

FRAME DAN SAMBUNGAN LAS



RINI YULIANINGSIH

- Ketika mendesain elemen-elemen mesin, kita juga harus mendesain juga untuk housing, frame atau struktur yang support dan melindungi



- Desain frame mesin dan struktur merupakan karya seni dimana komponen² mesin harus diakomodasi
- Desainer sering dibatasi berbagai hal seperti dimana support akan ditempatkan sehingga tidak mengganggu pengoperasian mesin atau menyediakan kemudahan bongkar pasang atau service.

Beberapa parameter penting dalam desain

- Kekuatan
- Penampilan
- Ketahanan terhadap korosi
- Ukuran
- Keterbatasan getaran
- Kekakuan
- Biaya pembuatan
- Berat
- Pengurangan noise
- Umur teknis

Faktor² yg perlu diperhatikan pada awal desain

- Gaya yang diberikan oleh komponen mesin pada titik pemasangan seperti bantalan dan elemen mesin lain
- Cara men-support frame itu sendiri
- Presisi sistem: defleksi yang diijinkan
- Lingkungan di mana unit akan beroperasi
- Jumlah produksi dan fasilitas yang tersedia
- Ketersediaan alat-alat analisis seperti analisis stres terkomputerisasi, pengalaman masa lalu dengan produk sejenis, dan analisis stres eksperimental
- Hubungan dengan mesin lain, dinding, dan sebagainya

Bahan Frame

- Sifat penting: kekuatan dan stiffness
- Rasio kekuatan terhadap densitas (specific strength)
- Ketegaran merupakan hal yang lebih diutamakan dibanding dengan kekuatan
- Stiffness yang diindikasikan oleh nilai modulus elastisitas (E) merupakan faktor yang penting
- Rasio stiffness terhadap densitas (specific stiffness)

Batas Defleksi yang diijinkan

Defleksi yang disebabkan bending:

- General machine part: 0.0005 to 0.003 in/in of beam length
- Moderate precision: 0.00001 to 0.0005 in/in
- High precision: 0.000 001 to 0.000 01 in/in

Defleksi yang disebabkan oleh torsi:

- General machine part: 0.001° to 0.017in of length
- Moderate precision: 0.000 02° to 0.00047in
- High precision: 0.000 001° to 0.000 02°/in

Desain untuk menahan Bending

Untuk balok, defleksi adalah: $\Delta = \frac{PL^3}{KEI}$

Dimana:

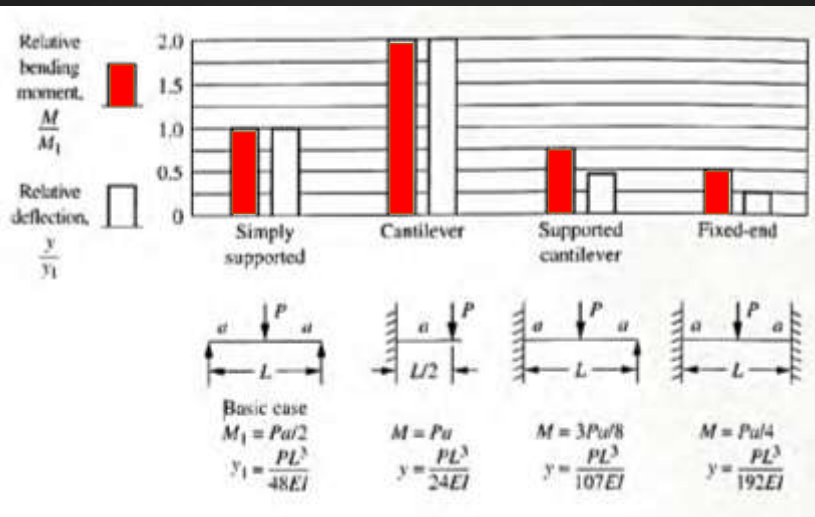
P = Beban

L = Panjang antar *support*

E = modulus elastisitas bahan balok

I = moment inertia penampang melintang balok.

