

BAB -4

D I N A M I K A

4.1 Pendahuluan

Dalam bab sebelumnya kita telah membahas bagaimana gerak benda dinyatakan dengan kecepatan dan percepatan. Sekarang kita berhubungan dengan pertanyaan mengapa benda dari yang tadinya diam kemudian dapat bergerak? Apa yang mempercepat atau memperlambat benda? Kita dapat menjawab pertanyaan tersebut dengan sebuah gaya. Pada bab ini kita akan menghubungkan anatara gaya dengan gerak

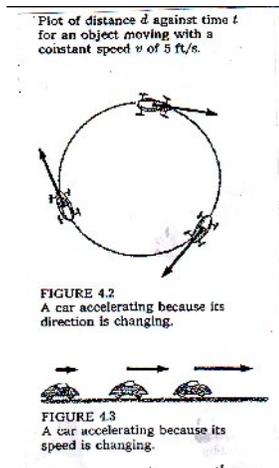
Pada kenyatannya hukum gerak newton yang pertama dengan kesimpulan Galileo “Setiap benda tetap akan berada diam atau bergerak dengan laju yang konstan sepanjang garis lurus ,kecuali diberi gaya total yang tidak nol”. Berarti hukum ini tidak berlaku pada setiap kerangka acuan. Senagai contoh jika kerangka acuan anda tetap berada pada mobil yang dipercepat, sebuah benda seperti cangkir yang diletakkan di atas dashboard mungkin bergerak ke arah anda (cangkir tersebut tetap diam selama kecepatan mobil konstan). Cangkir yang dipercepat ke arah anda tetapi baik anda maupun orang atau benda lain memberikan gaya kepada cangkir tersebut dengan arah demikian. Pada kerangka acuan yang dipercepat hukum Newton pertama tidak berlaku. Kerangka acuan dimana hukum Newton pertama berlaku pada kerangka acuan inersia. Untuk sebagian besar masalah, kita biasa menganggap bahwa kerangka acuan yang tetap di bumi adalah kerangka inersia anggapan ini tidak benar karena disebabkan oleh gravitasi bumi. Kerangka acuan yang bergerak dengan kecepatan konstan (katakanlah sebuah mobil atau pesawat) rrelatif terhadap kerangka inersia juga merupakan kerangka acuan inersia. Kerangka acuan yang dipercepat adalah kerangka acuan inersia

Dinamika 4.2 Kecepatan dan percepatan

Apabila benda bergerak dengan kecepatan konstan (v) dengan waktu tempuh (t) maka besarnya jarak tempuh (d) adalah $d = vt$

Dimensi dari kecepatan adalah feet/sekon (ft/s), mili per jam (mi/h) dan meter per sekon (m/s).

Kecepatan dari benda yang bergerak dengan kecepatan v mempunyai dua komponen yaitu nilai dan arahnya, gerakannya yang tetap adalah hanya pada kecepatannya yang konstan. Sejak kecepatan merupakan vektor, kecepatan konstan berimplikasi pada dua hal yaitu seperti



dilustrasikan pada gambar dibawah :

1. Nilai dari kecepatan tidak berubah.
2. Arahnya dari gerakannya tidak berubah

Gerakan yang tetap adalah pada garis lurus dengan kecepatan yang tetap.

Sebuah benda yang bergerak dengan kecepatan yang tidak konstan dikatakan benda itu mengalami percepatan . Secara jelasnya benda yang dipercepat tidak bergerak pada garis lurus atau tidak bergerak dengan kecepatan konstan. Pada gambar 4.2 mendeskripsikan sebuah mobil bergerak pada lintasan lingkaran yang dimana arahnya selalu berubah walaupun nilai kecepatan tetap maka dikatakan benda yang bergerak pada lintasan lingkaran itu dipercepat . Pada gambar 4.3 mendeskripsikan sebuah mobil bergerak pada lintasan lurus akan tetapi nilai dari kecepatan secara bertahap diperbesar ditandai dengan panjang panah oleh karena itu mobil tersebut dikatakan dipercepat.

