

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Traktor

Traktor adalah alat yang digunakan untuk mengolah tanah, biasanya menggunakan motor bakar sebagai penggerak. Sebelum traktor dibuat petani mengolah tanah menggunakan tenaga hewan seperti kerbau atau sapi yang dipasangkan alat untuk mengolah tanah.

Meskipun sekarang ini traktor telah menggantikan penggunaan hewan untuk mengolah tanah, tetapi pada kenyataannya masih bisa kita jumpai penggunaan hewan terutama di daerah perbukitan. Penggunaan traktor untuk membajak lebih cepat dibandingkan menggunakan hewan. Apalagi digunakan di daerah dengan keadaan yang datar dan luas.

Traktor pertanian saat ini menjadi komponen yang tak terpisahkan dari pembangunan pertanian dan pedesaan. Orang-orang menyaksikan perkembangan yang pesat penggunaan traktor tangan di pedesaan. Orang-orang mengetahui bahwa tidak jarang petani yang telah merasakan manfaat penggunaan traktor. Sehingga banyak petani beralih dari menggunakan hewan atau tenaga otot untuk pekerjaan yang sama dengan menggunakan traktor. Karena melakukan pengolahan tanah dengan traktor lebih menguntungkan dibanding cara lain.

2.2 Kekuatan Bahan

2.2.1 Definisi

Pada dasarnya semua konstruksi peralatan mekanik yang menerima beban harus mampu menahan beban tersebut, hal ini sangat tergantung dari jenis konstruksi yang dirancang, beban yang diberikan dengan adanya pengaruh gravitasi akan menjadi gaya luar (gaya aksi) yang harus ditahan oleh gaya dalam (gaya reaksi) yang terjadi pada setiap komponen konstruksi, dimana gaya dalam ini akan ditahan oleh penampang yang ada yang mengakibatkan terjadinya *tegangan* pada penampang komponen konstruksi tersebut. (Festigkeitslehre, Alfred Boge, Vieweg). *G. Niemann* (1986) mengemukakan bahwasanya

perhitungan kekuatan bahan dalam suatu konstruksi sangat diperlukan. Tujuannya adalah:

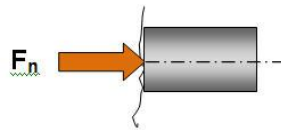
1. Untuk mengetahui batas minimum atau maksimum yang mampu ditumpu oleh konstruksi.
2. Menentukan ukuran atau dimensi dari konstruksi, agar memenuhi syarat perancangan dan keamanan dalam penggunaan.
3. Menentukan material dari konstruksi yang sesuai dengan konstruksi mengacu pada pembebanan gaya.

2.2.2 Gaya Dalam

Gaya yang terjadi didalam batang yang melawan gaya luar yang diberikan pada dasarnya terbagi menjadi 2 jenis, yaitu :

- **Gaya Normal (F_n)**

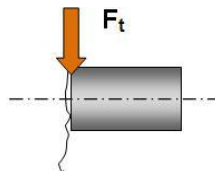
Adalah gaya dalam yang bekerja tegak lurus penampang potong atau sejajar sumbu.



Gambar 2.1. Gaya Normal

- **Gaya Tangensial (F_t)**

Adalah gaya dalam yang bekerja tegak lurus sumbu atau sejajar penampang potong.



Gambar 2.2. Gaya Tangensial

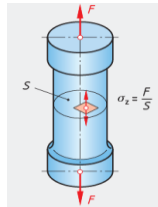
2.2.3 Tegangan

Tegangan adalah gaya per satuan luas, artinya adalah besarnya tegangan tergantung dari besarnya gaya dalam dan besarnya penampang yang menahan gaya dalam tersebut.

Dua jenis tegangan dasar, yaitu :

- **Tegangan Normal (σ_n)**

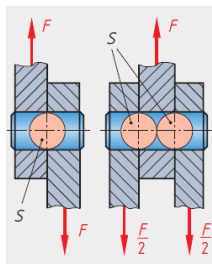
Tegangan yang diakibatkan dengan adanya *gaya normal* yang terjadi pada penampang potong.



Gambar 2.3. Tegangan Normal

- **Tegangan Tangensial (τ_t)**

Diakibatkan dengan adanya *gaya tangensial* yang terjadi pada penampang potong.

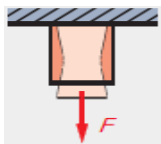


Gambar 2.4. Tegangan Tangensial

Jenis tegangan yang terjadi jenis tegangan sangat tergantung dari arah gaya yang terjadi dan jenis pembebanan yang diberikan yang akan berpengaruh terhadap penampang potong yang menahannya.

A. Tegangan Tarik (σ_n)

Mengakibatkan batang tertarik sehingga terjadi *perpanjangan*.



$$\sigma_t = \frac{F_n}{A}$$

(2.1)

Dimana :

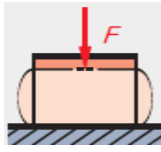
σ_t = Tegangan tarik (N/mm²)

F_n = Gaya Tarik (N)

A = Luas penampang (mm²)

B. Tegangan Tekan (σ_d)

Mengakibatkan batang tertekan sehingga terjadi *perpendekan*.



$$\sigma_d = \frac{F_d}{A} \quad (2.2)$$

Dimana :

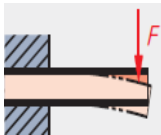
σ_d = Tegangan tekan (N/mm²)

F_d = Gaya tekan (N)

A = Luas penampang (mm²)

C. Tegangan Bengkok (σ_b)

Mengakibatkan batang terjadi *bengkokan*.



$$\sigma_b = \frac{M_b}{A} \quad (2.3)$$

Dimana :

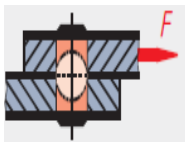
σ_b = Tegangan bengkok (N/mm²)

M_b = Momen bengkok (N)

A = Luas penampang (mm²)

D. Tegangan Geser (τ_g)

Mengakibatkan penampang batang terjadi *pergeseran*.



$$\tau_g = \frac{F_g}{A} \quad (2.4)$$

Dimana :

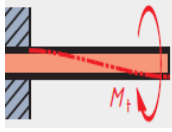
σ_g = Tegangan permukaan (N/mm²)

F_g = Gaya normal (N)

A = Luas penampang (mm²)

E. Tegangan Puntir (τ_p)

Mengakibatkan penampang batang terjadi *puntiran*.



$$\tau_p = \frac{M_p}{W_p} \quad (2.5)$$

Dimana:

τ_p = Tegangan puntir (N/mm²)

M_p = Momen puntir (N.mm) = F X d

W_p = Momen tahanan polar (mm³)

F. Tegangan Gabungan ($\sigma_{gab.}$)

Terjadi lebih dari satu tegangan pada waktu yang bersamaan pada penampang potong.

$$\sigma_{gab} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3.\tau_p^2} \quad (2.6)$$

Dimana :