K = faktor yang tergantung pada cara pembebanan dan support.



Saran desain untuk menahan bending

1. Buat panjang frame sependek mungkin dan tempatkan beban dekat dengan *support*
2. Maksimalkan momen inertiya penampang melintang pada arah bending.
3. Gunakan bahan dengan modulus elastisitas yang tinggi
4. Jika memungkinkan gunakan model *fixed end*
5. Perhatikan defleksi lateral untuk arah dasar defleksi, seperti beban yang dapat diperkirakan selama pembuatan, penanaman, pengangkutan, kecerobohan penggunaan

6. Pastikan untuk mengevaluasi desain final dengan memperhatikan kekuatan dan ketegaran. Beberapa pendekatan untuk merekayasa ketegaran (meningkatkan I) dapat meningkatkan tegangan pada balok karena penurunan bagian modulus
7. Menyediakan penguat sudut (corner braze) pada frame yang terbuka



8. Lapsi bagian frame yang terbuka dengan bahan yang tahan terhadap kerusakan
9. Perhatikan konstruksi penopang untuk mendapatkan kekakuan struktur pada bahan yang ringan
10. Ketika mendesain frame yang “terbuka”, gunakan penguat diagonal untuk memecah bagian menjadi segitiga
11. Untuk panel yang besar, Tambahkan stiffeners untuk menurunkan getaran dan noise
12. Tambahkan penguat dan gusset untuk daerah di mana beban diaplikasikan atau pada support untuk membantu transfer gaya

13. Hati-hati dengan pembebanan pada bagian yang tipis.

14. Tempatkan sambungan pada bagian yang memiliki tegangan rendah, jika memungkinkan



Saran desain frame untuk menahan torsi

Penyebab terjadinya Torsi pada frame:

- Permukaan support yang tidak rata
- Mesin atau motor mungkin mentransfer reaksi torsi pada frame
- Beban yang bekerja di samping sumbu balok dapat menimbulkan *twisting*

Secara umum defleksi torsional dapat dihitung dengan persamaan:

$$\theta = \frac{TL}{GR}$$

T = Torsi

L = Panjang dimana torsi bekerja

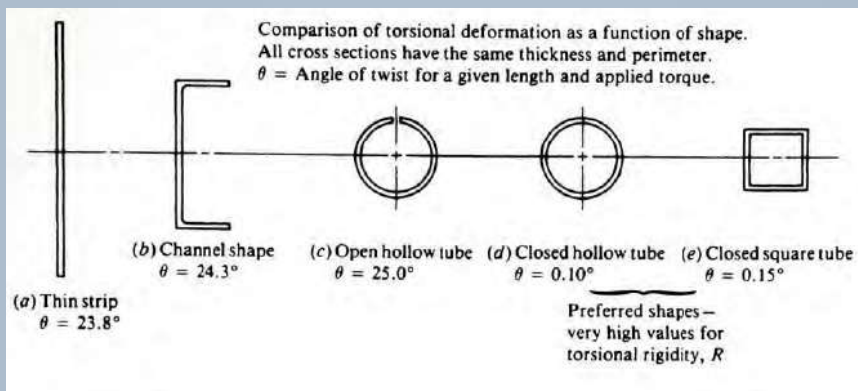
G = shear modulus of elasticity

R = Konstanta rigiditas torsional

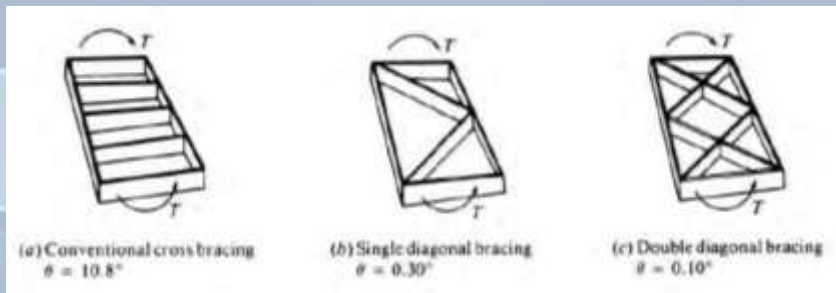
Desainer harus memilih bentuk yang tepat untuk mendapatkan struktur yang rigid.

