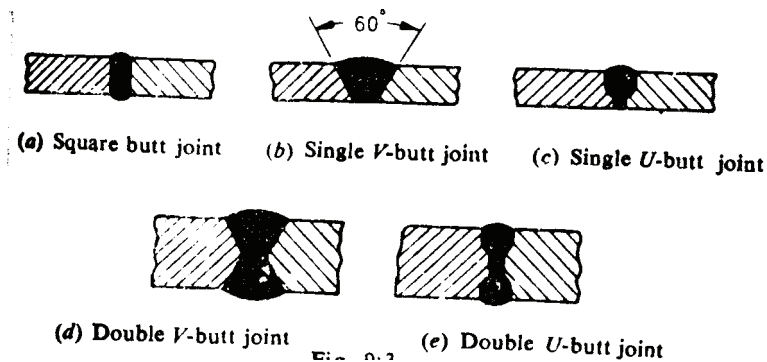
- *Single transverse fillet* (las pada satu sisi) :melintang
- *Double transverse fillet* (las pada dua sisi)
- *Parallel fillet joint* (las paralel)



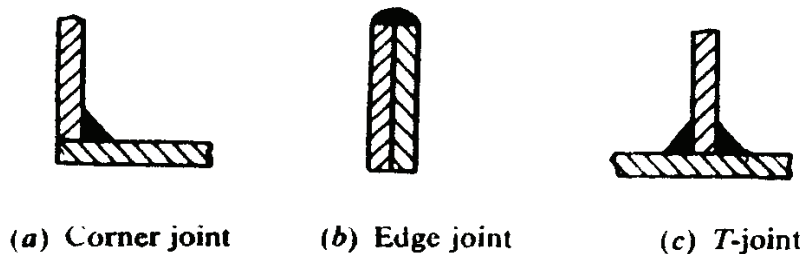
**Gambar 4. Tipe Las Lap Joint**

**b. Butt Joint**

- Pengelasan pada bagian ujung dengan ujung dari plat.
- Pengelasan jenis ini tidak disarankan untuk plat yang tebalnya kurang dari 5 mm
- Untuk plat dengan ketebalan plat (5 – 12,5) mm bentuk ujung yang disarankan adalah : tipe V atau U.



**Gambar 5. Tipe Las Butt Joint**



**Gambar 6. Tipe Las Sudut**

**Perhitungan Kekuatan Las**

a. Kekuatan *transverse fillet welded joint*

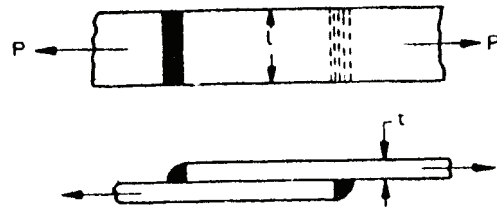
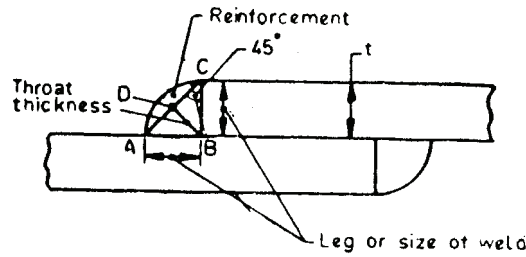


Fig. 9.6



**Gambar 7. Tipe Las Sudut**

Jika

t : tebal las

L : panjang lasan

Throat thickness, BD :  $\text{leg} \sin 45^\circ = \frac{t}{\sqrt{2}} = 0.707 t$

A : Luas area minimum dari las (*throat weld*)  
= throat thickness x length of weld

$$= \frac{t \times L}{\sqrt{2}} = 0.707 t \times L$$

$\sigma_t$  = tegangan tarik ijin bahan las.

Tegangan tarik/kekuatan tarik maksimum sambungan las :

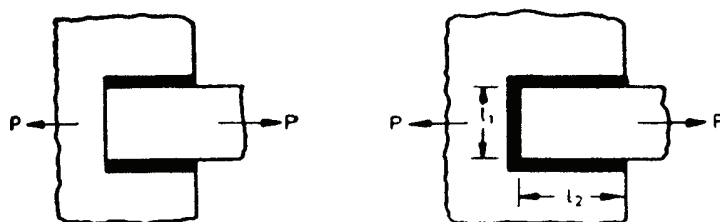
- **Single fillet :**

$$F = \frac{t \times L}{\sqrt{2}} \times \bar{\sigma}_t = 0.707 \times t \times L \times \bar{\sigma}_t$$

