



HUKUM NEWTON

Study Case

PRINSIP DAN DASAR HUKUM NEWTON

Perihal	Hukum I Newton	Hukum II Newton	Hukum III Newton
Bunyi	Jika resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol, maka benda yang diam akan tetap diam dan benda yang bergerak akan terus bergerak lurus beraturan (GLB).	Jika satu gaya atau lebih bekerja pada suatu benda, maka percepatan yang dihasilkan berbanding lurus dan searah dengan resultan gaya dan berbanding terbalik dengan massa benda.	Jika suatu gaya (aksi) diberikan pada suatu benda, maka benda tersebut akan memberikan gaya (reaksi) yang sama besar dan berlawanan arah dengan gaya yang diberikan.
Rumus	$\Sigma F = 0$	$\Sigma F = ma$	$F_{\text{aksi}} = -F_{\text{reaksi}}$

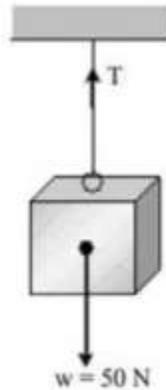
HUKUM NEWTON 1

Study case

1. Sebuah balok bermassa 5 kg (berat $w = 50 \text{ N}$) digantung dengan tali dan diikatkan pada atap. Jika balok diam maka berapakah tegangan talinya?

Penyelesaian:

Gaya-gaya yang bekerja pada balok seperti gambar di bawah ini, karena balok diam, maka berlaku hukum I Newton yaitu sebagai berikut.



$$\Sigma F = 0$$

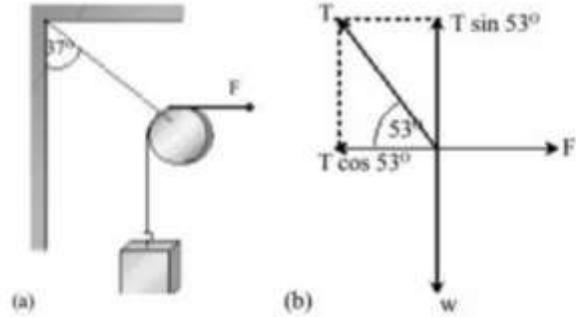
$$T - w = 0$$

$$T - 50 = 0$$

$$T = 50 \text{ N}$$

Jadi, gaya tegangan tali yang bekerja pada balok tersebut adalah 50 Newton.

2. Sebuah benda bermassa 40 kg ditarik melalui katrol sehingga memiliki posisi seperti yang diperlihatkan pada gambar (a) di bawah ini. Jika sistem itu diam, maka berapakah gaya F ?



Penyelesaian:

Benda yang bermassa akan memiliki berat.

$$w = mg$$

$$w = 40 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2$$

$$w = 400 \text{ N}$$

pada sistem itu bekerja tiga gaya yaitu w , F , dan T yang tidak segaris, sehingga menentukan resultannya dapat digunakan sumbu koordinat XY (metode analisis) seperti pada gambar (b) di atas. Sistem diam berarti berlaku Hukum 1 Newton sebagai berikut.

■ Pada sumbu-Y

$$\Sigma F_y = 0$$

$$T \sin 53^\circ - w = 0$$

$$T(0,8) - 400 = 0$$

$$0,8T = 400$$

$$T = 400/0,8$$

$$T = 500 \text{ N}$$

■ Pada sumbu-X

$$\Sigma F_x = 0$$

$$F - T \cos 53^\circ = 0$$

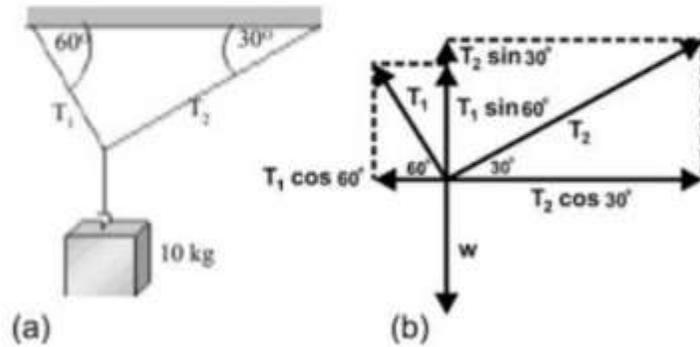
$$F - (500)(0,6) = 0$$

$$F - 300 = 0$$

$$F = 300 \text{ N}$$

Jadi, gaya F yang bekerja pada sistem tersebut adalah 300 Newton.