Saran desain:

1. Gunakan frame dengan penampang melintang tertutup seperti bentuk pipa, pipa kotak, pipa segi empat
2. Sebaliknya, hindari penggunaan frame dengan penampang melintang terbuka



3. Untuk frame yang lebar, gunakan penguat diagonal



4. Gunakan sambungan yang tegar seperti las

TABLE 20-2 Allowable shear stresses on fillet welds

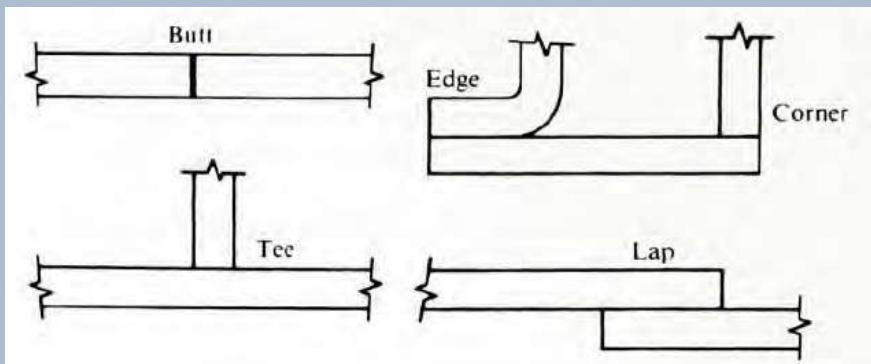
A. Steel

Electrode type	Typical metals joined (ASTM grade)	Allowable shear stress
E60	A36, A500	18 ksi (124 MPa)
E70	A242, A441	21 ksi (145 MPa)
E80	A572, Grade 65	24 ksi (165 MPa)
E90		27 ksi (186 MPa)
E100		30 ksi (207 MPa)
E110		33 ksi (228 MPa)

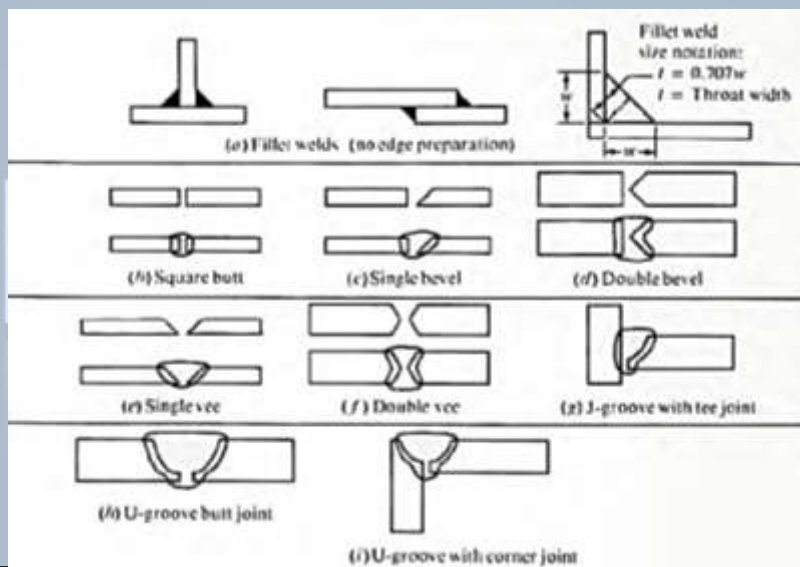
B. Aluminum

Metal joined	Filler Alloy							
	1100		4043		5356		5556	
	Allowable Shear Stress							
	ksi	MPa	ksi	MPa	ksi	MPa	ksi	MPa
1100	3.2	22	4.8	33				
3003	3.2	22	5.0	34				
6061			5.0	34	7.0	48	8.5	59
6063			5.0	34	6.5	45	6.5	45

