

Hukum II Newton	$\Sigma F = \Sigma m a$	Hukum II Newton	$\Sigma \tau = \Sigma I a$
Kecepatan linier	v	Kecepatan sudut	$\omega = \frac{v}{r}$
Momentum linier	$p = m a$	Momentum sudut	$L = I \omega$
Energi kinetik	$E_k = \frac{1}{2} m v^2$	Energi kinetik	$E_k = \frac{1}{2} I \omega^2$

I. KESEIMBANGAN BENDA TEGAR

1. Keseimbangan partikel

Berdasarkan Hukum I Newton, jika benda diam atau berada dalam kesetimbangan statis maka resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol:

$$\Sigma F = 0$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

Keterangan:

ΣF_x = resultan komponen gaya pada sumbu x

ΣF_y = resultan komponen gaya pada sumbu y

Langkah-langkah penyelesaian masalah keseimbangan partikel adalah:

1. Tinjau setiap benda sebagai sistem yang terpisah untuk menyederhanakan dan memudahkan analisis, lalu gambarkan gaya-gaya yang bekerja pada setiap benda.
2. Uraikan gaya-gaya miring menjadi komponen-komponennya dan tentukan besarnya dengan sinus atau kosinus yang sesuai.
3. Gunakan syarat kesetimbangan partikel berikut.

$$\Sigma F_x = 0 \text{ dan } \Sigma F_y = 0$$

4. Gunakan persamaan-persamaan yang diperoleh untuk menghitung besaran-besaran yang ditanyakan.

2. Keseimbangan tiga gaya sebidang

Jika tiga buah gaya bekerja seperti berikut dan berada dalam kesetimbangan maka berlaku persamaan berikut.

$$\frac{F_1}{\sin a_1} = \frac{F_2}{\sin a_2} = \frac{F_3}{\sin a_3}$$

Tampak bahwa a_1 adalah sudut di seberang gaya F_1 , a_2 adalah sudut di seberang gaya F_2 , dan a_3 adalah sudut di seberang gaya F_3 . Dengan demikian berlaku:

$$a_1 + a_2 + a_3 = 360^\circ$$

3. Momen gaya

Dalam keseimbangan benda tegar, *momen gaya* dinyatakan sebagai hasil kali besar gaya F dan lengan momen l . *Lengan momen* adalah jarak titik tangkap gaya terhadap pusat putaran.

$$\tau = Fl$$

4. Letak titik tangkap resultan gaya

Jika terdapat gaya-gaya sejajar sumbu y , yaitu F_1, F_2, F_3, \dots yang jaraknya berturut-turut x_1, x_2, x_3, \dots dari sumbu y , maka gaya-gaya ini dapat digantikan oleh sebuah resultan gaya dengan resultan R_y dan berjarak x dari sumbu y . Titik x disebut *titik tangkap dari resultan gaya R_y* , dan dinyatakan oleh persamaan berikut.

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n F_{yi} x_i}{R_y} = \frac{F_{y1} x_1 + F_{y2} x_2 + F_{y3} x_3 + \dots}{F_{y1} + F_{y2} + F_{y3} + \dots}$$

5. Keseimbangan benda tegar

Benda tegar dapat mengalami gerak rotasi. Dengan demikian, kesetimbangan *benda tegar* mencakup kesetimbangan secara rotasi yakni di mana benda tidak berotasi. Pada benda yang tidak berotasi, resultan momen gaya sama dengan nol.

Dengan demikian, *syarat kesetimbangan benda tegar* adalah:

$$\sum F = 0$$

yang dapat diuraikan ke dalam komponen-komponennya menjadi:

$$\boxed{\Sigma F_x = 0} \text{ dan } \boxed{\Sigma F_y = 0}$$

ditambah $\boxed{\Sigma \tau = 0}$

Ketika menyelesaikan masalah kesetimbangan benda tegar, kita harus memperhatikan hal-hal berikut.

1. Langkah-langkah pada penyelesaian masalah kesetimbangan partikel dapat dilakukan.
2. $\Sigma \tau = 0$ ditinjau terhadap satu titik sembarang sebagai pusat putaran. Pilihlah titik pusat putaran yang banyak mengalami gaya-gaya yang tidak diketahui dan juga tidak ditanyakan dalam soal.

6. Titik berat

Ambilah sebuah mistar (penggaris) atau pensil dan letakkan secara horizontal pada jari telunjuk sedemikian rupa agar setimbang. Letak titik kesetimbangan mistar atau pensil merupakan letak titik beratnya.

Titik berat adalah suatu titik pada benda, di mana gaya berat benda bekerja secara efektif. Titik berat bisa terletak di luar benda. Misalnya, cincin memiliki titik berat di tengah-tengah lubang cincin.

7. Koordinat titik berat benda

Letak titik berat benda-benda datar yang memiliki simetri tertentu seperti segitiga sama sisi, persegi, dan persegi panjang, sama dengan letak sumbu simetrinya. Berikut ini ditunjukkan letak titik berat dari beberapa benda datar simetris (beraturan).

Untuk benda datar sembarang, *koordinat titik berat benda* dapat ditentukan dengan membagi benda tersebut menjadi beberapa bentuk benda simetris yang titik beratnya telah diketahui. Jika suatu benda datar sembarang dapat dibagi menjadi n benda simetris yang masing-masing memiliki luas A_1, A_2, \dots, A_n dan koordinat $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ maka kita dapat menentukan koordinat titik berat (x_0, y_0) benda dengan persamaan berikut.

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n A_i x_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{A_1 x_1 + A_2 x_2 + \dots + A_n x_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$
$$y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n A_i y_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2 + \dots + A_n y_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Untuk benda berbentuk garis dan benda pejal (padat), kita dapat menentukan koordinat titik beratnya (x_0, y_0) sebagaimana benda datar dengan mengganti luas A pada persamaan di atas dengan panjang L (untuk benda garis) dan volume V (untuk benda pejal).