

# DINAMIKA PARTIKEL-2

**Mata Pelajaran** : Fisika  
**Kelas** : X (Sepuluh)  
**Nomor Modul** : FIS. X.05

Penulis : Uu Fathulloh, S.Pd.  
Pengkaji Materi : Drs. I Made Astra, M.Si.  
Pengkaji Media : Dr. Nurdin Ibrahim, M.Pd.

# DAFTAR ISI

## PENDAHULUAN

Kegiatan Belajar 1:	<b>GAYA GESEKAN DAN GERAK BENDA</b> .....	5
	Petunjuk .....	5
	Uraian Materi .....	5
	TUGAS 1 .....	13
Kegiatan Belajar 2:	<b>KEUNTUNGAN DAN KERUGIAN</b>	
	<b>AKIBAT GAYA GESEKAN</b> .....	15
	Petunjuk .....	15
	Uraian Materi .....	15
	TUGAS 2 .....	19
Kegiatan Belajar 3:	<b>GAYA GESEKAN STATIK DAN KINETIK</b> .....	
	23	
	Petunjuk .....	23
	Uraian Materi .....	23
	TUGAS 3 .....	38
<b>PENUTUP</b> .....		40
<b>KUNCI TUGAS</b> .....		41
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		43

# PENDAHULUAN

Siswa SMA Terbuka, apa kabar? Tentu baik, bukan? Itulah yang kami harapkan selalu. Oh, ya, selamat Anda kini telah sampai pada modul Fisika Kelas X Nomor 05 semester dua yang membahas tentang Dinamika Partikel 2. Modul ini banyak membahas tentang sifat perilaku benda saat berinteraksi atau saling bersentuhan dengan lainnya. Sifat tersebut dinyatakan dalam sebuah gaya gesekan ini sangat mudah untuk Anda pahami bila Anda tekun mengkaji dan rajin berlatih menyelesaikan soal-soal latihan.

Tentu Anda masih ingat pada materi modul dinamika partikel 1, bukan? Dalam modul tersebut Anda telah mempelajari mekanika, yang mengkaji benda-benda bergerak atau diam. Saat benda bergerak atau diam maka berlaku hukum-hukum fisika yang disebut dengan hukum I, II, dan III Newton. Dalam modul ini Anda akan mempelajari gaya gesekan dikaitkan dengan ketiga hukum tersebut. Demikian juga kaitannya dengan konsep gerak lurus beraturan (GLB), gerak lurus berubah beraturan (GLBB) dan gerak jatuh bebas.

Apakah yang akan Anda pelajari dalam gaya gesekan? Dalam gaya gesekan Anda akan mempelajari gaya-gaya yang timbul akibat dua permukaan benda yang saling bersentuhan baik pada bidang datar, bidang miring maupun bidang tegak.

Modul dinamika partikel 2 ini berisi tiga kegiatan belajar, yaitu:

- Kegiatan belajar 1 : Gaya Gesekan dan Benda Berat
- Kegiatan belajar 2 : Keuntungan dan Kerugian Akibat Gaya Gesekan
- Kegiatan belajar 3 : Gaya Gesekan Statik dan Kinetik

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan dapat memahami konsep gaya gesekan secara utuh dan menyeluruh.

Bagaimana cara Anda mempelajari modul ini?

Untuk lebih mudahnya ikuti petunjuk berikut ini. pelajarilah modul ini kegiatan demi kegiatan. Mulailah dengan kegiatan belajar 1 hingga kegiatan belajar itu Anda kuasai dengan baik. Untuk mengetahui apakah Anda telah menguasai isi materi pelajaran pada suatu kegiatan belajar, kerjakan tugas yang disediakan pada akhir kegiatan belajar itu dan kemudian cocokkan jawaban Anda dengan kunci jawabannya. Bila Anda belum menguasai 65% dari tiap kegiatan, maka pelajari kembali bagian itu. Setelah Anda yakin bahwa Anda telah menguasai semua isi materi pelajaran pada kegiatan belajar itu, barulah Anda melanjutkan ke kegiatan belajar berikutnya.

Anda mempunyai waktu kurang lebih dua belas jam pelajaran untuk mempelajari modul ini.

Selamat belajar! Semoga Anda sukses.



## GAYA GESEKAN DAN GERAK BENDA



Setelah mempelajari kegiatan belajar 1, Anda diharapkan dapat:  
Mendefinisikan gaya gesekan; dan  
Menghitung secara kualitatif besar gaya gesekan di bidang datar, miringkan dan tegak.

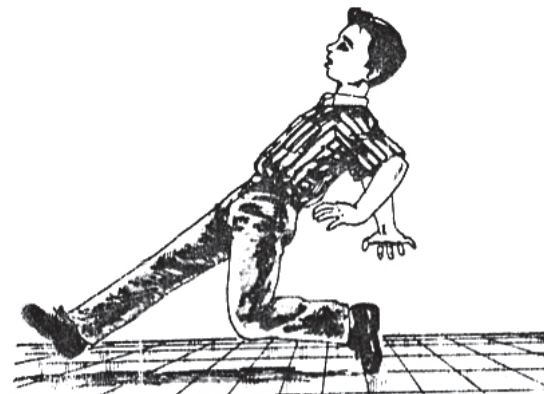


### Pengertian Gaya Gesekan

Pernahkah Anda memperhatikan alas kaki Anda yaitu sepatu atau sandal Anda. Pada saat sepatu atau sandal Anda baru, Anda pasti merasakan betapa nyamannya Anda berjalan. Bandingkan dengan sepatu atau sandal Anda yang lama, dimana alasnya tipis dan aus (gundul). Anda tentu merasa kurang nyaman berjalan, karena Anda khawatir tergelincir atau terpeleset.

Mungkin Anda bertanya mengapa alas sepatu atau sandal yang Anda pakai semakin lama semakin tipis (aus). Hal ini terjadi akibat adanya gesekan antara alas sepatu atau sandal dengan lantai saat Anda berjalan. Gesekan yang terjadi antara alas sepatu atau sandal pada akhirnya menimbulkan gaya yang disebut dengan gaya gesekan.

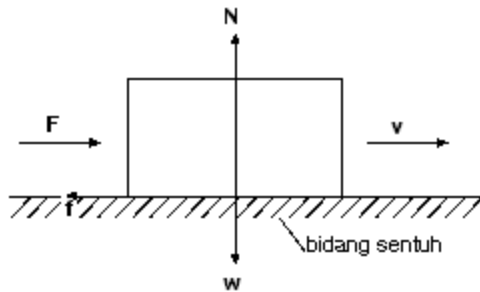
Meskipun secara mikroskopis akan terasa bahwa bagaimanapun halusnyapun permukaan benda, pasti akan timbul gaya gesekan karena adanya keterbatasan dalam membuat permukaan benda menjadi licin sempurna.



Gambar 1. Gaya gesekan antara alas sepatu dengan lantai.

Beberapa contoh gaya gesekan dapat Anda jumpai dalam kehidupan sehari-hari, misalnya gaya gesekan yang terjadi antara ban mobil atau sepeda motor dengan jalan, gaya gesekan antara head radio tape dengan pita kaset yang menghasilkan bunyi yang merdu hingga gaya gesekan antara pena dengan kertas saat Anda menulis.

Untuk membuktikan adanya gaya gesekan di sekitar Anda, lakukanlah kegiatan berikut ini. Letakkan sebuah balok kayu di atas sebuah meja atau lantai. Doronglah balok kayu tersebut dengan tangan Anda. Perhatikan apa yang terjadi. Tentu balok kayu tersebut mula-mula akan bergerak, namun sesaat kemudian balok kayu berhenti.



Gambar 2. Gaya dorong  $F$  mengakibatkan benda bergerak dengan kecepatan  $V$  ke kanan tetapi dihambat oleh gaya gesekan  $f$  ke kiri.

Pernahkah Anda bertanya faktor atau besaran apa saja yang mempengaruhi besarnya gaya gesekan itu? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, silahkan Anda lakukan kegiatan berikut ini. Cobalah Anda dorong sebuah lemari di rumah Anda. Dapatkah lemari tersebut bergerak? Tentu tidak bukan? Mengapa lemari tersebut tidak bergerak? Ya, betul lemari yang didorong dengan gaya  $F$  akan bergerak apabila gaya yang diberikannya lebih besar dari gaya penghambat atau gaya gesekannya. Gaya yang menghambat gerak lemari akan semakin besar apabila permukaan lantainya lebih kasar sehingga akan diperlukan gaya dorong  $F$  lebih besar lagi agar lemari dapat bergerak.



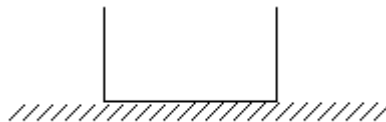
Gambar 3. Seorang anak mendorong sebuah lemari buku pada lantai kasar dengan gaya dorong  $F$ .

Kekasaran lantai atau permukaan suatu benda dinyatakan dengan **koefisien gesekan**. Besarnya koefisien gesekan sangat tergantung pada kekasaran dari permukaan kedua benda yang saling bersentuhan. Selain itu gaya penghambat atau gaya gesekan juga bergantung terhadap gaya normal yang bekerja pada suatu benda.

Besarnya gaya normal yang bekerja pada suatu benda sebanding dengan gaya berat benda tersebut, perhatikan kembali gambar 2 di halaman dua yang menggambarkan penguraian gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda. Mudah bukan? Sekarang silahkan Anda lanjutkan ke materi berikut ini.

