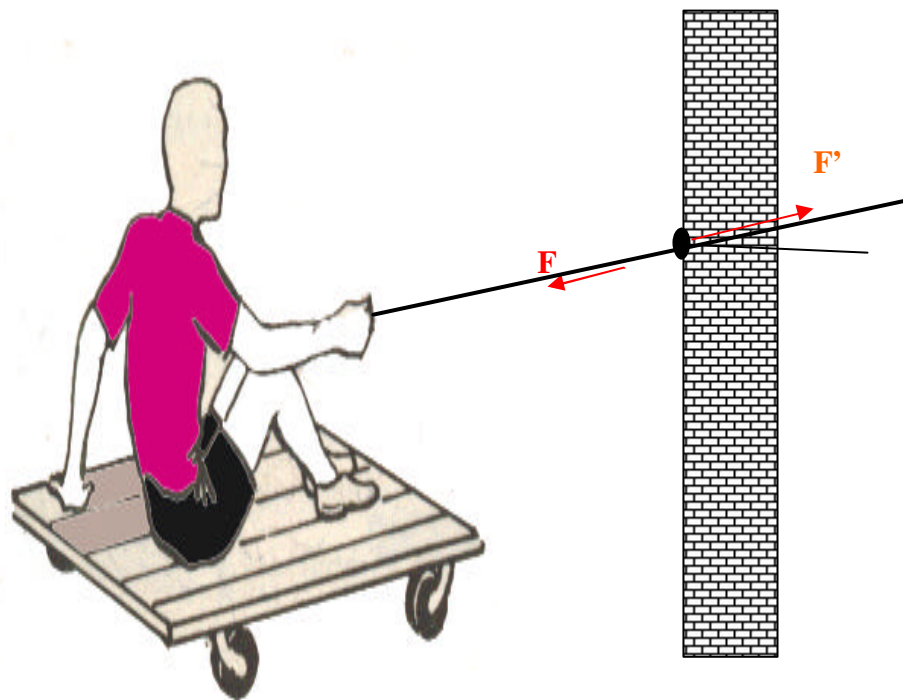


Hukum Newton



BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

2004

Kode FIS.07

Hukum Newton

Penyusun

Drs. Hainur Rasjid Achmadi, MS.

Editor:

Dr. Budi Jatmiko, M.Pd.

Drs. Munasir, M.Si.

**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

2004

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan hidayah-Nya, kami dapat menyusun bahan ajar modul manual untuk SMK Bidang Adaptif, yakni mata-pelajaran Fisika, Kimia dan Matematika. Modul yang disusun ini menggunakan pendekatan pembelajaran berdasarkan kompetensi, sebagai konsekuensi logis dari Kurikulum SMK Edisi 2004 yang menggunakan pendekatan kompetensi (CBT: Competency Based Training).

Sumber dan bahan ajar pokok Kurikulum SMK Edisi 2004 adalah modul, baik modul manual maupun interaktif dengan mengacu pada Standar Kompetensi Nasional (SKN) atau standarisasi pada dunia kerja dan industri. Dengan modul ini, diharapkan digunakan sebagai sumber belajar pokok oleh peserta diklat untuk mencapai kompetensi kerja standar yang diharapkan dunia kerja dan industri.

Modul ini disusun melalui beberapa tahapan proses, yakni mulai dari penyiapan materi modul, penyusunan naskah secara tertulis, kemudian disetting dengan bantuan alat-alat komputer, serta divalidasi dan diujicobakan empirik secara terbatas. Validasi dilakukan dengan teknik telaah ahli (*expert-judgment*), sementara ujicoba empirik dilakukan pada beberapa peserta diklat SMK. Harapannya, modul yang telah disusun ini merupakan bahan dan sumber belajar yang berbobot untuk membekali peserta diklat kompetensi kerja yang diharapkan. Namun demikian, karena dinamika perubahan sains dan teknologi di industri begitu cepat terjadi, maka modul ini masih akan selalu dimintakan masukan untuk bahan perbaikan atau direvisi agar supaya selalu relevan dengan kondisi lapangan.

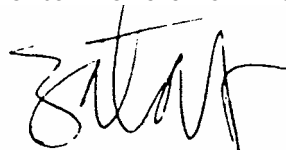
Pekerjaan berat ini dapat terselesaikan, tentu dengan banyaknya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang perlu diberikan penghargaan dan ucapan terima kasih. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini tidak

berlebihan bilamana disampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak, terutama tim penyusun modul (penulis, editor, tenaga komputerisasi modul, tenaga ahli desain grafis) atas dedikasi, pengorbanan waktu, tenaga, dan pikiran untuk menyelesaikan penyusunan modul ini.

Kami mengharapkan saran dan kritik dari para pakar di bidang psikologi, praktisi dunia usaha dan industri, dan pakar akademik sebagai bahan untuk melakukan peningkatan kualitas modul. Diharapkan para pemakai berpegang pada azas keterlaksanaan, kesesuaian dan fleksibilitas, dengan mengacu pada perkembangan IPTEK pada dunia usaha dan industri dan potensi SMK dan dukungan dunia usaha industri dalam rangka membekali kompetensi yang terstandar pada peserta diklat.

Demikian, semoga modul ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya peserta diklat SMK Bidang Adaptif untuk mata-pelajaran Matematika, Fisika, Kimia, atau praktisi yang sedang mengembangkan modul pembelajaran untuk SMK.

Jakarta, Desember 2004
a.n. Direktur Jenderal Pendidikan
Dasar dan Menengah
Direktur Pendidikan Menengah Kejuruan,



Dr. Ir. Gatot Hari Priowirjanto, M.Sc.
NIP 130 675 814

DAFTAR ISI

✍	Halaman Sampul	i
✍	Halaman Francis	ii
✍	Kata Pengantar	iii
✍	Daftar Isi	v
✍	Peta Kedudukan Modul	vii
✍	Daftar Judul Modul	viii
✍	Glosary	ix

I. PENDAHULUAN

a.	Deskripsi	1
b.	Prasarat	1
c.	Petunjuk Penggunaan Modul	1
d.	Tujuan Akhir	2
e.	Kompetensi	3
f.	Cek Kemampuan	4

II. PEMELAJARAN

A.	Rencana Belajar Peserta Diklat	6
----	--------------------------------------	---

B. Kegiatan Belajar

1.	Kegiatan Belajar	7
a.	Tujuan Kegiatan Pemelajaran	7
b.	Uraian Materi	7
c.	Rangkuman	24
d.	Tugas	25
e.	Tes Formatif	26
f.	Kunci Jawaban	29
g.	Lembar Kerja	30
2	Kegiatan Belajar	33
a.	Tujuan Kegiatan Pemelajaran	33
b.	Uraian Materi	33
c.	Rangkuman	36
d.	Tugas	36
e.	Tes Formatif	38
f.	Kunci Jawaban	40
g.	Lembar Kerja	40

