

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### Perencanaan

Merencana, berarti merumuskan suatu rancangan dalam memenuhi kebutuhan manusia. Pada mulanya, suatu kebutuhan tertentu mungkin dengan mudah dapat diutarakan secara jelas, seperti contoh berikut :

1. Bagaimana caranya kita mendapatkan tenaga dalam jumlah yang besar, tetapi bersih, aman dan ekonomis tanpa menggunakan bahan bakar minyak dan tanpa merusak permukaan bumi ini?
2. Poros roda gigi ini menyusahkan; sudah delapan kali patah dalam enam minggu terakhir. Buatlah sesuatu untuk hal tersebut.

Situasi perencanaan ditandai dengan ketidak-jelasan tentang kebutuhan apa ataupun masalah apa yang harus dipecahkan. Perhatikan pula bahwa situasi tersebut bisa mengandung banyak masalah. Perencanaan, juga dapat dibagi atas beberapa golongan, misalnya :

1. Perencanaan Interior
2. Perencanaan Gedung
3. Perencanaan Kapal

4. Perencanaan Jalan Raya
5. Perencanaan Mesin
6. Perencanaan Teknik
7. Perencanaan Jembatan
8. Perencanaan Proses
9. Perencanaan Sistem Pemanas

Dengan satu dan lain cara, hampir setiap orang sebenarnya terlibat dengan perencanaan dalam kehidupan sehari-hari, karena persoalan selalu timbul dan situasi selalu berkembang, dan hal ini selalu harus dipecahkan. Perencanaan mesin, berarti perencanaan dari sistem dan segala yang berkaitan dengan sifat mesin – mesin, produk, struktur, alat-alat dan instrument. Pada umumnya, perencanaan mesin mempergunakan matematika, ilmu bahan dan ilmu mekanika teknik.

### **Tahapan Perencanaan.**

Proses perencanaan yang menyeluruh juga perlu diperhatikan. Bagaimana akan memulainya? Apakah kita sekedar duduk di belakang meja dengan secarik kertas dan mencatat beberapa gagasan? Apa yang terjadi kemudian? Factor-faktor apa yang mempengaruhi atau yang mengatur keputusan yang akan diambil tersebut. Akhirnya, bagaimana proses perencanaan ini akan berakhir? Berikut adalah contoh tahapan-tahapan perencanaan dari awal hingga akhir.

- Pengenalan kebutuhan
- Perumusan masalah
- Sintesa
- Analisa dan optimasi
- Evaluasi
- Penyajian

#### **1.1. Faktor-faktor pengubah – U.S. yang biasa terhadap SI.**

Dengan beberapa pengecualian, singkatan dan lambang huruf yang tertulis adalah sesuai dengan yang telah disetujui oleh Asosiasi Standart Amerika (*American Standart Association*).

Tabel 1. Konversi Satuan

Untuk mengubah dari ...	Ke ...	Di kalikan Dengan ...
In	M	0,0254
Kaki (feet)	m	0,3048
In <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	645,16
Gram	dyne	980,66
Kg (gaya atau massa)	N	9,81
lb (pound) massal	Kg (massa)	0,4535
Kips (1000 lbs)	KN	4,4482
Kg/m <sup>2</sup>	N/m <sup>2</sup> (pascal)	9,8066
lb.in (momen)	N.m	0,1129

Contoh :  
 1 lb = 4,448 N  
 1 ft = 0,3048 m  
 1 ft (kaki) = 12 inchi = 30,48 cm  
 1 inchi = 25,4 mm = 2,54 cm = 0,0254 m  
 1 pound (lb) = 0,453 kg

