

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pembentukan (penekukan) yang dibahas oleh penulis dalam Laporan Akhir ini adalah proses pengerjaan material yang dilakukan dengan cara menekuk material dari bentuk pipa, *hollow* ataupun pelat *strip* menjadi bentuk yang berbeda. Mesin *roll* pipa, *hollow* dan pelat *strip* adalah suatu alat yang digerakkan dengan menggunakan motor listrik yang sistem transmisinya dengan menggunakan *Speed Reducer*, *vanbelt* dan lainnya.



Gambar 2.1 *hollow*, pipa dan pelat *strip*

<http://Bing.com>

2.1 Dasar-dasar Pemilihan Bahan

Di dalam merencanakan suatu alat perlu sekali memperhitungkan dan memilih bahan-bahan yang akan digunakan, apakah bahan tersebut sudah sesuai dengan kebutuhan baik itu secara dimensi ukuran ataupun secara sifat dan karakteristik bahan yang akan digunakan. Berdasarkan pemilihan bahan yang sesuai maka akan sangat menunjang keberhasilan dalam perencanaan tersebut. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan yaitu :

2.1.1 Fungsi dari Komponen

Dalam perencanaan ini, komponen-komponen yang direncanakan mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Yang dimaksud dengan fungsinya adalah

bagian-bagian utama dari perencanaan atau bahan yang akan dibuat dan dibeli harus sesuai dengan fungsi dan kegunaan dari bagian-bagian bahan masing-masing. Namun pada bagian-bagian tertentu yang mendapat beban yang lebih besar, bahan yang dipakai tentunya lebih keras. Oleh karena itu jenis bahan yang digunakan sangat perlu untuk diperhatikan.

2.1.2 Sifat Mekanis Bahan

Dalam perencanaan perlu diketahui sifat mekanis dari bahan, hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan bahan. Dengan diketahuinya sifat mekanis dari bahan maka akan diketahui pula kekuatan dari bahan tersebut. Dengan demikian akan mempermudah dalam perhitungan kekuatan atau kemampuan bahan yang akan dipergunakan pada setiap komponen. Tentu saja hal ini akan berhubungan dengan beban yang akan diberikan pada komponen tersebut. Sifat-sifat mekanis bahan yang dimaksud berupa kekuatan tarik, tegangan geser, modulus elastisitas dan sebagainya.

2.1.3 Sifat Fisis Bahan

Sifat fisis bahan juga perlu diketahui untuk menentukan bahan apa yang akan dipakai. Sifat fisis yang dimaksud disini seperti : kekasaran, kekakuan, ketahanan terhadap korosi, tahan terhadap gesekan dan lain sebagainya.

2.1.4 Bahan Mudah Didapat

Bahan-bahan yang akan dipergunakan untuk komponen suatu mesin yang akan direncanakan hendaknya diusahakan agar mudah didapat di pasaran, karena apabila nanti terjadi kerusakan akan mudah dalam pengantiannya. Meskipun bahan yang akan direncanakan telah diperhitungkan dengan baik, akan tetapi jika tidak didukung persediaan bahan yang ada di pasaran, maka pembuatan suatu alat tidak akan dapat terlaksana dengan baik, karena terhambat oleh pengadaan bahan yang sulit. Oleh karena itu perencana harus mengetahui bahan-bahan yang ada dan banyak dipasaran.

2.1.5 Harga Relatif Murah

Untuk membuat komponen-komponen yang direncanakan maka diusahakan bahan-bahan yang akan digunakan harganya harus semurah mungkin dengan tanpa mengurangi karakteristik dan kualitas bahan tersebut. Dengan demikian dapat mengurangi biaya produksi dari komponen yang direncanakan.