III. EVALUASI

A. Tes Tertulis	42
B. Tes Praktik.....	44

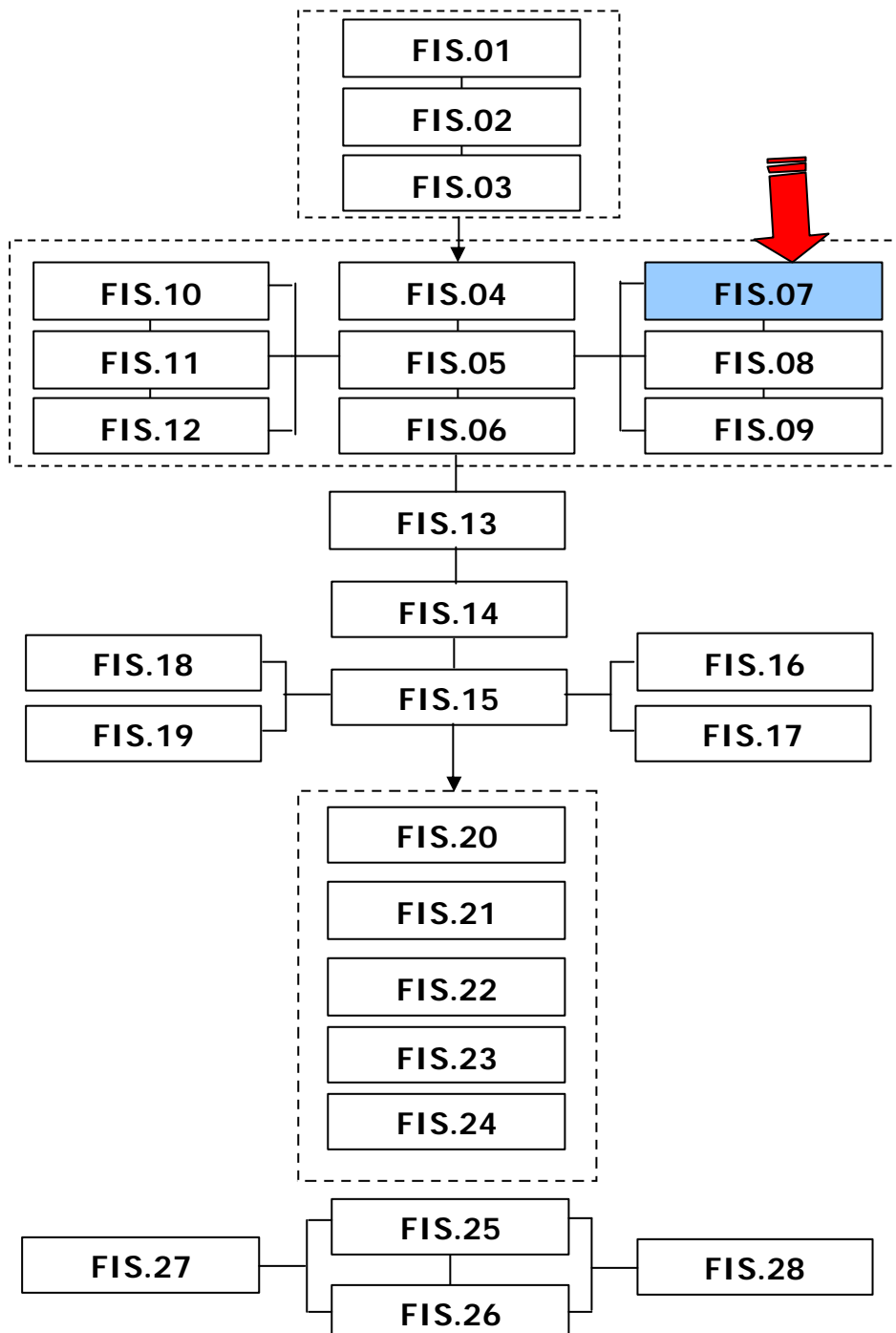
KUNCI JAWABAN

A. Tes Tertulis	45
B. Lembar Penilaian Tes Praktik.....	46

IV. PENUTUP	50
--------------------------	----

DAFTAR PUSTAKA	51
-----------------------------	----

Peta Kedudukan Modul



DAFTAR JUDUL MODUL

No.	Kode Modul	Judul Modul
1	FIS.01	Sistem Satuan dan Pengukuran
2	FIS.02	Pembacaan Masalah Mekanik
3	FIS.03	Pembacaan Besaran Listrik
4	FIS.04	Pengukuran Gaya dan Tekanan
5	FIS.05	Gerak Lurus
6	FIS.06	Gerak Melingkar
7	FIS.07	Hukum Newton
8	FIS.08	Momentum dan Tumbukan
9	FIS.09	Usaha, Energi, dan Daya
10	FIS.10	Energi Kinetik dan Energi Potensial
11	FIS.11	Sifat Mekanik Zat
12	FIS.12	Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar
13	FIS.13	Fluida Statis
14	FIS.14	Fluida Dinamis
15	FIS.15	Getaran dan Gelombang
16	FIS.16	Suhu dan Kalor
17	FIS.17	Termodinamika
18	FIS.18	Lensa dan Cermin
19	FIS.19	Optik dan Aplikasinya
20	FIS.20	Listrik Statis
21	FIS.21	Listrik Dinamis
22	FIS.22	Arus Bolak-Balik
23	FIS.23	Transformator
24	FIS.24	Kemagnetan dan Induksi Elektromagnetik
25	FIS.25	Semikonduktor
26	FIS.26	Piranti semikonduktor (Dioda dan Transistor)
27	FIS.27	Radioaktif dan Sinar Katoda
28	FIS.28	Pengertian dan Cara Kerja Bahan

Glossary

ISTILAH	KETERANGAN
Kelembaman	Mempertahankan dalam keadaan semula baik dalam keadaan bergerak maupun diam.
Gaya	Merupakan besaran vektor yang mempunyai nilai besar dan arah, misalnya berat mempunyai nilai 10 m/dt^2 arahnya menuju kepusat bumi.
Gaya aksi	Gaya yang diberikan oleh benda pertama kepada benda kedua.
Gaya reaksi	Gaya yang diberikan benda kedua sebagai akibat adanya gaya oleh benda pertama, yang mempunyai besar sama dengan gaya aksi tetapi arahnya berlawanan.
Percepatan	Merupakan vektor yang dapat menyebabkan kecepatan berubah seiring perubahan waktu.
Gaya Normal	Gaya yang ditimbulkan oleh suatu benda pada suatu bidang dan bidang memberikan gaya reaksi yang besarnya sama dengan berat benda yang arahnya tegak lurus bidang.
Gaya Gesek	Merupakan gaya akibat dari gesekan dua buah benda atau lebih yang arah berlawanan dengan arah gerak benda.
Koefisien gesek	Perbandingan antara gaya gesek dengan gaya normal.
Massa	Jumlah materi yang dikandung suatu benda.
Berat	Merupakan gaya yang disebabkan adanya tarikan bumi, sehingga arahnya menuju ke pusat dan besarnya merupakan perkalian antara massa dan percepatan gravitasi.

BAB I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Dalam modul ini anda akan mempelajari konsep dasar Hukum Newton yang didalamnya dibahas prinsip kelembaman, percepatan yang ditimbulkan gaya, gaya aksi dan gaya reaksi, gaya normal, gaya gesek, koefisien gesek, dan penerapan Hukum Newton dalam kehidupan sehari-hari.

B. Prasyarat

Sebagai prasyarat atau bekal dasar agar bisa mempelajari modul ini dengan baik, maka anda diharapkan sudah mempelajari konsep massa, berat (gaya gravitasi), gaya dan resultannya.

C. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Pelajari daftar isi serta skema kedudukan modul dengan cermat dan teliti karena dalam skema anda dapat melihat posisi modul yang akan anda pelajari terhadap modul-modul yang lain. Anda juga akan tahu keterkaitan dan kesinambungan antara modul yang satu dengan modul yang lain.
2. Perhatikan langkah-langkah dalam melakukan pekerjaan dengan benar untuk mempermudah dalam memahami suatu proses pekerjaan, agar diperoleh hasil yang maksimum.
3. Pahami setiap konsep yang disajikan pada uraian materi yang disajikan pada tiap kegiatan belajar dengan baik, dan ikuti contoh-contoh soal dengan cermat.
4. Jawablah pertanyaan yang disediakan pada setiap kegiatan belajar dengan baik dan benar.

5. Jawablah dengan benar soal tes formatif yang disediakan pada tiap kegiatan belajar.
6. Jika terdapat tugas untuk melakukan kegiatan praktek, maka lakukanlah dengan membaca petunjuk terlebih dahulu, dan bila terdapat kesulitan tanyakan pada instruktur/guru.
7. Catatlah semua kesulitan yang anda alami dalam mempelajari modul ini, dan tanyakan kepada instruktur/guru pada saat kegiatan tatap muka. Bila perlu bacalah referensi lain yang dapat membantu anda dalam penguasaan materi yang disajikan dalam modul ini.

D. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari modul ini diharapkan anda dapat :

- ? Memahami konsep Kelembaman.
- ? Memahami konsep percepatan yang ditimbulkan gaya.
- ? Memahami konsep gaya aksi dan gaya reaksi.
- ? Memahami gaya Normal.
- ? Memahami konsep gaya gesek.
- ? Memahami konsep koefisien gesek.
- ? Memahami konsep penerapan Hukum Newton dalam kehidupan sehari-hari.
- ? Memahami kerugian dan keuntungan gaya gesek dalam kehidupan sehari-hari.
- ? Mengerjakan soal-soal yang berkaitan dengan konsep pada poin-poin di atas.

E. Kompetensi

Kompetensi : MENJELASKAN HUKUM NEWTON
Program Keahlian : Program Adaptif
Mata Diklat-Kode : FISIKA-FIS.07
Durasi Pembelajaran : 15 jam @ 45 menit

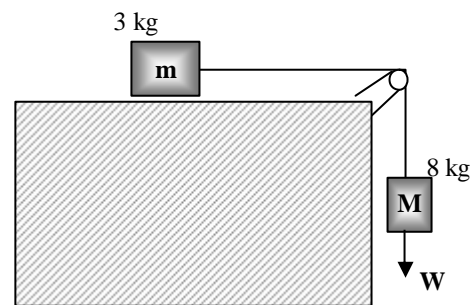
SUB KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
1. Menggunakan hukum Newton	↴ Hukum gerak ditetapkan sesuai dengan prinsip hukum Newton	↴ Materi Kompetensi ini membahas tentang: - Hukum I Newton - Hukum II Newton - Hukum III Newton	↴ Teliti dalam menerapkan hukum I, II, III Newton	↴ Pengertian hukum I, II, III Newton ↴ Perhitungan hukum Newton I, II, III	↴ Menghitung gaya, massa dan percepatan yang dialami benda.

F. Cek Kemampuan

Kerjakanlah soal-soal berikut ini, jika anda dapat mengerjakan sebagian atau semua soal berikut ini, maka anda dapat meminta langsung kepada instruktur atau guru untuk mengerjakan soal-soal evaluasi untuk materi yang telah anda kuasai pada BAB III.

1. Sebuah balok diletakkan di bidang miring yang permukaannya licin, abaikanlah gesekan antara balok dan bidang. Tunjukkan bahwa balok meluncur ke bawah dengan gerak lurus berubah beraturan.
2. Jelaskan mengapa bulu ayam dan mata uang logam dalam tabung hampa jatuh dengan kecepatan yang sama, apabila kecepatan awalnya sama!
3. Apakah yang dimaksud dengan kelembaman suatu benda?
4. Apakah yang terjadi apabila suatu benda diberikan suatu gaya?
5. Suatu benda mempunyai massa 2 kg dikenai gaya 200 N yang membentuk sudut 45° dengan arah perpindahan benda. Tentukan percepatan benda!

6. Benda bermassa $m = 3 \text{ kg}$
Ditarik dengan beban $M = 8 \text{ kg}$
Jika gesekan tali dengan katrol diabaikan dan percepatan gravitasi $g = 10 \text{ m/s}^2$ maka tentukan:



(a) Tegangan tali, (b) Percepatan benda m dan M .

