

## F. GRAVITASI

### 1. Gaya gravitasi

Semua benda yang ada di permukaan bumi selalu jatuh ke tanah karena ditarik gaya gravitasi bumi. Bulan bergerak mengelilingi Bumi karena dipengaruhi gravitasi Bulan dan Bumi. Demikian pula Bumi dan planet-planet yang mengelilingi Matahari. Gaya gravitasi terjadi antara dua benda yang terpisah pada jarak tertentu.

Teori gravitasi diungkapkan Newton dalam hukum gravitasi umum sebagai berikut.

---

*Gaya gravitasi antara dua benda merupakan gaya tarik-menarik yang besarnya sebanding dengan massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara keduanya.*

---

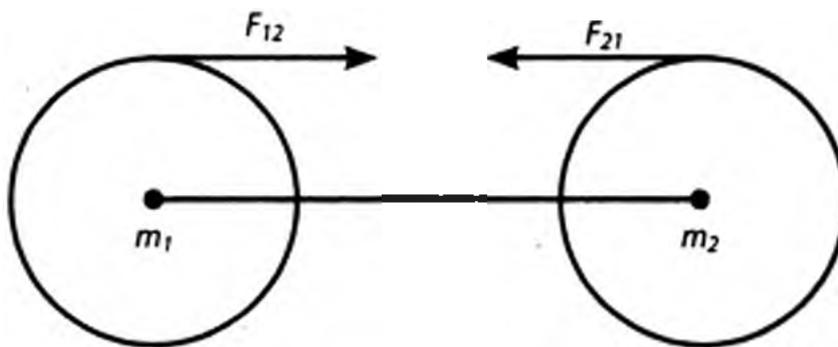
Pernyataan hukum gravitasi umum dapat dinyatakan secara matematis sebagai berikut. Jika  $m_1$  dan  $m_2$  adalah massa benda 1 dan 2,  $r$  adalah jarak antara kedua pusat benda, dan  $G$  adalah konstanta gravitasi umum maka besarnya gaya gravitasi antara kedua benda adalah:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Keterangan:

$G$  = konstanta gravitasi umum ( $= 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ ).

Gaya gravitasi pada benda 1 terhadap benda 2 disebut  $F_{12}$ , sedangkan gaya gravitasi pada benda 2 terhadap benda 1 disebut  $F_{21}$ . Gaya  $F_{12}$  dan  $F_{21}$  adalah pasangan gaya aksi-reaksi, di mana besarnya sama tapi arahnya berlawanan.



## 2. Menghitung massa Matahari

Massa Matahari ( $M$ ) dihitung dengan persamaan berikut.

$$M = \frac{4\pi r^3}{GT^2}$$

Keterangan:

$M$  = massa Matahari ( $kg$ )

$r$  = jarak antara planet dan Matahari ( $m$ )

$G$  = konstanta gravitasi umum

$T$  = periode planet mengelilingi Matahari ( $s$ )

### 3. Hukum Kepler tentang gerak planet

Gerak planet dalam tata surya dapat dipahami melalui Hukum Kepler. Hukum Kepler dituliskan sebagai berikut.

#### a. Hukum Kepler I:

Setiap planet bergerak dalam lintasan elips dengan Matahari berada pada salah satu titik fokusnya.

#### b. Hukum Kepler II:

Garis yang menghubungkan Matahari dengan planet dalam selang waktu yang sama menghasilkan luas juring yang sama. Jika  $t_3 - t_4 = t_1 - t_2$  maka:

$$\text{luas juring A} = \text{luas juring B}$$

#### c. Hukum Kepler III:

Untuk setiap planet, perbandingan kuadrat periode edar (T) dan pangkat tiga jaraknya (R) dari matahari selalu sama. Secara matematis, pernyataan ini ditulis sebagai berikut.

$$\frac{T^2}{R^3} = \text{konstan}$$

#### 4. Percepatan gravitasi

*Percepatan gravitasi* adalah gaya gravitasi per satuan massa benda. Di Bumi, percepatan gravitasi adalah gaya berat benda per satuan massa benda.

Rumus:

$$W = mg$$

Percepatan gravitasi  $g$  juga dapat dinyatakan sebagai fungsi jarak yang diturunkan dari pernyataan gravitasi umum. Percepatan gravitasi sebagai fungsi jarak  $r$  dari benda bermassa  $m$  dinyatakan sebagai berikut.

$$g = \frac{F}{m} = G \frac{m}{r^2}$$

#### 5. Kelajuan lepas

*Kelajuan lepas* adalah kecepatan minimal benda untuk melepaskan diri dari pengaruh gravitasi Bumi dan lepas ke angkasa. Roket atau pesawat ulang-alik yang terbang ke ruang angkasa harus memenuhi standar kecepatan ini saat lepas landas agar bisa melepaskan diri dari pengaruh gaya gravitasi bumi. Jika jari-jari bumi adalah  $R$  dan percepatan gravitasi bumi adalah  $g$  maka kelajuan lepas adalah:

$$v_l = \sqrt{2gR}$$

## 6. Kelajuan satelit

Gerak satelit dalam orbitnya dipengaruhi oleh gaya gravitasi Bumi. Ketika mengorbit Bumi, satelit ditarik gravitasi Bumi sehingga diperlukan suatu kecepatan konstan yang dapat menjaga satelit tetap berada pada orbitnya. Kelajuan satelit mengelilingi Bumi pada orbitnya dinyatakan sebagai berikut.

$$v = \sqrt{gR}$$

Keterangan:

$v$  = kelajuan satelit ( $m/s$ )

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$R$  = jarak satelit ke pusat Bumi ( $m$ )

## G. KINEMATIKA

### 1. Vektor dalam bidang

Sebuah vektor  $A$  dapat dinyatakan dengan:

$$A = A_x i + A_y j$$

Dengan  $i$  dan  $j$  adalah vektor-vektor satuan pada sumbu  $x$  dan sumbu  $y$  serta  $A_x i$  dan  $A_y j$  adalah komponen vektor arah sumbu  $x$  dan sumbu  $y$ . Adapun, besar vektor  $A$  adalah:

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$$