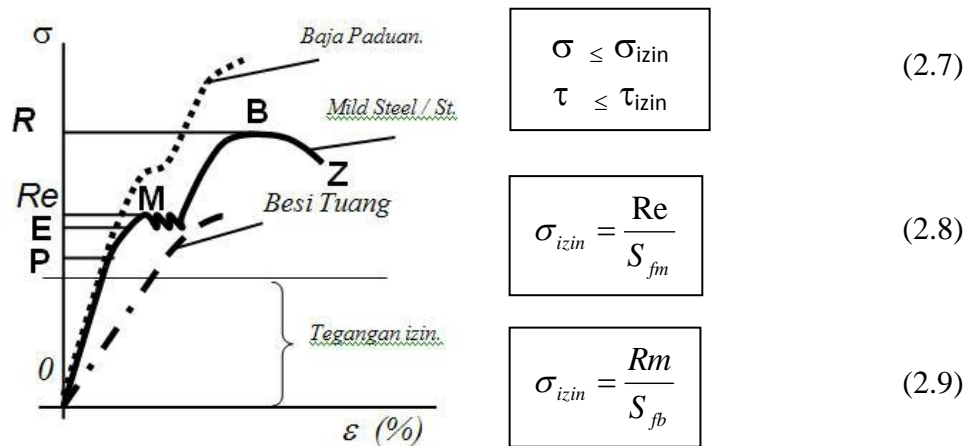
σ_{gab} = Tegangan gabungan (N/mm²)

σ_b = Tegangan bengkok yang terjadi (N/mm²)

τ_p = Tegangan tangensial (N/mm²)

G. Tegangan izin

Dalam suatu konstruksi tegangan yang terjadi tidak boleh melebihi harga tegangan yang diizinkan, harga tegangan izin diambil dari harga *kekuatan tarik maksimal*. (R_m) atau *kekuatan mulur* (R_e) suatu bahan dengan *faktor keamanan*, besarnya faktor keamanan tergantung dari kasus pembebanan yang diberikan dan kondisi kerja yang terjadi. Harga tegangan izin harus berada dibawah batas mulur (R_e) suatu bahan.



Gambar 2.5. Diagram Tegangan Regangan

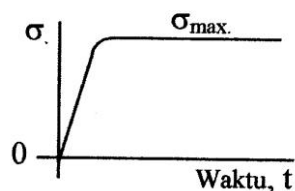
- S_{fm} Faktor keamanan terhadap mulur
- S_{fb} Faktor keamanan terhadap patah

2.2.4 Kasus Pembebanan

3 jenis kasus pembebanan yang pada suatu konstruksi mekanik, yaitu:

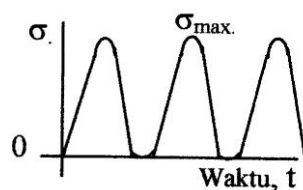
- **Pembebanan Statis**

Jenis dan besarnya beban yang diberikan tetap untuk selamanya, sehingga tegangan naik dari nol ke maksimum dan tetap untuk selamanya.



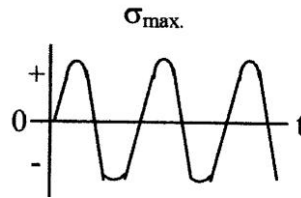
- **Pembebanan Dinamis Berulang**

Jenis dan besarnya beban diberikan berulang-ulang kearah yang sama, tegangan naik dari nol ke maksimum ke arah yang sama.



- **Pembebanan Dinamis Berganti**

Jenis dan besarnya beban maksimum diberikan berganti-ganti arah, sehingga tegangan naik dari nol ke maksimum ke arah yang berganti-ganti.



2.3 Elemen Mesin

2.3.1 Poros

Poros merupakan elemen utama pada sistem transmisi putar yang dapat berfungsi sebagai pembawa, pemindah, penghubung atau penerus suatu gerak putar menjadi gerak putar atau lurus.

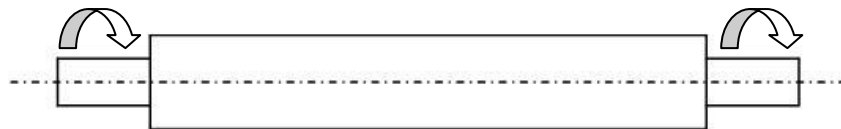
2.3.1.1 Pembebanan Pada Poros

Poros pasti berputar, putaran poros bisa searah bisa bolak balik tergantung kebutuhan fungsi konstruksi. Dengan demikian tegangan yang terjadi pada poros pasti tegangan puntir, untuk putaran searah terjadi tegangan puntir berulang dan untuk putaran bolak balik terjadi tegangan puntir berganti, dan bila ada gaya diantaranya maka terjadi juga tegangan bengkok berganti.

2.3.1.2 Langkah-langkah perhitungan poros

- **Torsi**

Pada transmisi dengan sumber penggerak motor besarnya momen puntir adalah perbandingan antara Daya dan kecepatan putar.



Gambar 2.6. Momen

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \quad 1/\text{min}$$

$$T_p = 30 \frac{P}{\pi n} \quad (2.10)$$

Dimana :

T_p = Momen puntir (Nm)

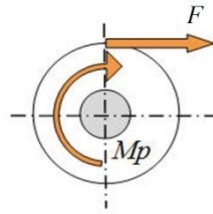
P = Daya (W)

ω = Kecepatan sudut (1/s)

n = Putaran per menit (rpm)

- **Gaya Keliling**

Gaya keliling muncul akibat momen puntir yang terjadi pada poros, besarnya adalah momen puntir dibagi radius dari lintasan gaya.



Gambar 2.7. Gaya Keliling

$$F = \frac{M_p}{r} = \frac{2M_p}{D} \quad (2.11)$$

Dimana :

F = Gaya keliling (N)

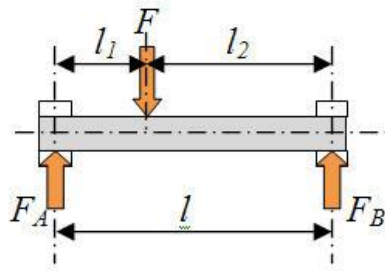
M_p = Momen puntir (Nm)

r = Radius (m)

- **Gaya Tumpuan**

Gaya tumpuan adalah gaya reaksi dari gaya aksi yang ada, dapat dicari dengan system kesetimbangan (*Hukum Newton*).

Jumlah momen di tumpuan sama dengan 0 (nol).



Gambar 2.8. DBB Poros

$$\begin{aligned} \Sigma M_B = 0, \quad F \times l_2 - F_A \times l = 0 \quad F_A &= \frac{F \times l_2}{l} \\ \Sigma F_x = 0, \quad F - F_A - F_B = 0 \quad F_B &= F - F_A \end{aligned} \quad (2.12)$$

- **Momen bengkok**

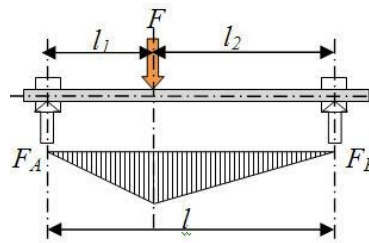
Momen bengkok adalah Gaya dikali jarak.

Momen bengkok di tumpuan A = 0 $M_A = 0$

Momen bengkok di tumpuan B = 0 $M_B = 0$

Momen bengkok terbesar

$$M_{max.} = F_A \times l_1 \text{ atau } F_B \times l_2 \quad (Nmm)$$



Gambar 2.9. Diagram Momen Bengkok

- **Diameter poros**

$$d^3 = \frac{32.FS}{\pi.S_y} \sqrt{(M_L)^2 + \left(\frac{T}{2}\right)^2} \quad (2.13)$$

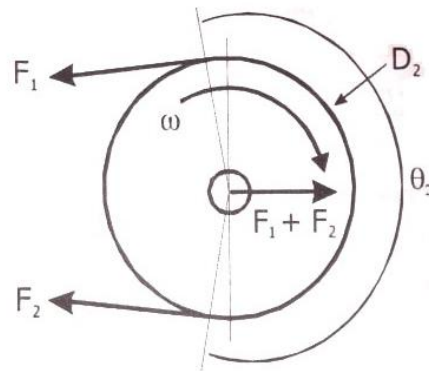
Dimana :

M_L = Momen bengkok (Nmm)

- T = Torsi (Nmm)
- d = Diameter poros (mm)
- FS = Faktor keamanan
- S_y = Kekuatan mulur untuk material (MPa).