## 1.2. Terminologi (Lambang dan singkatan)

Tabel 2. Lambang dan satuan

<i>A</i>	mm <sup>2</sup>	Penampang
<i>D, d</i>	mm	Diameter
<i>E</i>	N/mm <sup>2</sup>	Modulus Young, modulus Elastisitas
<i>F</i>	N	Gaya
<i>H</i>	mm	Tinggi
<i>I<sub>x</sub>, I<sub>y</sub></i>	mm <sup>4</sup>	Momen Inersia bidang datar
<i>ℓ</i>	mm	Panjang
<i>L</i>	mm	Panjang batang
<i>M</i>	N mm	Momen
<i>P</i>	N/mm <sup>2</sup>	Tekanan bidang datar
<i>r</i>	Mm	Jari-jari
<i>δ</i>	%	Regangan patah
<i>ε</i>	-	Regangan
<i>σ</i>	N/mm <sup>2</sup>	Tegangan normal
<i>τ</i>	N/mm <sup>2</sup>	Tegangan geser
<i>ψ</i>	%	Pengecilan patah
<i>μ</i>	-	Angka gesekan / koefisien gesek
<i>ω</i>	-	Kecepatan sudut
<i>n</i>	Put/menit	Putaran
<i>η</i>	-	Effisiensi
<i>i</i>	-	Jumlah
<i>λ</i>	-	Koefisien kelangsingan

$\alpha$		Koefisien / sudut
$T$	N mm	Torsi
$\theta$		Sudut puntir / kemiringan
$\Sigma$		Tanda penjumlahan
$\Delta$		Penambahan / perubahan
$\phi$	mm	Diameter

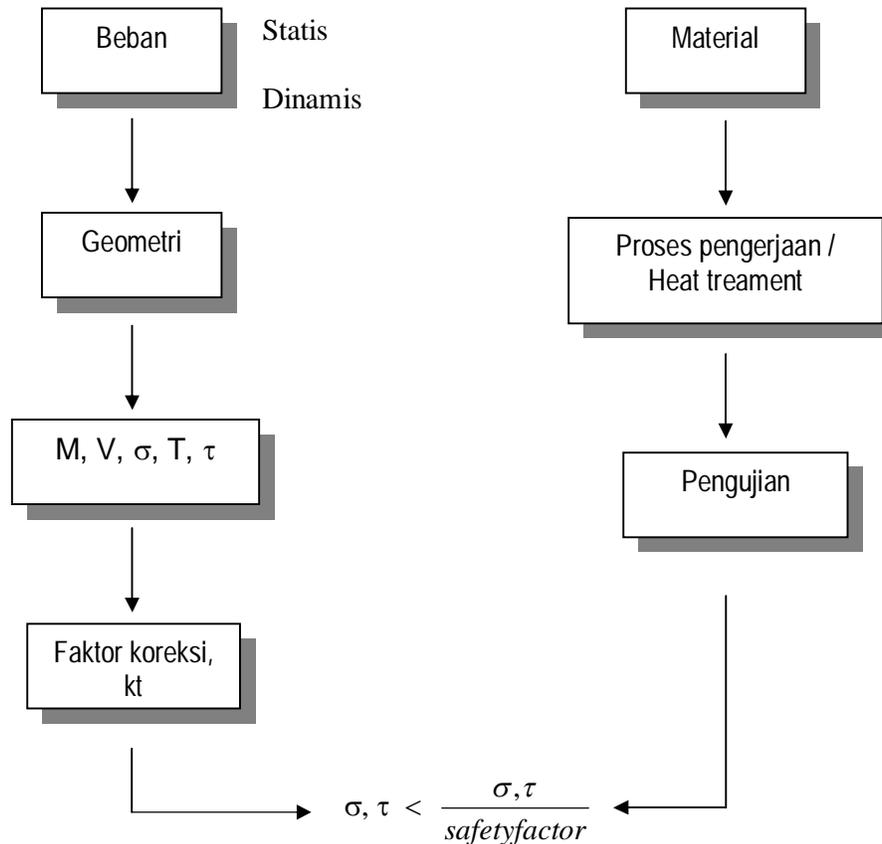
### 1.3. Pertimbangan dalam Perencanaan (*Design Consideration*).

