



# **PENDAHULUAN**

---

## **1.1. LATAR BELAKANG ILMU DINAMIKA TEKNIK**

Prinsip dasar kerja sebuah mesin adalah merubah energi kalor/ listrik menjadi energi mekanik. Dimana energi mekanik yang dikeluarkan oleh mesin tersebut dapat berbentuk putaran mesin, atau gerakan yang lain. Sehingga dalam teknik mesin akan dipelajari berbagai ilmu yang berhubungan dengan pergerakan mesin tersebut.

Ilmu “Kinematika Teknik” dan “Dinamika Teknik” atau yang lebih dikenal sebagai ilmu “Kinematika dan Dinamika Teknik” adalah ilmu yang mempelajari pergerakan – pergerakan suatu mesin dan komponennya. Jadi dalam ilmu “Kinematika dan Dinamika Teknik” akan dibicarakan seputar masalah kecepatan dan percepatan link dari suatu mesin atau mekanisme, dengan batasan – batasan tertentu.

Batasan yang digunakan untuk membedakan ilmu “Kinematika Teknik” dan “Dinamika Teknik”, adalah :

- Dalam ilmu “Kinematika Teknik” akan dipelajari pergerakan link dari suatu mekanisme dengan secara grafis, tanpa mempertimbangkan dari mana asal pergerakan link tersebut diperoleh.
- Sedangkan dalam ilmu “Dinamika Teknik”, akan dipelajari pergerakan link dari suatu

mekanisme dengan secara analisis (hitungan), dengan mempertimbangkan dari mana asal pergerakan link tersebut diperoleh.

## **1.2. TAHAP-TAHAP DALAM PROSES PERENCANAAN MEKANISME**

Dalam perencanaan suatu mekanisme atau mesin, perlu diperhatikan beberapa tahapan dalam proses perencanaan mekanisme atau mesin tersebut. Tahapan – tahapan yang dimaksud, adalah sebagai berikut :

1. Pengenalan problem yang dirancang.
2. Konsep mekanisme yang dirancang dalam bentuk sederhana (skema atau bagan mekanisme).
3. Analisa kinematis atau tinjauan karakteristik gerakan mekanisme berdasarkan bentuk geometris mekanisme secara murni, yang mungkin nantinya membutuhkan modifikasi mekanisme.
4. Analisa statis atau penentuan sifat dan besar gaya – gaya yang terjadi akibat gerak utama mekanisme.
5. Pemilihan bahan yang sesuai dengan hasil perhitungan dengan memperhatikan faktor ekonomis.
6. Analisa dinamika atau penentuan gaya – gaya inersia dan akibatnya terhadap keselamatan, serta memenuhi persyaratan operasional mekanisme.

Dalam tahapan – tahapan tersebut terlihat bahwa dalam perencanaan suatu mekanisme, penentuan gaya – gaya inersia dan akibatnya terhadap keselamatan, harus diketahui, sehingga pengetahuan tentang ilmu “Dinamika Teknik” akan diperlukan untuk menganalisa dalam tahap – tahap tersebut di atas.

## **1.3. BESARAN DAN SISTEM SATUAN DALAM ILMU DINAMIKA**

Sebelum meninjau tentang ilmu “Dinamika Teknik” lebih lanjut, maka perlu ditentukan terlebih dahulu satuan – satuan teknik (seperti kecepatan, percepatan, gaya, dan lain – lain), yang berkesinambungan dalam satu sistem satuan tertentu.

Selain itu, perlu dipelajari kembali dasar – dasar ilmu “Matematika”, ilmu “Fisika” dan ilmu “Mekanika Teknik”, yang merupakan prasarana dalam mempelajari ilmu “Dinamika Teknik”.

Perlu diingat kembali, bahwa setiap besaran fisik akan merupakan besaran skalar atau besaran vektor, sehingga perlu dipelajari terlebih dahulu masalah besaran fisik dan simbol yang akan digunakan.

Di bawah ini ditunjukkan berbagai besaran fisik, simbol dan penentuan skalar atau vektor serta sistem satuan yang sering digunakan.