9. Suatu benda mempunyai massa 15 kg terletak pada bidang datar (papan) dan $g = 10 \text{ m/s}^2$. Hitung gaya tekan normal yang dialami benda terhadap bidang papan. Jika papan digerakan: (a) vertikal ke atas dengan percepatan tetap, (b) vertikal ke atas dengan percepatan 3 m/s^2 .

10. Suatu benda mempunyai massa 500 gram diletakkan di atas bidang miring yang kasar dengan sudut kemiringan 45° , jika koefisien gesek kinetik 0,3 dan percepatan gravitasi bumi 10 m/s^2 , maka tentukan: (a) gaya gesek kinetik, (b) percepatan benda!
11. Sebuah mobil massanya 2 ton bergerak dengan percepatan 100 km/jam pada saat direm dengan gaya tetap sebesar $3 \cdot 10^4 \text{ N}$, maka tentukan jarak yang diperlukan sampai mobil berhenti!
12. Sebuah balok ditempatkan pada bidang miring licin. Sudut kemiringan bidang dan horizontal adalah 45° . Jika panjang bidang miring adalah 10 meter, tentukanlah waktu yang dibutuhkan oleh benda tersebut saat tiba di ujung bidang miring!
13. Sebuah gaya F diberikan pada benda ber massa m_1 dan menghasilkan percepatan 4 m/s^2 . Gaya yang sama diberikan pada benda ber massa m_2 dan menghasilkan percepatan 1 m/s^2 . (a) Berapakah nilai ratio m_1/m_2 ? (b) Jika m_1 dan m_2 digabung, berapakah percepatan yang dihasilkan oleh gaya F ?

B. Kegiatan Belajar

1. Kegiatan Belajar 1

a. Tujuan kegiatan pembelajaran

- ↳ Memahami Hukum I Newton
- ↳ Memahami Hukum II Newton
- ↳ Memahami Hukum III Newton

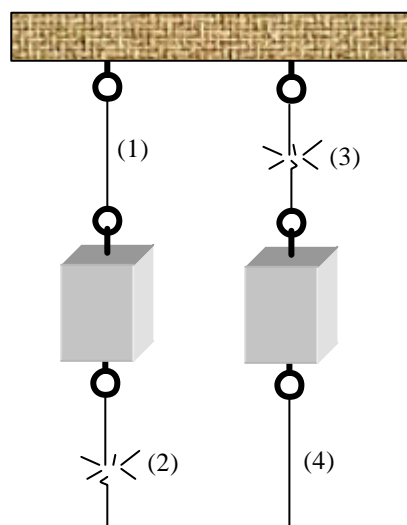
b. Uraian Materi

a) Hukum I Newton (Hukum Kelembaman)

Pada dasarnya setiap benda bersifat lembam. Ini berarti bahwa benda itu mempunyai sifat mempertahankan keadaannya. Bila benda itu sedang bergerak, maka benda itu bersifat "ingin" bergerak terus. Demikian pula, bila benda itu tidak bergerak, maka benda itu bersifat mempertahankan keadaannya, baik benda itu diam maupun bergerak.

Sifat lembam itu dapat dijelaskan dengan gejala-gejala berikut:

Contoh 1, Hukum I Newton:



Gambar 1. Contoh 1 hukum I Newton

Dua buah anak timbangan yang sama masing-masing digantungkan pada sebuah timbangan dengan seutas benang sejenis dan sama tebalnya. Di bagian bawah masing-masing anak timbangan itu diikatkan pula seutas benang. (gambar 1)

Apakah yang terjadi bila benang nomor (2) ditarik ke bawah kuat-kuat dengan sekali hentakan saja? Karena sifat lembam anak timbangan itu, benang nomor (2) itulah yang utus. Dengan sekali hentakan benang itu tidak cukup kuat untuk melawan kelembaman anak timbangan itu yang berhasil mempertahankan keadaannya yang semula.

Lain halnya bila benang yang tergantung itu ditarik ke bawah berangsur-angsur makin kuat. Dalam keadaan demikian, anak timbangan itu ikut bergerak sesuai dengan gerakan benang nomor (4). Pada waktu anak timbangan bergerak ke bawah, bekerjalah gaya tarik pada benang nomor (3) yang besarnya sama dengan gaya tarik pada benang nomor (4) ditambah berat badan. Dengan demikian benang nomor (3) putus lebih dulu.

Sifat kelembaman itu juga terasa pada kita sendiri pada waktu kita naik kendaraan, misalnya mobil, bis, kereta api dan sebagainya. Bila mobil yang kita tumpangi sekonyong-konyong direm, tubuh kita akan terdorong ke depan. Pada waktu kita berdiri di dalam kereta api, tubuh kita akan terdorong ke belakang bila sekonyong-konyong kereta itu bergerak maju.

Maka kesimpulan yang kita peroleh dari peristiwa di atas ialah: Setiap benda dalam keadaan berhenti mempunyai kecenderungan untuk tetap diam; sedangkan bila benda sedang bergerak, benda itu cenderung untuk bergerak terus.

Sifat cenderung yang demikian itulah yang diartikan sebagai kelembaman (inertia). Dari gejala-gejala tersebut Sir Isaac Newton (1642-1727) menghasilkan hukum I tentang gerak sebagai berikut:

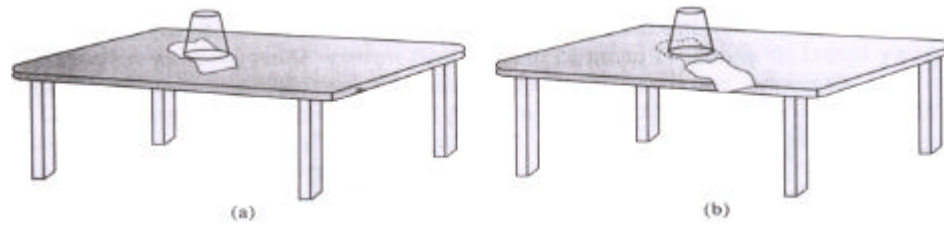
“Setiap benda akan bergerak lurus beraturan atau diam, jika tidak ada resultan gaya yang bekerja pada benda itu.” Hukum ini juga disebut hukum kelembaman.

Bagaimanakah dengan dua orang yang mendorong sebuah peti besar dari dua sisi yang berlawanan? Apakah memenuhi Hukum I Newton? Dua orang tersebut mendorong peti dengan gaya yang sama besar tetapi berlawanan arah, sehingga tidak mengubah keadaan gerak peti. Kita katakan bahwa kedua gaya yang dihasilkan oleh dua orang tersebut dalam keadaan seimbang. Dengan demikian, Hukum I Newton akan lebih mudah dipahami apabila kita menyatakannya dengan: sebuah benda akan tetap bergerak dengan kelajuan konstan kecuali jika pada benda bekerja gaya yang tidak seimbang.

Anda dapat menerapkan Hukum I Newton untuk menunjukkan sesuatu yang barangkali cukup mengejutkan. Untuk itu, lakukan percobaan berikut. Letakkan selembar kertas HVS di atas meja yang licin, misalnya meja yang terbuat dari kaca. Kemudian, di atas kertas letakkan benda yang cukup berat, misalnya gelas seperti pada gambar (1). Kemudian, tariklah kertas tersebut perlahan-lahan. Apa yang terjadi? Gelas ikut bergerak karena Anda memberikan gaya tarik secara terus-menerus dalam waktu yang cukup lama. Sekarang, cobalah Anda menarik kertas tersebut dengan cepat dalam sekali sentakan. Apa yang akan terjadi? Kertas bisa tertarik tanpa terjadinya gerakan pada gelas.

Pada kasus pertama, karena gaya yang diberikan cukup lama, gelas tidak dapat mempertahankan keadaan diamnya, sehingga akibatnya gelas ikut bergerak. Pada kasus kedua, karena gaya yang diberikan dalam waktu yang sangat singkat, gelas masih dapat mempertahankan keadaan diamnya, sehingga gelas tidak bergerak sedikitpun, walaupun Anda berhasil menarik kertas dari bawah gelas.

Contoh 2, Hukum I Newton:



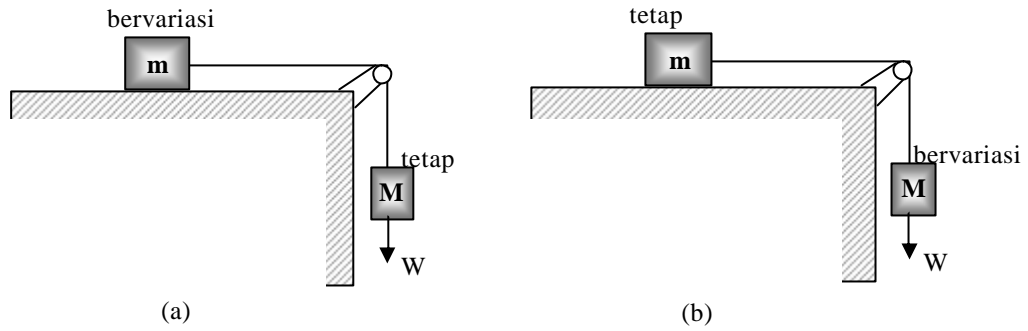
Gambar 2. (a) Ketika kertas kita tarik pelan-pelan, gelas akan ikut bergerak, tetapi (b) ketika kertas kita tarik secara tiba-tiba, gelas akan tetap berada di tempatnya.