2.2 Bahan dan Komponen

Dalam perancangan Mesin *roll* $\varnothing 1/2 - \varnothing 1''$, *hollow* 40 x 40 x 2 mm dan pelat *strip* 3/4 x 4 mm ini dibutuhkan berbagai macam bahan dan komponen yang tepat, agar sistem kerja dari mesin yang akan dibuat sesuai dengan yang diinginkan. Berikut bahan dan komponen yang digunakan, antara lain :

a. Dongkrak Hidrolik

Dongkrak hidrolik merupakan salah satu aplikasi sederhana dari Hukum Pascal. Prinsip kerja dongkrak hidrolik adalah saat pengisap kecil diberi gaya tekan, gaya tersebut akan diteruskan oleh fluida (minyak) yang terdapat di dalam pompa. Akibatnya, minyak dalam dongkrak akan menghasilkan gaya angkat pada pengisap besar dan dapat mengangkat beban di atasnya. Dengan memanfaatkan prinsip kerja tersebut, penggunaan dongkrak hidrolik berfungsi sebagai sumber tenaga penekuk besi.



Gambar 2.2 Dongkrak Hidrolik

([Susanto Situmorang, 2015 http://www.academia.edu/22503513/Dongkrak Hidrolik Hydrolik Jack](http://www.academia.edu/22503513/Dongkrak_Hidrolik_Hydrolik_Jack))

b. Bantalan (*Bearing*)

Bantalan merupakan suatu komponen mesin yang digunakan untuk menumpu/mendukung dan membatasi gerakan poros, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya berlangsung secara halus dan aman. Bantalan harus terbuat dari bahan yang kokoh, agar poros dan komponen mesin lainnya dapat berfungsi dengan baik. Jika bantalan terbuat dari bahan yang mudah rusak, maka komponen lainnya juga akan rusak. Pada umumnya bantalan dapat diklasifikasikan menjadi 2 bagian yaitu :

a. Berdasarkan gerakan bantalan terhadap poros**- Bantalan Luncur**

Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantara di lapisan pelumas

- Bantalan Gelinding

Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola, rol dan rol bulat.

b. Berdasarkan arah beban terhadap poros**- Bantalan radial**

Arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu.

- Bantalan aksial

Arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros

- Bantalan gelinding khusus

Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros

Dalam memilih bantalan yang digunakan, perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Tinggi bahan yang digunakan
2. Besar kecilnya beban yang di gunakan



Gambar 2.3 Bantalan (*Bearing*)

(Suparjo. 2016. Bahan Ajar Elemen Mesin II. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya)

c. Poros

Poros adalah suatu bagian material yang mentransmisikan gerak berputar dan daya. Biasanya berpenampang bulat, dimana terpasang elemen seperti *Pulley*, Pasak, bantalan dan lain-lain. Mengenai perencanaan poros ini adalah suatu persoalan dasar, dimana poros dapat menerima pembebanan lentur, tekan, tarik, atau puntir baik yang bekerja sendiri maupun kombinasi satu dengan yang lainnya.

Hal-hal penting dalam perencanaan poros, antara lain :

1. Beban poros

Suatu poros transmisi dapat mengalami suatu beban puntir atau lentur. Poros baling-baling kapal atau turbin adalah salah satu contoh poros yang mendapat beban tarik dan tekan.

2. Kekauan poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan atau defleksi puntiran terlalu kasar akan mengakibatkan ketidakteelitian (pada mesin perkakas) atau getaran (*vibration*) dan suara (*noise*).

3. Putaran kritis

Bila putaran suatu mesin dinaikan maka suatu harga putaran tertentu dapat terjadi getaran yang luar biasa besarnya. Putaran ini disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada turbin, moto torak, motor listrik, dan lain-lain. Juga dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian-bagian lainnya. Jika

mungkin, poros harus direncanakan sedemikian rupa hingga putaran kerjanya lebih rendah dari putaran kritisnya.

4. Korosi

Bahan- bahan tahan korosi (termasuk plastik) harus dipilih untuk poros propeller dan pompa bila terjadi kontak dengan *fluida* yang *korosif*. Demikian juga yang teramcam korosi dan poros-poros mesin yang sering berhenti lama sampai batas-batas tertentu dapat pula dilakukan perlindungan terhadap korosi

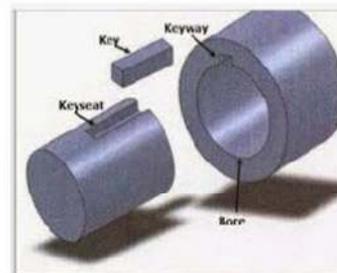


Gambar 2.4 Poros (*Shaft*)

Sumber. (<https://www.bing.com/images/search?q=poros+shaf&qsn&form=QBILPG>)

d. Pasak

Pasak adalah komponen yang berfungsi sebagai perapat kedudukan, selain itu juga berfungsi sebagai penerus beban dimana pada perhitungannya ditinjau terhadap tegangan geser. Pasak biasanya dipakai untuk mengamankan elemen-elemen seperti *pulley*, *sprocket* dan roda gigi.