### 1. Gaya Gesekan di Bidang Datar

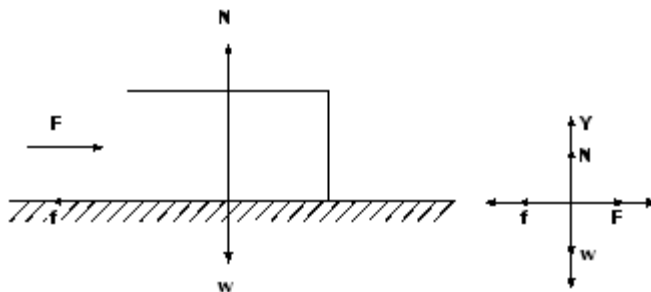
Dalam bahasan ini Anda akan dijelaskan penurunan persamaan gaya gesekan yang terjadi di bidang datar. Persamaan tersebut hanya sebatas kualitatif saja, sebab analisa kuantitatif terhadap persoalan gaya gesek di bidang datar akan dijelaskan dalam kegiatan belajar 3. Perhatikan sebuah benda (balok) yang terletak di atas lantai datar berikut ini.



Gambar 4. Sebuah balok di atas lantai yang kasar.

$\Sigma F = 0$

Pada balok bekerja beberapa komponen gaya yang dapat Anda uraikan seperti gambar di bawah ini. Anggap balok didorong oleh gaya  $F$  ke kanan.



Gambar 5. Penguraian gaya pada balok yang terletak di bidang datar.

Bila benda belum bergerak (diam), maka pada benda berlaku hukum I Newton, perhatikan persamaan berikut ini:  $\Sigma F = 0$ , Anda dapat uraikan gaya tersebut dalam arah sumbu  $x$  dan sumbu  $y$ , sehingga menjadi:

pada sumbu x

(lihat gambar 5 pada sumbu x)

$$F - f = 0$$

Pada sumbu y

(lihat gambar 5 pada sumbu y)

$$N - w = 0$$

$N = w$ , karena  $w = m \cdot g$  maka

$$N = m \cdot g$$

Untuk benda yang bergerak, berlaku hukum II Newton. Sehingga persamaan di atas tidak berlaku untuk benda yang bergerak. Penurunan persamaannya dapat dirumuskan sebagai berikut:

Pada sumbu x

$$= m \cdot a$$

$$= m \cdot a \text{ (lihat gambar 5 pada sumbu x)}$$

$F - f = m \cdot a$ , pindah  $f$  ke ruas kanan dan  $ma$  ke ruas kiri, maka  $F - m \cdot a = f$  atau

$$f = F - m \cdot a$$

Pada sumbu y

$$\Sigma F_y = m \cdot a \text{ (lihat gambar 5 pada sumbu y, dimana } a = 0 \text{)}$$

$$N - w = 0$$

$$N = w$$

$$N = m \cdot g$$

Keterangan:  $f$  = gaya gesek (N)  
 $F$  = gaya dorong (N)  
 $N$  = gaya normal (N)  
 $w$  = gaya berat (N)  
 $a$  = percepatan benda ( $\text{ms}^{-2}$ )  
 $m$  = massa benda (kg)

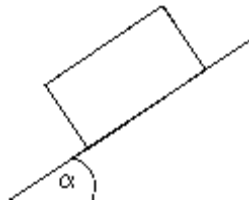
Bagaimana, mudah bukan? Apabila Anda belum paham, pelajari kembali materi tersebut baik-baik. Bagi Anda yang sudah paham Anda dapat melanjutkan ke materi berikut ini.



## 2. Gaya Gesekan di Bidang Miring

Secara kualitatif persamaan gaya gesekan pada bidang miring dapat diuraikan sebagai berikut.

Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 6. Sebuah balok terletak pada bidang miring.

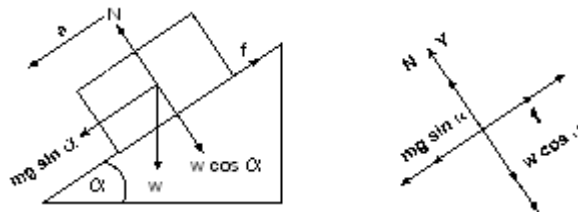
Ada dua kemungkinan gerak yang dialami balok di bidang miring tersebut, yaitu: pertama, balok meluncur turun ke bawah dan kedua, balok naik ke atas jika terdapat gaya dorong  $F$  yang mendorong balok naik ke atas.

Sekarang marilah kita bahas dua kemungkinan tersebut.

### 2.1. Balok Turun ke Bawah

Persamaan gaya yang bekerja pada balok yang turun ke bawah di bidang miring dapat Anda uraikan sebagai berikut.

Perhatikan penguraian gaya-gaya yang bekerja pada balok di bawah ini!



Gambar 7. Penguraian gaya di bidang miring.

Untuk benda yang bergerak turun, maka pada benda berlaku hukum II Newton. Perhatikan persamaan di bawah ini.

Pada sumbu  $x$

$$\Sigma F = m \cdot a$$

$$= m \cdot a \quad (\text{lihat gambar 7 pada sumbu } x)$$

$$mg \sin \alpha - f = m \cdot a$$

$$mg \sin \alpha - m \cdot a = f, \text{ atau}$$

$f = m \cdot g \sin \alpha - m \cdot a$
---

Pada sumbu y

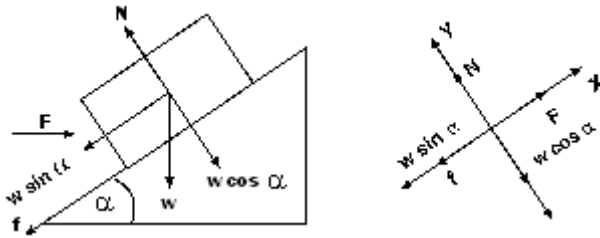
$$= ma \text{ (lihat gambar 7 pada sumbu y, dimana } a = 0 \text{)}$$

$N - W \cos \alpha = 0$ , dengan memindahkan  $W \cos \alpha$  ke ruas kanan maka  $N = W \cos \alpha$ , dimana  $W = mg$ , sehingga :

$$N = mg \cos \alpha$$

## 2.2. Balok Naik ke Atas

Untuk benda yang bergerak naik, karena adanya gaya dorong pada benda maka persamaannya dapat dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 8. Penguraian gaya di bidang miring akibat gaya dorong  $F$ .

Perhatikan gambar 8 di atas!

Pada sumbu x

$$= m.a \text{ (lihat gambar 8 pada sumbu x)}$$

$$F - w \sin \alpha - f = m.a$$

$$F - w \sin \alpha - m.a = f \text{ atau}$$

$$f = F - w \sin \alpha - m.a \text{ dimana}$$

$$w = m.g, \text{ sehingga:}$$

$$f = F - m.g \sin \alpha - m.a$$

Pada sumbu y

$$\sum F_y = m.a \text{ (lihat gambar 8 pada sumbu y, dimana } a = 0 \text{)}$$

$$N - w \cos \alpha = 0$$

$$N = w \cos \alpha \text{ dimana } w = m.g \text{ sehingga:}$$

$$N = m.g \cos \alpha$$

Keterangan:

$f$  = gaya gesekan (N)

$F$  = gaya dorong (N)

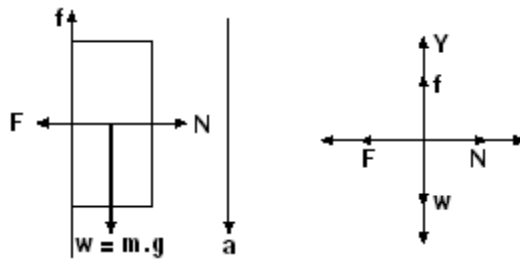
$N$  = gaya normal (N)

- w = gaya berat (N)
- m = massa benda (kg)
- a = percepatan benda ( $10 \text{ ms}^{-2}$ )
- g = percepatan gravitasi ( $10 \text{ ms}^{-2}$ )
- $\alpha$  (dibaca alfa) = sudut kemiringan bidang

Bagaimana, mudah bukan? Apabila Anda belum paham, pelajari kembali materi tersebut baik-baik. Bagi Anda yang sudah paham, silahkan Anda melanjutkan ke materi berikut ini.

### 3. Gaya Gesekan di Bidang Tegak

Gaya gesekan di bidang tegak biasanya dialami oleh sebuah batu yang meluncur turun jatuh dari sebuah bukit yang memiliki sudut kemiringan  $90^\circ$  atau tegak lurus bidang permukaan tanah datar. Agar batu tersebut dapat bergesekan dengan dinding bukit maka umumnya pada batu bekerja gaya luar yang menahan batu tersebut agar selalu menempel pada bukit. Bila Anda analogikan sebuah bukit dengan sebuah dinding rumah maka gaya gesekan yang terjadi di bidang tegak dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 9. Penguraian gaya di bidang tegak.

Pada batu bekerja beberapa komponen gaya yang dapat Anda uraikan dengan menggunakan hukum II Newton, seperti persamaan di bawah ini.

Pada sumbu x

$$\sum F = m.a$$

$$\sum F_x = m.a \text{ (lihat gambar 9 di atas, dimana } a = 0)$$

$$N - F = 0 \text{ atau}$$

$$\boxed{N = F}$$

Sedangkan pada sumbu y:

$$\sum F_y = m.a$$

$$w - f = m.a \text{ (lihat gambar 9 di atas)}$$

$$\text{Sehingga } f = w - m.a, \text{ dimana } w = m.g$$

$$f = m.g - m.a$$

Keterangan:

f = gaya gesekan (N)

F = gaya luar (N)

N = gaya normal (N)

m = massa benda (kg)

g = percepatan gravitasi ( $\text{ms}^{-2}$ )

Sudah pahamkah Anda? Bagus.

Sekarang lanjutkanlah aktivitas Anda dengan menjawab tugas kegiatan 1 berikut ini.