Dua sistem satuan yang sering digunakan, ditunjukkan dalam tabel di bawah ini, yaitu *British System (BS)* dan *Standard International System (SI)*. Dimana kedua sistem satuan ini masih berlaku sampai sekarang, namun *Standard International System (SI)* merupakan sistem satuan yang akan dianut sebagai sistem satuan yang universal.

Tabel 1.1. Besaran fisik, simbol dan satuan

| No  | Besaran Fisik                           | Vektor (V)<br>atau<br>Skalar (S) | Simbol                                 | Satuan                  |                       |
|-----|-----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|-------------------------|-----------------------|
|     |                                         |                                  |                                        | BS                      | SI                    |
| 1.  | Jarak (Displacement)                    | V                                | $\underline{s}, \underline{x}$         | in                      | m                     |
| 2.  | Waktu (Time)                            | S                                | t                                      | sec                     | sec                   |
| 3.  | Gaya (Force)                            | V                                | $\underline{F}, \underline{R}$         | lb                      | N                     |
| 4.  | Kecepatan (Velocity)                    | V                                | $\underline{v}$                        | in/sec                  | m/sec                 |
| 5.  | Percepatan (Acceleration)               | V                                | $\underline{a}$                        | in/sec <sup>2</sup>     | m/sec <sup>2</sup>    |
| 6.  | Jarak Sudut (Angular Displacement)      | V                                | $\underline{\theta}, \underline{\phi}$ | rad                     | rad                   |
| 7.  | Kecepatan Sudut (Angular Velocity)      | V                                | $\underline{\omega}$                   | rad/sec                 | rad/sec               |
| 8.  | Percepatan Sudut (Angular Acceleration) | V                                | $\underline{\alpha}$                   | rad/sec <sup>2</sup>    | rad/sec <sup>2</sup>  |
| 9.  | Massa (Mass)                            | S                                | m                                      | lb.sec <sup>2</sup> /in | N.sec <sup>2</sup> /m |
| 10. | Momentum Linier (Linear Momentum)       | V                                | $\underline{z}$                        | lb.sec                  | N.sec                 |
| 11. | Torsi (Torque)                          | V                                | $\underline{T}$                        | lb.in                   | N.m                   |
| 12. | Kerja (Work)                            | S                                | W                                      | lb.in                   | N.m                   |
| 13. | Enersi (Energy)                         | V                                | $\underline{E}$                        | lb.in                   | N.m                   |

**Catatan :**

1. Tabel di atas dibuat berdasarkan  $F$ ,  $t$  dan  $s$  sebagai satuan dasar.
2. Simbol dengan tanda garis bawah menandakan besaran vektor.
3. Simbol tanpa garis bawah menandakan besaran skalar.

**1.4. SATUAN STANDAR DAN SISTEM STANDAR INTERNATIONAL**

Pengukuran suatu besaran dibuat relatif terhadap suatu standar atau satuan tertentu, dan satuan ini harus dinyatakan bersama dengan nilai numerik besaran. Misalnya, kita dapat mengukur panjang dengan satuan seperti inch, kaki, mil atau kilometer. Dan tidak akan punya arti sama sekali, bila menyatakan panjang sebuah benda tertentu tanpa satuan, misalnya panjang sebuah benda adalah 18,6. Jadi satuan haruslah diberikan, agar menjadi lebih jelas, misalnya 18,6 meter, akan sangat berbeda dengan 18,6 inch atau 18,6 millimeter.

Sampai sekitar 200 tahun yang lalu, satuan-satuan pengukuran belum dibakukan (distandarisasi), dan itu yang membuat komunikasi ilmiah menjadi sulit dilakukan. Karena setiap orang akan menggunakan satuan yang berbeda-beda, atau bisa dikatakan, lain orang akan menggunakan lain satuan.