Gambar 2.5 Pasak

(Irawan, Agustinus Purna. 2009. *Diktat Elemen Mesin*. Jakarta : Universitas Tarumanagara)

e. Kerangka

Kerangka yang digunakan pada komponen meja adalah material besi profil L ukuran 40x40mm dengan ketebalan 2mm Dan *Hollow* 50x50mm dengan ketebalan 2mm. Dengan ukuran yang telah di rencanakan Kerangka berfungsi untuk menahan berat beban keseluruhan dari semua komponen yang terdapat pada mesin ini dan sebagai penegak konstruksi mesin agar kokoh.

f. Baut dan Mur Pengikat

Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting untuk mencegah kecelakaan pada mesin. Pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan secara cermat untuk mendapatkan ukuran yang sesuai. Untuk menentukan baut dan mur harus memperhatikan beberapa factor seperti gaya yang bekerja, kekuatan bahan, ketelitian, dan lain-lain.



Gambar 2.6 Baut dan Mur

Sumber.(<https://www.bing.com/images/search?q=baut%2c+mur+dan+ring&FORM=HDRSC2>)

g. Pegas (*Spring*)

Pegas merupakan elemen mesin *flexible* yang digunakan untuk memberikan gaya, torsi, dan juga untuk menyimpan atau melepaskan energi. Energi yang disimpan pada benda padat dalam bentuk *twist*, *stretch*, atau kompresi. Energi di-*recover* dari sifat elastis material yang telah terdistorsi. Pegas haruslah memiliki

kemampuan untuk mengalami defleksi elastis yang besar. Beban yang bekerja pada pegas dapat berbentuk gaya tarik, gaya tekan, atau torsi (*twist force*).



Gambar 2.7 Pegas / Per

Sumber. (<https://www.bing.com/images/search?q=pegas&FORM=HDRSC2>)

h. *V belt*

V belt berfungsi untuk mentransmisikan daya dari poros yang satu ke poros yang lainnya melalui pulley yang berputar dengan kecepatan yang telah di tentukan.



Gambar 2.8 *V belt*

Sumber. (<https://www.bing.com/images/search?q=v+belt&FORM=HDRSC2>)

i. *Pulley*

Pulley berfungsi untuk mentransmisikan daya dari motor penggerak komponen yg akan di gerakan seperti halnya *sproket*, rantai dan roda gigi.



Gambar 2.9 *Pulley*

Sumber. (<https://www.bing.com/images/search?q=Dual+Pulley&FORM=IDINTS>)

j. Motor listrik

Motor listrik berfungsi sebagai tenaga penggerak yang di gunakan untuk memutar mesin roll. Penggunaan motor listrik ini disesuaikan dengan kebutuhan daya mesin tersebut, yaitu daya yang dibutuhkan dalam proses pengerolan.



Gambar 2.10 Motor Listrik

Sumber. (<https://www.bing.com/images/search?q=motor+listrik&FORM=HDRSC2>)

k. Penekuk Pelat Spiral

Penekuk pelat ini berfungsi untuk menekuk pelat ukuran 4 mm yang bisa digunakan untuk membuat ornamen pagar.