- **Double fillet :**

$$F = 2 \frac{t \times L}{\sqrt{2}} \times \bar{\sigma}_t = 1,414 \times t \times L \times \bar{\sigma}_t$$

b. Kekuatan las paralel *fillet*



**Gambar 8. Tipe Las Paralel Fillet**

A : luas lasan minimum  $= \frac{t \times L}{\sqrt{2}} = 0,707 t \times L$

Jika  $\bar{\tau}$  : tegangan geser ijin bahan las

- Gaya geser maksimum *single paralel fillet* :

$$F_s = \frac{t \times L}{\sqrt{2}} \times \bar{\tau} = 0,707 \times t \times L \times \bar{\tau}$$

- Gaya geser maksimum *double paralel fillet* :

$$F_s = 2 \frac{t \times L}{\sqrt{2}} \times \bar{\tau} = 1,414 \times t \times L \times \bar{\tau}$$

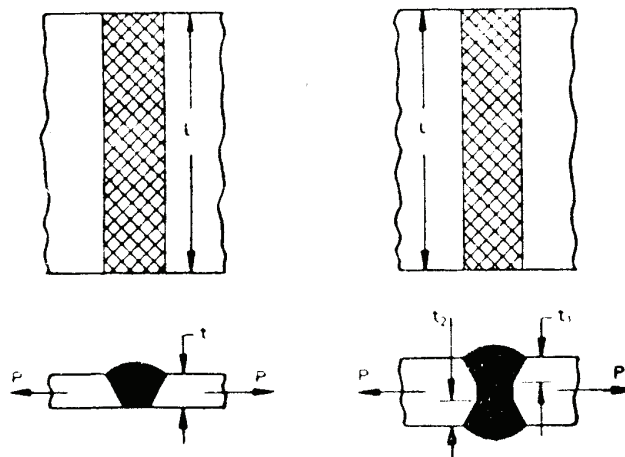
Hal yang perlu diperhatikan dalam desain adalah :

- Tambahkan panjang 12,5 mm pada lasan untuk keamanan.
- Untuk gabungan paralel dan *transverse fillet (melintang)*, kekuatan lasan merupakan jumlah kekuatan dari paralel dan *transverse*.

$$F_{total} = F_{paralel} + F_{transverse}$$

### c. Kekuatan *butt joint weld*

- Digunakan untuk beban tekan /kompensi
- Panjang leg sama dengan *throat thickness* sama dengan *thickness of plates (t)*



Gambar 9. Tipe Las *Butt Joint*

Gaya tarik maksimum :

- *Single V butt joint*,  $F_t = t \cdot L \cdot \bar{\sigma}_t$
- *Double V butt joint*,  $F_t = (t_1 + t_2) L \times \bar{\sigma}_t$

Tabel 1. Rekomendasi Ukuran Las Minimum

| Tebal plat (mm) | Ukuran las minimum (mm) |
|-----------------|-------------------------|
| 3 – 5           | 3                       |
| 6 – 8           | 5                       |
| 10 – 16         | 6                       |
| 18 – 24         | 10                      |
| 26 – 58         | 14                      |
| > 58            | 20                      |

## Tegangan Sambungan Las

Tegangan pada sambungan las, sulit dihitung karena variabel dan parameter tidak terprediksikan, misalnya :

- Homogenitas bahan las/elektroda
- Tegangan akibat panas dari las
- Perubahan sifat-sifat fisik.

Dalam perhitungan kekuatan diasumsikan bahwa :

- Beban terdistribusi merata sepanjang lasan
- Tegangan terdistribusi merata

**Tabel 2. Harga Tegangan Sambungan Las Dengan Beberapa Electrode Dan Beban**

| Tipe Las                 | Bare Electrode |               | Covered Electrode |               |
|--------------------------|----------------|---------------|-------------------|---------------|
|                          | Steady (MPa)   | Fatigue (MPa) | Steady (MPa)      | Fatigue (MPa) |
| Fillet welds (all types) | 80             | 21            | 98                | 35            |
| Butt welds               | 90             | 35            | 110               | 55            |
| a. Tension               |                |               |                   |               |
| b. Compression           | 100            | 35            | 125               | 55            |
| c. Shear                 | 55             | 21            | 70                | 35            |

## Faktor Konsentrasi Tegangan Las

Konsentrasi tegangan ( $k$ ) untuk *static loading and any type of joint*,  $k = 1$

**Tabel 3. Faktor Konsentrasi Tegangan Untuk Beban Fatigue**

| No. | Tipe Las                         | Faktor $k$ |
|-----|----------------------------------|------------|
| 1.  | Reinforced butt welds            | 1,2        |
| 2.  | Toe of transverse fillet         | 1,5        |
| 3.  | End of parallel fillet           | 2,7        |
| 4.  | T - butt joint with sharp corner | 2,0        |

Konsentrasi tegangan terjadi akibat penambahan material yang berasal dari material dasar yang mungkin berbeda dengan material utama yang disambung.