Standar internasional yang pertama adalah meter standar yang disingkat dengan huruf  $m$ , ditetapkan oleh Akademi Ilmu Pengetahuan Perancis pada tahun 1790-an. Dan dengan jiwa rasionalitas, meter standard pada mulanya adalah sepersepuluh juta jarak dari khatulistiwa Bumi ke salah satu kutubnya, dan sebuah batangan platinum dibuat untuk menyatakan panjang ini. Pada tahun 1889, meter didefinisikan dengan lebih tepat sebagai

jarak antara dua tanda guratan halus pada batang khusus paduan platinum–iridium. Dan sebagai awal standarisasi, dibuat tiga puluh tongkat ini, salah satunya disimpan di Biro

Berat dan Ukuran Internasional dekat Paris sebagai standar internasional dan yang lainnya dikirim ke laboratorium-laboratorium di seluruh dunia. Di akhir abad ke sembilan belas, melalui kerja fisikawan Amerika *A. A. Michelson*, mendefinisikan meter dalam panjang gelombang cahaya dan pada tahun 1960 meter didefinisikan ulang sebagai  $1.650.763,73$  panjang gelombang cahaya oranye tertentu yang dipancarkan oleh gas *krypton 86*. Dan pada tahun 1983 meter didefinisikan ulang lagi, kali ini dalam laju cahaya. Definisi yang baru menyatakan satu meter adalah panjang lintasan yang dilalui oleh cahaya dalam vakum selama interval waktu  $1/299.792.458$  detik.

Sedangkan satuan Inggris (*British System*) untuk panjang adalah inch, feet dan mil, yang sekarang ini didefinisikan dalam meter. Dimana  $1$  inch didefinisikan dengan tepat menjadi  $2,54$  centimeter, dan seterusnya.

Satuan standar waktu adalah detik (*second*). Selama bertahun-tahun satu detik (*second*) didefinisikan sebagai  $1/86.400$  hari rata-rata perputaran bumi terhadap matahari. Second standard ini didefinisikan dengan lebih tepat dalam frekuensi radiasi yang dipancarkan oleh atom-atom cesium ketika melalui antara dua kedudukan tertentu. Secara spesifik, satu second didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan untuk  $9.192.631.770$  periode dari radiasi ini. Tentu saja, ada  $60$  second dalam satu menit dan  $60$  menit dalam satu jam. Dalam sistem metrik, satuan lebih besar dan lebih kecil didefinisikan dalam perkalian (kelipatan)  $10$  dari satuan standard. Misalnya  $1$  kilometer adalah  $1000$  meter,  $1$  centimeter adalah  $1/100$  meter,  $1$  milimeter adalah  $1/1000$  meter, dan seterusnya. Dimana awalan centi, kilo, mili dan lain-lain tidak hanya diberikan pada satuan panjang tetapi juga pada satuan yang lain, misalnya  $1$  kiloliter adalah  $1000$  liter,  $1$  centiliter adalah  $1/100$  liter,  $1$  mililiter adalah  $1/1000$  liter,  $1$  kilogram adalah  $1000$  gram,  $1$  centigram adalah  $1/100$  gram,  $1$  miligram adalah  $1/1000$  gram, dan seterusnya.

Sedangkan satuan sistem Inggris (*British System*) menggunakan kelipatan yang lain, misalnya  $1$  kaki (*feet*) adalah  $12$  inch, dan seterusnya.

Beberapa sistem satuan telah digunakan selama bertahun-tahun. Dan saat ini sistem satuan yang paling penting adalah *Système International* (dalam bahasa Perancis), yang disingkat SI. Dalam satuan SI satuan panjang adalah meter, satuan massa adalah kilogram dan satuan waktu adalah *second* (detik). Sistem ini biasa disebut dengan sistem *MKS* (*meter kilogram second*).

Sedangkan sistem metrik yang lain adalah *CGS* (*centimeter gram second*). Dalam sistem keteknikan Inggris (*British System*) menggunakan *feet* (kaki) untuk panjang, *lb* (*pound*) untuk gaya dan *second* untuk waktu.

Besaran-besaran fisis dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu besaran dasar dan besaran turunan. Dimana besaran dasar adalah besaran yang harus didefinisikan dalam

suatu standar. Sedangkan besaran turunan adalah besaran yang dihasilkan dari penggabungan beberapa besaran dasar.