Tipe-tipe sambungan Las



Beberapa tipe sambungan memerlukan persiapan ujung sambungan

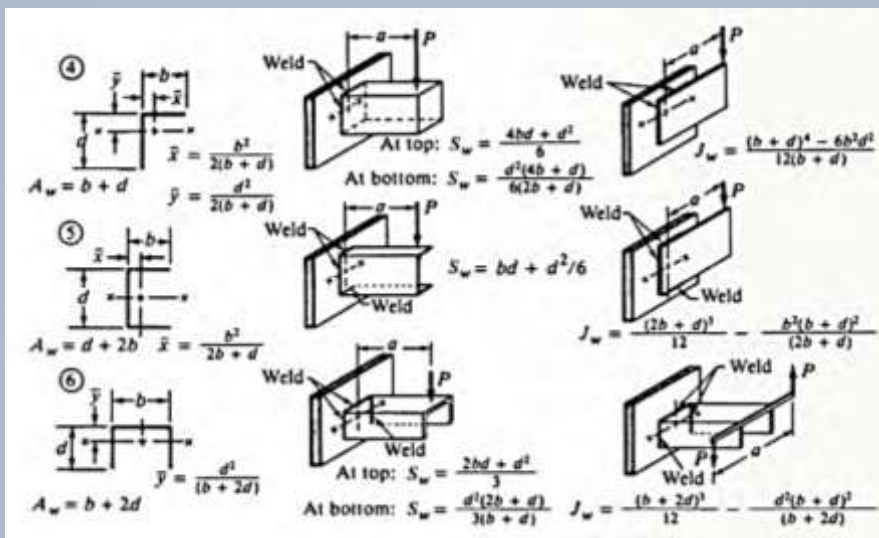
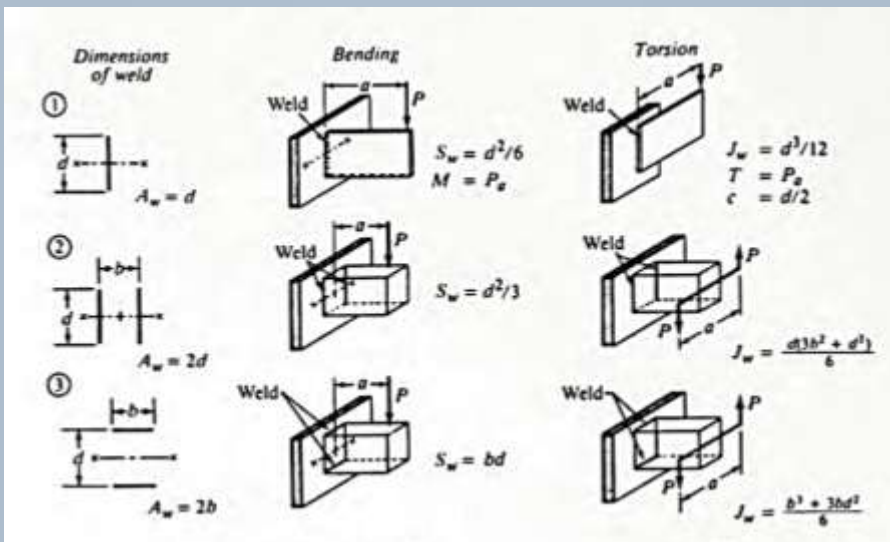