Percobaan ini akan lebih dramatis kalau Anda menggunakan kelereng yang agak besar. Pada tarikan perlahan-lahan, ketika Anda berhenti menarik, ternyata kelereng terus bergerak. Ini sesuai dengan hukum I Newton. Ketika Anda menarik kertas dengan cepat, kelereng tidak bergerak, yang berarti kelereng dapat mempertahankan keadaan diamnya.

☞ Hukum II Newton

Dari Hukum I Newton kita ketahui bahwa gaya total yang bekerja pada benda bisa menimbulkan percepatan pada benda, yang ditandai dengan Bergeraknya benda dari keadaan diam. Yang menjadi pertanyaan kita barangkali adalah berapakah besarnya percepatan a yang dihasilkan oleh sebuah gaya F pada sebuah benda bermassa m ? Untuk mengetahui jawabannya, kita bisa melakukan 2 percobaan mengukur percepatan benda jika massanya bervariasi dan jika gayanya bervariasi berikut ini.

Pada percobaan, di mana massa benda kita buat bervariasi, gaya yang menarik benda (beban) kita pertahankan tetap nilainya. Diagram dari percobaan ini tampak pada gambar (3). Dalam percobaan ini, kita memvariasikan nilai m , sedangkan beban M yang bertindak sebagai gaya tarik harus tetap.

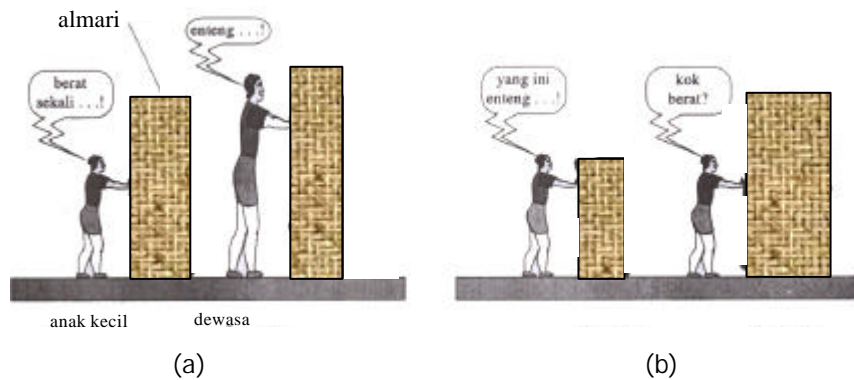


Gambar 3. Diagram percobaan untuk menyelidiki pengaruh massa benda pada percepatan.

Dari percobaan ini diperoleh hasil bahwa, *percepatan benda berbanding terbalik dengan massa benda*. Hasil ini sesuai dengan intuisi kita, bahwa ketika kita mendorong benda yang berat, gerakan benda yang kita dorong pun lambat; tetapi ketika kita mendorong benda yang ringan, benda yang kita dorong akan bergerak lebih cepat. Jika dituliskan secara matematika, hasil percobaan ini adalah

$$a \propto \frac{1}{m} \dots\dots\dots(1.1)$$

Dari percobaan ini diperoleh hasil bahwa percepatan benda berbanding lurus dengan besarnya gaya yang bekerja pada benda. Hasil ini sesuai dengan intuisi kita, bahwa ketika kita mendorong benda dengan lebih kuat, benda akan bergerak lebih cepat, sementara ketika kita mendorong benda dengan gaya yang kecil, benda bergerak lebih lambat. Jika dituliskan secara matematika, hasil percobaan ini adalah



Gambar 4. (a) semakin besar gaya, semakin besar percepatan yang dihasilkan. (b) semakin besar benda, semakin kecil percepatan yang dihasilkan oleh gaya tertentu.

Dari dua hasil percobaan tersebut bisa kita tuliskan antara gaya, massa, dan percepatan, yaitu

$$a = \frac{F}{m} \quad \text{atau} \quad F = ma \dots\dots\dots(1.2)$$

Secara umum, jika pada benda bekerja lebih dari satu gaya, maka persamaan di atas bisa dituliskan sebagai berikut.

$$\sum F = ma \dots\dots\dots(1.3)$$

Persamaan tersebut merupakan ungkapan matematis dari Hukum II Newton, yang menyatakan:

“Percepatan yang dihasilkan oleh resultan gaya yang bekerja pada sebuah benda sebanding dan searah dengan resultan gaya, dan berbanding terbalik dengan massa benda.”

Pada Hukum I Newton tersirat pengertian gaya secara kualitatif, sedangkan dalam Hukum II Newton ini gaya, yang dapat mengubah gerakan benda, dijelaskan secara kuantitatif.

Dari Hukum II Newton ini kita bisa menyimpulkan bahwa gaya sebesar 1 Newton dapat menyebabkan percepatan sebesar 1 m/s^2 pada benda yang bermassa 1 kg atau percepatan sebesar 2 m/s^2 pada benda yang bermassa 1kg dikenakan gaya 2 Newton.

Contoh soal 1

Sebuah benda mempunyai massa 3 kg diberikan gaya 100 N searah dengan perpindahan benda, tentukan percepatan benda!

Penyelesaian:

$$F = ma$$

$$100 \text{ N} = 3 \text{ kg} (a)$$

$$a = 100/3 = 33,33 \text{ m/s}^2$$

Jadi percepatan benda sebesar $33,33 \text{ m/s}^2$.

Contoh soal 2

Total gaya yang dihasilkan mesin pesawat Boeing 747 adalah sebesar $8,8 \times 10^5$ N. Massa maksimum yang diijinkan pada pesawat jenis ini adalah $3,0 \times 10^5$ kg. (a) Berapakah percepatan maksimum yang mungkin selama pesawat lepas landas? Jika pesawat dari keadaan diam, seberapa cepat pesawat bergerak setelah 10 s?

Penyelesaian:

(a) Kita asumsikan bahwa satu-satunya gaya yang bekerja pada pesawat adalah gaya sebesar $8,8 \times 10^5$ N. Sesuai dengan Hukum II Newton,

$$a = \frac{F}{m} = \frac{8,8 \times 10^5 \text{ N}}{3,0 \times 10^5 \text{ kg}}$$

$$a = 2,9 \text{ m/s}^2$$

(b). Kecepatan pesawat setelah 10s kita hitung dengan persamaan

$$v = v_0 + at$$

$$v = 0 + (2,9 \text{ m/s}^2)(10 \text{ s})$$

$$v = 29 \text{ m/s}$$

Dalam satuan km/jam, $29 \text{ m/s} = 104 \text{ km/jam}$.

Contoh soal 3

Sebuah benda bermassa 4kg pada saat $t=0$. Sebuah gaya tunggal konstan yang horizontal (F_x) bekerja sejauh pada benda tersebut. Setelah $t = 3$ s, benda telah berpindah sejauh 2,25m. Berapakah besar gaya F_x ini?

Penyelesaian:

Karena gaya netto yang bekerja pada benda adalah konstan, maka percepatan benda juga konstan. Percepatan benda dapat dihitung dari

persamaan jarak tempuh benda yang bergerak lurus berubah beraturan, dengan $v_0 = 0$.

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

$$x = \frac{1}{2} a t^2$$

$$a = \frac{2x}{t^2} = \frac{2(2,25\text{m})}{(3\text{s})^2}$$

$$a = 0,500\text{m/s}^2$$

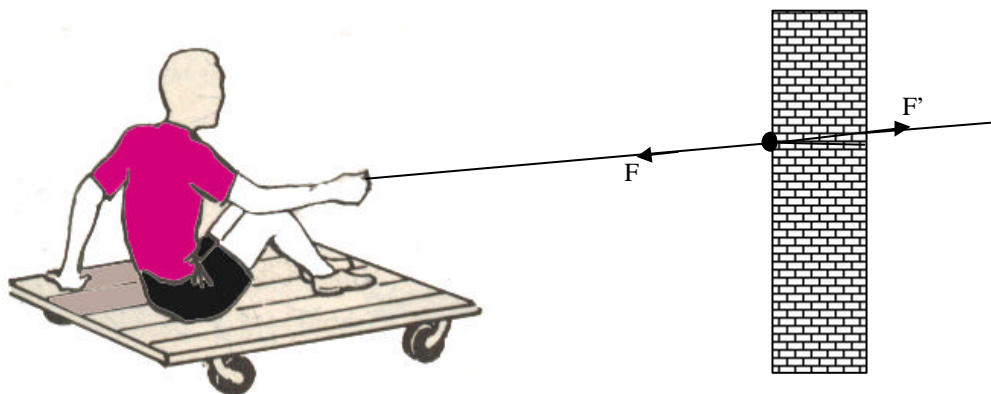
Karena itu, gaya F_x sama dengan

$$F_x = ma = (4\text{kg})(0,500\text{m/s}^2)$$

$$F_x = 2,00\text{N}$$

b) Hukum III Newton

Gambar di bawah ini menunjukkan seorang anak yang duduk di papan yang beroda menarik secara tidak langsung tali yang kuat pada sebuah dinding. Ia beserta papan yang didudukinya itu bergerak ke arah dinding, padahal ia memberikan gaya yang arahnya menjauhi dinding.