Perumusan kecepatan dari suatu objek dari suatu objek yang bergerak pada garis lurus dengan perubahan kecepatan v pada suatu waktu adalah :

$$V = v_0 + at$$

Dimana v_0 adalah kecepatan objek pada saat $t = 0$. Disini nilai percepatan (a) bisa positif atau negatif bergantung pada kecepataannya apakah kecepataannya dipercepat atau diperlambat. Dimensi a adalah $[l/t^2]$

Kemungkinan untuk menandai arah dari percepatan. Untuk benda yang dipercepat arah dari percepatan (a) adalah sejajar terhadap kecepatan dan apabila diperlambat arah percepatan berlawanan terhadap arah kecepatan. Sebagai contoh sebuah benda dilempar ke atas maka nilai percepatannya negatif karena arah percepatan yang ke pusat bumi berlawanan arah dari kecepatan benda yang bergerak ke atas. Nilai dari vektor selalu positif

Galileo mengamati bahwa setiap benda yang dijatuhkan dari ketinggian yang sama pada ruang vakum maka nilai percepatan selalu sama. Hal tersebut bisa teramati pada Bulu ayam dengan batu dijatuhkan secara bersama-sama pada ketinggian yang sama maka kedua benda tersebut secara bersamaan jatuh ke tanah. Jadi gaya hambat udara inilah yang menjadi penentu percepatan tiap objek

Dengan menggunakan $a = g = 32 \text{ ft/s}^2$, kita akan melihat sebuah objek yang jatuh bebas dari keadaan diam ($v_0 = 0$), mempunyai kecepatan 16 ft/s pada $t = 0.5 \text{ s}$, kecepatan 64 ft/s pada $t = 2 \text{ s}$, Seberapa jauh benda dari ketinggian awal ketika sudah menempuh $t = 1 \text{ s}$?

Jika menjawab $d = vt = 32 \text{ ft/s} \times 1 \text{ s} = 32 \text{ ft}$ maka hasilnya akan salah, seharusnya kita menghitung kecepatan rata-ratanya terlebih dahulu :

$$\bar{v} = \frac{0 + 32}{2} = 16 \text{ ft/s}$$

$$d = vt = 16 \text{ ft/s} \times 1 \text{ s} = 16 \text{ ft}$$

Rumus umum untuk jarak d setelah beberapa detik dari titik awal dan dengan percepatannya adalah

$$d = \frac{1}{2} at^2$$

Apabila benda mulai dengan kecepatan awal v_0 , maka jarak tempuhnya adalah =

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

Maka Dari Gambar 4.5 adalah foto dari benda jatuh bebas dari keadaan awal, Semakin lama waktu tempuh maka kecepatannya semakin besar

Sebuah contoh yaitu menghitung tinggi maksimum yang dapat dicapai oleh bola ditembakkan ke udara dengan kecepatan 40 ft/s dengan kecepatan awal sebesar v_0 maka tentukan jarak tempuh (d)?

$$\text{Jawab } v = 40\text{ft/s} - 32\text{ft/s}^2 \times t$$

Kecepatan pada titik puncak nol maka:

$$t = 40\text{ft/s} / 32\text{ft/s}^2 = 1,25\text{s}$$

$$d = 40\text{ft/s} \times 1,25\text{s} - \frac{1}{2} \times 32\text{ft/s}^2 \times 1,25^2 = 25\text{ft}$$

4.3 Hukum kedua Newton

Masalah dasar pada dinamik untuk mendeskripsikan gerak suatu objek akibat adanya suatu gaya. Menurut hukum pertama Newton bahwa suatu objek gaya totalnya nol maka objek tersebut akan diam atau akan bergerak konstan. Menurut hukum kedua Newton bahwa percepatan akibat gaya totalnya tidak nol. Oleh karena itu benda akan mengalami percepatan.