## Contoh Soal

1. Sebuah plat lebar 100 mm tebal 10 mm disambung dengan menggunakan las tipe double parallel fillets. Plat menerima beban statis sebesar 80 kN. Hitung panjang las yang diperlukan jika tegangan geser ijin las tidak boleh melebihi 55 MPa.

Jawab :

Diketahui :

$$b = 100 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\tau_{\max} = 55 \text{ MPa}$$

$$F = 80 \text{ kN}$$

Panjang total lasan (double parallel fillets) untuk beban statis

$$F = 1,414 \cdot t \cdot L \cdot \tau_{\max}$$

$$80 \times 10^6 = 1,414 \cdot 10 \cdot L \cdot 55$$

$$L = \frac{80 \times 10^6}{1,414 \times 10 \times 55} = 103 \text{ mm}$$

$$L_{\text{tot}} = 103 + 12,5 = 115,5 \text{ mm.}$$

2. Dua plat baja lebar 10 cm, tebal 1,25 cm dilas dengan cara *double transverse fillet weld*. Tegangan tarik maksimum tidak boleh melebihi  $700 \text{ kg/cm}^2$ . Hitung panjang dari lasan untuk kondisi beban statis dan dinamis.

**Jawab :**

Diketahui :

$$b = 10 \text{ cm}$$

$$t = 1,25 \text{ cm}$$

$$\sigma_{t \text{ max}} = 700 \text{ kg/cm}^2 = 7000 \text{ N/cm}^2$$

- a. Panjang total lasan untuk beban statis (*double transverse fillet weld*)

- $F_{\text{max}}$  yang dapat diterima plat :

$$\begin{aligned} F_{\text{max}} &= \sigma_{t \text{ max}} \cdot A \\ &= 7000 \cdot b \cdot t \\ &= 7000 \cdot 10 \cdot 1,25 = 87500 \text{ N} \end{aligned}$$

- $F = 1,414 \cdot t \cdot L \cdot \sigma_{t \text{ max}}$   
 $87500 = 1,414 \cdot 1,25 \cdot L \cdot 7000$   
 $L = \frac{87500}{1,414 \times 1,25 \times 7000} = 7,07 \text{ cm}$

- Untuk mereduksi kesalahan pada saat pengelasan, panjang + 1,25 cm
- Panjang lasan beban statis :  
 $L_{\text{tot}} = L + 1,25 = 7,07 + 1,25 = 8,32 \text{ cm.}$

- b. Panjang las untuk beban dinamis

- Faktor konsentrasi beban *transverse fillet weld* = 1,5
- Tegangan ijin  $\tau_t = \frac{\tau_t}{k} = \frac{7000}{1,5} = 4650 \text{ N/cm}^2$
- $F_{\text{max}} = 1,414 \cdot t \cdot L \cdot \bar{\sigma}_t$   
 $87500 = 1,414 \cdot 1,25 \cdot L \cdot 4650$

$$L = \frac{87500}{1,414 \times 1,25 \times 4650} = 10,6 \text{ cm}$$

- $L_{\text{tot}} = L + 1,25 = 10,6 + 1,25 = 11,85 \text{ cm}$

3. Plate lebar : 100 mm, tebal 12,5 mm disambung dengan las *parallel fillet welds*. Beban pada plat 50 kN. Hitung panjang lasan jika tegangan geser maksimum tidak boleh melebihi 56 N/mm<sup>2</sup>. Hitung dalam beban statis dan dinamis.

**Jawab :**

Diketahui :

Lebar plat,  $b = 100 \text{ mm}$

$t = 12,5 \text{ mm}$

$F = 50 \text{ kN} = 5000 \text{ N}$

$\tau_{\max} = 56 \text{ N/mm}^2$

- a. Panjang lasan untuk beban statis (*parallel fillet welds*):

$$F = \sqrt{2} \cdot t \cdot L \cdot \tau$$

$$L = \frac{F}{\sqrt{2} \cdot t \cdot \tau} = \frac{5000}{\sqrt{2} \cdot 12,5 \cdot 56} = 50,5 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang } L_{\text{total}} = L + 12,5 \text{ mm} = 50,5 + 12,5 = 63 \text{ mm}$$

- b. Panjang lasan untuk beban dinamis.