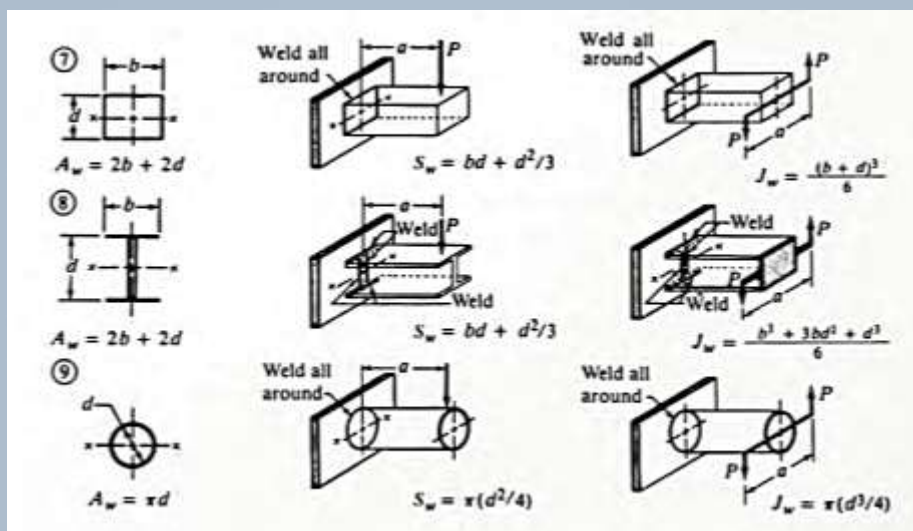
Metode Memperlakukan Las sebagai garis

Beberapa tipe beban yang harus dipertimbangkan :

- Tarikan dan kompresi langsung $f = P/A_w$
- Geseran vertikal langsung $f = V/A_w$
- Bending $f = M/S_w$
- Twisting $f = Tc/J_w$

Faktor geometri untuk analisis Las





Prosedur umum perencanaan las

1. Rencanakan geometri sambungan dan bagian yang akan digabung
2. Identifikasi tipe tegangan pada sambungan (bending, twisting, vertical shear, direct tension, or compression).
3. Analisa sambungan untuk menentukan arah dan besar gaya.
4. Analisa gaya secara vektor pada bagian dimana terdapat gaya maksimal
5. Bagilah gaya maksimum pada las dengan kekuatan yang diijinkan dari Tabel untuk menentukan ukuran las. Perhatikan ketika plat tipis di las, terdapat ukuran yang layak sebagaimana terdapat pada tabel di bawah

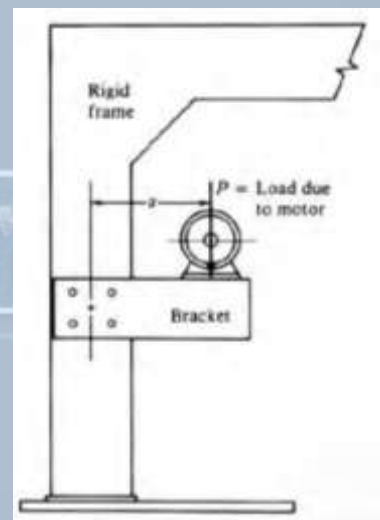
TABLE 20-4 Minimum weld sizes for thick plates

Plate thickness (in)	Minimum leg size for fillet weld (in)
$\leq 1/2$	3/16
$> 1/2 - 3/4$	1/4
$> 3/4 - 1\frac{1}{2}$	5/16
$> 1\frac{1}{2} - 2\frac{1}{4}$	3/8
$> 2\frac{1}{4} - 6$	1/2
> 6	5/8

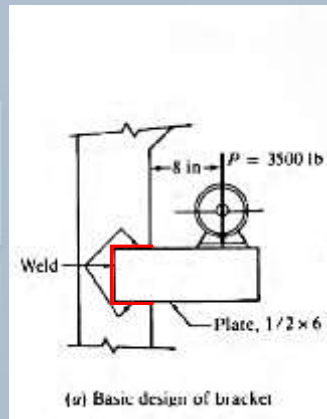
Contoh

Asumsikan bahwa $P = 3500$ lb dan jarak $a = 12$ in. Desain sambungan braket dengan menggunakan las. Tinggi Bracket 6 in dan terbuat dari ASTM A 36 dengan ketebalan $\frac{1}{2}$ in.