Untuk secara jelasnya bahwa gaya sebanding dengan besarnya percepatan yang dihasilkan; semakin besar gaya yang diberikan pada objek maka percepatannya semakin besar, semakin kecil gaya yang diberikan maka besarnya percepatan yang dihasilkan semakin kecil

$$a_1 = kF_1$$

$$a_2 = kF_2$$

$$k = 1/m$$

$$a = F/m$$

Dari perumusan di atas percepatan berbanding terbalik dengan massa objek yang merupakan suatu ukuran inersia suatu benda. Makin besar suatu objek maka ,makin sulit

mengubah gerakannya, dianalogikan seperti truk yang memiliki massa lebih besar daripada bola baseball oleh karena itu lebih sulit untuk mempercepat truk daripada bola baseball.

Apabila diterapkan pada hukum gravitasi maka percepatan tersebut dianalogikan sebagai gaya gravitasi (g), dimana gaya gravitasi bergantung pada massa objek. Gaya gravitasi tersebut di luar angkasa tersebut akan lebih kecil dibandingkan dengan gaya gravitasi di bumi.

4.4 Satuan Unit

Dimensi massa (m), panjang (l), dan waktu adalah besaran yang penting karena dapat diturunkan menjadi besaran-besaran lain :

$$f = [m][a]$$
$$= [m][l/t]^2$$

Sistem MKS

Bagian dari standar Internasional (SI) ditetapkan oleh badan Internasional pada 1960. Massa sendiri satuannya kg, panjang satuan meter serta waktu satuan sekon. Dari besaran-besaran tersebut dapat diturunkan besaran percepatan gravitasi dan besaran gaya. Besaran gravitasi tersebut adalah :

$$g = 32 \text{ ft/s}^2 = 32 \text{ ft/s}^2$$

$$F_g = mg = 1 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

Sistem CGS

Pada bagian satuan ini panjang satuannya cm, massa satuannya g, serta waktu satuannya sekon

$$1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m} \text{ dan } 1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$$

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kgm/s}^2$$
$$= 10^3 \text{ g} \times 10^2 \text{ cm/s}^2$$

$$=10^5 \text{ dyne}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2 = 980 \text{ cm/s}^2$$

Satuan Inggris

Satuan inggris misalnya panjang satuannya feet(ft), gaya satuannya pound(lb), massa satuannya slug

$$F_g = mg = 1 \text{ slug} \times 32 \text{ ft/s}^2$$

$$1 \text{ slug} = 14,594 \text{ kg}$$

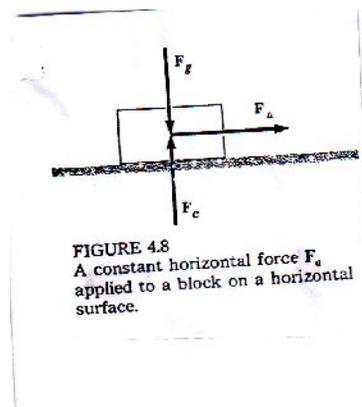
Bila dikonversikan ke dalam pounds dan Newton

$$1 \text{ lb} = 4,4485 \text{ N}$$

Contoh penyelesaian menggunakan hukum Kedua Newton:

1. Sebuah balok 60 kg bergerak horisontal akibat dikenakan gaya sebesar 150N, Seberapa jauh balok tersebut setelah 3 detik dan berapa kecepatannya :

1. Sebuah balok bermassa 60 kg bergerak horisontal dengan gaya sebesar 150N. Seberapa jauh balok bergerak 3 detik dan berapa kecepatannya?



Diket : $m = 60 \text{ kg}$

$$F_a = 150\text{N}$$

$$T = 3 \text{ sekon}$$

Dit jarak dan kecepatannya setelah 3 detik?