## Tugas 1

**Petunjuk: Silahkan Anda mengerjakan di buku latihan.**

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!**

1. Pada musim kemarau panjang di hutan dapat terjadi kebakaran, padahal tidak ada sumber api yang nyata di hutan tersebut. Jelaskan dengan prinsip gesekan, bagaimana mungkin hal tersebut dapat terjadi?
2. Ketika penerjun payung belum mengembangkan parasutnya ia jatuh dengan cepat, tetapi setelah parasutnya dibuka ia jatuh dengan lambat. Jelaskan bagaimana gesekan udara mempengaruhi gerakannya!

### Umpan balik dan tindak lanjut

Cocokkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban tes mandiri kegiatan belajar 1 yang ada di bagian belakang modul ini. hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan rumus untuk mengetahui tingkat penguasaan materi pada kegiatan belajar 1.

Rumus :

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban Anda yang benar}}{10} \times 100\%$$

Tingkat penguasaan yang Anda capai :

- 90% - 100% = baik sekali
- 80% - 89% = baik
- 70% - 79% = cukup
- 69% = kurang

Kalau Anda mencapai tingkat penguasaan 65% ke atas, Anda dapat meneruskan dengan kegiatan belajar 2. Bagus! Tetapi bila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 65% Anda harus mengulangi kegiatan belajar 1, terutama bagian yang belum Anda kuasai.



## KEUNTUNGAN DAN KERUGIAN AKIBAT GAYA GESEKAN



Setelah mempelajari kegiatan belajar 2, Anda diharapkan dapat menjelaskan keuntungan dan kerugian akibat gaya gesekan.



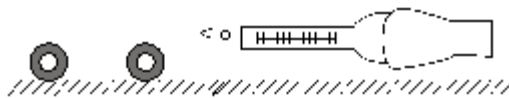
### 1. Keuntungan Gaya Gesekan

Sebelum Anda membahas tentang keuntungan dan kerugian akibat gaya gesekan, lakukanlah kegiatan berikut ini.

1. Siapkanlah balok kayu yang permukaannya agak kasar. Letakkan balok kayu di atas meja. Tariklah perlahan-lahan dengan menggunakan neraca pegas (skala 0 – 10 N). Sambil menarik balok kayu amatilah skala neraca pegas ketika benda tepat akan bergeser. Lakukan kegiatan ini beberapa kali untuk tingkat kekasaran permukaan meja berbeda.
2. Letakkan roda-roda di bawah balok, kemudian lakukan seperti kegiatan 1! Coba Anda bandingkan hasilnya! Dari kedua kegiatan tadi dan dari pengalaman Anda sehari-hari dapat disimpulkan bahwa roda dapat memperkecil gesekan antara gerak balok kayu terhadap permukaan meja.



Gambar 10. Balok ditarik dengan gaya  $F$ .

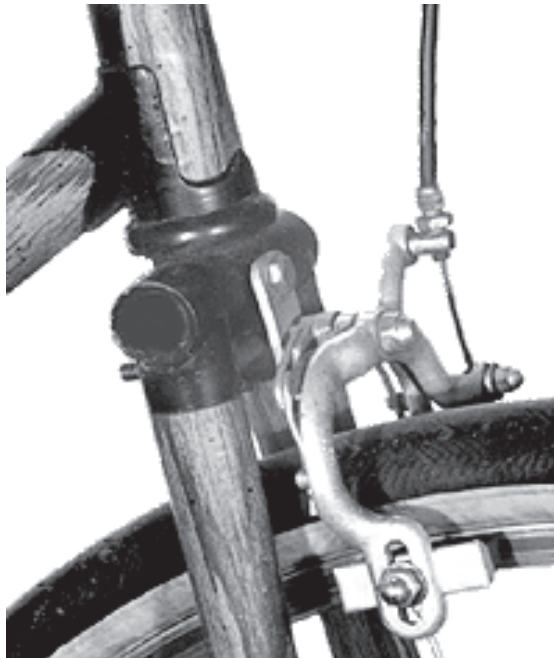


Gambar 11. Balok ditarik dengan diberi roda-roda.

Dari kegiatan di atas Anda telah membuktikan bahwa roda-roda yang dipasang pada balok mampu memperkecil gaya yang dikeluarkan untuk menarik benda bila dibandingkan dengan balok kayu yang ditarik tanpa roda. Kegiatan seperti itu dirasakan amat membantu manusia dalam melakukan aktifitasnya.

Pada pejalan kaki, gesekan antara alas sepatu atau sandal dengan lantai sangat diperlukan, bahkan dibutuhkan gaya gesekan yang sebesar-besarnya antara alas sepatu atau sandal dengan lantai. Hal ini dimaksudkan agar pejalan kaki tidak tergelincir atau mudah jatuh. Di jalan yang licin, gesekan antara kaki dan jalan biasanya kecil, sehingga pejalan kaki itu akan mudah jatuh. Sedangkan di jalan yang kering (tidak licin) Anda akan merasa aman berjalan sebab Anda tidak takut terjatuh.

Demikian halnya pada kendaraan bermotor roda dua, gesekan antara ban dan jalan amat dibutuhkan bahkan gaya gesekan yang sebesar-besarnya antara ban dan jalan. Hal ini dimaksudkan agar ban tidak mengalami slip, supaya pengemudi dan penumpangnya merasa aman. Tetapi jika gesekan antara ban dan jalan nilainya kecil, umumnya disebabkan ban yang gundul (aus), maka hal ini dapat membahayakan pengemudi dan penumpangnya.



*Gambar 12. Contoh gaya gesekan yang menguntungkan antara kampus rem dan roda.*

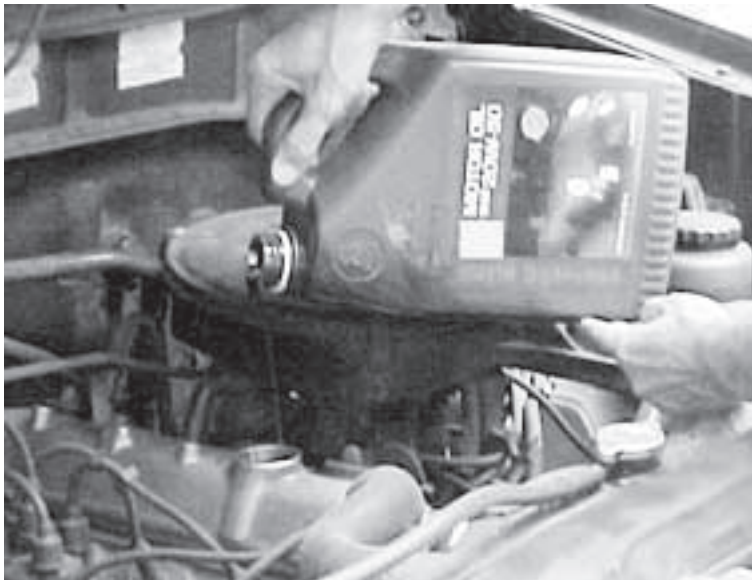
Contoh lain keuntungan akibat gaya gesekan dalam kehidupan sehari-hari adalah rem pada kendaraan. Prinsip kerja dari rem yaitu menahan atau menghentikan lajunya kendaraan. Sehingga kendaraan dapat mengurangi lajunya bahkan berhenti pada tempat yang diinginkan. Bila seorang pengendara mobil misalnya, menginjak pedal rem. Maka pada saat yang bersamaan kampus rem bergesekan dengan roda untuk menahan atau menghentikan gerak rotasi (putaran) roda. Gaya gesekan yang timbul antara kampus rem dan roda sangat penting terutama bagi



Dalam bidang elektronika gesekan antara head radio tape dengan pita kaset amat menguntungkan karena dapat menghasilkan bunyi musik yang merdu.

## 2. Kerugian Gaya Gesekan

Gaya gesekan selain menguntungkan juga dapat merugikan manusia. Coba Anda amati gesekan yang terjadi pada mesin kendaraan bermotor. Mengapa kendaraan bermotor membutuhkan minyak pelumas atau oli mesin? Dapatkah Anda menjawabnya? Betul sekali. Kendaraan bermotor membutuhkan minyak pelumas karena gesekan yang terjadi di bagian mesin kendaraan bermotor sangat merugikan. Jika gesekan tersebut tidak dikurangi maka dapat merusak bagian-bagian mesin. Oleh karena itu, minyak pelumas diperlukan untuk mengurangi gesekan bagian-bagian mesin tersebut. Bahkan pada mesin tertentu seringkali digunakan minyak pelumas khusus yang memiliki kekentalan tinggi.



*Gambar 13. Penggunaan minyak pelumas pada mesin untuk mengurangi gesekan bagian- bagian mesin.*

Selain itu penggunaan minyak pelumas pada kendaraan bermotor juga dapat diberikan pada poros-poros roda dan gir. Hal ini bertujuan agar gesekan pada poros-poros roda dan gir dapat dikurangi.

Demikian pula baut dan mur yang digunakan sebagai pengikat bagian-bagian mesin. Seandainya gaya gesekan antara mur dan bagian-bagian mesin yang diikat kecil berarti pengikatnya tidak sempurna. Dampaknya bagian mesin yang diikat itu akan mudah lepas sehingga mesin akan menjadi rusak.

Anda mungkin bertanya apakah gaya gesekan yang merugikan hanya terjadi pada bagian-bagian mesin saja? Adakah gaya gesekan merugikan yang lain? Tentu saja ada, dan masih banyak lagi. Coba Anda amati ketika Anda menulis di atas kertas dengan menggunakan sebuah pensil. Perhatikan pensil Anda, mula-mula pensil Anda runcing bukan? Tetapi setelah beberapa saat Anda menggunakan pensil tersebut maka pensil Anda menjadi tumpul. Hal ini terjadi akibat gesekan yang terjadi antara pensil dan kertas sehingga pensil Anda menjadi tumpul.