3. Benda bermassa 10 kg diikat tali dan dibentuk sistem seperti pada gambar (a) berikut ini. Jika sistem itu diam dan percepatan gravitasi $g = 10 \text{ m/s}^2$ maka tentukan tegangan tali T_1 dan T_2 !



Penyelesaian:

Berat benda adalah sebagai berikut.

$$w = mg$$

$$w = 10 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2$$

$$w = 100 \text{ N}$$

Dengan menggunakan metode analisis sama seperti pada contoh soal sebelumnya di mana diagram gaya ditunjukkan pada gambar (b), maka resultan gaya yang bekerja pada sistem ini adalah sebagai berikut.

■ Pada sumbu-Y

$$\Sigma F_y = 0$$

$$T_1 \sin 60^\circ + T_2 \sin 30^\circ - w = 0$$

$$T_1 (1/2\sqrt{3}) + T_2 \sin (1/2) - 100 = 0$$

$$1/2\sqrt{3} T_1 + 1/2 T_2 = 100$$

(Kedua ruas dikali 2)

$$\sqrt{3} T_1 + T_2 = 200$$

$$T_2 = 200 - \sqrt{3} T_1 \dots\dots\dots \text{pers. (a)}$$

■ Pada sumbu-X

$$T_2 \cos 30^\circ - T_1 \cos 60^\circ = 0$$

$$T_2 (1/2\sqrt{3}) - T_1 (1/2) = 0$$

$$1/2\sqrt{3} T_2 - 1/2 T_1 = 0 \dots\dots\dots \text{pers. (b)}$$

{subtitusikan persamaan (a) ke persamaan (b)}

$$1/2\sqrt{3}(200 - \sqrt{3} T_1) - 1/2 T_1 = 0$$

$$100\sqrt{3} - 3/2 T_1 - 1/2 T_1 = 0$$

$$3/2 T_1 + 1/2 T_1 = 100\sqrt{3}$$

$$4/2 T_1 = 100\sqrt{3}$$

$$2T_1 = 100\sqrt{3}$$

$$T_1 = 50\sqrt{3} \text{ N}$$

Untuk memperoleh nilai T_2 , kita substitusikan nilai $T_1 = 50\sqrt{3}$ ke persamaan (a) sehingga kita peroleh nilai sebagai berikut.

$$T_2 = 200 - \sqrt{3} T_1$$

$$T_2 = 200 - \sqrt{3}(50\sqrt{3})$$

$$T_2 = 200 - 150$$

$$T_2 = 50 \text{ N}$$

Dengan demikian, nilai T_1 dan T_2 berturut-turut adalah $50\sqrt{3} \text{ N}$ dan 50 N .

4. Balok bermassa 20 kg berada di atas bidang miring licin dengan sudut kemiringan 30° . Jika Ucok ingin mendorong ke atas sehingga kecepatannya tetap maka berapakah gaya yang harus diberikan oleh Ucok?