Jawab :

$$a = \frac{F}{m} = \frac{150\text{N}}{60\text{kg}} = 2,5\text{m/s}^2$$

$$v = v_o + at = 0 + 2.5\text{m/s}^2 \times 3\text{s} = 7.5\text{m/s}^2$$

$$d = v_o t + \frac{1}{2}at^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 2.5\text{m/s}^2 \times (3\text{s})^2 = 11.25\text{m}$$

2. Seorang peseki air dengan massa $m = 45 \text{ kg}$ membutuhkan waktu 5 sekon untuk dipercepat kecepatannya sehingga mencapai 10m/s . Berapa gaya yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan tersebut?

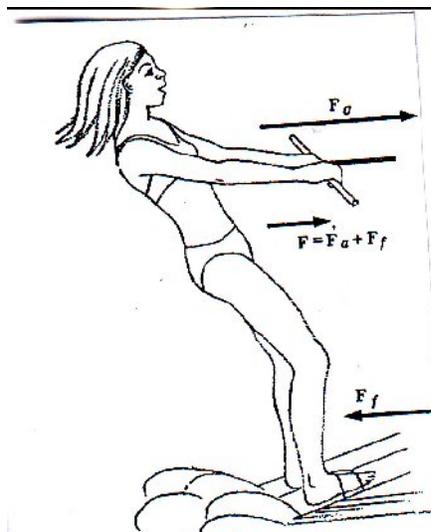


FIGURE 4.9
The forces on a water skier.

Diket : $m = 45 \text{ kg}$

$$V = 10\text{m/s}$$

Dit : F

Jawab

$$10\text{m/s} = 0 + a \times 5\text{sekon}$$

$$a = \frac{10}{5} = 2\text{m/s}^2$$

$$F = ma = 45\text{kg} \times 5\text{sekon} = 90\text{N}$$

3. Sebuah balok meluncur dari lintasan miring dengan massa 5 kg sudut bidang miring 35° . Berapa percepatannya :

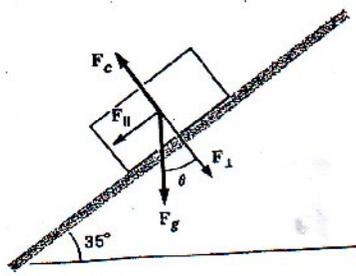


FIGURE 4.10
A block on an inclined surface.

$$F_g = 5\text{kg} \times 9.8\text{m/s} = 49\text{N}$$

$$F_{\text{tegak lurus}} = F_g \cos 35^\circ = 49\text{N} \times 0.82 = 40\text{N}$$

$$F_{\text{sejajar}} = F_g \sin 35^\circ = 49\text{N} \times 0.57 = 28\text{N}$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{28\text{N}}{5\text{kg}} = 5.6\text{m/s}^2$$

4. Dengan meninjau soal 3 jika gaya gesek tidak diabaikan berapakah percepatannya?

$$F_f = \mu F_c = 0.3 \times 40\text{N} = 12\text{N}$$

$$\text{Gaya total (F)} = F_{\text{sejajar}} - F_f = 28\text{N} - 12\text{N} = 16\text{N}$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{16\text{N}}{5\text{kg}} = 3.2\text{m/s}^2$$

5. Dua buah massa dihubungkan dengan katrol pada gambar disamping ,Berapakah percepatan gerak kedua benda tersebut?

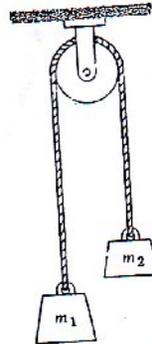


FIGURE 4.11
Two masses connected by a flexible cord passing over a pulley.

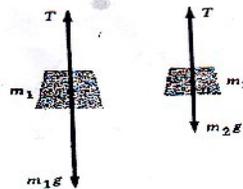


FIGURE 4.12
The forces on the two masses in Fig. 4.11.

$$(m_1 g - T) + (T - m_2 g) = m_1 a + m_2 a$$

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g = \frac{7.5\text{kg} - 4.5\text{kg}}{7.5\text{kg} + 4.5\text{kg}} 9.8 = 2.45\text{m/s}^2$$