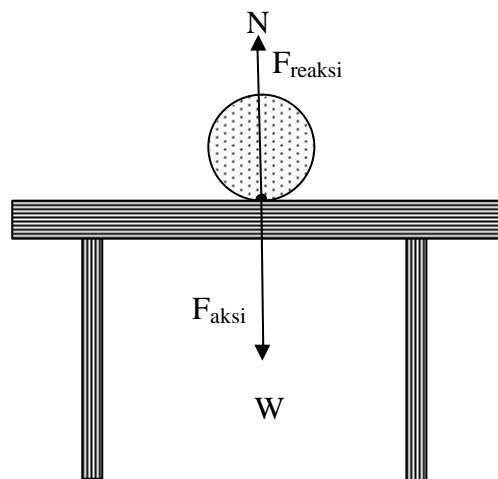
Gambar. 5: Seorang anak menarik tali yang terikat pada dinding.

Telah diketahui bahwa setiap benda yang mendapat gaya akan bergerak searah dengan gaya itu. Kesimpulan yang kita peroleh : ada gaya penggerak yang arahnya sama dengan arah anak itu bergerak. Gaya penggerak ini dikenal sebagai gaya reaksi (F') dari gaya tarik tangan anak

itu sebagai gaya aksi (F). Maka dapat dibuat kesimpulan: Untuk setiap aksi terdapatlah reaksi yang besarnya sama dan arahnya berlawanan.

"Apabila suatu benda mengerjakan gaya pada benda lain, maka benda yang ke dua ini mengerjakan pada benda pertama gaya yang sama besarnya tetapi arahnya berlawanan. (Hukum III Newton tentang gerak)"

Marilah kita tinjau beberapa keseimbangan. Dalam tinjauan ini kita membatasi diri pada gaya-gaya yang sebidang. Sebuah buku terletak di meja. (*gambar*). Jika massa buku 1kg maka beratnya $w = 9,8$ Newton. Karena ternyata buku itu terletak diam di meja, maka harus ada gaya lain yang bekerja pada buku itu yang segaris kerja, sama besarnya dan berlawanan arahnya dengan w .



Gambar 6. Gaya aksi-reaksi yang terjadi pada bola di atas meja

Gaya ini ditimbulkan oleh meja pada buku itu; gaya ini biasanya disebut gaya normal (N) karena tegak lurus bidang sentuh persekutuan.

Jika W ditafsirkan sebagai gaya yang bekerja pada meja yang ditimbulkan oleh buku (aksi), maka N adalah gaya yang bekerja pada buku yang ditimbulkan oleh meja (reaksi).

Berdirilah Anda di dekat dinding, kemudian dorong dinding tersebut dengan tangan, apa yang Anda rasakan? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, Sir Isaac Newton memberikan suatu jawaban.

Jika anda mengerjakan gaya tersebut pada sebuah benda, benda itu akan mengerjakan gaya pada anda yang sama besarnya, tetapi dengan arah yang berlawanan. Pernyataan tersebut terkenal sebagai Hukum III Newton, atau sering disebut sebagai *hukum aksi-reaksi*. Semakin besar gaya aksi yang Anda berikan pada dinding semakin besar pula gaya reaksi.

c) Penerapan Hukum Newton

Berikut ini akan dibahas beberapa contoh penerapan Hukum Newton dalam kehidupan sehari-hari.

1. Gaya Tekan Kaki pada Alas Lift

Tinjaulah seorang siswa yang berada di dalam sebuah lift yang diam. Oleh karena lift diam, percepatannya nol ($a = 0$), berarti berlaku keseimbangan gaya.

$$\sum F = ma$$

$$N - mg = 0 \text{ dengan } mg = w$$

$$\sum F = 0$$

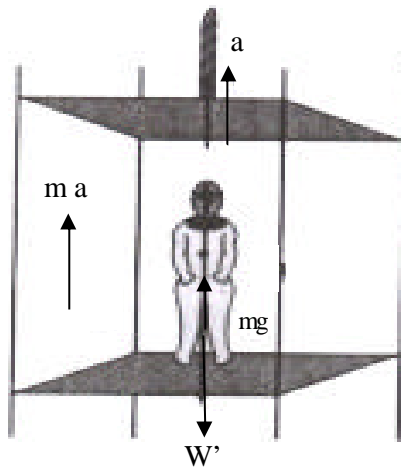
berarti: $N - w = 0$ (secara vektor)

sehingga besarnya,

$$N = w \dots\dots\dots (1.4)$$

Sebagai acuan, gaya normal N dan gaya berat w ini disebut juga sebagai gaya keseimbangan. Persamaan (1.4) juga berlaku jika lift bergerak dengan percepatan tetap ke atas ataupun lift bergerak dengan percepatan tetap ke bawah, mengapa demikian?

Perhatikan Gambar (7)! Seorang siswa berada di dalam sebuah lift yang sedang bergerak ke atas dengan percepatan a . Sebagai acuan, gaya-gaya searah dengan gerak lift adalah positif dan yang berlawanan dengan arah gerak lift adalah negatif.



Gambar 7. Seorang anak berada di dalam lift yang bergerak ke atas dengan percepatan a

Menurut Hukum II Newton :

$$? F = ma$$

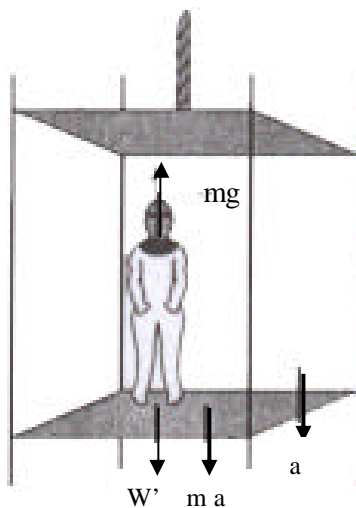
$$N - mg = ma$$

$$N = mg + ma \dots\dots\dots(1.5)$$

atau

$$W' = mg + ma \dots\dots\dots(1.6)$$

Selanjutnya, perhatikan gambar (8)!



Gambar 8. Seorang anak berada di dalam lift yang bergerak ke bawah dengan percepatan a

Seorang siswa berada di dalam sebuah lift yang sedang bergerak ke bawah dengan percepatan a dengan menggunakan penalaran yang sama seperti saat lift bergerak ke atas akan didapatkan berat beban (mg) adalah positif dan gaya normal (N) adalah negatif. Oleh karena gaya berat searah dengan arah gerak lift, sedangkan gaya normal berlawanan, berlaku:

$$\sum F = ma$$

$$mg - N = ma$$

$$N = mg - ma \dots \dots \dots (1.7)$$

Atau

$$W' = mg - ma \dots \dots \dots (1.8)$$

Dari pembahasan di atas, diperoleh gaya-gaya searah dengan gerak lift adalah positif, sedangkan gaya-gaya yang berlawanan arah dengan arah gerak lift adalah negatif. Seperti yang ditunjukkan pada saat lift bergerak ke atas maka gaya normal (N) adalah positif, sedangkan mg adalah negatif. Sebaliknya, jika lift bergerak ke bawah, gaya mg menjadi positif dan gaya normal (N) menjadi negatif.

Apabila lift bergerak dipercepat ke atas, gaya normal bertambah. Sebaliknya, gaya normal akan berkurang pada saat lift bergerak dipercepat ke bawah. Apa yang akan terjadi jika lift bergerak dipercepat ke atas atau ke bawah?

Contoh soal 4

Seseorang bermassa 50 kg berdiri di dalam lift yang sedang bergerak ke atas dengan percepatan 5 ms^{-2} . Jika percepatan gravitasi bumi adalah $g = 10 \text{ ms}^{-2}$, berapakah gaya tekan kaki orang tersebut pada alas lift itu?

Penyelesaian:

Dengan menggunakan persamaan (1.5)

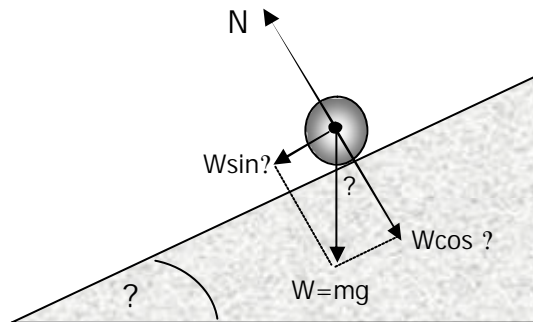
$$\begin{aligned} N &= mg + ma \\ &= (50\text{kg}) (10\text{ms}^{-2}) + (50\text{kg}) (5\text{ms}^{-2}) \\ &= 750 \text{ newton} \end{aligned}$$

Jadi, gaya tekan kaki orang tersebut pada alas lift adalah 750 newton.

2. Gerak Benda pada Bidang Miring

Anda telah mempelajari sebuah benda yang disimpan di atas meja tidak akan jatuh. Hal ini disebabkan oleh adanya gaya lain yang bekerja selain gaya berat ($w = mg$), yaitu gaya normal (N). Arah gaya normal ini tegak lurus bidang sentuh.

Perhatikan gambar (9)! Sebuah balok bermassa m ditempatkan pada bidang miring licin.



Gambar 9: Benda berada pada bidang miring

Misalkan, diambil sumbu miring $-x$ dan sumbu $-y$ tegak lurus bidang miring. Komponen gaya berat ($w = mg$) pada:

$$\text{Sumbu } -x: w_x = mg \sin ? \dots\dots\dots(1.9)$$

$$\text{Sumbu } -y: w_y = mg \cos? \dots\dots\dots(1.10)$$

Oleh karena $F_y = 0$, dari uraian gaya-gaya diperoleh gaya normal (N), yaitu

$$N - mg \cos ? = 0$$

$$N = mg \cos? \dots\dots\dots(1.11)$$

Gaya yang menyebabkan balok bergerak adalah gaya yang sejajar dengan bidang miring, yaitu gaya $mg \sin \theta$.

$$F = mg \sin \theta \dots\dots\dots(1.12)$$

Percepatan yang dialami oleh balok yang terletak pada bidang miring licin menjadi :

$$F_x = ma \dots\dots\dots(1.13)$$

dari persamaan (1.12) dan (1.13) diperoleh :

$$a = g \sin \theta \dots\dots\dots(1.14)$$

Contoh soal 5

Sebuah balok ditempatkan pada bidang miring licin. Sudut kemiringan bidang dan horizontal adalah 30° . Jika panjang bidang miring adalah 10 meter, tentukanlah waktu yang dibutuhkan oleh benda tersebut saat tiba di ujung bidang miring!