- Faktor konsentrasi tegangan ( $k$ ) *parallel fillet* = 2,7

- Tegangan geser ijin,  $\bar{\tau} = \frac{\tau}{k} = \frac{56}{2,7} = 20,74 \text{ N/mm}^2$

- $F = \sqrt{2} \cdot t \cdot L \cdot \tau$

$$L = \frac{F}{\sqrt{2} \cdot t \cdot \tau} = \frac{5000}{\sqrt{2} \cdot 12,5 \cdot 20,74} = 136,4 \text{ mm}$$

- $L_{\text{total}} = L + 12,5 \text{ mm} = 136,4 + 12,5 = 148,9 \text{ mm}$

4. Sebuah plat dengan lebar 75 mm dan tebal 12,5 mm di sambung dengan plat lain dengan single transverse weld and double parallel fillet seperti gambar. Tegangan tarik maksimum 70 MPa dan tegangan geser 56 MPa. Hitung panjang setiap parallel fillet untuk beban statis dan fatigue.

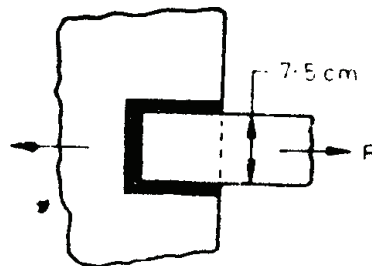
**Jawab :**

$b = 75 \text{ mm}$

$t = 12,5 \text{ mm}$

$\sigma = 70 \text{ MPa}$

$\tau = 56 \text{ MPa}$



- a. Panjang lasan setiap parallel filet untuk Beban Statis

- Panjang lasan melintang (transverse) :

$$L_1 = 75 - 12,5 = 62,5 \text{ mm}$$

- Beban maksimum yang dapat diterima plat :

$$F = A \times \sigma = 75 \times 12,5 \times 70 = 65625 \text{ N}$$

- Beban yang dapat diterima single transverse weld :

$$F_1 = 0,707 \times t \times L_1 \times \sigma$$

$$= 0,707 \times 12,5 \times 62,5 \times 70 = 38664 \text{ N}$$

- Beban yang dapat diterima double parallel fillet weld :

$$F_2 = 1,414 \times t \times L_2 \times \tau = 1,414 \times 12,5 \times L_2 \times 56 = 990 L_2$$

- Beban maksimum (total) :

$$F_{\text{tot}} = F_1 + F_2$$

$$65\,625 = 38\,664 + 990 L_2$$

$$L_2 = 27,2 \text{ mm}$$

- Panjang lasan setiap parallel fillet  
=  $27,2 + 12,5 = 39,7 \text{ mm}$

#### b. Panjang lasan setiap parallel fillet untuk Beban Fatigue:

- Faktor konsentrasi tegangan transverse weld = 1,5
- Faktor konsentrasi tegangan parallel fillet weld = 2,7
- Tegangan tarik ijin :  $\sigma = 70 / 1,5 = 46,7 \text{ MPa}$
- Tegangan geser ijin :  $\tau = 56 / 2,7 = 20,74 \text{ MPa}$
- Beban yang dapat diterima single transverse weld :

$$F_1 = 0,707 \times t \times L_1 \times \sigma$$

$$= 0,707 \times 12,5 \times 62,5 \times 46,7 = 25\,795 \text{ N}$$

- Beban yang dapat diterima double parallel fillet weld :

$$F_2 = 1,414 \times t \times L_2 \times \tau$$

$$= 1,414 \times 12,5 \times L_2 \times 20,74 = 336 L_2$$

- Beban maksimum (total) :

$$F_{\text{tot}} = F_1 + F_2$$

$$65\,625 = 25\,795 + 336 L_2$$

$$L_2 = 108,8 \text{ mm}$$

- Panjang lasan setiap parallel fillet  
=  $108,8 + 12,5 = 121,3 \text{ mm}$

#### Soal Latihan

1. Sebuah plat lebar 100 mm dan tebal 10 mm disambung dengan plat lain dengan cara dilas menggunakan tipe transverse weld at the end. Jika plat digunakan untuk menerima beban 70 kN dan tegangan tarik ijin tidak boleh melebihi 70 MPa, hitung panjang las berdasarkan beban statis dan beban fatigue.
2. Sebuah plat lebar 100 mm dan tebal 10 mm disambung dengan plat lain dengan cara dilas menggunakan tipe double parallel fillets. Jika plat digunakan untuk menerima beban 70 kN. dan tegangan geser ijin tidak boleh melebihi 56 MPa, hitung panjang las berdasarkan beban statis dan beban fatigue.
3. Sebuah plat dengan lebar 120 mm dan tebal 15 mm di sambung dengan plat lain dengan *single transverse weld and double parallel fillet weld* seperti gambar. Tegangan tarik maksimum 70 MPa dan tegangan geser 56 MPa. Hitung panjang las parallel fillet untuk **beban statis dan fatigue**.