Kelemahan dari suatu elemen adalah merupakan faktor yang paling penting dalam mencari geometri dan ukuran dari elemen tersebut. Kekuatan adalah merupakan syarat pertimbangan perencanaan yang penting. Pertimbangan perencanaan (*Design Consideration*), berarti menghubungkan dengan beberapa sifat yang mempengaruhi dari rencana dari elemen / seluruh system. Sejumlah factor yang harus dipertimbangkan pada perencanaan tertentu diantaranya adalah :

- Kekuatan
- Komponen (*component*)
- Ukuran (*dimension*)
- Biaya (*cost*)
- Korosi (*corrosion*)
- Berat (*weight*)
- Gesekan (*friction*)
- Bentuk (*profile*)
- Rancangan (*design*)
- Pemeliharaan (*maintenance*)
- Keandalan / mutu (*quality*)
- Kenyamanan
- Bahan (*material*)
- Sumber bahan
- Tujuan (*objective*)

#### 1.4. Skema kegiatan merancang komponen mesin

*“ Para Desainer, sebelum Anda bekerja bukalah mata Anda dan berpikirlah ! “*



$\sigma$  = tegangan akibat beban

$\tau$  = tegangan puntir

( *Failure theory* = teori kegagalan )

Gambar 1.1 Skema kegiatan perancangan

#### 1.5. Pokok-pokok utama dan metoda kerja

Desain yang berhasil, tidak berasal dari sekedar desain saja. Syarat pertama adalah dedikasi 100 persen terhadap tugas yang dihadapi. Menguasai pokok-pokok utama dan pengalaman adalah syarat kedua untuk menunjang keberhasilan sebuah desain. Adakalanya syarat kedua ini tidak termasuk dalam kegiatan merencana sebenarnya.

Pertanyaan yang timbul adalah, berapa besar factor pengalaman dalam menentukan pokok-pokok Utama dan metoda-metoda kerja. Apa yang tidak kita alami secara langsung, tidaklah akan berkesan bagi kita, jelasnya : “ Kita dapat memetik hikmah dari pengalaman orang lain setelah kita mengalaminya sendiri. ”

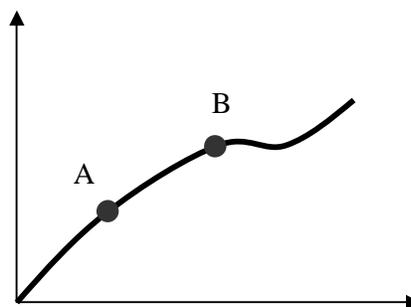
Hasil pertama dari sebuah desain tidaklah pernah sempurna. Langkah demi langkah harus dijalani sebelum hasil yang ideal tercapai. Hal – hal yang harus diperhatikan dalam pengembangan lanjut sebuah hasil desain sampai mencapai taraf tertentu adalah :

- Hambatan yang timbul
- Cara mengatasi efek sampingan yang tidak terduga
- Kemampuan untuk memenuhi tuntutan pemakai
- Kemampuan untuk mengatasi saingan
- Biaya (*cost*)

#### 1.6. Faktor keamanan (*Safety factor*)

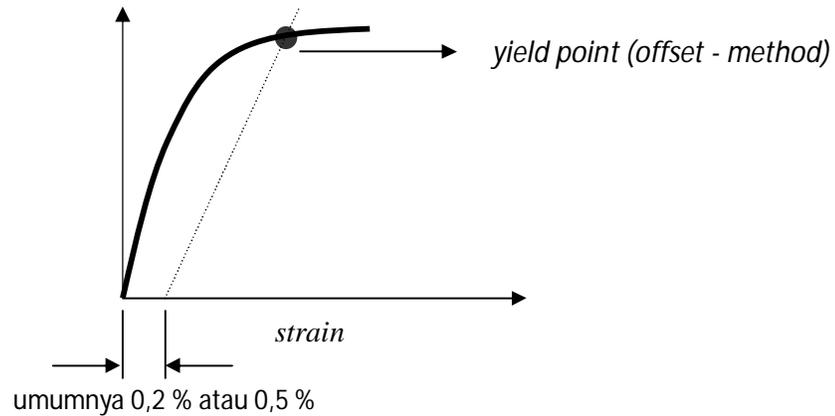
“*Strenght*” (kekuatan) merupakan sifat suatu bahan atau suatu elemen mesin, kekuatan bahan tergantung pada bahan, pengerjaan ataupun pemrosesan bahan tersebut.