Penyelesaian

Diketahui: $\theta = 30^\circ$, $s = 10$ meter

Percepatan yang dialami benda adalah

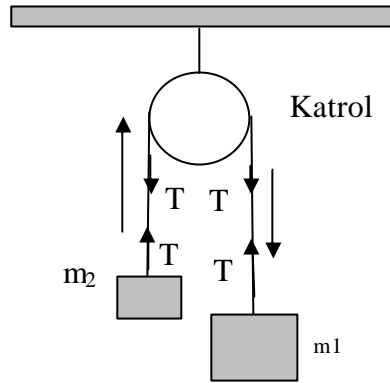
$$\begin{aligned} a &= g \sin \theta \\ a &= (10 \text{ ms}^{-2}) \sin 30^\circ \\ a &= (10 \text{ms}^{-2}) (0,5) \\ a &= 5 \text{ms}^{-2} \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan oleh benda untuk sampai diujung bidang miring.

$$\begin{aligned} s &= \frac{1}{2} at^2? \quad 10 = \frac{1}{2} (5 \text{ ms}^{-2})t^2 \\ 10 &= 2,5 t^2 \\ t^2 &= 4 \\ t &= 2 \text{ sekon} \end{aligned}$$

3. Gerak benda Yang Dihubungkan dengan Katrol

Perhatikan gambar (10)! Benda m_1 dan m_2 dihubungkan dengan seutas tali, dengan $m_1 > m_2$. Kemudian dihubungkan dengan sebuah katrol. Tali dianggap tidak ber massa dan katrol dianggap licin.



Gambar 10 : Katrol dengan dua beban

Oleh karena $m_1 > m_2$, benda m_2 bergerak ke atas. Kedua benda mempunyai nilai percepatan sama. Balok m_1 bergerak ke bawah sehingga untuk m_1 dengan arah ke bawah g berharga positif.

Tinjau benda m_1 :

$$m_1g - T = m_1a \quad ? \quad T = m_1g - m_1a \dots\dots\dots(1.15)$$

Tinjau benda m_2 :

$$T - m_2g = m_2a \quad ? \quad T = m_2g + m_2a \dots\dots\dots(1.16)$$

Anggap tidak ada gesekan antara tali dan katrol sehingga gaya tegangan di mana-mana adalah sama. Dari persamaan (1.15) dan (1.16) akan diperoleh :

$$\begin{aligned} m_1g - m_1a &= m_2g + m_2 a \\ m_1g - m_2g &= m_1a + m_2 a \\ (m_1 - m_2)g &= (m_1 + m_2) a \\ a &= \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g \dots\dots\dots(1.17) \end{aligned}$$

Jadi, percepatan yang dialami sistem memenuhi Persamaan (1.17).

Contoh soal 6

Dua balok $m_1=2\text{kg}$ dan $m_2 = 5\text{kg}$ dihubungkan dengan katrol. Tidak ada gesekan antara m_1 dan alasnya. Jika $g = 10\text{m s}^{-2}$, tentukanlah:

(a). percepatan yang dialami oleh m_1 dan m_2 ; (b) tegangan tali (T)!

Penyelesaian

Diketahui: $m_1 = 2\text{kg}$

$$m_2 = 5\text{kg}$$

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

a. Percepatan yang dialami m_1 dan m_2 . Karena $m_2 > m_1$, diperoleh:

$$? F_2 = m_2 a$$

$$m_2 g - T = m_2 a$$

$$T = m_2 g - m_2 a \dots (*)$$

$$? F_1 = m_1 a$$

$$T = m_1 a \dots (**)$$

Substitusikan persamaan (*) ke (**)

$$m_1 a = m_2 g - m_2 a$$

$$m_1 a + m_2 a = m_2 g$$

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

$$a = \frac{m_2 g}{m_1 + m_2} = \frac{(5\text{kg})(10\text{ms}^{-2})}{(2 + 5)\text{kg}} = 7,14\text{ms}^{-2}$$

Jadi, percepatan yang dialami sistem adalah $7,14\text{ms}^{-2}$.

b. Tegangan tali (T)

Tinjau benda m_2 :

$$m_2 g - T = m_2 a$$

$$T = m_2 g - m_2 a$$

$$= (5\text{kg}) (10\text{ms}^{-2}) - (5\text{kg}) (7,14\text{ms}^{-2}) = 14,3 \text{ N}$$

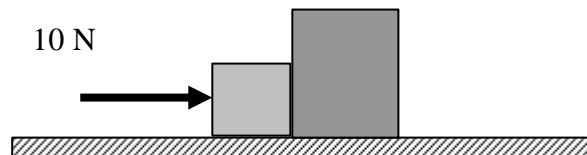
Tinjau benda m_1 :

$$T = m_1 a = (2\text{kg})(7,14\text{ms}^{-2}) = 14,3\text{N}$$

Jadi untuk menghitung gaya tegangan tali boleh ditinjau sebuah benda saja karena nilai kedua acuan akan sama.

4. Gaya Kontak Antara Dua Benda

Dua benda $m_1 = 2\text{kg}$ dan $m_2 = 3\text{kg}$ seperti pada gambar disusun dan ditempatkan pada bidang datar licin. Jika benda m_1 didorong dengan gaya $F = 10\text{ N}$, besarnya gaya kontak antara benda m_1 dan m_2 adalah F_{12} atau F_{21} . Kedua sama besar, hanya berlawanan arah. Keduanya merupakan gaya aksi-reaksi. Untuk lebih jelasnya, pelajari uraian berikut.



$$\text{Tinjau sistem: } a = \frac{F}{(m_1 + m_2)} = \frac{10\text{N}}{(2 + 3)\text{kg}} = 2\text{ms}^{-2}$$

$$\text{Tinjau } m_1: F - F_{21} = m_1 a$$

$$10\text{N} - F_{21} = (2\text{kg})(2\text{ms}^{-2})$$

$$F_{21} = 10\text{N} - 4\text{N}$$

$$= 6\text{N}$$

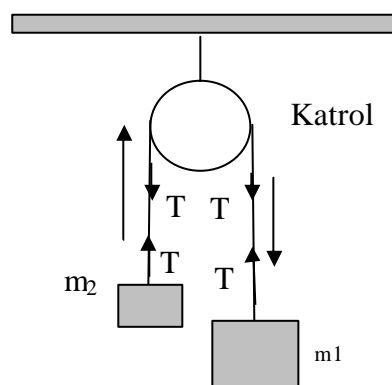
$$\text{Tinjau } m_2: F_{12} = m_2 a$$

$$= (3\text{kg})(2\text{ms}^{-2}) = 6\text{N}$$

Jadi, kedua gaya tersebut besarnya sama, hanya berlawanan arah sehingga dapat dikatakan: $F_{21} = -F_{12}$

c. Rangkuman

1. Gerak suatu benda dipengaruhi oleh gaya.
2. Menurut Hukum I Newton :
Jika resultan gaya-gaya yang bekerja pada sebuah benda sama dengan nol, benda tersebut mungkin tetap diam atau bergerak lurus beraturan.
Dirumuskan: $\sum F = 0$
3. Menurut Hukum II Newton:
"Percepatan yang timbul pada sebuah benda karena pengaruh suatu gaya yang bekerja pada benda, besarnya berbanding lurus dengan gaya dan berbanding terbalik dengan massa benda".
Dirumuskan: $a = \frac{F}{m}$
4. Apabila suatu benda mengerjakan gaya (gaya aksi) pada benda lain, maka benda yang ke dua ini mengerjakan pada benda pertama gaya (gaya reaksi) yang sama besarnya tetapi arahnya berlawanan :
 $F_{aksi} = -F_{reaksi}$ (Hukum III Newton tentang gerak).
5. Perhatikan gambar di bawah ini! Benda m_1 dan m_2 dihubungkan dengan seutas tali, dengan $m_1 > m_2$. Kemudian dihubungkan dengan sebuah katrol. Tali dianggap tidak ber massa dan katrol dianggap licin.