Kondisi serupa juga terjadi pada penghapus pensil yang terbuat dari karet. Semakin sering Anda menggunakan penghapus pensil maka semakin cepat penghapus pensil menjadi habis. Tentu saja ini disebabkan oleh gaya gesekan yang terjadi antara penghapus pensil dan kertas.

Dalam kehidupan sehari-hari tentu masih banyak gaya gesekan yang terjadi pada setiap benda baik yang menguntungkan maupun yang merugikan. Untuk mengetahui pemahaman Anda tentang materi kegiatan belajar 2 ini, maka kerjakanlah tugas kegiatan berikut ini.



## Tugas 2

Petunjuk: silahkan Anda mengerjakan di buku latihan.

Sebutkan contoh kasus gaya gesekan yang menguntungkan dan yang merugikan manusia serta berikan contohnya!

NO.	KASUS	KATEGORI	ALASAN
1.	Gesekan alas sepatu	Menguntungkan	Orang tidak jatuh
2.	Gesekan pada mesin	Merugikan	Mesin akan rusak
3.	Gesekan ban mobil	.....	.....
4.	.....	.....	.....
5.	.....	.....	.....
6.	.....	.....	.....
7.	.....	.....	.....
8.	.....	.....	.....
9.	.....	.....	.....
10.	.....	.....	.....

### Umpan balik dan tindak lanjut

Cocokkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban tes mandiri kegiatan belajar 2 yang ada di bagian belakang modul ini. Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan rumus untuk mengetahui tingkat penguasaan materi pada kegiatan belajar 2.

Rumus:

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban Anda yang benar}}{10} \times 100\%$$

Tingkat penguasaan yang Anda capai :

90% - 100% = baik sekali

80% - 89% = baik

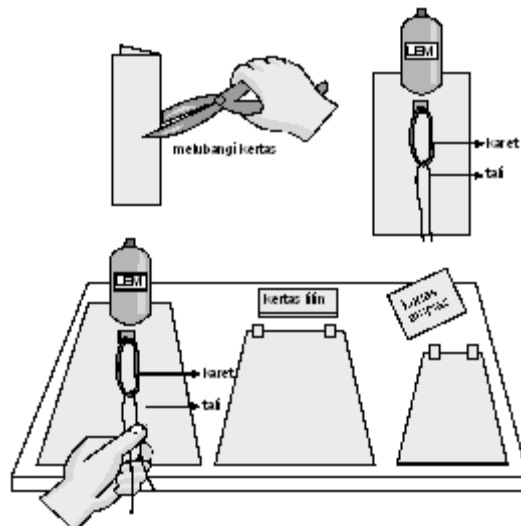
70% - 79% = cukup

- 69% = kurang

Kalau Anda mencapai tingkat penguasaan 65% ke atas, Anda dapat meneruskan dengan kegiatan belajar 3. Bagus! Tetapi bila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 65% Anda harus mengulangi kegiatan belajar 2, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

# Uji Kompetensi

1. Tujuan: untuk mengetahui pengaruh kehalusan permukaan terhadap gerakan.
2. Alat dan bahan:
  - a. kertas poster
  - b. sebotol lem, 236 ml
  - c. penggaris
  - d. tali
  - e. penjepit kertas
  - f. pulpen
  - g. gelang karet
  - h. kertas lilin
  - i. gunting
  - j. kertas amplas
3. Prosedur percobaan:
  1. Guntinglah kartu berukuran 12 cm x 25 cm dari kertas poster.
  2. Lipatlah kartu tersebut, kemudian buatlah celah sepanjang 1 cm, 5 cm dari ujung kartu.
  3. Sisipkan penjepit kertas pada celah tersebut, kemudian kaitkan gelang karet pada penjepit kertas.
  4. Guntinglah seutas tali sepanjang 25 cm, kemudian buatlah lingkaran tali melalui gelang kertas.
  5. Letakkanlah kertas di atas meja.
  6. Letakkanlah botol lem di ujung kartu.
  7. Tariklah tali dengan hati-hati, untuk meluruskan gelang karet.
  8. Tandailah kartu pada ujung gelang karet dengan kata "Mulai".
  9. Tariklah tali sampai kartu mulai bergerak.
  10. Catatlah seberapa jauh perpanjangan gelang karet.
  11. Rekatkanlah secarik kertas lilin dan secarik kertas amplas di atas meja.
  12. Gerakkanlah karut dengan botol lem di atas kertas lilin dan kertas amplas dengan menarik tali.
  13. Perhatikan seberapa jauh perpanjangan gelang karet.
4. Gambar percobaan



5. Hasil percobaan

Tuliskan pendapat Anda tentang hasil percobaan tersebut!

.....  
.....  
.....

Mengapa hasil percobaan seperti tersebut?

Tuliskan alasanmu! .....

.....  
.....  
.....



## GAYA GESEKAN STATIK DAN KINETIK



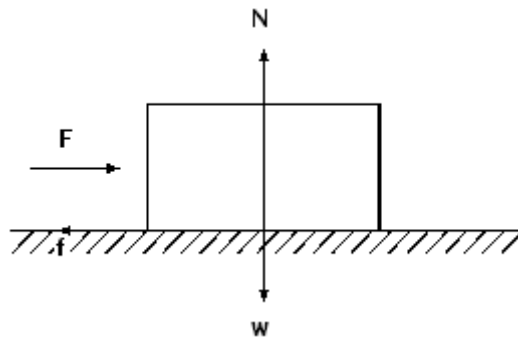
Setelah mempelajari kegiatan belajar 3, Anda diharapkan dapat:  
Melakukan analisa kuantitatif untuk persoalan-persoalan dinamika sederhana pada benda yang bergerak dan benda yang tidak bergerak.  
Menentukan besar gaya gesekan statik; dan  
Menentukan besar gaya gesekan kinetik.



### 1. Jenis-jenis Gesekan

Pada kegiatan belajar 3 ini, Anda akan mempelajari hubungan antara gaya gesekan dengan sifat-sifat benda dan lingkungannya. Disamping itu Anda juga akan mempelajari hukum-hukum gaya sesuai hukum Newton yang berlaku untuk gesekan antara dua buah permukaan benda yang saling bersentuhan.

Perhatikan penguraian gaya-gaya pada sebuah balok kayu diam yang berada di atas lantai seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 14. Penguraian gaya-gaya pada balok kayu.

Agar balok dapat bergerak, maka gaya dorong yang Anda berikan harus lebih besar dari gaya geseknya yang menghambat balok kayu untuk tetap diam. Pada kondisi ini, ada tiga kemungkinan yang terjadi pada balok kayu yaitu: pertama, balok belum bergerak (diam) meskipun Anda telah memberikan gaya dorong  $F$  terhadap balok kayu. Ini terjadi bila gaya dorong yang Anda berikan jauh lebih kecil dari gaya hambatnya (geseknya). Kedua, balok kayu tepat akan bergerak (mulai bergerak) jika besar gaya dorong  $F$  sama dengan gaya hambatnya. Ketiga, balok kayu yang bergerak setelah anda memberikan gaya dorong  $F$  yang jauh lebih besar gaya hambatnya.

Ketiga kondisi ini secara matematis dapat dirumuskan dalam bentuk persamaan:

- 1)  $F < f_s$  maka benda tetap diam
- 2)  $F \geq f_s$  maka benda tepat akan bergerak (mulai bergerak)
- 3)  $F > f_s$  maka benda bergerak

Secara definisi untuk benda yang tetap diam disebut sebagai gaya gesekan statik ( $f_s$ ). Pada saat benda tepat akan bergerak, maka pada keadaan ini gaya gesekan statik bernilai maksimum demikian pula nilai koefisien gesekan statiknya dinamakan koefisien gesekan statik maksimum ( $\mu_s$ ). Sedangkan pada saat gaya dorong  $F$  melebihi gaya gesekan statik maksimumnya maka balok kayu (benda) bergerak sehingga gaya gesekan yang bekerja berubah menjadi gaya gesekan kinetik ( $f_k$ ). Nilai gaya gesekan kinetik selalu lebih kecil dari gaya gesekan statik maksimum. Secara matematis dituliskan dalam bentuk persamaan  $\mu_k < \mu_s$ , dimana  $\mu_k$  = nilai antara 0 dan 1.

$\mu_k$  (dibaca miu ka) adalah nilai koefisien gesekan kinetik yang dimiliki gaya gesekan kinetik saat benda bergerak. Sedangkan  $\mu_s$  (dibaca miu es) adalah nilai koefisien gesekan statik yang dimiliki gaya gesekan statik ketika benda diam atau tepat saat akan bergerak.

Bagaimana mudah bukan? Apabila belum paham, pelajari kembali materi tersebut baik-baik. Bagi Anda yang sudah paham Anda dapat melanjutkan ke materi berikut ini.

## 2. Koefisien Gesekan

Saat membahas kegiatan belajar 1, Anda telah dijelaskan bahwa koefisien gesekan merupakan besaran yang menunjukkan tingkat kekasaran permukaan suatu benda ketika kedua benda sedang bergesekan.

Secara matematis koefisien gesekan dirumuskan sebagai bilangan hasil perbandingan antara besarnya gaya gesekan dengan besarnya gaya normal suatu benda. Jadi nilai koefisien gesekan ditentukan oleh dua faktor yaitu tingkat kekasaran kedua bidang sentuhnya dan gaya normal yang bekerja pada benda tersebut.

Besarnya gaya normal yang bekerja pada suatu benda sebanding dengan berat bendanya, sebab pada benda hanya bekerja gaya berat yang terdapat di permukaannya. Sehingga secara matematis besarnya gaya normal sama dengan gaya beratnya,  $N = w = m.g$ .



Perhatikan tabel nilai koefisien gesekan beberapa benda di bawah ini.