- **Beban Pada Poros Akibat Gaya-Gaya Di Sabuk-V Dan Puli**

Sabuk dan puli selama meneruskan daya, gesekan menyebabkan sabuk mencengkam puli penggerak, meningkatkan tarikan di satu sisi yang disebut sisi kencang. Sisi lain sabuk juga mengalami tarikan tetapi lebih kecil, selanjutnya disebut sisi kendur.



Gambar 2.10. Gaya-gaya Pada Sabuk

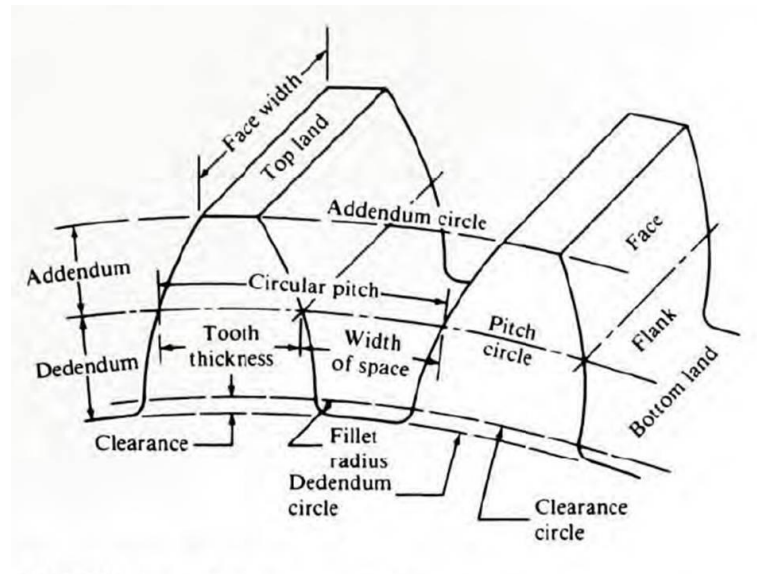
Jika F_1 dan F_2 masing-masing merupakan gaya tarik kencang dan kendur pada sabuk, maka penjumlahan gaya F_1 dan F_2 merupakan gaya yang bekerja pada poros dan menekan poros layaknya gaya radial yang membebani poros.

$$\overline{F_p} = \overline{F_1} + \overline{F_2}$$

$$\boxed{F_p = \frac{3T}{D}}$$

(2.14)

2.3.2 Rodagigi Lurus



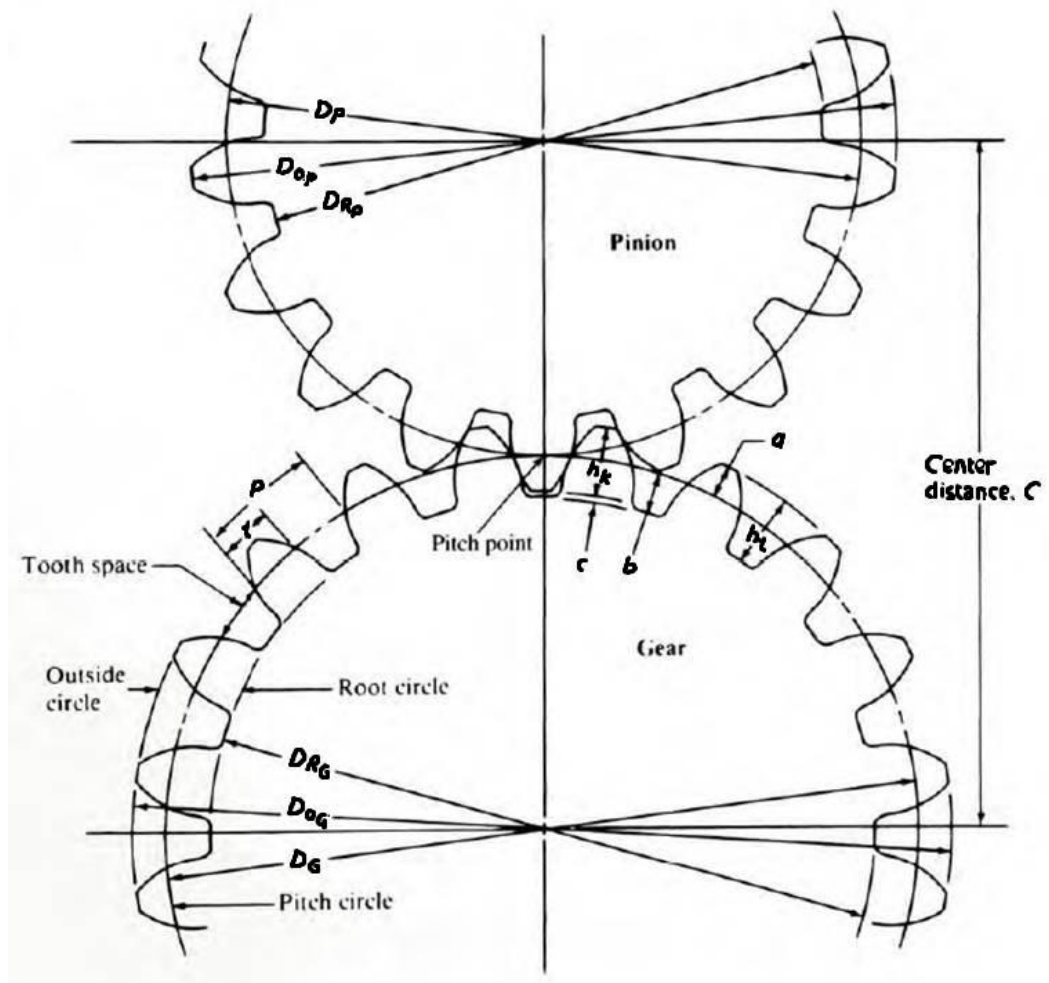
Gambar 2.11. Rodagigi Lurus

Rodagigi adalah salah satu jenis elemen transmisi yang penting dalam penerusan daya atau putaran serta dalam suatu sistem transmisi antara penggerak dan yang digerakan. Suatu konstruksi rodagigi digunakan pula pada sistem pengatur pemindah putaran, atau sebagai pengubah gerak lurus menjadi gerak putar atau sebaliknya.

Oleh karena itu penggunaan rodagigi sangat luas pada suatu konstruksi mekanik yang memerlukan gerak. Selain itu rodagigi digunakan karena memiliki berbagai keuntungan, diantaranya :

- Jarak antara sumbu yang relatif kecil, sehingga memungkinkan suatu sistem rangkaian rodagigi yang dikonstruksikan secara ringkas.
- Kemampuan pemindahan daya yang cukup besar.
- Jumlah putaran yang dipindahkan penuh, tidak berkurang antara yang digerakkan dan yang menggerakkan.
- Dengan sistem pelumasan yang baik, dapat digunakan pada suatu konstruksi putaran tinggi.
- Dapat digunakan sebagai pemindah fluida.