Penyelesaian:

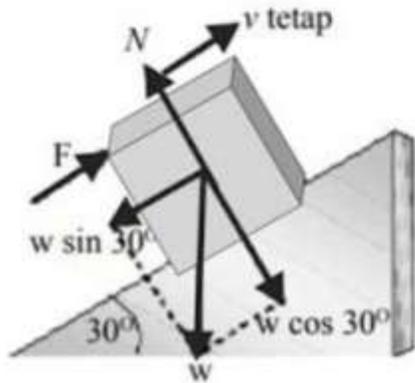
$$m = 20 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$w = mg = 20 \times 10 = 200 \text{ N}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

gaya dorong Ucok F harus dapat mengimbangi proyeksi gaya berat. Lihat gambar di bawah ini. Balok bergerak ke atas dengan kecepatan tetap berarti masih berlaku hukum I Newton sehingga memenuhi persamaan berikut.



$$\Sigma F = 0$$

$$F - w \sin 30^\circ = 0$$

$$F - (200)(1/2) = 0$$

$$F - 100 = 0$$

$$F = 100 \text{ N}$$

Jadi, gaya yang harus diberikan pada balok agar balok bergerak dengan kecepatan tetap adalah sebesar 100 N.

HUKUM NEWTON 2

Study Case

1. Sebuah truk dapat menghasilkan gaya sebesar 7000 N. Jika truk tersebut dapat bergerak dengan percepatan $3,5 \text{ m/s}^2$, maka tentukan massa truk tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$\Sigma F = 7000 \text{ N}$$

$$a = 3,5 \text{ m/s}^2$$

Ditanyakan: $m = \dots?$

Jawab:

$$m = \frac{\Sigma F}{a}$$

$$m = \frac{7000}{3,5}$$

$$m = 2000 \text{ kg} = 2 \text{ ton}$$

Jadi, massa truk tersebut adalah 2 ton.

2. Balok A bermassa 4 kg diletakkan di atas balok B yang bermassa 6 kg. Kemudian balok B ditarik dengan gaya F di atas lantai mendatar licin sehingga gabungan balok itu mengalami percepatan $1,8 \text{ m/s}^2$. Jika tiba-tiba balok A terjatuh maka berapakah percepatan yang dialami oleh balok B saja?

Penyelesaian:

Diketahui:

$$m_A = 4 \text{ kg}$$

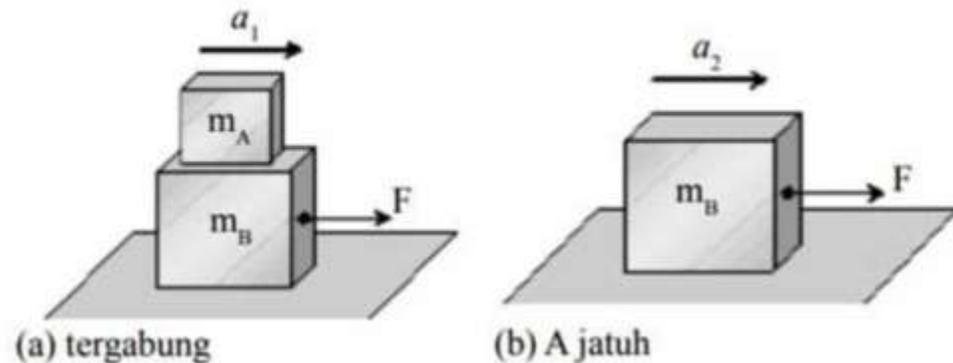
$$m_B = 6 \text{ kg}$$

$$a_1 = 1,8 \text{ m/s}^2$$

Ditanyakan: $a_2 = \dots?$

Jawab:

Keadaan balok pertama (tergantung) dan kedua (A jatuh) dapat di gambarkan seperti pada gambar di bawah ini.



Pada kedua kejadian berlaku hukum II Newton sebagai berikut.

$$F = ma$$

$$F = (m_A + m_B)a_1$$

$$F = (4 + 6)1,8$$

$$F = 18 \text{ N}$$

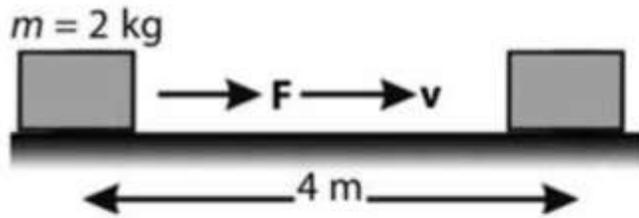
Gaya F juga bekerja pada keadaan kedua sehingga diperoleh:

$$F = m_B a_2$$

$$18 = 6a_2$$

berarti $a_2 = 3 \text{ m/s}^2$

3. Sebuah benda bermassa 2 kg bergerak dengan kecepatan awal 5 m/s di atas bidang datar licin, kemudian benda tersebut diberi gaya tetap searah dengan gerak benda. Setelah menempuh jarak 4 m, kecepatan benda menjadi 7 m/s. Tentukan besar gaya tersebut!