Gambar 2.11 Penekuk pelat

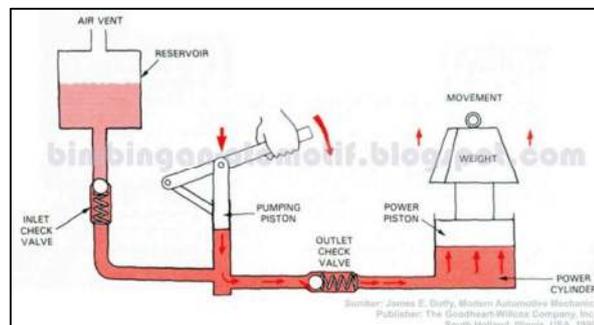
Sumber. (Google, 2019)

2.3 Rumus Perhitungan Pada Bahan dan Komponen

Dalam perencanaan Mesin Pengerolan poros (*Shaft*) dan pipa kotak 40x40 mm ini diperlukan teori-teori yang mendukung dalam perhitungan dan rumus-rumus yang digunakan pada bahan dan komponen.

a. Dongkrak Hidrolik

Prinsip kerja dongkrak hidrolik adalah dengan memanfaatkan hukum Pascal, “Tekanan yang diberikan pada suatu fluida dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah sama rata”. Dongkrak hidrolik terdiri dari dua tabung yang berhubungan yang memiliki diameter yang berbeda ukurannya. Masing-masing ditutup dan diisi cairan seperti pelumas. Apabila tabung yang permukaannya kecil ditekan ke bawah, maka setiap bagian cairan juga ikut tertekan. Besarnya tekanan yang diberikan oleh tabung yang permukaannya kecil diteruskan ke seluruh bagian cairan. Akibatnya, cairan menekan pipa yang luas permukaannya lebih besar hingga pipa terdorong ke atas. Luas permukaan pipa yang ditekan kecil, sehingga gaya yang diperlukan untuk menekan cairan juga kecil. Tapi karena tekanan (Tekanan= gaya / satuan luas) diteruskan seluruh bagian cairan, maka gaya yang kecil tadi berubah menjadi sangat besar ketika cairan menekan ke pipa luas permukaannya besar. P_1 adalah tekanan pada tabung kecil, dan P_2 adalah tekanan pada tabung besar.



Gambar 2.12 Prinsip Kerja Dongkrak Hidrolik

Sumber. (Google,2019)

Untuk mencari kapasitas Dongkrak Hidrolik yang digunakan untuk dapat menggerakkan roll penekan pada Mesin Pengerolan pipa, *hollow*, dan pelat mm.

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Dimana :

F_1 = besar gaya penghisap 1 (N)

F_2 = besar gaya penghisap 2 (N)

A_1 = Luas penampang penghisap 1 (m^2)

A_2 = Luas penampang penghisap 2 (m^2)

b. Poros

Poros merupakan bagian yang terpenting dari suatu mesin. Poros berfungsi untuk memindahkan/meneruskan putaran dari suatu bagian ke bagian lain dalam suatu mesin. Sehingga suatu poros haruslah mempunyai kekuatan dan kekerasan yang tahan terhadap tekanan dan tidak mudah bengkok. Pada suatu poros biasanya akan terjadi tegangan bengkok dan tegangan puntir, maka dari itu dapat dihitung dengan rumus :

Tegangan Bengkok

$$\sigma_b = \frac{M \cdot y}{I_x} \dots\dots\dots (\text{Suparjo; 2016 : 3})$$

Keterangan

σ_b : Tegangan Bengkok (N/mm^2)

M : Momen Bengkok (Nmm)

I_x : Momen Inersia Luasan Linier (mm^4)

Y : Jarak antara titikpusat penampang ke serat terluar (mm)

Untuk penampang bulat pejal dengan diameter d , maka $I_x = \pi \cdot d^4 / 64$ dan $y = \frac{1}{2} d$, sehingga tegangan bengkok dapat dirumuskan :

$$\sigma_b = \frac{32 \cdot M}{\pi \cdot d^3} \dots\dots\dots (\text{Suparjo; 2016 : 3})$$

Tegangan Puntir

$$\tau = \frac{T \cdot r}{I_p} \dots\dots\dots (\text{Suparjo; 2016 : 5})$$

Keterangan

τ : Tegangan Puntir (N/mm^2)