Dasar-dasar perhitungan rodagigi :



Gambar 2.12. Fitur Rodagigi

A. Modul

Modul adalah besaran yang erat hubungannya dengan ukuran gigi. Makin besar modul suatu rodagigi, maka makin besar pula ukuran giginya. Modul merupakan besaran yang dibakukan (distandarkan). Hubungan antara modul dengan jumlah gigi dan diameter pitch diberikan oleh persamaan berikut ini.

$$m = \frac{D_p}{N_p} = \frac{D_g}{N_g} \quad (2.15)$$

Dimana :

m = Modul (mm)

D_P =Diameter pitch untuk pinion (mm)

N_P = Jumlah gigi pada pinion (mm)

D_G =Diameter pitch untuk gear (mm)

N_G = Jumlah gigi pada gear (mm)

B. Adendum, a

Adendum adalah jarak radial dari lingkaran pitch ke lipatan kepala

$$a = 1,00 m \quad (2.16)$$

C. Dedendum, b

Dedendum adalah jarak radial dari lingkaran pitch ke lingkaran akar.

$$b = 1,25 m \quad (2.17)$$

D. Clearance, c

Clearance adalah jarak radial dari akar gigi ke kepala gigi pasanganya ketika kepala gigi sepenuhnya masuk ke kepala gigi.

$$c = b - a = 0,25 m \quad (2.18)$$

E. Diameter kepala, D_O

Diameter kepala adalah diameter lingkaran kepala yang melingkupi kepala gigi. (2.19)

$$D_O = D + 2 a = m (N + 2)$$

Dimana :

D =Diameter pitch (mm)

m =Modul (mm)

N =Jumlah gigi

F. Diameter akar, D_R

Diameter akar adalah diameter lingkaran akar gigi.

$$D_R = D - 2b = m (N+ 2,5) \quad (2.20)$$

Dimana :

D =Diameter pitch (mm)

- m = Modul (mm)
- N =Jumlah gigi

G. Tinggi kepala gigi, h_t

Tinggi kepala gigi adalah jarak radial dari akar gigi ke kepala gigi.

$$h_t = a + b = 2,25 m \quad (2.21)$$

Dimana :

- a = addendum
- b = dedendum
- m = modul

H. Tinggi efektif, h_k

Tinggi efektif adalah jarak radial dari kepala gigi pasanganya ketika mereka bergandengan secara penuh.

$$h_k = a + a = 2 a = 2m = h_t - c \quad (2.22)$$

Dimana:

- a = addendum
- m = modul
- h_t = tinggi kepala gigi
- c = clearance

I. Tebal gigi, t

Tebal gigi adalah panjang busur dari sisi kiri ke sisi kanan gigi yang diukur pada lingkaran pitch.

$$t = \frac{\pi \times m}{2} \quad (2.23)$$

J. Lebar gigi, F

Lebar gigi adalah lebar gigi diukur pada arah aksial.

$$F = b \times m \quad (2.24)$$

Dimana:

- b = besaran nilainya 9 s/d 15, untuk rodagigi yang ekonomik.
- m = modul

K. Jarak poros, C

Jarak poros adalah jarak antara sumbu poros rodagigi pinion dengan sumbu poros gear.

$$C = \frac{D_P + D_G}{2} = m \left(\frac{N_P + N_G}{2} \right) \quad (2.25)$$

Dimana :

m =Modul (mm)

D_P =Diameter pitch untuk pinion (mm)

N_P = Jumlah gigi pada pinion (mm)

D_G =Diameter pitch untuk gear (mm)

N_G = Jumlah gigi pada gear (mm)

L. Rasio kecepatan, VR

Rasio kecepatan adalah perbandingan antara kecepatan pinion dengan kecepatan gear.

$$VR = \frac{n_P}{n_G} = \frac{D_G}{D_P} = \frac{N_G}{N_P} \quad (2.26)$$

M. Gaya-gaya pada rodagigi

Momen puntir yang bekerja pada pinion dan gear dapat dihitung dengan :

$$T_P = 30000 \frac{P}{\pi n_P} \quad (2.27)$$

Dimana :

T_P =Momen puntir pada pinion (Nm)

P =Daya transmisi (kW)

N_P =Kecepatan pinion (rpm)

$$T_G = 30000 \frac{P}{n_G} \quad (2.28)$$

Dimana :

T_G = Momen puntir pada gear (Nm)

P = Daya transmisi (kW)

n_G = Kecepatan gear (rpm)

Gaya tangensial yang bekerja pada pasangan rodagigi dapat diperoleh dari:

$$W_t = \frac{2T_P}{D_P} = \frac{2T_G}{D_G} = F \quad (2.29)$$

Dimana :

W_t = Gaya tangensial (N)

T_P, T_G = Daya transmisi (Nm)

D_P, D_G = Kecepatan gear (m)

N. Kecepatan Rodagigi

Kecepatan linier rodagigi dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$V_t = \frac{\pi D n}{60} \quad (2.30)$$

O. Tegangan lentur pada gigi, σ_t

Untuk kebutuhan perancangan, AGMA Standar 2001-B88 merekomendasikan persamaan berikut ini :

$$\sigma_t = \frac{W_t}{m F J} \frac{K_a K_s K_m K_B}{K_v} \quad (2.31)$$

Dimana :

W_t = Gaya tangensial (N)

m = Modul (mm)

F = Tebal gigi (mm)

- J = Faktor geometri
- K_a = Faktor aplikasi untuk kekuatan lentur
- K_S = Faktor ukuran untuk kekuatan lentur
- K_m = Faktor distribusi beban untuk kekuatan lentur
- K_B = Faktor ketebalan rim
- K_V = Faktor dinamik untuk kekuatan lentur

- **Faktor aplikasi**

Faktor aplikasi merupakan besaran yang memperhitungkan kemungkinan adanya variasi beban, getaran, beban kejut dan perubahan kecepatan. Pada tabel berikut diberikan harga-harga K_a yang dianjurkan berdasarkan karakteristik penggerak mula dan mesin yang digerakkan.

Tabel 2.1. Faktor Aplikasi Yang Dianjurkan, K_a

	Mesin Yang Digerakkan			
Penggerak mula	<i>Uniform</i>	<i>Light shock</i>	<i>Moderate shock</i>	<i>Heavy shock</i>
<i>Uniform</i>	1,00	1,25	1,50	1,75
<i>Light shock</i>	1,20	1,40	1,75	2,25
<i>Moderate shock</i>	1,30	1,70	2,00	2,75

Mesin yang digerakkan :

Uniform : generator listrik operasi kontinu.

Light shock : fan, pompa sentrifugal kecepatan rendah.

Moderate shock : pompa sentrifugal kecepatan tinggi, pompa torak, kompresor, mesin perkakas, mesin tekstil.

Heavy shock : pemecah batu, mesin pres, mesin roll, penumbuk, *vibrating screen*, penyerpih kayu.