Penyelesaian:

Diketahui:

$$v_0 = 5 \text{ m/s}$$

$$v_t = 7 \text{ m/s}$$

$$m = 2 \text{ kg}$$

$$s = 4 \text{ m}$$

Ditanyakan: $F = \dots?$

Jawab:

Persamaan gerak:

$$2as = v_t^2 - v_0^2$$



$$v_t = v_0 + a.t$$

$$s = v_0.t + \frac{1}{2} a.t^2$$

$$a = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2s}$$

$$a = \frac{(7)^2 - (5)^2}{2(5)}$$

$$a = \frac{49 - 25}{10}$$

$$a = \frac{24}{10}$$

$$a = 2,4 \text{ m/s}^2$$

Menurut Hukum II Newton:

$$F = ma$$

$$F = (2 \text{ kg})(3 \text{ m/s}^2)$$

$$F = 6 \text{ kgm/s}^2 = 6 \text{ N}$$

Jadi, gaya yang bekerja pada benda adalah 6 N.

4. Jika suatu benda diberi gaya 20 N, benda tersebut memiliki percepatan 4 m/s². Berapakah percepatan yang dialami benda tersebut jika diberi gaya 25 N?

Penyelesaian:

Pada kasus ini, massa benda (m) adalah tetap. Ketika diberi gaya $F_1 = 20 \text{ N}$, benda mengalami percepatan $a_1 = 4 \text{ m/s}^2$, sehingga massa benda:

$$m = \frac{F_1}{a_1}$$
$$m = \frac{20 \text{ N}}{4 \text{ m/s}^2}$$

$$m = 5 \text{ kg}$$

Pada saat diberi gaya F_2 sebesar 25 N, maka percepatan yang dialami benda menjadi:

$$a_2 = \frac{F_2}{m_2}$$
$$a_2 = \frac{25 \text{ N}}{5 \text{ kg}}$$
$$a_2 = 5 \text{ m/s}^2$$

5. Sebuah gaya F dikerjakan pada sebuah benda bermassa m , menghasilkan percepatan 10 m/s^2 . Jika gaya tersebut dikerjakan pada benda kedua dengan massa m_2 , percepatan yang dihasilkan adalah 15 m/s^2 .

Tentukan:

- Perbandingan m_1 dan m_2 .
- Percepatan yang dihasilkan gaya F_1 , apabila m_1 dan m_2 digabung.

Penyelesaian:

a. Gaya F pada benda 1 dengan massa m_1 menghasilkan percepatan $a_1 = 10 \text{ m/s}^2$, maka diperoleh:

$$m_1 = \frac{F_1}{a_1}$$

$$m_1 = \frac{F}{10 \text{ m/s}^2}$$

Gaya F pada benda II dengan massa m_2 , menghasilkan percepatan $a_2 = 15 \text{ m/s}^2$, maka:

$$m_2 = \frac{F_2}{a_2} = \frac{F}{15 \text{ m/s}^2}$$

$$m_1 : m_2 = \frac{F}{10} : \frac{F}{15}$$

$$m_1 : m_2 = \frac{1}{10} : \frac{1}{15}$$

$$m_1 : m_2 = \frac{1 \times 30}{10} : \frac{1 \times 30}{15}$$

$$m_1 : m_2 = 3 : 2$$

b. Apabila massa digabung, maka:

$$m = m_1 + m_2$$

$$m = \frac{F}{10} + \frac{F}{15}$$

$$m = \frac{3F + 2F}{30}$$

$$m = \frac{5F}{30}$$

$$m = \frac{F}{6}$$

Percepatan yang dihasilkan adalah:

$$a = \frac{F}{m}$$

$$a = \frac{F}{F/6}$$

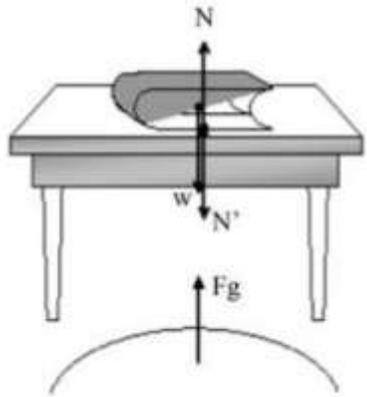
$$a = 6 \text{ m/s}^2.$$

HUKUM NEWTON 3

Study Case

1. Sebuah buku diletakkan di atas meja. Pada sistem benda tersebut akan bekerja gaya-gaya seperti pada gambar di bawah ini. Ada empat gaya yang bekerja pada sistem tersebut yaitu:

- w = berat buku.
- N = gaya tekan normal meja terhadap buku.
- N' = gaya tekan normal buku pada meja.
- F_g = gaya gravitasi bumi pada buku.



Tentukan pasangan gaya yang termasuk aksi reaksi!

Penyelesaian:

Pasangan gaya aksi-reaksi memenuhi sifat: sama besar, berlawanan arah dan bekerja pada dua benda. Dari sifat di atas dapat ditentukan dua pasangan aksi-reaksi yaitu:

- w dengan F_g
- N dengan N'

w dan N bukan aksi-reaksi karena bekerja pada satu benda (buku) tetapi hubungan $N = w$ merupakan hukum I Newton yaitu $\Sigma F = 0$.

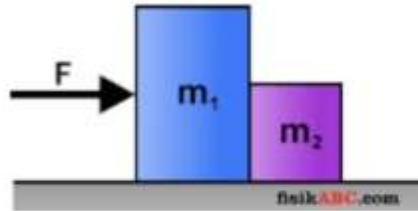
2. Seekor ikan yang bergerak dengan siripnya juga terjadi gaya aksi reaksi.
Tentukan pasangan aksi-reaksi yang ada.

Penyelesaian:

Gaya aksi: gaya dorong yang diberikan sirip ikan kepada air.

Gaya reaksi: gaya dorong yang diberikan air kepada sirip ikan sehingga ikan dapat bergerak.

3. Dua balok (m_1 dan m_2) yang bersentuhan mula-mula diam di atas lantai licin seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Jika $m_1 = 70$ kg, $m_2 = 30$ kg dan pada balok pertama dikerjakan gaya sebesar 200 N, maka tentukanlah percepatan masing-masing balok dan gaya kontak antarbalok tersebut.



Jawab

Diketahui:

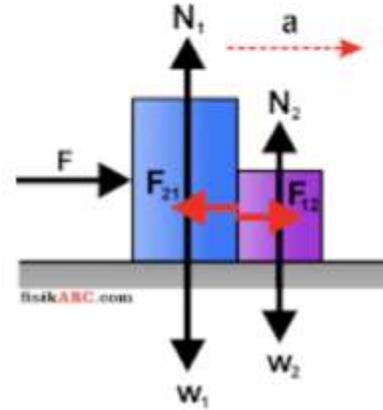
$$m_1 = 70 \text{ kg}$$

$$m_2 = 30 \text{ kg}$$

$$F = 200 \text{ N}$$

Ditanyakan: Percepatan dan gaya kontak.

Keadaan benda 1 dan 2 saling bersentuhan sehingga akan timbul gaya kontak atau gaya aksi reaksi berdasarkan Hukum III Newton. Supaya lebih jelas, perhatikan gambar berikut ini.