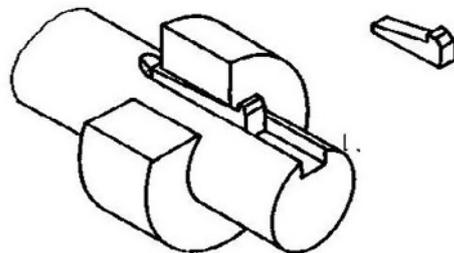
- T : Momen Puntir atau Torsi (Nmm)
 r : Jari-jari poros (mm)
 I_p : Momen inersia luasan polar (mm^4) ($I_p = I_x + I_y$)

Bila poros pejal, maka Momen Inersia Luasan Polar $I_p = \pi \cdot d^4 / 32$ sehingga tegangan puntirnya :

$$\tau = \frac{16.T}{\pi.d^3} \dots\dots\dots (\text{Suparjo; 2016 : 5})$$

c. Pasak

Pasak digunakan sebagai pengunci agar poros dapat berputar dengan baik. Bahan pasak dipilih berbeda dengan bahan poros, diharapkan agar pasak mengalami keausan terlebih dahulu dari pada poros. Alasan ini dipilih karena lebih mudah mengganti pasak dari pada memperbaiki poros.



Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung tegangan pada pasak adalah sebagai berikut :

Tegangan geser izin pasak (σ_{gizin})

$$\sigma_g = \frac{\sigma_t}{sf1 \cdot sf2} \dots\dots\dots (\text{Sularso; 1991 : 8})$$

Keterangan

- σ_t : Tegangan tarik bahan (Kg/mm^2)
 σ_g : Tegangan geser izin (Kg/mm^2)
 $Sf1$: Faktor keamanan diambil = 6 (Sularso; 1991 : 8)
 $Sf2$: Faktor keamanan diambil = 1.5 (Sularso; 1991 : 8)

Tegangan yang terjadi pada pasak

$$\sigma_g = \frac{F}{b \cdot l} \dots\dots\dots (\text{Sularso; 1991 : 8})$$

Keterangan

- σ_g : Tegangan geser bahan (Kg/mm^2)
- F : gaya tangensial (Kg)
- b : Lebar pasak (mm)
- l : Panjang pasak (mm)

Tekanan bidang yang terjadi pada pasak (P)

$$P = \frac{F}{l \cdot t} \dots\dots\dots (\text{Sularso; 1991 : 8})$$

Keterangan

- P : Tekanan permukaan bidang yang terjadi (Kg/mm^2)
- F : gaya tangensial (Kg)
- l : Panjang pasak (mm)
- t : Kedalaman alur pasak pada poros (mm)

d. Bantalan

Bantalan ini berfungsi sebagai pengarah gerakkan dari poros berputar pada sumbunya dan putaran poros tidak bergeser, selain itu juga fungsi dari bantalan ini adalah sebagai landasan dari poros tersebut. Bantalan pada Mesin Pengerolan poros (*Shaft*) dan pipa kotak 40x40 mm terdiri dari 8 pasang, dimana pada setiap poros dipasang 2 bantalan.

Untuk memudahkan perawatan yang berhubungan dengan *lifetime* bantalan yang sesuai dengan bantalan diatas, bahwa umur bantalan minimumnya adalah 2000 –3000 jam, yaitu berdasarkan fungsinya sebagai penerus putaran yang diambil 1400 rpm dimana semakin besar putaran maka semakin kecil umur bantalan (Sularso, Hal : 104)

e. **Baut dan Mur Pengikat**

Untuk menentukan jenis dan ukuran baut dan mur harus memperhatikan berbagai faktor seperti sifat gaya yang bekerja pada baut, cara kerja mesin, kekuatan bahan, dan lain sebagainya. Adapun gaya-gaya yang bekerja pada baut dapat berupa :

1. Beban statis aksial murni
2. Beban aksial bersama beban puntir
3. Beban geser

Tegangan geser yang terjadi pada baut pengikat :

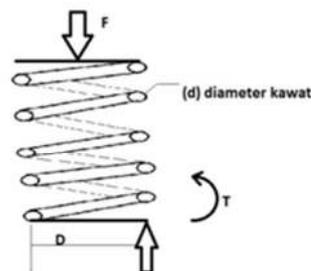
$$\sigma_g = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (\text{Suparjo; 2016 : 8})$$