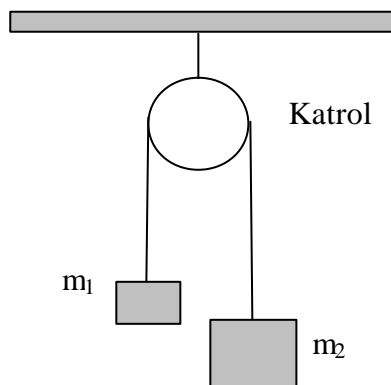
Oleh karena $m_1 > m_2$, maka benda m_2 bergerak ke atas dan m_1 bergerak ke bawah dengan nilai percepatan sama.

$$a = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 + m_2)}g$$

6. Sebuah benda yang meluncur ke bawah pada bidang miring dengan sudut kemiringan θ mempunyai percepatan $a = g \sin \theta$?

d. Tugas

1. Sebuah gaya F diberikan pada benda ber massa m_1 dan menghasilkan percepatan 4 m/s^2 . Gaya yang sama diberikan pada benda ber massa m_2 dan menghasilkan percepatan 1 m/s^2 . (a) Berapakah nilai ratio m_1/m_2 ? (b) Jika m_1 dan m_2 digabung, berapakah percepatan yang dihasilkan oleh gaya F ?
2. Sebuah mobil dengan massa yang konstan ke kelajuan 10 m/s dalam waktu 5 s pada suatu jalan lurus. Berapakah besar gaya yang mempercepat gerak mobil ini.
3. Sebuah benda bermassa 5 kg ($g = 9,8 \text{ ms}^{-2}$) digantungkan dengan seutas tali, tentukanlah gaya tegangan tali pada saat itu sistem dalam keadaan diam.
4. Dua buah benda m_1 dan m_2 tersusun seperti gambar di bawah ini, $m_1 = 1 \text{ kg}$ dan $m_2 = 2 \text{ kg}$. Jika massa tali dan massa katrol, diabaikan dan tidak ada gesekan antara tali dan katrol, tentukan percepatan yang dialami oleh masing-masing benda! ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$).



5. Tiga benda masing-masing $m_1 = 1 \text{ kg}$, $m_2 = 2 \text{ kg}$, dan $m_3 = 3 \text{ kg}$ berada pada bidang datar licin, dihubungkan dengan tali seperti pada gambar berikut. Kemudian, sistem tersebut ditarik dengan gaya 24 N . Tentukanlah besarnya tegangan tali T_1 dan T_2 !

6. Seseorang ber massa 50kg berada di dalam sebuah lift yang sedang bergerak dengan percepatan 5ms^{-2} ke bawah. Tentukanlah tekanan kaki orang terhadap alas lift! ($g=10\text{ms}^{-2}$).
7. Sebuah benda digantung dengan seutas tali. Dalam keadaan diam, tegangan talinya adalah 100N, ($g=10\text{ms}^{-2}$). Jika tali hanya mampu menahan tegangan sebesar 180N, dengan percepatan maksimum berapakah benda tersebut dpt ditarik ke atas, tepat pada saat tali akan putus?
8. Sebuah gaya F diberikan pada benda ber massa m_1 dan menghasilkan percepatan 4 m/s^2 . Gaya yang sama diberikan pada benda ber massa m_2 dan menghasilkan percepatan 2m/s^2 . (a) Berapakah nilai ratio m_1/m_2 ? (b) Jika m_1 dan m_2 digabung, berapakah percepatan yang dihasilkan oleh gaya F?
9. Sebuah mobil dengan massa yang konstan ke kelajuan 10m/s dalam waktu 5s pada suatu jalan lurus. Berapakah besar gaya yang mempercepat gerak mobil ini?(Jawab: 2000N)
10. Sebuah benda bermassa 10 kg ($g = 9,8\text{ ms}^{-2}$) digantungkan dengan seutas tali, tentukanlah gaya tegangan tali pada saat sistem bergerak ke atas dengan percepatan $5,2\text{ ms}^{-2}$.

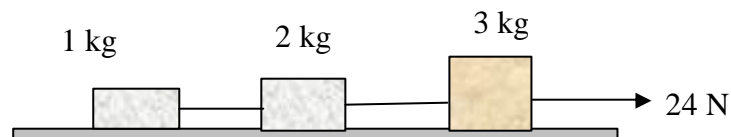
e. Tes Formatif

1. Sebuah gaya F diberikan pada benda ber massa m_1 dan menghasilkan percepatan 3m/s^2 . Gaya yang sama diberikan pada benda ber massa m_2 dan menghasilkan percepatan 1m/s^2 . (a) Berapakah nilai ratio m_1/m_2 ? (b) Jika m_1 dan m_2 digabung, berapakah percepatan yang dihasilkan oleh gaya F?
2. Sebuah benda dengan massa 3 kg bergerak dengan kelajuan 10m/s dalam waktu 5s pada suatu jalan lurus. Berapakah besar gaya yang mempercepat gerak benda ini?

3. Sebuah benda bermassa 5kg ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$) digantungkan dengan seutas tali, tentukanlah gaya tegangan tali pada saat itu:
 - a. sistem dalam keadaan diam
 - b. sistem bergerak ke atas dengan percepatan $5,2 \text{ ms}^{-2}$.

4. Dua buah benda m_1 dan m_2 tersusun seperti gambar di bawah ini, $m_1 = 1\text{kg}$ dan $m_2 = 2\text{kg}$. Jika massa tali dan massa katrol, diabaikan dan tidak ada gesekan antara tali dan katrol, tentukan percepatan yang dialami oleh masing-masing benda! ($g = 10\text{ms}^{-2}$).

5. Tiga benda masing-masing $m_1 = 1\text{kg}$, $m_2 = 2\text{kg}$, dan $m_3 = 3\text{kg}$ berada pada bidang datar licin, dihubungkan dengan tali seperti pada gambar berikut. Kemudian, sistem tersebut ditarik dengan gaya 24 N. Tentukanlah besarnya tegangan tali T_1 dan T_2 !



6. Seseorang ber massa 50kg berada di dalam sebuah lift yang sedang bergerak dengan percepatan 5ms^{-2} ke bawah. Tentukanlah tekanan kaki orang terhadap alas lift! ($g=10\text{ms}^{-2}$).

7. Sebuah benda digantung dengan seutas tali. Dalam keadaan diam, tegangan talinya adalah 100N, ($g=10\text{ms}^{-2}$). Jika tali hanya mampu menahan tegangan sebesar 180N, dengan percepatan maksimum berapakah benda tersebut dpt ditarik ke atas, tepat pada saat tali akan putus?

8. Jika gaya sebesar 158 N diberikan pada benda yang bermassa 120 kg, berapakah berat benda?

9. Sebanyak 4,40 kg air dalam sebuah kotak dipercepat ke atas dengan menariknya menggunakan sebuah kawat yang memiliki batas maksimum agar tidak putus sebesar 60 N. Berapakah percepatan maksimum kawat?

10. Pada kemasan gula pasir tertera 2 kg, berapakah berat gula tersebut?

f. Kunci Jawaban

1. (Jawaban: (a) $1/3$; (b) $0,75 \text{ m/s}^2$)
2. (Jawaban: 6N)
3. (Jawaban: 50 N dan 76 N)
4. (Jawaban: $3,33 \text{ m/s}^2$)
5. (Jawaban: 3 N dan $5,5\text{N}$)
6. (Jawaban: 250 N)
7. (Jawaban: 9 m/s^2)
8. (Jawaban: $1,32 \text{ m/s}^2$)
9. (Jawaban: $3,84 \text{ m/s}^2$)
10. (Jawaban: 20 N)

g. Lembar Kerja

Kegiatan 1

Memahami Hukum I Newton

Setiap benda selalu ingin mempertahankan keadaannya (lambam).

Alat dan Bahan

- ? 2 buah uang logam.
- ? 1 lembar kertas HVS.

Langkah kerja

1. Taruhlah 2 uang logam saling bertindihan diatas kertas HVS!
2. Tarik kertas dengan cepat pada posisi mendatar !
3. Ulangi kegiatan ini beberapa kali!
4. Berilah kesimpulan dari kegiatan ini!

Kegiatan 2

Memahami Hukum II Newton

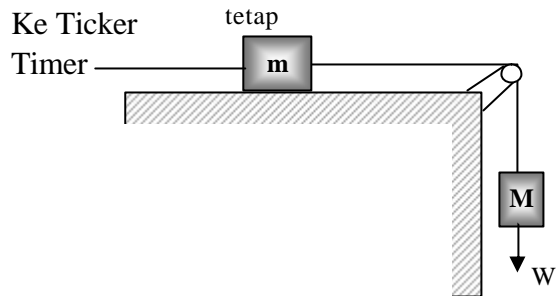
Gaya yang diberikan pada suatu benda akan menyebabkan benda bergerak atau menimbulkan percepatan pada benda.

Alat dan Bahan

- ? 1 buah Ticker timer.
- ? 1 buah Katrol kecil.
- ? 1 buah beban (m) 1 kg
- ? 3 buah beban (M) : 2,5 kg, 2 kg, dan 1,5 kg.
- ? 1 rol kertas ticker timer dan kertas karbon.

Langkah kerja

1. Rangkaian alat dan bahan seperti pada gambar di bawah ini!



2. Gunakan beban mulai yang massa terkecil sampai besar secara bergantian!
3. Amati pita ticker timer pada setiap beban (M).
4. Apakah kesimpulan dari kegiatan ini?

Kegiatan 3

Memahami Hukum III Newton

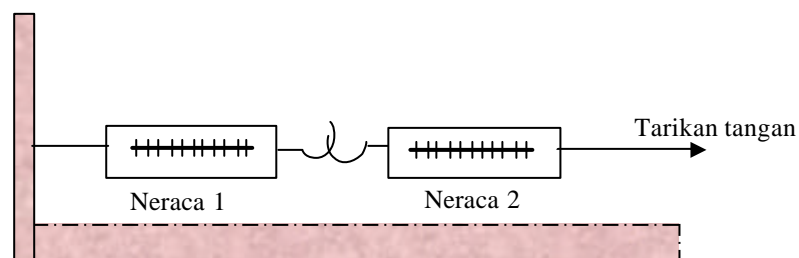
Pembuktian adanya gaya aksi sama dengan gaya reaksi.

Alat dan Bahan

- 2 buah neraca pegas.
- 1 buah statif.