Tabel 1. Nilai Koefisien Gesekan Benda

NO	Permukaan	Koefisien gesekan statik ( $\mu_s$ )	Koefisien gesekan kinetik ( $\mu_k$ )
1.	Kayu pada kayu	0.40	0.20
2.	Baja pada baja	0.74	0.57
3.	Gelas pada gelas	0.68	0.53
4.	Kayu pada baja	0.70	0.40
5.	Aluminium pada kayu	0.61	0.47
6.	Karet pada beton kering	1.00	0.80

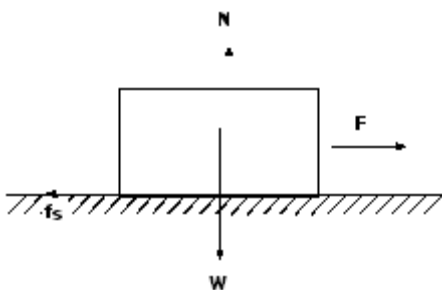
Baik  $\mu_s$  maupun  $\mu_k$  adalah konstanta tidak berdimensi, keduanya merupakan perbandingan dua buah gaya. Nilai  $\mu_s$  dan  $\mu_k$  dapat berharga lebih dari satu, meskipun umumnya mempunyai nilai kurang dari satu. Tentunya hal ini tergantung pada sifat kedua permukaan benda yang bersentuhan.

Bagaimana mudah bukan? Apabila Anda belum paham, pelajari kembali materi tersebut baik-baik. Bagi Anda yang sudah paham, Anda dapat melanjutkan ke materi berikut ini.

### 3. Gaya Gesekan Statik

Pada bagian awal kegiatan belajar 3 ini telah disinggung pengertian gaya gesekan statik. Dapatkah Anda menjelaskan kembali pengertian gaya gesekan statik tersebut? Betul, gaya gesekan statik ( $f_s$ ) adalah gaya gesekan antara dua buah permukaan yang saling diam atau belum bergerak.

Secara matematis gaya gesekan statik dapat dirumuskan sebagai berikut:



saat  $F < f_s$  nilai

$$f_s = \mu_s \cdot N$$

Karena  $N = m \cdot g$ , maka gaya gesekan statik dapat diuraikan menjadi

$$F_s = \mu_s \cdot mg$$

Keterangan :

$f_s$  = gaya gesekan statik (N)

$\mu_s$  = koefisien gesekan statik

$N$  = gaya normal (N)

$m$  = massa benda (kg)

$g$  = percepatan gravitasi bumi ( $\text{ms}^{-2}$ )

$g = 10 \text{ ms}^{-2}$  atau  $9,8 \cdot \text{ms}^{-2}$

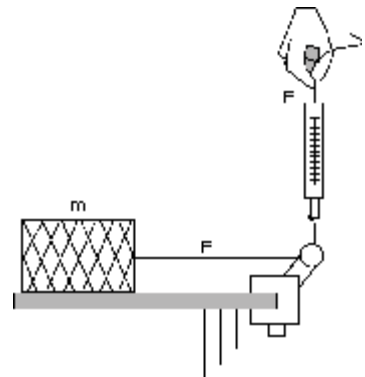
Untuk lebih jelasnya perhatikan contoh soal berikut ini.

### Contoh soal 1

1. Perhatikanlah gambar susunan balok yang ditarik dengan gaya  $F$  melalui necara pegas. Balok yang bermassa 1,5 kg ditarik dengan gaya yang mula-mula kecil kemudian diperbesar sedikit demi sedikit. Koefisien gesekan balok dengan meja 0,15.

Tentukanlah:

- Gaya normal pada balok
- Bagaimanakah keadaan balok pada saat gaya penariknya sangat kecil sekitar (1 – 5 N)?
- Berapakah besar  $F$  pada saat balok akan bergerak?
- Berapa besar gaya gesekan balok dan meja?



Penyelesaian:

Diketahui  $m = 1,5 \text{ kg}$

$\mu_s = 0,15$

$g = 10 \text{ ms}^{-2}$

Ditanyakan:

- $N = \dots?$
- Keadaan balok = ....?
- $F = \dots?$
- $f = \dots?$

Jawab:

Anda dapat menggunakan persamaan gaya gesekan statik di atas untuk menjawab soal-soal tersebut.

- $N = m \cdot g$   
 $N = 1,5 \cdot 10$   
 $N = 15 \text{ N}$

b. Dari jawaban di atas  $N = 15 \text{ N}$ , jika  $F = 1 - 5 \text{ N}$  maka balok belum bergerak (diam)

c. Balok saat akan bergerak

$$F = f_s$$

$$F = \mu_s \cdot N$$

$$F = 0,15 \cdot 15$$

$$F = 2,25 \text{ N}$$

d.  $f_s = \mu_s \cdot N$

$$f_s = 0,15 \cdot 15$$

$$f_s = 2,25 \text{ N}$$

2. Sebuah peti 25 kg diam di atas lantai datar yang kasar, untuk menggerakkan peti itu dibutuhkan gaya 60N.

Berapakah koefisien gesekan statik antara lantai dan peti?

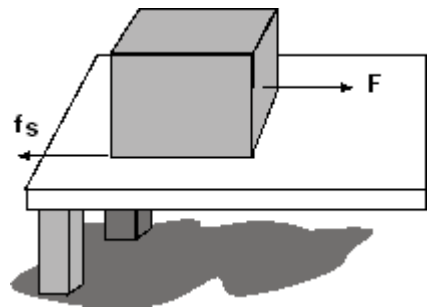
Penyelesaian

Diketahui:  $m = 25 \text{ kg}$

$$F = 60 \text{ N}$$

$$g = 10 \text{ ms}^{-2}$$

$$\mu_s = \dots?$$



Jawab:

Nilai koefisien gesekan yang Anda hitung merupakan nilai koefisien gesekan maksimum karena hal ini terjadi pada benda yang akan bergerak (lihat gambar di atas).

$$F = f_s$$

$$F = \mu_s \cdot mg$$

$$\mu_s = \frac{F}{mg} = \frac{60}{25 \cdot 10} = 0.24$$

Bagaimana mudah bukan? Apakah Anda sudah paham? Bagi Anda yang belum paham pelajari kembali contoh soal di atas. Untuk Anda yang sudah paham, lanjutkanlah dengan mengerjakan soal latihan berikut. Ingat jangan dulu melihat jawaban penyelesaian soal sebelum Anda mengerjakannya!

**3**

Sebuah kubus massa 2,5 kg diletakkan di atas meja. Koefisien antara balok dan meja 0,50. Tentukanlah gaya tarik minimal pada balok supaya balok itu dapat bergerak lurus beraturan.

Mudah bukan? Bila Anda telah menyelesaikan jawaban soal di atas, samakanlah jawaban Anda dengan penyelesaian berikut ini.

Penyelesaian

Diketahui:

$$m = 2,5 \text{ kg}$$

$$\mu = 0,50$$

$$g = 10 \text{ ms}^{-2}$$

Ditanyakan: F ...?

Jawab :

Anda dapat menghitung gaya tarik minimal F sama dengan gaya gesekan statik maksimum.

$$F = f_s$$

$$F = \mu_s \cdot mg$$

$$F = 0,50 \cdot 2,5 \cdot 10$$

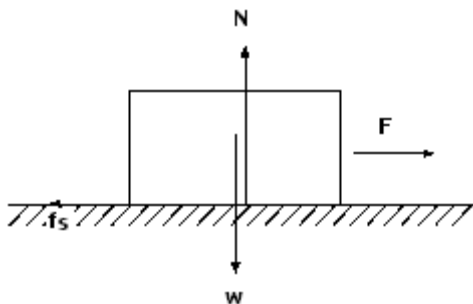
$$F = 12,5 \text{ N}$$

Bagaimana mudah bukan? Apabila Anda belum paham, pelajari kembali materi tersebut baik-baik. Bagi Anda yang sudah paham Anda dapat melanjutkan ke materi berikut ini.

#### 4. Gaya Gesekan Kinetik

Anda dapat mendefinisikan gaya gesekan kinetik sebagai gaya gesekan yang terjadi antara dua permukaan benda yang bergerak relatif terhadap lainnya. Secara matematis gaya gesekan kinetik ( $f_k$ ) dapat dirumuskan sebagai berikut:

saat  $F > f_s$



$$f_k = \mu_k \cdot N$$

Karena  $N = m \cdot g$ , maka gaya gesekan kinetik dapat diuraikan menjadi :

$$f_k = \mu_k \cdot m \cdot g$$

Keterangan:

$f_k$  = gaya gesekan kinetik (N)

$N$  = gaya normal (N)

$\mu_k$  = koefisien gesekan kinetik

$m$  = massa benda (kg)

$g$  = percepatan gravitasi bumi ( $\text{ms}^{-2}$ )

$g = 10 \text{ ms}^{-2}$  atau  $9,8 \text{ ms}^{-2}$

Perlu Anda ketahui dalam penyelesaian soal-soal gaya gesekan kinetik seringkali dihubungkan dengan beberapa konsep fisika yang telah Anda pelajari dalam modul sebelum modul dinamika partikel 2. Konsep fisika tersebut biasanya hukum I, II dan III Newton. Gerak lurus beraturan (GLB), gerak lurus berubah beraturan (GLBB), gerak jatuh bebas serta gerak vertikal ke atas. Untuk lebih jelasnya pelajaryliah contoh soal di bawah ini.

### Contoh soal 2

1. Menentukan nilai koefisien gesekan kinetik.

Sebuah balok aluminium yang bermassa 5 kg terletak di atas lantai yang kasar. Balok tersebut didorong oleh gaya 50N sehingga terjadi gaya gesekan sebesar 30N. Tentukanlah koefisien gesekan kinetik balok dan bidang!