**Tabel 1.2. Awalan Metrik dalam Sistem International**

| <b>Awalan</b> | <b>Singkatan</b> | <b>Nilai</b> |
|---------------|------------------|--------------|
| <i>Tera</i>   | <i>T</i>         | $10^{12}$    |
| <i>Giga</i>   | <i>G</i>         | $10^9$       |
| <i>Mega</i>   | <i>M</i>         | $10^6$       |
| <i>Kilo</i>   | <i>k</i>         | $10^3$       |
| <i>Hektar</i> | <i>h</i>         | $10^2$       |
| <i>Deka</i>   | <i>da</i>        | $10^1$       |
| <i>Desi</i>   | <i>d</i>         | $10^{-1}$    |
| <i>Centi</i>  | <i>c</i>         | $10^{-2}$    |
| <i>Mili</i>   | <i>m</i>         | $10^{-3}$    |
| <i>Mikro</i>  | $\mu$            | $10^{-6}$    |
| <i>Nano</i>   | <i>n</i>         | $10^{-9}$    |
| <i>Piko</i>   | <i>p</i>         | $10^{-12}$   |
| <i>Femto</i>  | <i>f</i>         | $10^{-15}$   |

## 1.5. KONVERSI SATUAN

Konversi satuan sering diperlukan untuk melakukan perubahan dari suatu satuan menjadi satuan yang lain. Dimana perbedaan satuan tersebut akan sering dijumpai dalam kehidupan kita. Misalnya kecepatan suatu benda dalam sistem international adalah meter per detik, sedangkan dalam kehidupan sehari-hari yang sering kita ketahui satuan kecepatan adalah kilometer per jam, sehingga perlu diketahui metoda atau cara merubah satuan (konversi satuan) tersebut.

Langkah-langkah yang dapat digunakan untuk merubah satuan (konversi satuan) adalah dengan mengalikan bilangan satuan yang akan dirubah dengan faktor konversi yang akan digunakan.

### Contoh :

Konversi satuan dari satuan *kilometer per jam*, dirubah menjadi satuan *ft per detik*. Langkah-langkah konversi satuan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

$$1 \text{ kilometer} = 1000 \text{ meter}$$

$$1 \text{ ft} = 0,3048 \text{ meter}$$

$$1 \text{ meter} = \frac{1}{0,3048} = 3,2808 \text{ ft.}$$

$$1 \text{ kilometer} = 1000 \text{ meter} = 3280,8 \text{ ft.}$$

$$1 \text{ jam} = 60 \text{ menit} = 3600 \text{ detik, sehingga :}$$

$100 \frac{km}{jam}$  dikalikan dengan faktor konversi, menjadi :

$$100 \frac{km}{jam} \times \left( \frac{3280,8 ft}{1.km} \right) \times \left( \frac{1.jam}{3600.detik} \right) = 91,1333 \frac{ft}{detik}$$

Contoh – contoh konversi satuan yang lain dapat dicoba sebagai latihan, sehingga diharapkan langkah – langkah untuk konversi satuan dapat dilakukan dengan cepat dan tepat.

Dalam tabel berikut ini akan ditunjukkan konversi satuan dari *British System (BS)* ke *Standard International System (SI)* dan sebaliknya yang sering digunakan dalam ilmu “Dinamika Teknik” dan sedikit tambahan tentang konversi satuan volume, daya dan energi yang mungkin diperlukan dalam perencanaan suatu mekanisme (mesin).

**Tabel 1.3. Konversi Satuan**

|                   |                                                                                                                                                               |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>VOLUME</b>     | 1 liter = 1000 cm <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>                                                                                              |
| <b>PERCEPATAN</b> | 1 ft/s <sup>2</sup> = 0,3048 m/s <sup>2</sup>                                                                                                                 |
| <b>PANJANG</b>    | 1 A = 1 x 10 <sup>-10</sup> m<br>1 ft = 0,3048 m<br>1 in = 2,54 x 10 <sup>-2</sup> m<br>1 mile = 1609 m<br>1 mil = 2,54 x 10 <sup>-5</sup> in<br>1 ft = 12 in |
| <b>GAYA</b>       | 1 dyne = 10 <sup>-5</sup> N<br>1 lb = 4,448 N                                                                                                                 |
| <b>DAYA</b>       | 1 BTU/s = 1054 W<br>1 kal/s = 4,184 W<br>1 ft.lb/s = 1,356 W<br>1 hp = 746 W                                                                                  |
| <b>ENERGI</b>     | 1 BTU = 1054 Joule<br>1 kal = 4,184 Joule<br>1 erg = 10 <sup>-7</sup> Joule<br>1 ft.lb = 1,356 Joule<br>1 kWh = 3,6 x 10 <sup>6</sup> Joule                   |