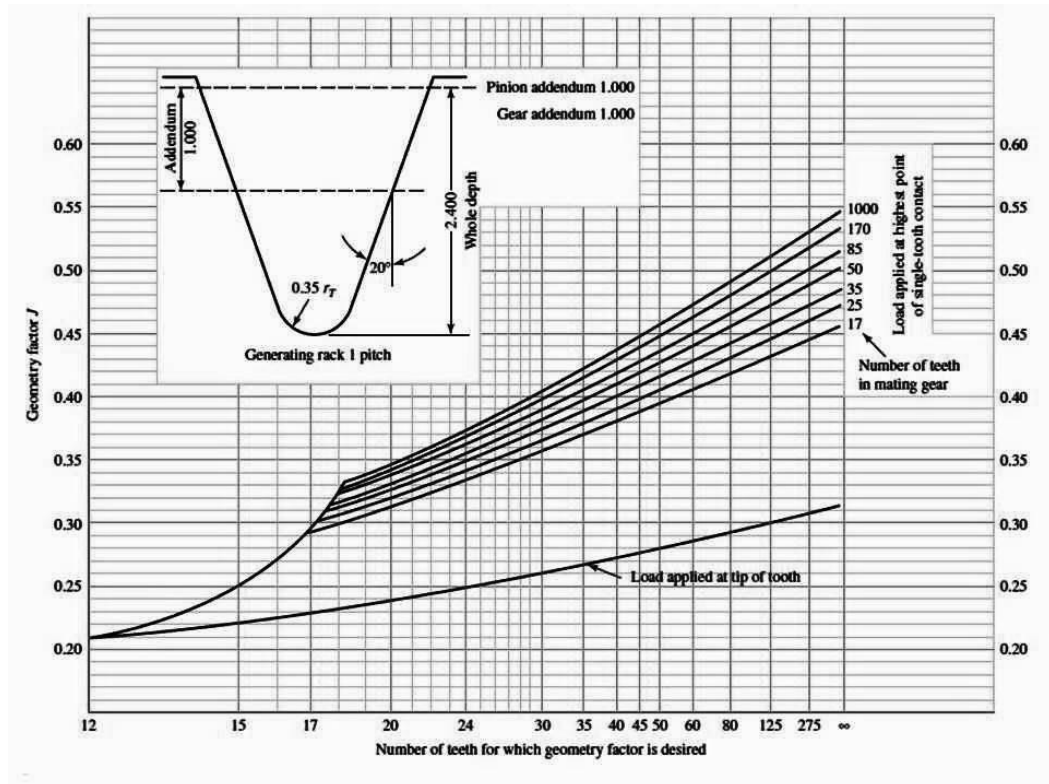
Penggerak mula :

Uniform : motor listrik, turbin gas kecepatan tetap.

Light shock : turbin air, *variable speed drive*.

Moderate shock : *multicylinder engine*.

- **Faktor geometri, J**



Gambar 2.13. Faktor Geometri

- **Faktor ukuran, K_S**

Pada umumnya faktor ukuran dapat dipilih sama dengan 1.00, tapi untuk rodagigi yang besar atau sangat lebar, dianjurkan menggunakan harga $K_S > 1.00$. Harga-harga faktor ukuran yang dianjurkan diberikan pada tabel berikut.

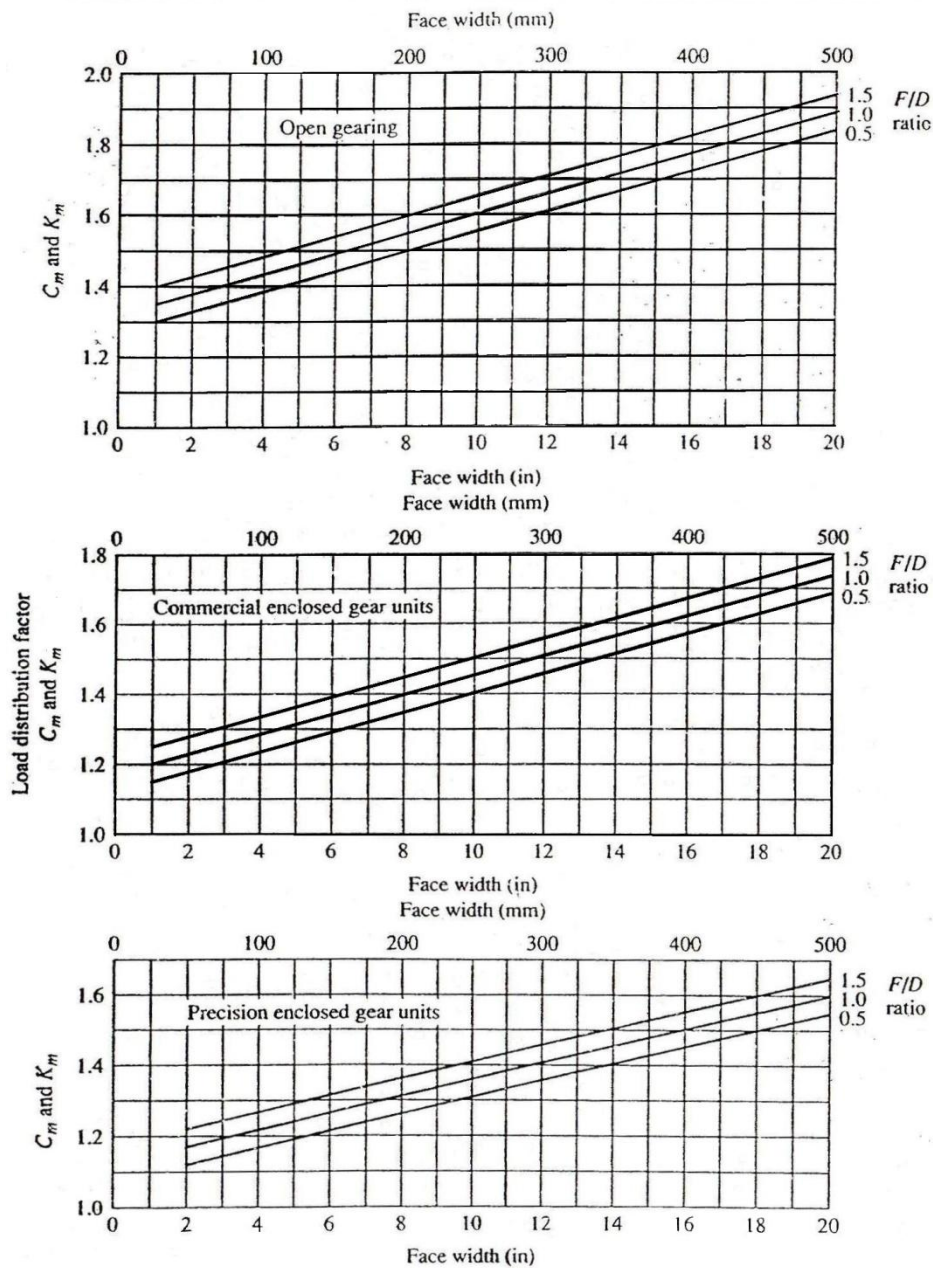
Tabel 2.2. Faktor Ukuran Yang Dianjurkan, K_S

Modul, m	Faktor Ukuran, K_S
≤ 5	1.00
6	1.05
8	1.15
12	1.25
20	1.40

- **Faktor distribusi beban, K_m**

Faktor distribusi beban yang menyatakan ketidak seragaman beban gigi di bagian muka gigi, yang disebabkan oleh ketidak-akuratan antara rodagigi dan

rumahnya, deformasi elastik poros dan lain-lain. Untuk sebuah lebar muka gigi (mm).



Gambar 2.14. Faktor Distribusi Beban K_m dan C_m

f adalah lebar muka gigi.