“*Stress*” (ketegangan) sesuatu yang terjadi pada suatu elemen mesin karena adanya beban atau gaya. Kekuatan statis umumnya ditentukan berdasarkan pada pengujian tarik.



Gambar 1.2 Diagram tegangan regangan

Titik A = Batas proporsional, diagram mulai menyimpang dari garis lurus. *Hukum Hooke* :  $\sigma = E \cdot \epsilon$  hanya berlaku sampai titik A. titik B = titik serah (*yield point*), pertambahan strain lebih cepat dari tegangan, umumnya *yield point* sukar ditentukan lokasinya, maka digunakan " *offset - method* "



Untuk menentukan keamanan suatu elemen mesin . Misalkan : suatu elemen mendapat gaya  $F$  sedangkan batas maksimum yang dapat diterima adalah  $F_{\sigma}$  maka  $SF = \frac{F_u}{F}$

(SF = safety factor)

Dalam batas elastis, maka  $\sigma$  sebanding dengan  $F$

$$SF = \frac{s}{\sigma} \text{ atau } SF = \frac{S_s}{\tau}$$

- Dimana :
- $S_s$  = kekuatan geser yield
  - $\tau$  = tegangan geser yang terjadi
  - $S$  = kekuatan yield
  - $\sigma$  = tegangan normal yang terjadi

apabila  $\tau = S \Rightarrow SF = 1$  tidak ada keamanan (kritis)

margin of safety :  $m = SF - 1$

persamaan umum untuk tegangan :

$$\sigma = C_I (x_1, x_2, \dots, x_i) F (F_1, F_2, \dots, F_i)$$

C = konstanta

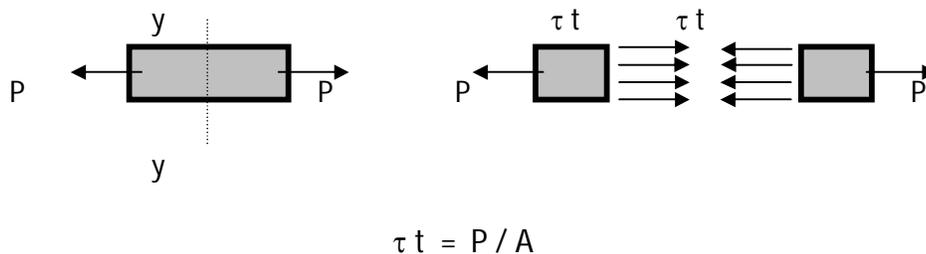
$X_i$  = dimensi dari elemen yang akan di design.

$F_i$  = gaya-gaya luar atau beban yang bekerja pada elemen tersebut.

### 1.7. Tegangan pada elemen mesin

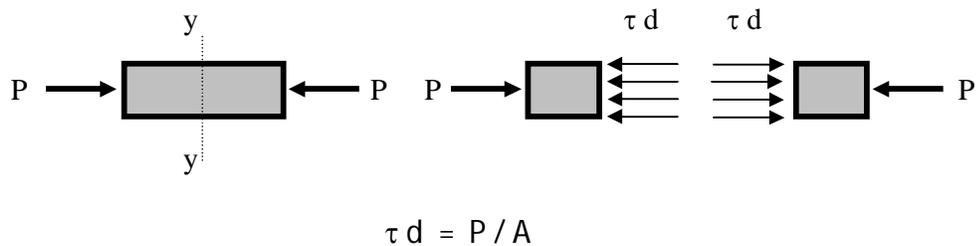
Tegangan Tarik dan Tekan.

Bila beberapa sistem gaya luar / beban bekerja pada suatu benda dan sejajar dengan garis sumbu dapat dikatakan sebagai *Tarikan*. Gaya dalam memberikan perlawanan yang sama besarnya dengan gaya luar untuk setiap luas penampang benda disebut *Tegangan*. Tegangan yang bekerja pada benda tersebut dinamakan *Tegangan tarik* ( $\tau t$ ).