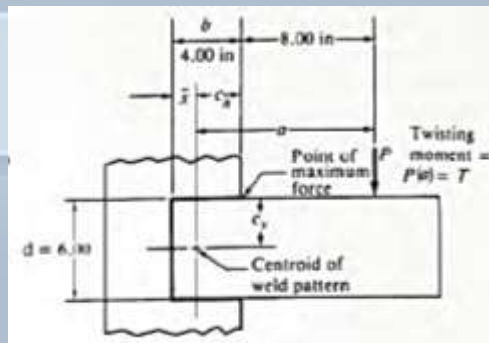
Frame terbuat dari bahan yang sama dengan lebar 8 in

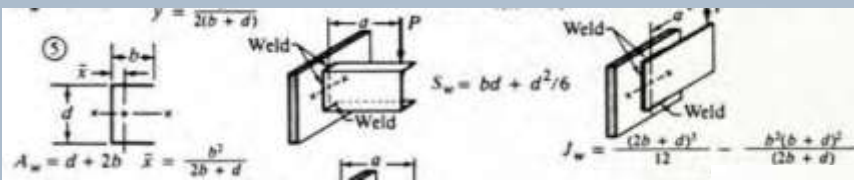


- Langkah 1. rencanakan geometri sambungan



- Langkah 2. Jenis tegangan direct vertical shear dan twisting karena beban 3500-lb pada bracket.
- Langkah 3. Hitung gaya-gaya pada las. Kita harus mengetahui faktor geometri.

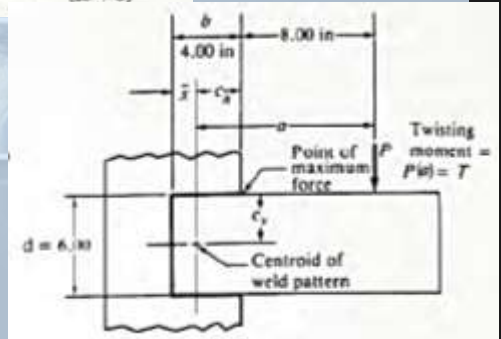




$$A_w = 2b + d = 2(4) + 6 = 14$$

$$J_w = \frac{(2b + d)^3}{12} - \frac{b^2(2b + d)^2}{12} = 114.4 \text{ in}^3$$

$$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d} = \frac{16}{14} = 1.14$$



- Gaya akibat geseran vertikal

$$V = P = 3500 \text{ lb}$$

$$f_s = P/A_w = (3500 \text{ lb})/14 \text{ in} = 250 \text{ lb/in}$$

- Gaya akibat Moment twisting

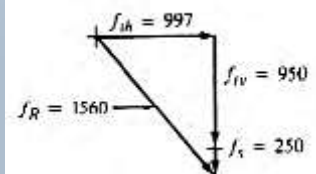
$$T = P[8.00 + (b - \bar{x})] = 3500[8.00 + (4.00 - 1.14)]$$

$$T = 3500(10.86) = 38\,010 \text{ lb} \cdot \text{in}$$

- Komponen gaya vertikal dan horisontal

$$f_{th} = \frac{Tc_y}{J_w} = \frac{(38\,010)(3.00)}{114.4} = 997 \text{ lb/in}$$

$$f_{tv} = \frac{Tc_b}{J_w} = \frac{(38\,010)(2.86)}{114.4} = 950 \text{ lb/in}$$



- Langkah 4. Kombinasi vektor gaya menghasilkan gaya maksimum 1560 lb/in
- Langkah 5. Memilih jenis elektroda

TABLE 20-3 Allowable shear stresses and forces on welds

Base metal ASTM grade	Electrode	Allowable shear stress	Allowable force per inch of leg
Building-type structures:			
A36, A441	E60	13 600 psi	9600 lb/in
A36, A441	E70	15 800 psi	11 200 lb/in
Bridge-type structures:			
A36	E60	12 400 psi	8800 lb/in
A441, A242	E70	14 700 psi	10 400 lb/in

Kita pilih E 60 dengan nilai yang diijinkan 9600 lb/in

- Ukuran las yang dibutuhkan:

$$w = \frac{1560 \text{ lb/in}}{9600 \text{ lb/in per in of leg}} = 0.163 \text{ in}$$

THANK YOU