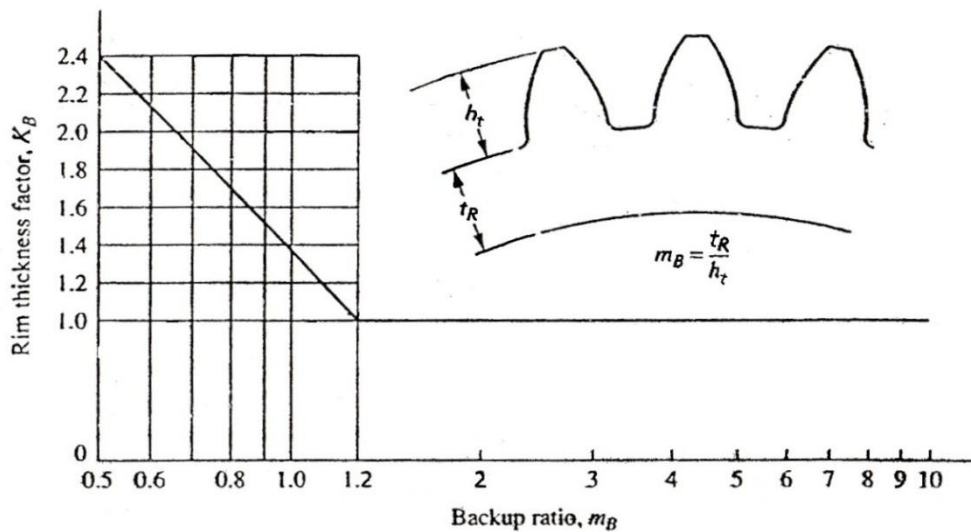
- **Faktor ketebalan rim, K_B**

Persamaan lewis dikembangkan berdasarkan anggapan bahwa gigi merupakan batang kantilever dengan tumpuan kaku pada batang gigi. Jika rim

rodagigi terlalu tipis akan terjadi deformasi dan menyebabkan bergesernya titik tegangan maksimum dari daerah gigi ke daerah rim. Gambar dibawah ini dapat digunakan untuk memperkirakan harga K_B . Parameter *back up ratio*, m_B didefinisikan sebagai berikut.

$$m_B = t_R / h_t$$

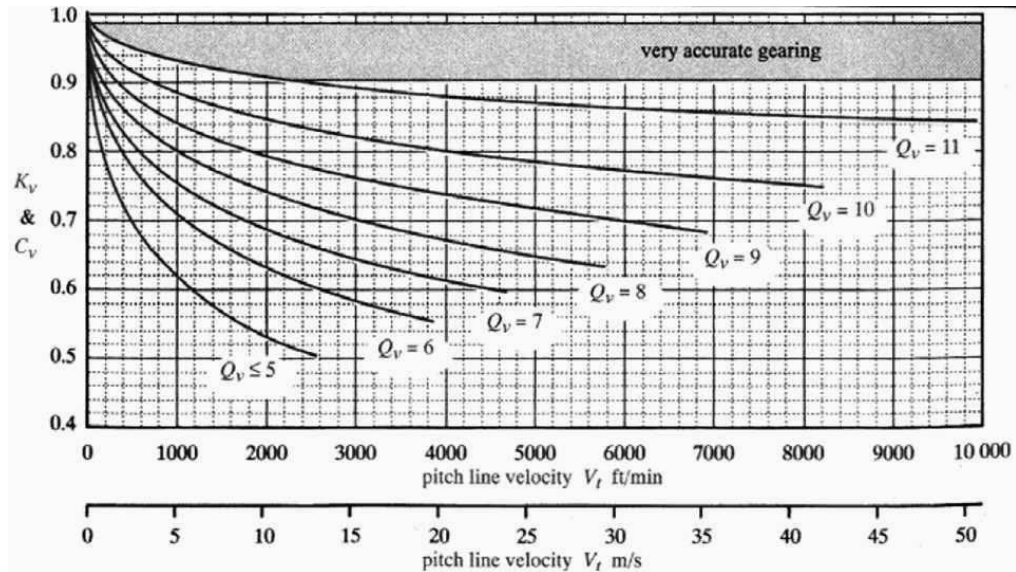
t_R = Tebal rim
 h_t = Tinggi kepala gigi



Gambar 2.15. Faktor Ketebalan Rim.

- **Faktor dinamik, K_V**

Faktor dinamik digunakan untuk memperhitungkan adanya beban impact akibat interaksi antara pasangan gigi yang berkontak. Harga K_V bergantung pada kualitas gigi, sifat elastik bahan gigi, dan kecepatan gigi. gambar berikut memperlihatkan harga-harga K_V yang direkomendasikan oleh AGMA. Pada gambar tersebut Q_v menyatakan angka kualitas gigi. pada umumnya rancangan rodagigi termasuk pada kelompok yang diwakili oleh kurva 5, 6 atau 7, yaitu untuk rodagigi yang dibuat dengan mesin hobbing. Untuk rodagigi yang lebih presisi, misalnya yang difinis dengan mesin gerinda, dapat dipakai kurva-kurva 8, 9, 10 atau 11. Dalam hal yang sangat khusus dimana beban-beban dinamik sangat kecil, daerah yang diarsir dapat digunakan.



Gambar 2.16. Faktor Dinamik

$$C_v = K_v = \left(\frac{A}{A + \sqrt{200V_t}} \right)^B \quad (2.32)$$

$$A = 50 + 56(1.0 - B) \quad (2.33)$$

$$B = \frac{(12 - Q_v)^{0.667}}{4} \quad (2.34)$$

O. Tegangan kontak pada gigi, σ_c

Selain beban lentur, gigi juga mengalami beban kontak pada permukaannya. Pada permukaan gigi yang saling berkontak, akibat adanya gaya kontak. Untuk kebutuhan perancangan, persamaan tegangan kontak yaitu :

$$\sigma_c = C_p \sqrt{\frac{W_t}{FD_p I} \frac{C_a C_S C_m}{C_v}} \quad (2.35)$$

Dimana :

C_p = Faktor elastik (MPa)

W_t = Gaya tangensial (N)

F =Tebal gigi (mm)

D_p = Diameter pitch (mm)

I = Faktor geometri

$C_a = K_a$ = Faktor aplikasi

$C_S = K_S =$ Faktor ukuran

$C_m = K_m =$ Faktor distribusi beban

$C_V = K_V =$ Faktor dinamik

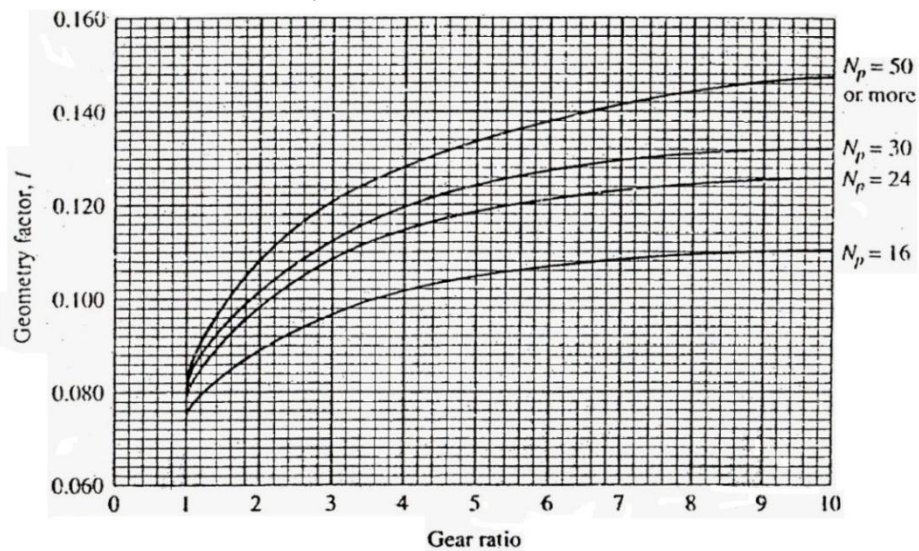
- **Faktor Elastik, C_P**

Nilai faktor elastik dapat dicari pada tabel berikut :