Gambar 1.3 Tegangan tarik

Bila beberapa sistim gaya atau beban bekerja pada suatu benda dan sejajar dengan garis sumbu dapat dikatakan sebagai *Tekanan*. Gaya luar memberikan perlawanan yang sama besarnya dengan gaya dalam untuk setiap luas penampang benda disebut *Tegangan*. Tegangan yang bekerja pada benda tersebut dinamakan *Tegangan Tekan* ( $\tau d$ ).



Gambar 1.4 Tegangan tekan

Perubahan total panjang dari suatu benda (batang) disebabkan oleh gaya aksial, dinamakan *Deformasi* ( $\delta$ ), bila deformasi dibagi dengan panjang awal benda maka hasil bagi deformasi per

unit panjang dinamakan Perpanjangan ( $\epsilon$ ). Gaya tarik yang bekerja pada benda (batang) akan mampu menambah panjang, sehingga pada batang terjadi pengecilan penampang.

$$\epsilon_t = \delta l / l \quad \text{atau} \quad \delta l = \epsilon_t \cdot l$$

Gaya tekan yang bekerja pada benda (batang) akan menempuh mengurangi panjang, sehingga pada batang terjadi pembesaran penampang.

$$\epsilon_d = \delta l / l \quad \text{atau} \quad \delta l = \epsilon_d \cdot l$$

dimana :

P = Gaya tarik / tekan yang bekerja pada benda (kg)

A = Luas penampang benda (batang) (cm)

l = Panjang awal batang (cm)

$\delta l$  = Deformasi batang (cm)

$\epsilon_t$  = Perpanjangan oleh gaya tarik

$\epsilon_d$  = Perpendekkan oleh gaya tekan

### *Modulus Elastisitas*

*Hukum Hook menetapkan bahwa*, suatu material yang dibebani tarik aksial, maka tegangan dan perpanjangan bertambah secara proposional (*linier*). Hubungan linier antara tegangan dan perpanjangan dapat digambarkan dengan suatu persamaan dan konstanta proposional ; E maka :

$$\tau = \epsilon \cdot E$$

$$\text{atau} \quad E = \tau / \epsilon = \frac{P \cdot l}{A \cdot \delta l} \rightarrow = \delta l \frac{P \cdot l}{A \cdot E}$$

dimana : E = Modulus Elastisitas / Modulus Young dari material (kg.cm)

### 1.8. Beban aksial dan tegangan normal

Dalam kebanyakan keadaan praktis bila arah bidang khayal memotong sebuah bagian struktur yang dipilih dengan bijaksana, maka tegangan yang bekerja pada potongan tersebut akan sangat penting dan mudah menentukannya. Keadaan seperti ini terdapat pada suatu pembebanan batang aksial lurus dalam gaya tarik, asalkan bidang tersebut dibuat *tegak lurus* terhadap sumbu batang.

Tegangan tarik yang bekerja pada potongan tersebut merupakan tegangan maximum, sedangkan potongan yang lain yang tidak tegak lurus pada sumbu batang akan mempunyai permukaan yang lebih luas untuk melawan gaya terpakai. Tegangan maximal merupakan yang paling penting karena cenderung akan menyebabkan kegagalan pada bahan tersebut.

Bagian batang yang berada sebelah menyebelah pot.  $x-x$  berada dalam keseimbangan. Pada potongan tersebut dimana luas penampang batang adalah  $A$ , gaya yang setara dengan  $P$  harus dibentuk seperti pada gambar (c), dan definisi tegangan normal atau tegangan yang berlaku tegak lurus pada potongan ini adalah :

$$\tau = P / A \quad \text{atau} \quad \frac{\text{Gaya (N)}}{\text{Luas (m)}} \quad 1 - 1$$

Pada sebuah potongan, sistim tegangan tarik yang dihitung oleh persamaan 1 – 1 memberikan suatu pengimbang pada gaya luar. Bila tegangan – tegangan normal dihasilkan dengan luas kecil tak berhingga yang bersangkutan dan dijumlahkan untuk seluruh luas potongan, maka penjumlahan ini sama dengan gaya  $P$ , Selanjutnya resultante penjumlahan harus bekerja melalui titik berat sebuah irisan. Sebaliknya untuk mendapatkan distribusi tegangan yang merata pada sebuah batang, gaya aksial terpakai haruslah bekerja pada titik luas penampang.