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } m &= 5 \text{ kg} \\ F &= 50 \text{ N} \\ f_k &= 30 \text{ N} \\ g &= 10 \text{ ms}^{-2} \end{aligned}$$

Ditanyakan:  $\mu_k = \dots?$

Jawab:

Anda dapat menghitung koefisien gesekan kinetik dengan persamaan di atas!

$$f_k = \mu_k \cdot N$$

$$f_k = \mu_k \cdot mg$$

$$30 = \mu_k \cdot 5 \cdot 10$$

$$\mu_k = \frac{30}{50} = 0,6$$

Mudah bukan? Baik, marilah Anda pelajari contoh berikutnya.

2. Menentukan gaya gesekan kinetik dihubungkan dengan Hukum II Newton  
Balok kayu bermassa 5 kg berada di atas papan luncur, balok bergerak dengan percepatan  $0,2 \text{ ms}^{-2}$  dari keadaan diamnya. Tentukan besar gaya gesekan yang terjadi bila diketahui  $g = 9,8 \text{ ms}^{-2}$  dan  $\mu_k = 0,15$

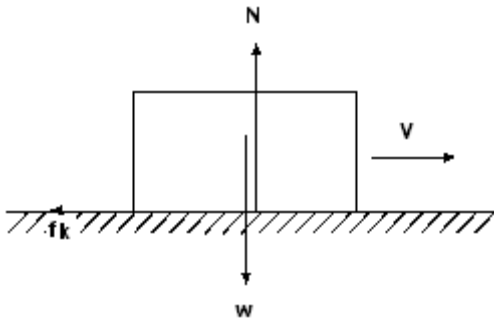
Penyelesaian

Diketahui:  $m = 5 \text{ kg}$   
 $a = 0,2 \text{ ms}^{-2}$   
 $g = 9,8 \text{ ms}^{-2}$   
 $\mu_k = 0,15$

Ditanyakan:  $f_k = \dots?$

Jawab:

Dengan menggunakan hukum II Newton komponen-komponen gaya yang bekerja pada balok dapat Anda uraikan:



$$\Sigma F = m \cdot a$$

$$\Sigma F_x = m \cdot a \text{ (cukup Anda uraikan pada sumbu x saja)}$$

$$-f_k = m \cdot a, \text{ kedua ruas dikalikan dengan minus (-), diperoleh}$$

Persamaan:

$$f_k = - m \cdot a$$

$$f_k = -5 \cdot 0,2$$

$$f_k = -1 \text{ N}$$

Nilai gaya gesekan negatif karena melawan gerak benda.

Jika Anda memahami hukum II Newton, maka soal nomor 2 di atas akan terasa sangat mudah. Sekarang marilah Anda lanjutkan dengan mempelajari contoh berikutnya.

3. Menentukan besar perpindahan benda. Sebuah benda bermassa 4 kg bergerak di atas bidang datar kasar yang mempunyai koefisien gesekan 0,2. Tentukan perpindahan yang ditempuh oleh benda sampai berhenti, diketahui kecepatan awal benda  $10 \text{ ms}^{-1}$

Penyelesaian:

Diketahui:  $m = 4 \text{ kg}$

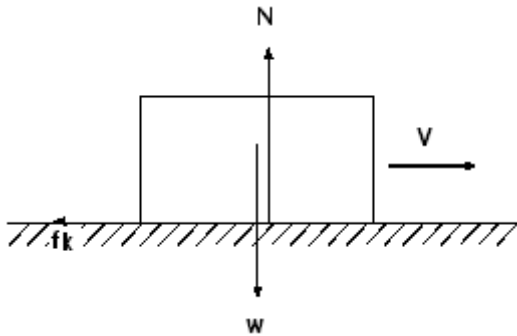
$\mu_k = 0,2$

$g = 10 \text{ ms}^{-2}$ ,  $V_0 = 10 \text{ ms}^{-1}$  dan  $V_t = 0 \text{ ms}^{-1}$

Ditanyakan:  $s = \dots?$

Jawab:

Anda uraikan komponen gaya yang bekerja pada benda terlebih dahulu.



$$\Sigma F = m \cdot a$$

$$\Sigma F_x = m \cdot a \text{ (cukup Anda uraikan sumbu x saja)}$$

$$- f_x = m \cdot a$$

$$- \mu_k N = m \cdot a$$

$$- \mu_k mg = m \cdot a \text{ sehingga } a = - \mu_k \cdot g \text{ , maka}$$

$$- 0,2 \cdot 10 = a$$

$$- 2 = a$$

$$a = -2 \text{ ms}^{-2} \text{ (perlambatan arah ke kiri)}$$

Dengan menggunakan persamaan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) maka diperoleh persamaan perpindahan:

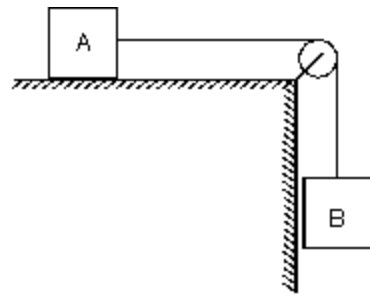
$$Vt^2 = V_0^2 + 2 as$$

$$0 = (10)^2 + 2 (-2) s$$

$$0 = 100 - 4s$$

$$4s = 100 \quad s = \frac{100}{4} = 25 \text{ m}$$

4. Menentukan kecepatan linear sistem  
 Pada gambar A = 2 kg, B = 4 kg. Jika B dilepaskan maka balok A tepat akan bergerak.  
 Berapakah percepatan linear sistem jika koefisien gesek  $\mu_k = 0,2$ ? ( $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ )



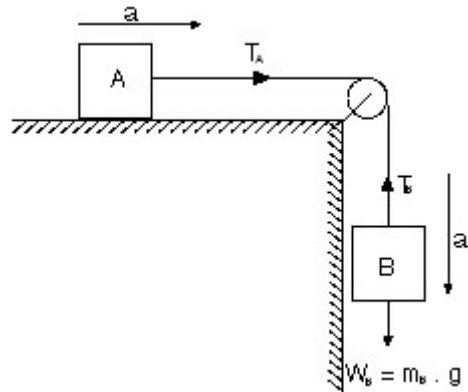
Penyelesaian:

Diketahui:  $m_A = 2 \text{ kg}$   
 $m_B = 4 \text{ kg}$   
 $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ ,  $\mu_k = 0,2$

Ditanyakan:  $a = \dots?$

Jawab:

Anda uraikan komponen gaya yang bekerja pada benda terlebih dahulu. Perhatikan gambar di samping! Gunakan hukum II Newton pada benda A, hitung  $T_A$ .



$$\Sigma F = m \cdot a$$

$$\Sigma F_x = m_A \cdot a$$

$$T_A - f_k = m_A \cdot a$$

$$T_A = m_A \cdot a + f_k$$

$$\text{(dimana } f_k = \mu_k \cdot m_A \cdot g)$$

$$T_A = m_A \cdot a + \mu_k \cdot m_A \cdot g$$

Pada benda B, dihitung  $T_B$

$$\Sigma F_y = m \cdot a$$

$$W_B - T_B = m_B \cdot a$$

(ingat: gaya searah gerak benda positif dan berlawanan negatif. Lihat kembali modul dinamika partikel 1)

$$m_B \cdot g - T_B = m_B \cdot a \quad \text{(pindahkan } m_B \cdot g \text{ ke ruas kanan)}$$

$$-T_B = m_B \cdot a - m_B \cdot g \quad \text{(kalikan kedua ruas dengan minus)}$$

$$T_B = -m_B \cdot a + m_B \cdot g$$

$$T_B = -m_B \cdot a + m_B \cdot g$$

Dalam soal ini  $T_A = T_B$  karena katrol dianggap licin dan tidak berputar

$$T_A = T_B$$

$$m_B \cdot a + \mu_k \cdot m_A \cdot g = m_B \cdot g - m_B \cdot a$$

(pindahkan  $m_B \cdot a$  ke ruas kiri dan  $\mu_k \cdot m_A \cdot g$  ke ruas kanan)

$$m_A \cdot a + m_B \cdot a = m_B \cdot g - \mu_k \cdot m_A \cdot g$$

$$a (m_A + m_B) = (m_B - \mu_k \cdot m_A) g$$



$$a = \frac{(m_B - \mu_k \cdot m_A) \cdot g}{m_A + m_B}$$

Sehingga percepatan linear sistem dapat dihitung :

$$a = \frac{(4 - 0,2 \cdot 2) \cdot 10}{2 + 4}$$

$$a = \frac{40 - 4}{6}$$

$$a = \frac{36}{6}$$

$$a = 6 \text{ ms}^{-2}$$

Apakah Anda sudah paham? Bagi Anda yang belum paham pelajari kembali contoh soal di atas. Untuk Anda yang sudah paham, lanjutkanlah mempelajari contoh soal berikutnya.

5. Menentukan gaya gerak, koefisien gesekan dan gaya normal pada benda yang ditarik sebuah tali.

Sebuah kotak 50N ditarik oleh sebuah gaya 25N di atas lantai kasar dengan laju yang tetap. Tentukanlah (a) gaya gesekan yang menghambat benda itu, (b) gaya normal benda itu, dan (c) koefisien gesek.

Penyelesaian:

Diketahui:  $w = 50 \text{ N}$

$F = 25 \text{ N}$

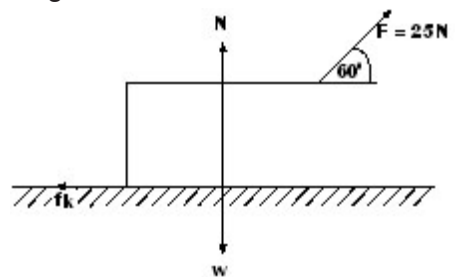
$\alpha = 60^\circ$

$V = \text{tetap}$

Ditanyakan: a.  $f_k = \dots?$

b.  $N = \dots?$

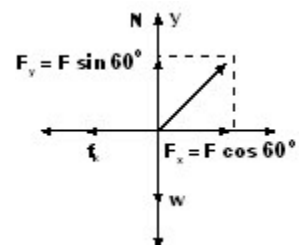
c.  $\mu_k = \dots?$



Jawab:

Perhatikan gambar di samping!