Tabel 2.3. Faktor elastik, C_P

Pinion Material	Gear Material					
	Steel	Malleable Iron	Nodular Iron	Cast Iron	Alumunium Bronze	Tin Bronze
Steel	191	181	179	174	162	158
Malleable Iron	181	174	172	168	158	154
Nodular Iron	179	172	170	166	156	152
Cast Iron	174	168	166	163	154	149
Alumunium Bronze	162	158	156	154	145	141
Tin Bronze	158	154	152	149	141	137

- **Faktor geometri, I**



(a) 20° pressure angle, full depth teeth (standard addendum = $1/P_d$)

Gambar 2.17. Faktor geometri, I

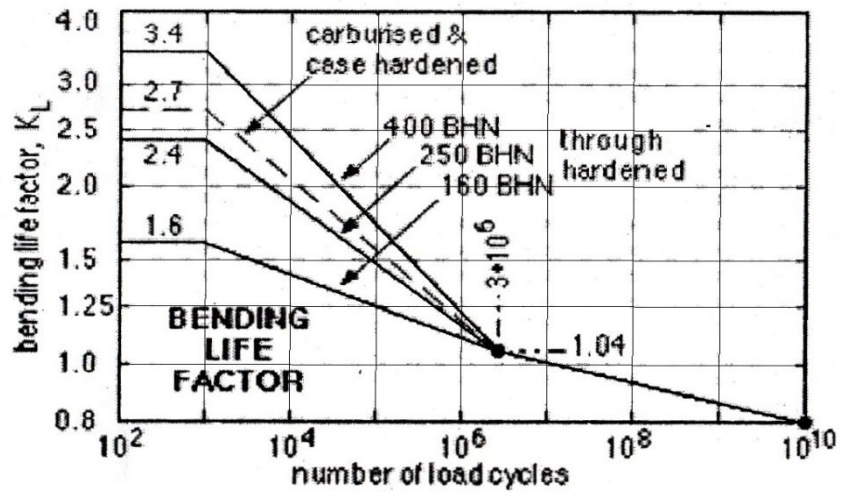
P. Umur Rodagigi

Untuk mencari umur rodagigi yang pertama harus mencari faktor umur akibat tegangan lentur K_L , dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$K_L = \frac{K_a \cdot K_V \cdot K_m \cdot K_R \cdot P}{\pi \cdot m^2 \cdot f \cdot n_1 \cdot Z_1 \cdot S_b} \quad (2.36)$$

Dimana : S_b adalah tegangan lentur yang diizinkan.

Setelah K_L didapat kemudian lihat gambar 2.17 Untuk mencari umur rodagigi.



Gambar 2.18. Umur Rodagigi

2.3.3 Bantalan Gelinding

Bantalan (*bearing*) merupakan suatu elemen mesin yang berfungsi mengurangi gesekan yang terjadi diantara bagian mesin yang berputar dengan yang diam (*stationer*). Bantalan dirancang untuk memperkecil keausan, sehingga putaran atau gerkan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh sehingga memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem kerja alat akan menurun atau tidak dapat bekerja secara semestinya. Jadi bantalan dalam permesinan dapat disamakan peranannya dengan pondasi pada gedung.



Gambar 2.19. *Ball Bearing*

Bantalan mempunyai umur dan tergantung pada beban. Beban semakin rendah maka umur bantalan akan semakin panjang. Hubungan antara beban (P) dan umur (L) untuk rolling contact bearing dapat ditulis sebagai berikut :

$$L = 10^6 \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^k \quad (2.37)$$

Dimana :

L = Massa penggunaan /umur

P_1 = Beban equivalen dinamis

P_2 = Beban yang bekerja pada bantalan

k = 3,00 Untuk ball bearing

Tabel 2.4. Data Conrad *Type Ball Bearing* Seri 6300

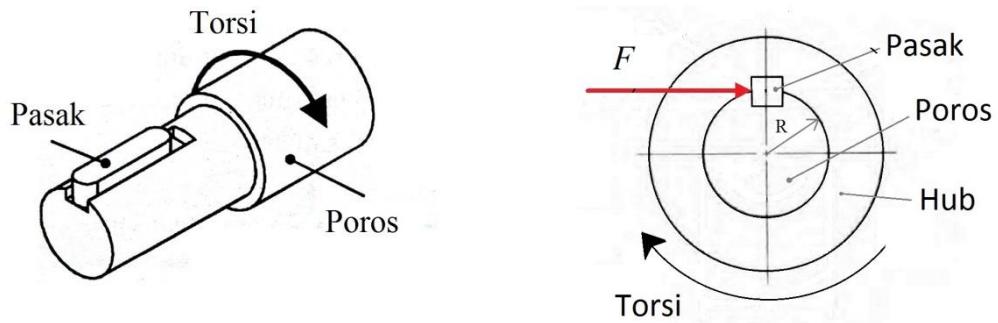
(sumber : Sonawan, Hery. 2010. Perancangan Elemen Mesin. Cetakan

Kesatu. Bandung: Alvabeta., hal 92)

Nomor Bearing	d	D	B	Beraat Bearing	Basngic Static Load Rating	Basngic Dinamic Load Rating
	mm	mm	mm	lb	lb	lb
6300	10	35	11	0,12	805	1400
6301	12	37	12	0,13	990	1680
6302	15	42	13	0,18	1200	1980
6303	17	47	14	0,25	1460	2360
6304	20	52	15	0,52	1730	2760
6305	25	62	17	0,52	2370	3550
6306	30	72	19	0,76	3150	4600
6307	35	80	21	1,01	4050	5800
6308	40	90	23	1,40	5050	7050
6309	45	100	25	1,84	6800	9150
6310	50	110	27	2,42	8100	10700
6311	55	120	29	2,98	9450	12300
6312	60	130	31	3,75	11000	14100
6313	65	140	33	4,63	12600	16000
6314	70	150	35	5,51	14400	18000
6315	75	160	37	6,61	16300	19600

2.3.4 Pasak

Pasak adalah sebuah elemen mesin berbentuk silindrik, balok kecil atau silindrik tirus yang berfungsi sebagai penahan elemen seperti puli, sproket, rodagigi atau kopling Pada poros. Maka pasak harus kuat dibebani, berikut ini pembebanan yang terjadi pada pasak antara lain;



Gambar 2.20. Gaya-gaya Pada Pasak

Gaya tangensial yang terjadi pada pasak :

$$F_t = \frac{T}{R} \quad (2.38)$$

Dimana :

F_t = gaya tangensial (N)

T = torsi (Nm)

R = jari-jari poros (m)

Tegangan geser, τ :

$$\tau = \frac{F}{A_s} = \frac{F}{w \times l} \quad (2.39)$$

Panjang pasak dari kegagalan akibat tegangan geser:

$$l = \frac{F \times 2FS}{w \times S_y} \quad (2.40)$$

Tegangan normal, σ .

$$\sigma = \frac{F}{A_p} = \frac{F}{h_1 \times l} \quad (2.41)$$

Panjang pasak dari kegagalan akibat tegangan normal.

$$l = \frac{F \times FS}{h_1 \times S_y} \quad (2.42)$$

2.3.5 Sambungan Las

Merancang sambungan pengelasan harus memperhatikan besar beban yang bekerja pada sambungan lasan, jenis material induk yang akan disambung dan geometri sambungan lasan. Distribusi beban yang bekerja pada sambungan mungkin tidak seragam. Macam-macam Pembebanan yang bekerja pada sambungan lasan antara lain:

- Pembebanan Geser, f_s

$$f_s = \frac{P}{A_w} \quad (2.43)$$

Dimana :

P = Gaya yang bekerja (N)