Sebagai contoh pada gambar di atas (a), tegangan tidak dapat diperoleh hanya dengan pers. 1– 1 saja, pada irisan  $A - A$  suatu sistim gaya yang setara dengan statis yang terbentuk tidak hanya dari gaya  $P$ , tapi juga dari momen lentur  $M$  yang harus menahan gaya luar.

## 1.9. Tipe dan profil dari kepatahan

Untuk menentukan sebab-sebab kepatahan, pengetahuan tentang tipe-tipe kepatahan, profil kepatahan adalah sangat penting. Apakah kepatahan ini disebabkan oleh :

- Kekeliruan konstruksi
- Cara membuatnya
- Bahan kerja yang tidak cocok
- Ada hubungannya dengan cara pelayanan yang salah
- Kondisi kerja yang luar biasa

Pertanyaan selanjutnya adalah berapa jauh kesimpulan yang dapat ditarik dari jalannya kepatahan, profil dan pengecekan kembali karakteristik bahan kerja. Tipe-tipe khas kepatahan dan jalan-jalannya kepatahan tergantung dari jenis pembebanan.

a). *Patah tak terkendali Plastis :*

Jalannya kepatahan searah dengan tegangan geser, sesuai dengan kolom I. Ini terjadi pada bahan yang liat, bila kekuatan statis dilampaui.

b). *Patah tak terkendali Getas :*

Jalannya kepatahan searah dengan tegangan normal, sesuai dengan kolom II. Kepatahan ini timbul pada bahan kerja yang getas atau karena pengaruh suhu tinggi yang membuat bahan kerja menjadi getas. Juga terjadi pada komponen yang konstruksinya tidak memungkinkan untuk memuai yang menyebabkan tegangan kekuatan patah statis dilampaui.

c). *Patah Kekal :*

Kepatahan searah tegangan normal, sesuai dengan kolom II. Kepatahan ini timbul karena kekuatan kekal yang disebabkan oleh kekuatan takik (tegangan puncak) menjadi sangat menurun dilampaui. Menjalarnya kepatahan kekal seringkali dapat dikenal dari tanda garis keretakan dan patah tak terkendali pada permukaan yang kasar.

## Soal :

1. Apakah yang dimaksud dengan Perencanaan Mesin, jelaskan secara singkat & jelas ?
2. Ketika kita ingin merancang atau mendesain suatu mesin/produk, apakah mesin/produk tersebut sudah bisa digunakan 100%, beri uraian singkat anda ?
3. Sebutkan sebab-sebab terjadinya kepatahan ?

## Pembahasan :

1. Perencanaan dari suatu mesin adalah perencanaan dari sistim dan segala sesuatu yang berkaitan dengan sifat mesin – mesin, produk, struktur, alat-alat dan instrument.
2. Hasil pertama dari sebuah desain atau produk pada umumnya belum atau tidaklah pernah sempurna seperti yang kita inginkan, karma memerlukan pengujian untuk mendapatkan kualitas mesin atau produk yang lebih baik. Langkah demi langkah harus dijalani sebelum hasil yang ideal tercapai. Beberapa hal – hal yang harus diperhatikan dalam pengembangan lanjut sebuah hasil desain sampai mencapai taraf tertentu adalah sebagai berikut :
  - Cara mengatasi efek sampingan yang tidak terduga
  - Kemampuan untuk memenuhi tuntutan pemakai
  - Hambatan yang timbul
  - Biaya (*cost*)
  - Kemampuan untuk mengatasi saingan
3.
  - a. Bahan kerja yang tidak sesuai
  - b. Kekeliruan dalam sebuah konstruksi
  - c. Cara membuat yang salah
  - d. Cara pelayanan yang salah
  - e. Kondisi kerja yang luar biasa