Jika komponen gaya tersebut Anda uraikan dalam koordinat kartesius menjadi diagram di samping!



- a. Gaya gesekan dapat dihitung dengan melihat komponen gaya pada sumbu x. Menurut hukum I Newton untuk benda yang memiliki  $V = \text{tetap}$ , berlaku

$$\Sigma F = 0$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$F_x - f_k = 0$$

$$F_x = f_k$$

$$f_k = F_x$$

$$f_k = F \cos 60^\circ$$

$$f_k = 25 \cos 60^\circ$$

$$f_k = 25 \cdot \frac{1}{2}$$

$$f_k = 12,50 \text{ N}$$

- b. Gaya normal dapat dihitung dengan melihat komponen gaya pada sumbu y. Menurut hukum I Newton

$$\Sigma F = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N + F_y - w = 0$$

$$N + F \sin 60^\circ - 50 = 0$$

$$N + 25 \sin 60^\circ - 50 = 0$$

$$N + 21,65 - 50 = 0$$

$$N - 28,35 = 0$$

$$N = 28,35 \text{ N}$$

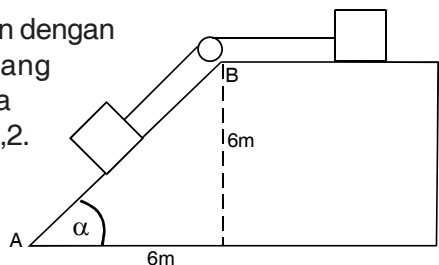
- c. Koefisien gesekan dapat diperoleh dengan rumus gaya gesekan kinetik.

$$f_k = \mu_k \cdot N$$

$$\mu_k = \frac{f_k}{N} \rightarrow \mu_k = \frac{12,50}{28,35} \rightarrow \mu_k = 0,4$$

Apakah Anda sudah paham? Bagi Anda yang belum paham pelajari kembali contoh soal di atas. Untuk Anda yang sudah paham lanjutkan mempelajari contoh soal berikut.

6. Dua balok masing-masing 50N dihubungkan dengan seutas tali melalui katrol padasebuah bidang miring seperti terlihat pada gambar. Kedua bidang mempu nyai koefisien gerak kinetik 0,2. Bila gesekan dengan katrol dan massa tali diabaikan, hitunglah percepatan linear sistem! ( $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ )



Penyelesaian:

Diketahui :  $w_1 = 50 \text{ N}$ , maka  $w_1 = m_1 g$  sehingga  $m_1 = 5 \text{ kg}$

$w_2 = 50 \text{ N}$ , maka  $w_2 = m_2 g$  sehingga  $m_2 = 5 \text{ kg}$

$\mu_k = 0,2$

$g = 10 \text{ ms}^{-2}$

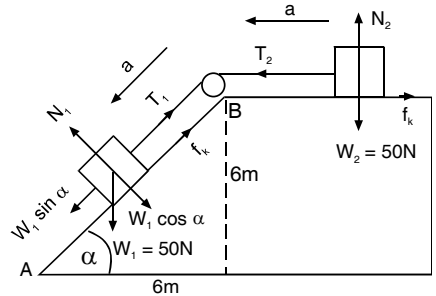
Ditanyakan:  $a = \dots ?$

Jawab:

Perhatikan gambar di samping!

Anda uraikan komponen gaya yang bekerja pada benda terlebih dahulu.

Gunakan hukum II Newton



Pada benda 1, hitung  $T_1$

$$\Sigma F = m \cdot a$$

$$= m_1 a$$

$$w_1 \sin \alpha - T_1 - f_{k1} = m_1 a$$

$-T_1 = m_1 a + f_{k1} - w_1 \sin \alpha$ , kedua ruas dikalikan minus diperoleh:

$$T_1 = -m_1 a - f_{k1} + w_1 \sin \alpha, \text{ dimana}$$

$$f_{k1} = \mu_k N_1$$

$$T_1 = w_1 \sin \alpha - m_1 a - \mu_k N_1, \text{ pada bidang miring } N_1 = w_1 \cos \alpha$$

$$T_1 = w_1 \sin \alpha - m_1 a - \mu_k w_1 \cos \alpha$$

Pada benda 2, hitung  $T_2$

$$= m \cdot a$$

$$= m_2 a$$

$T_2 - f_k = m_2 a$ , pindahkan  $f_k$  ke ruas kanan sehingga diperoleh:

$$T_2 = m_2 a + f_k$$

$$T_2 = m_2 a + \mu_k N_2$$

$$T_2 = m_2 a + \mu_k m_2 g = m_2 a + \mu_k W_2$$

Dalam soal ini  $T_1 = T_2$  karena katrol dianggap licin dan tidak berputar.

$T_1 = T_2$ , maka

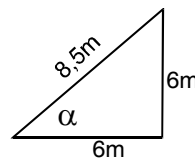
$$w_1 \sin \alpha - m_1 a - \mu_k w_1 \cos \alpha = m_2 a + \mu_k W_2$$

$-m_1 a - m_2 a = \mu_k W_2 - w_1 \sin \alpha + w_1 \cos \alpha$  (kedua ruas dikalikan dengan minus)

$$a(m_1 + m_2) = w_1 \sin \alpha - w_1 \cos \alpha - \mu_k W_2$$

Perhatikan gambar dibawah!

Dari gambar diperoleh



$$\sin \alpha = \frac{6}{8,5} = 0,7$$

$$\cos \alpha = \frac{6}{8,5} = 0,7$$

$$a = \frac{w_1 \cdot \sin \alpha - \mu_k \cdot w_1 \cdot \cos \alpha - \mu_k \cdot w_2}{m_1 + m_2}$$

Sehingga percepatan linear sistem dapat dihitung:

$$a = \frac{50 \cdot 0,7 - 0,2 \cdot 50 \cdot 0,7 - 0,2 \cdot 50}{5 + 5}$$

$$a = \frac{35 - 7 - 10}{10}$$

$$a = \frac{18}{10} = 1,8 \text{ ms}^{-2}$$

Apakah Anda sudah paham? Pelajari kembali contoh soal di atas bila Anda belum paham. Bagi Anda yang sudah paham Anda dapat melanjutkan mengerjakan latihan soal berikut ini. Ingat jangan dulu melihat jawabannya sebelum Anda kerjakan!



**2**

1. Sebuah benda bermassa 2 kg bergerak di atas bidang datar kasar yang mempunyai koefisien gesekan 0,3. Tentukan perpindahan yang ditempuh oleh benda sampai berhenti, diketahui kecepatan awal benda 15 ms<sup>-1</sup>!

Apabila Anda telah selesai mengerjakannya, samakanlah pekerjaan Anda dengan jawaban di bawah ini.

Penyelesaian:

Diketahui:

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

$$\mu_k = 0,3$$

$$g = 10 \text{ ms}^{-2}$$

$$V_0 = 15 \text{ ms}^{-1}$$

$$V_t = 0$$

Ditanyakan: S = ....?

Jawab:

$$a = -\mu_k \cdot g$$

$$a = -0,3 \cdot 10$$

$$a = -3 \text{ ms}^{-2}$$

Dari persamaan GLBB:

$$V_t^2 = V_0^2 + 2as$$

$$0 = (15)^2 + 2(-3)s$$

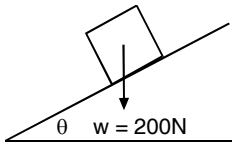
$$0 = 225 - 6s$$

$$6s = 225$$

$$s = 37,5 \text{ m}$$

Mudah bukan? Sekarang marilah Anda lanjutkan dengan soal berikutnya.

2. Hitunglah gaya normal dari benda seperti pada gambar di samping,  $\theta = 30^\circ$



Apabila Anda telah selesai mengerjakannya, samakanlah pekerjaan Anda dengan jawaban di bawah ini.

Penyelesaian:

Uraikan komponen-komponen gaya yang bekerja pada benda terlebih dahulu seperti gambar di samping.

Gunakan hukum I Newton

$$\Sigma F = 0$$

$$= 0 \text{ (uraikan hanya pada sumbu y saja)}$$

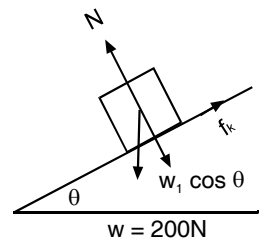
$$N - w \cos \theta = 0$$

$$N = w \cos \theta$$

$$N = 200 \cdot \cos 30^\circ$$

$$N = 200 \cdot \frac{1}{2} \sqrt{3}$$

$$N = 100 \sqrt{3} \text{ N}$$



Apakah jawaban Anda sama seperti jawaban di atas? Jika ya, berarti Anda benar. Apabila jawaban Anda belum benar, pelajari kembali materi tersebut sampai Anda paham betul. Bagi Anda yang menjawab dengan benar, selamat atas keberhasilan Anda. Untuk mengetahui pemahaman Anda tentang materi kegiatan belajar 3 di atas, maka kerjakan tugas kegiatan berikut ini.

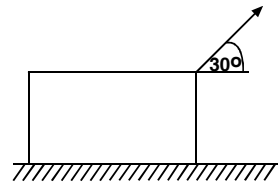


### TUGAS 3

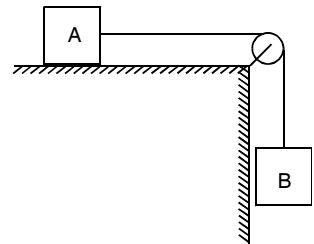
**Petunjuk:** silahkan Anda mengerjakan di buku latihan.  
**Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!**

1. Mobil sedan yang massanya 1 ton bergerak dengan kelajuan tetap 36 km/jam. Tiba-tiba mobil itu direm sehingga berhenti setelah 10 m. Berapa besar koefisien gesekan antara ban dan jalan?
2. Mobil yang bermassa 900 kg melaju di atas jalan yang datar dengan kecepatan  $20 \text{ ms}^{-1}$ . Mobil itu tiba-tiba direm. Berapakah besar gaya pengereman bila mobil itu dikehendaki berhenti setelah 30 m?