Keterangan

- σ_g : Tegangan geser (N/mm²)
 F : Beban (N)
 A : Luas Penampang baut (mm²)

f. **Pegas (*Spring*)**

Pegas yang digunakan pada Mesin Pengerolan poros (*Shaft*) dan *hallow* 40x40 ini adalah jenis pegas helix (ulir)



Perhitungan tegangan geser maksimum kawat dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$\tau_{\max} = \frac{T \cdot r}{I_p} + \frac{F}{A} \dots\dots\dots (\text{Suparjo; 2016 : 93})$$

Bila $I_p = \pi \cdot d^4 / 32$, $r = 1/2d$, dan $A = \pi \cdot d^2 / 4$, serta $T = F \cdot D/2$, maka rumus di atas dapat diganti menjadi

$$\tau_{\max} = \frac{8.F.D}{\pi.d^3} \left(1 + \frac{d}{2D} \right) \dots\dots\dots (\text{Suparjo; 2016 : 93})$$

Keterangan

- τ_{\max} : Tegangan Geser Maksimum (N / mm²)
 F : Gaya yang bekerja (N)
 D : Diameter lilitan kawat (mm)
 d : Diameter kawat (mm)

g. V belt dan pulley

V Belt dan pulley untuk meneruskan daya dari motor listrik menuju poros penggerak mesin Bending pipa ini. Perbandingan antara putaran *pulley* driver dan putaran *pulley* driven disebut sebagai rasio kecepatan (i)

- Rasio kecepatan: $i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_1}{D_2} \geq 1 \dots\dots\dots (\text{Suparjo; 2016 : 93})$

Panjang sabuk (L)

Panjang sabuk (*V Belt*) sangat dipengaruhi antara titik pusat pulley driver dan pulley driven. Panjang sabuk dapat dirumuskan sebagai :

- $L = 2C + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{1}{4C}(D_2 - D_1)^2 \dots\dots\dots (\text{Suparjo; 2016 : 93})$

h. Motor listrik

Penggerak utama yang direncanakan dalam rancang bangun ini adalah motor listrik. Motor isi berfungsi sebagai sumber energi (daya) mesin yang diteruskan ke *Speed Reducer*. Kemudian ditransmisikan melalui *v belt dan pulley* kepasangan poros utama yang menjadi sumber penggerak utama.

Jika P adalah daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan poros, maka berbagai macam faktor keamanan biasanya dapat diambil dalam suatu perencanaan. Untuk mencari daya motor listrik agar dapat menggerakkan poros maka digunakan persamaan. (Sularso; 1997)

$$P = \frac{T}{9.55} n1 \dots\dots\dots (\text{Suparjo; 2016 : 93})$$

Keterangan

P : Daya Motor (Watt)

T : Torsi (Nm)

Jika faktor koreksi adalah F_c , maka daya yang direncanakan adalah :

$$P_d = F_c \cdot P \text{ (W)}$$

Keterangan

P : Daya Motor (W)

F_c : Faktor Koreks

i. Penekuk Pelat *Spiral S*

Penekuk pelat spiral S merupakan kombinasi yang ada pada alat ini.

- Perhitungan kelonggaran bengkok

$$X = (0,01743 \times R + 0,0078 \times T) \times L$$

Keterangan : R = Jari-jari bengkokan

T = Tebal lembaran

L = Besar derajat logam dibengkokan

- Adapun rumus perhitungan tegangan izin (σ_{izin} bahan) dan tegangan pelat (σ_{pelat}).

$$\sigma_{izin} = G \cdot \frac{\Delta l}{l}$$

Dimana G = Modulus Rigidity

Δl = Perubahan Panjang

l = panjang

$$\begin{aligned} \sigma_{plat} &= \frac{m}{i} \\ &= \frac{f \cdot r}{bh^3 / 12} \\ &= \frac{12 \cdot f \cdot r}{bh^3} \end{aligned}$$

Jika $\sigma_{plat} > \sigma_{izin}$ maka bending dapat dilakukan, dan sebaliknya $\sigma_{plat} < \sigma_{izin}$ maka bending tidak dapat dilakukan.