A_w = Faktor Geometri untuk pembebanan geser (mm)

- Pembebanan Bengkok, f_b

$$f_b = \frac{M}{Z_w} \quad (2.44)$$

Dimana :

M = Momen (Nmm)

Z_w = Faktor Geometri untuk pembebanan bengkok (mm^2)

- Pembebanan Puntir, f_t

$$f_t = \frac{T \cdot c}{J_w} \quad (2.45)$$

Dimana :

T = Torsi (Nmm)

C = Besar penampang (mm)

J_w = Faktor Geometri untuk pembebanan puntir (mm^3)

- Beban Gabungan

$$f_R = \sqrt{f_s^2 + f_b^2 + f_t^2} \quad (2.46)$$

Ukuran filet lasan, w:

$$w = \frac{f_R}{F_s} \quad (2.47)$$

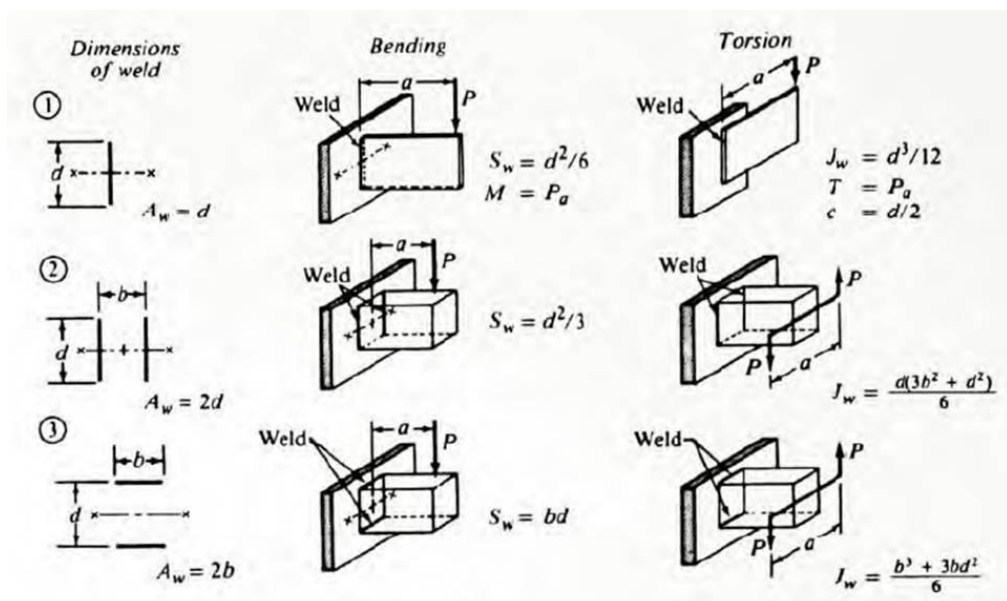
Dimana :

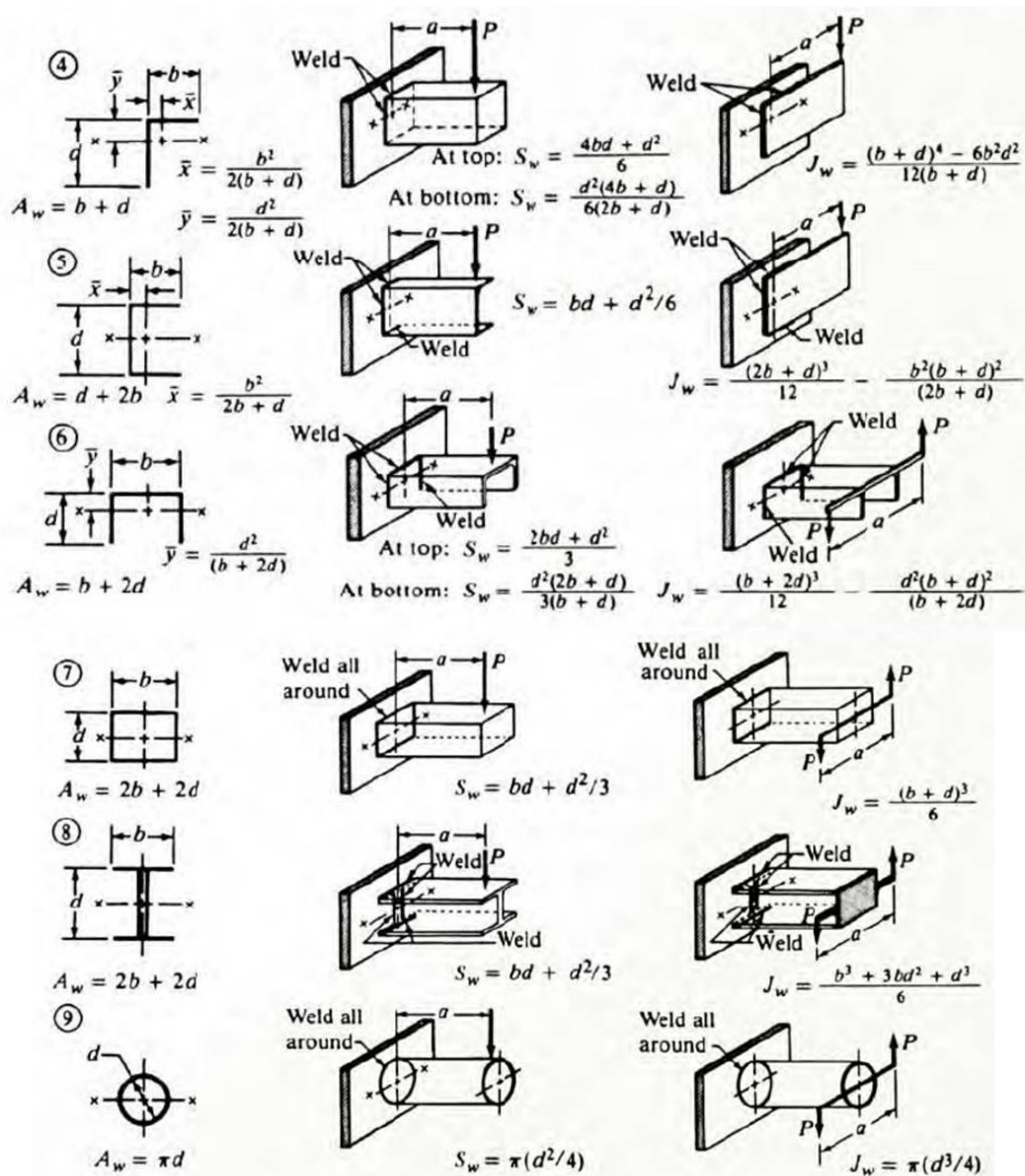
F_s = gaya ijin per mm (N/mm)

Tabel 2.5. Tegangan geser yang diijinkan dan kekuatan pada lasan

Base Metal ASTM Grade	Electroda	Allowable Shear Stress	Allowable force	
			Per inch	Per mm
<i>Building Type Structure</i>				
A36, A441	E60	13 600 psi	9 600 lb/in	66,2 N/mm
A36, A441	E70	15 800 psi	11 200 lb/in	77,3 N/mm
<i>Bridge Type Structure</i>				
A36	E60	12 400 psi	8 800 lb/in	60,7 N/mm
A411, A242	E70	14 700 psi	10 400 lb/in	71,7 N/mm

Pada persamaan diatas faktor geometri digunakan untuk menghitung A_w , Z_w , dan J_w . Faktor geometri ditunjukkan pada gambar (2.19).





Gambar 2.21. Faktor Geometri