F_{12} adalah gaya aksi yang diberikan balok 1 kepada balok 2 (bekerja pada balok 2). Sedangkan F_{21} adalah gaya reaksi yang diberikan balok 2 kepada balok 1 (bekerja pada balok 1). Kedua gaya ini memiliki besar yang sama.

Untuk menentukan besar percepatan kedua balok dan juga gaya kontak kita tinjau persamaan gerak masing-masing balok menggunakan Hukum II Newton sebagai berikut.

■ Tinjau Balok 1

Karena lantai licin maka tidak ada gaya gesek yang bekerja, sehingga resultan gaya pada sumbu-Y tidak perlu diuraikan.

$$\Sigma F_x = ma$$

$$F - F_{21} = m_1 a \dots\dots\dots \text{Pers. (1)}$$

■ Tinjau Balok 2

$$\Sigma F_x = ma$$

$$F_{12} = m_2 a \dots\dots\dots \text{Pers. (2)}$$

Karena $F_{12} = F_{21}$, maka kita dapat mensubstitusikan persamaan (2) ke dalam persamaan (1) sebagai berikut.

$$F - m_2 a = m_1 a$$

$$F = m_1 a + m_2 a$$

$$F = (m_1 + m_2) a$$

$$a = F / (m_1 + m_2) \dots\dots\dots \text{Pers. (3)}$$

Dengan memasukkan nilai yang diketahui dalam soal ke dalam persamaan (3), maka kita peroleh besar percepatan kedua balok sebagai berikut.

$$a = 200 / (70 + 30)$$

$$a = 200 / 100$$

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

Jadi, besar percepatan kedua balok adalah 2 m/s^2 . Untuk menentukan gaya kontak antara balok 1 dan 2, kita substitusikan nilai percepatan yang kita peroleh ke dalam persamaan (2) sebagai berikut.

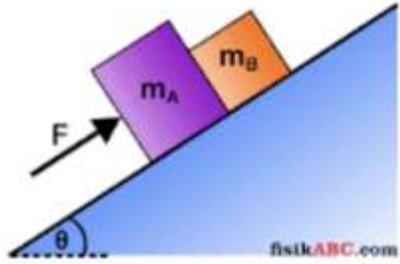
$$F_{12} = m_2 a$$

$$F_{12} = (30)(2)$$

$$F_{12} = 60 \text{ N}$$

Dengan demikian, besar gaya kontak antarbalok adalah 60 N.

4. Balok A dan balok B terletak di atas permukaan bidang miring licin dengan sudut kemiringan 37° . Massa balok A 40 kg dan massa balok B 20 kg. Kemudian balok A didorong dengan gaya F sebesar 480 N seperti yang diperlihatkan pada gambar di bawah ini. Tentukan besar percepatan gerak kedua balok dan juga gaya kontak antara balok A dan balok B.



Jawab

Diketahui:

$m_A = 40 \text{ kg}$

$m_B = 20 \text{ kg}$

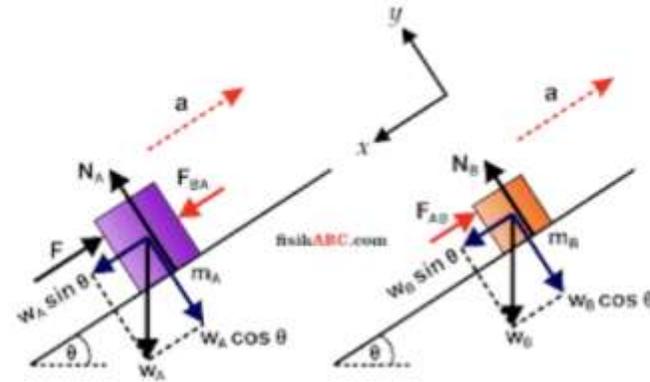
$F = 480 \text{ N}$

$\theta = 37^\circ$

$g = 10 \text{ m/s}^2$

Ditanyakan: Percepatan dan gaya kontak.

Perhatikan gambar di bawah ini.