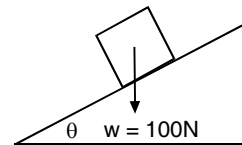
3. Sebuah kotak 30 N ditarik oleh sebuah gaya 15N di atas lantai kasar dengan laju tetap seperti pada gambar. Tentukanlah gaya gesekan yang menghambat benda itu!



4. Pada gambar A = 2 kg, B = 6 kg. Jika B dilepaskan maka balok A tepat akan bergerak. Berapakah percepatan linear sistem jika koefisien gerak  $\mu_k = 0,3$ ? ( $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ )



5. Hitunglah gaya normal benda seperti pada gambar di samping!  $\theta = 60^\circ$



## Umpan balik dan tindak lanjut

Cocokkan hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban tes mandiri kegiatan belajar 3 yang ada di bagian belakang modul ini. hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan rumus untuk mengetahui tingkat penguasaan materi pada kegiatan belajar 3.

Rumus:

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah jawaban Anda yang benar}}{10} \times 100\%$$

Tingkat penguasaan yang Anda capai:

90% - 100% = baik sekali

80% - 89% = baik

70% - 79% = cukup

- 69% = kurang

Kalau Anda mencapai tingkat penguasaan 65% ke atas, Anda dapat meneruskan dengan kegiatan belajar berikut. Bagus! Tetapi bila tingkat penguasaan Anda masih dibawah 65% Anda harus mengulangi kegiatan belajar 3, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

# PENUTUP

Selamat Anda telah selesai mempelajari modul dinamika partikel 2. Belajar Anda telah cukup lengkap dan bervariasi setelah Anda mempelajari kegiatan belajar 1, 2 dan 3 dengan mengerjakan contoh soal, latihan soal dan tugas kegiatan (tes mandiri) yang ada di setiap kegiatan belajar.

Hal-hal penting yang telah Anda pelajari adalah:

1. Gaya gesekan adalah gaya yang ditimbulkan apabila dua permukaan benda saling bersentuhan. Hal ini terjadi karena adanya kekasaran dari permukaan benda yang bersentuhan.
2. Gaya gesekan ditentukan oleh dua faktor yaitu massa benda dan koefisien gesekan benda.
3. Gaya gesekan dapat terjadi pada semua bidang permukaan yang meliputi bidang datar, bidang miring dan bidang tegak.
4. Gaya gesekan mempunyai dua fungsi yang berbeda yaitu fungsi yang menguntungkan dan fungsi yang merugikan bagi manusia.
5. Gaya gesekan dapat dibedakan menjadi dua yaitu gaya gesekan statik yang bekerja pada benda tidak bergerak (diam) dan gaya gesekan kinetik yang bekerja pada benda bergerak.
6. Gaya gesekan statik:

$$\begin{aligned} f_s &= \mu_s \cdot N \\ f_s &= \mu_s \cdot mg \end{aligned}$$

7. Gaya gesekan kinetik

$$\begin{aligned} f_k &= \mu_s \cdot N \\ f_k &= \mu_s \cdot mg \end{aligned}$$

8. Pemecahan soal gaya gesekan sangat berkaitan dengan konsep-konsep fisika seperti hukum I, II, III Newton, gerak lurus beraturan (GLB), gerak lurus berubah beraturan (GLBB) dan gerak jatuh bebas.

Dengan demikian Anda dapat meneruskan ke modul berikutnya namun jika belum sebaiknya membaca ulang kegiatan belajar 1, 2 dan 3.

Bagi Anda yang telah menyelesaikan tugas yang diberikan dan bersedia berlatih, silahkan tugas tersebut diperiksa bersama teman Anda atau guru bina. Apabila Anda mengalami kesulitan jangan ragu untuk menanyakan kepada teman atau guru bina. Ingatlah bahwa tes di akhir modul ini wajib mencapai nilai minimal 65%.

Semoga apa yang telah Anda pelajari dapat bermanfaat bagi Anda. Untuk lebih banyak pengetahuan Anda tentang kegiatan di modul ini sebaiknya Anda membuka buku fisika yang dapat menunjang modul ini. Apalagi untuk Anda yang bercita-cita menjadi seorang ahli teknik mesin atau seorang insinyur. Sekian terima kasih dan semoga sukses.





## Tugas 1

1. Kayu-kayu yang kering jika terus menerus saling bergesekan dengan kayu atau benda padat yang lainnya secara terus menerus akan menimbulkan panas (api). Timbulnya panas akan lebih cepat bila suhu udara di sekitarnya juga panas atau tinggi.
2. Udara yang menyelimuti bumi (atmosfer). Jika mengenai suatu benda akan mengalami gesekan. Tetapi karena partikel-partikel udara berukuran sangat kecil, gesekan tersebut tidak terasa. Namun bila Anda bergerak dengan kecepatan yang lebih tinggi Anda akan merasakan terpaan angin atau gesekan Anda dengan udara. Demikian pula halnya dengan seorang penerjun yang telah membuka payungnya karena luas payung lebih besar dari luas orang maka gesekan udara akan menghambat gerak jatuh penerjun tersebut.



## Tugas 2

NO.	KASUS	KATEGORI	ALASAN
1	Gesekan alas sepatu	Menguntungkan	Orang tidak jatuh
2.	Gesekan pada mesin	Merugikan	Mesin akan rusak
3.	Gesekan ban mobil	Menguntungkan	Mobil tidak slip
4.	Gesekan Head radio tape	Menguntungkan	Menghasilkan bunyi
5.	Gesekan pada rem kendaraan	Menguntungkan	Menjaga keselamatan
6.	Gesekan mur baut	Menguntungkan	Mengencangkan benda yang diikat
7.	Gesekan poros roda gir	Merugikan	roda gir rusak
8.	Gesekan pensil	Merugikan	Pensil abis
9.	Gesekan penghapus	Merugikan	Penghapus habis
10	Gesekan angin pada kendaraan	Merugikan	Menghambat laju kendaraan

### Penjelasan:

Berikan kebebasan siswa Anda untuk menjawab tugas kegiatan belajar 2 ini. Jawaban di atas hanya sebagai acuan. Jika ada jawaban lain dan logis maka jawaban tersebut juga benar.



### Tugas 3

$$1. V_t^2 = V_0^2 + 2 as,$$

$$V_0 = 36 \text{ km/jam} = \frac{36000}{3600} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$$

$$0 = (10)^2 + 2.a.10$$

$$0 = 100 + 20a$$

$$-20a = 100$$

$$a = -5 \text{ ms}^{-2}$$

$$a = -\mu_k \cdot g$$

$$-5 = -\mu_k \cdot 10$$

$$\mu_k = 0,5$$

$$2. V_t^2 = V_0^2 + 2 as,$$

$$0 = (20)^2 + 2.a.30$$

$$0 = 400 + 60a$$

$$-60a = 400$$

$$a = -\frac{400}{60} \text{ ms}^{-2}$$

$$f_k = F = ma$$

$$f_k = 900 \left(-\frac{400}{60}\right)$$

$$f_k = -6000 \text{ N}$$

$$3. f_k = F \cos$$

$$f_k = 15 \cos 30^\circ$$

$$f_k = 15 \cdot \frac{1}{2} \sqrt{3} = 7,5 \sqrt{3} \text{ N}$$

$$4. a = \frac{(w_B - \mu_k \cdot m_A) \cdot g}{m_A + m_B}$$

$$a = \frac{(6 - 0,3 \cdot 2) \cdot 10}{2 + 6}$$

$$a = \frac{(6 - 0,6) \cdot 10}{8}$$

$$a = \frac{54}{8} \rightarrow 6,75 \text{ ms}^{-2}$$

$$5. N = W \cos \theta$$

$$N = 100 \cos 60^\circ$$

$$N = 100 \cdot \frac{1}{2} \rightarrow N = 50 \text{ N}$$

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus Taranggono, dkk, **Sains Fisika 1A**; Bumi Aksara, Jakarta: 2000.
- Bob Foster, **Terpadu Fisika 1A**; Erlangga, Jakarta: 2000.
- Budi Prasodjo, Ir, **Soal dan Penyelesaian Fisika SMU Ebtanas dan UMPTN**; Erlangga, Jakarta: 1999.
- Dedi Hidayat, S.Si, **Prinsip-prinsip Fisika 1A mencakup 700 soal-soal**; Yudhistira, Jakarta: 200.
- Didik Asmiarto, Zaenal Abidin, **Panduan Belajar Kelas 1 SMU Fisika**; Lembaga Pendidikan Primagrama, Yogyakarta: 2000.
- Djartiman, K. Kamanjaya, **Panduan Menguasai Fisika 1**, Ganeca, Bandung: 2000.
- R.C. Sudiono, **Fisika Sekolah Menengah Umum 1**; Regina, Bogor: 2002.
- Supiyanto, **Fisika untuk SMU Kelas 1**. Erlangga, Jakarta: 2002.
- Yohanes Surya, **Olimpiade Fisika Teori dan Latihan Fisika Menghadapi Masa Depan**, Kelas 1B. PT Primatika Cipta Ilmu, Jakarta: 1987.
- Yudha (editor), Cipta Science Team, **Panduan dan Pembahasan Lengkap Ebtanas Fisika Tahun 1986 s.d Tahun Terbaru untuk SMU IPA Lulus NEM Fisika Tinggi**, Yustadi. Jakarta 1999.