F_{AB} adalah gaya aksi yang diberikan balok A kepada balok B, sedangkan F_{BA} adalah gaya reaksi yang diberikan balok B kepada balok A. Kedua gaya tersebut merupakan gaya kontak yang besarnya sama.

Lalu untuk menentukan besar percepatan kedua balok dan juga gaya kontak, kita tinjau persamaan gerak masing-masing balok menggunakan Hukum II Newton sebagai berikut.

■ Tinjau Balok A

Karena bidang miring licin maka tidak ada gaya gesek yang bekerja, sehingga resultan gaya pada sumbu-Y tidak perlu diuraikan.

$$\Sigma F_X = ma$$

$$F - w_A \sin \theta - F_{BA} = m_A a$$

$$F - m_A g \sin \theta - F_{BA} = m_A a \dots\dots\dots \text{Pers. (1)}$$

■ Tinjau Balok B

$$\Sigma F_X = ma$$

$$F_{AB} - w_A \sin \theta = m_B a$$

$$F_{AB} - m_B g \sin \theta = m_B a$$

$$F_{AB} = m_B a + m_B g \sin \theta \dots\dots\dots \text{Pers. (2)}$$

Karena $F_{AB} = F_{BA}$, maka kita dapat mensubstitusikan persamaan (2) ke dalam persamaan (1) sebagai berikut.

$$F - m_A g \sin \theta - (m_B a + m_B g \sin \theta) = m_A a$$

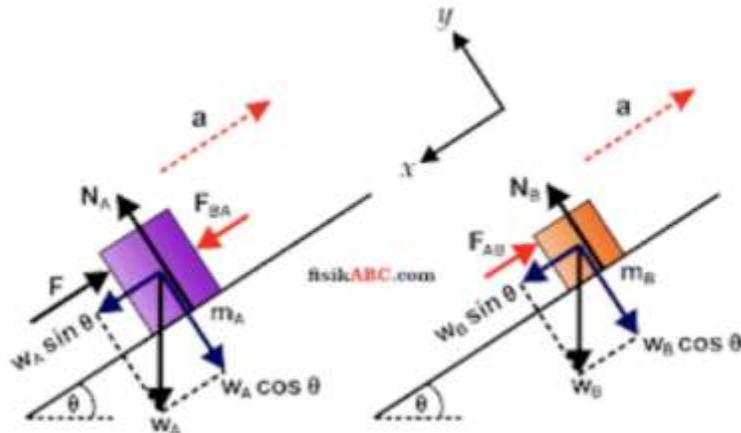
$$F - m_A g \sin \theta - m_B a - m_B g \sin \theta = m_A a$$

$$F - m_A g \sin \theta - m_B g \sin \theta = m_A a + m_B a$$

$$F - g \sin \theta (m_A + m_B) = (m_A + m_B) a$$

$$a = [F - g \sin \theta (m_A + m_B)] / (m_A + m_B)$$

$$a = [F / (m_A + m_B)] - g \sin \theta \dots\dots\dots \text{Pers. (3)}$$



Dengan mensubstitusikan nilai-nilai yang diketahui dalam soal ke dalam persamaan (3), maka kita peroleh besar percepatan kedua balok sebagai berikut.

$$a = [480 / (40 + 20)] - (10) \sin 37^\circ$$

$$a = (480 / 60) - (10)(0,6)$$

$$a = 8 - 6$$

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

Jadi, besar percepatan kedua balok adalah 2 m/s^2 . Untuk menentukan gaya kontak antara balok A dan B, kita substitusikan nilai percepatan yang kita peroleh ke dalam persamaan (2) sebagai berikut.

$$F_{AB} = m_B a + m_B g \sin \theta$$

$$F_{AB} = (20)(2) + (20)(10)(\sin 37^\circ)$$

$$F_{AB} = 40 + (200)(0,6)$$

$$F_{AB} = 40 + 120$$

$$F_{AB} = 160 \text{ N}$$

Dengan demikian, besar gaya kontak antara balok A dan balok B adalah 160 N.