Langkah kerja

1. Ikatkan sebuah pegas pada statif, sedangkan neraca pegas yang lain anda biarkan bebas lihat gambar di bawah ini.



2. Perlahan-lahan, tariklah ujung neraca pegas yang bebas sampai pada skala tertentu. Catat skala yang ditunjukkan oleh kedua neraca pegas. Ulangi tarikan Anda untuk skala-skala lain yang berbeda.
3. Apa kesimpulan dari kegiatan ini?

2. Kegiatan Belajar 2

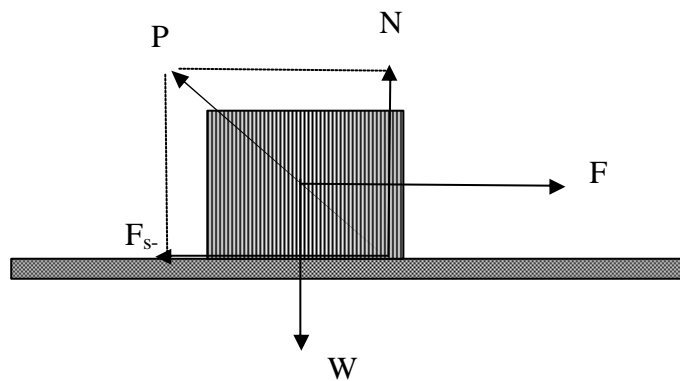
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

- ? Memahami konsep gaya gesek
- ? Memahami kerugian dan keuntungan gaya gesek dalam kehidupan sehari-hari.

b. Uraian Materi

1) Konsep Gaya Gesek

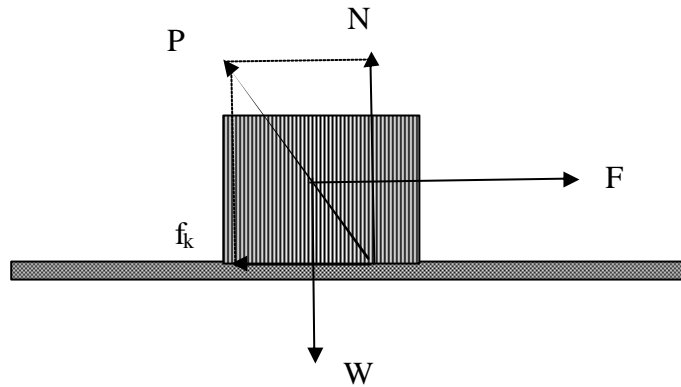
Benda bergerak di bidang yang kasar akan mengalami gesekan dengan bidang tersebut. Biasanya gesekan menimbulkan panas, hal ini menunjukkan adanya pengurangan usaha yang dilakukan oleh benda tersebut, karena gaya gesek berlawanan dengan arah gerak benda.



Gambar 11: Gaya gesek pada balok tepat akan bergerak.

Pada gambar (11) benda ditarik dengan gaya (F), gaya berat benda (w) dan gaya yang timbulkan oleh bidang mendatar terhadap benda (P) garis kerjanya berpotongan di satu titik. Benda belum ditarik $f_s = 0$ dan ketika ditarik tapi belum mencapai saat akan bergerak $f_s < \mu_s \cdot N$. Bila benda ditarik dengan gaya (F) makin lama

makin besar pula ξ nya. Akhirnya ξ mencapai harga maksimum yaitu $\mu_s N$, ketika benda tepat akan bergerak.



Gambar 12 : Gaya gesek pada benda yang bergerak

Apabila F diperbesar lagi benda mulai bergerak. Pada saat ini gaya gesekan mulai berkurang. Gaya gesekan baru ini disebut gaya gesek kinetik (f_k).

Jika benda ditarik oleh suatu gaya (F) yang menyebabkan benda tepat akan bergerak, maka gaya geseknya disebut *gaya gesek statis* (f_s). Gaya gesek statis berbanding lurus dengan N , yang besarnya sama dengan $\mu_s N$. Faktor μ_s disebut *koefisien gesekan statis*.

Sedangkan benda yang bergerak maka gaya geseknya disebut *gaya gesek kinetik* (f_k). Gaya gesek kinetik berbanding lurus dengan N , yang besarnya sama dengan $\mu_k N$. Faktor μ_k disebut *koefisien gesekan kinetik*.

Gaya gesek kinetik selalu lebih kecil dibandingkan dengan gaya gesek statis, sehingga $\mu_k < \mu_s$.

2) Kerugian yang disebabkan gaya gesek

Gaya gesek dapat menyebabkan kerugian karena menyebabkan benda menjadi cepat aus misalnya pada ban kendaraan dan hak

sepatu. Sedangkan panas ditimbulkan dapat menyebabkan percikan api yang sangat berbahaya apabila mengenai bahan yang mudah terbakar, selain itu panas pada mata bor dapat menyebabkan mata bor mudah patah.

3) Keuntungan yang disebabkan gaya gesek

Ternyata gaya gesek tidak selalu merugikan, tetapi dapat menguntungkan, misalnya (a) gaya gesek ini dapat digunakan untuk mengkilatkan permukaan suatu benda (kayu, tembok, besi), sehingga tampak rata dan indah bila di cat. (b) gaya gesek ini dimanfaatkan untuk menghentikan jalannya kendaraan, hal ini terdapat pada rem.

Contoh soal 1

Sebuah balok mempunyai massa 400 gram meluncur di bidang mendatar dengan kecepatan mula-mula 9,8 m/det. Berapa jauh dan berapa lamakah balok itu bergerak? Percepatan gravitasi bumi $g = 9,8 \text{ m/det}^2$ dan $\mu_k = 0,2$.

Penyelesaian

Selama balok bergerak bekerja gaya gesekan kinetik f_k yang menghambat gerak balok itu sehingga berhenti. Besar N sama dengan W , yaitu $mg = (0,4 \text{ kg}) (9,8 \text{ m/det}^2)$.

$$f_k = \mu_k N = (0,2) (0,4 \text{ kg}) (9,8 \text{ m/det}^2).$$

Dengan menggunakan persamaan $F = ma$, dapat diperoleh percepatan a yang searah dengan f_k atau berlawanan dengan arah gerak. Jadi a tandanya negatif dan besarnya

$$a = \mu_k \frac{F}{m} = \frac{(0,2) (0,4 \text{ kg}) (9,8 \text{ m/det}^2)}{0,4 \text{ kg}}$$

$$= -1,96 \text{ m/det}^2. \text{ Untuk } t=0; v_0 = 9,8 \text{ m/det};$$

maka lama balok bergerak adalah:

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{0 - 9,8 \text{ m/det}}{-1,96 \text{ m/det}^2} = 5 \text{ detik}$$

Jarak x yang ditempuh balok:

$$X = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \\ = (9,8 \text{ m/det}) (5 \text{ det}) + \frac{1}{2} (-1,96 \text{ m/det}^2) (5 \text{ det})^2 = 24,5 \text{ m}$$

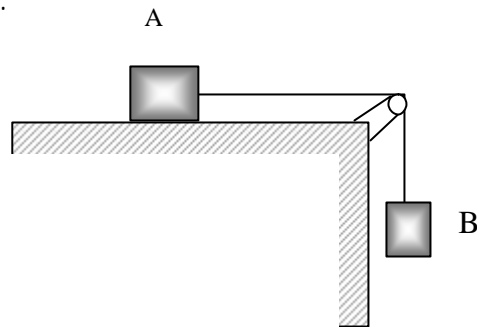
c. Rangkuman

1. Jika benda ditarik oleh suatu gaya (F) yang menyebabkan benda tepat akan bergerak, maka gaya geseknya disebut gaya gesek statis (f_s). Gaya gesek statis berbanding lurus dengan N, yang besarnya sama dengan $\mu_s N$. Faktor μ_s disebut koefisien gesekan statis.
2. Sedangkan benda yang bergerak maka gaya geseknya disebut gaya gesek kinetik (f_k). Gaya gesek kinetik berbanding lurus dengan N, yang besarnya sama dengan $\mu_k N$. Faktor μ_k disebut koefisien gesekan kinetik.
3. Gaya gesek dapat menyebabkan kerugian karena menyebabkan benda menjadi cepat aus dan timbul panas yang tak diinginkan.
4. Gaya gesek tidak selalu merugikan, tetapi dapat menguntungkan, misalnya (a) gaya gesek ini dapat digunakan untuk mengaluskan permukaan suatu benda (kayu, tembok, besi), sehingga tampak rata dan indah bila di cat. (b) gaya gesek ini dimanfaatkan untuk menghentikan jalannya kendaraan, hal ini terdapat pada rem.

d. Tugas

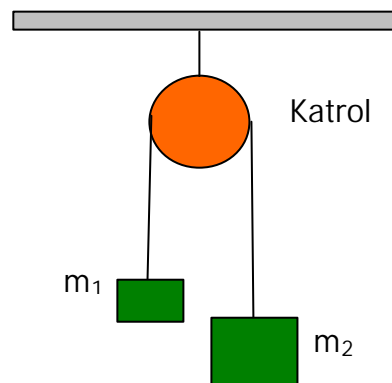
1. Sebuah balok mempunyai massa 600 gram bergerak dibidang datar yang mempunyai $\mu_k = 0,25$. Jika percepatan gravitasi bumi $g = 10 \text{ m/s}^2$, maka tentukan : (a) Gaya normal (N), (b) Gaya gesek kinetis.

2. Balok A (massanya 1 kg) yang terletak di bidang mendatar dihubungkan dengan beban B yang digantung vertikal dengan tali melalui sebuah katrol.



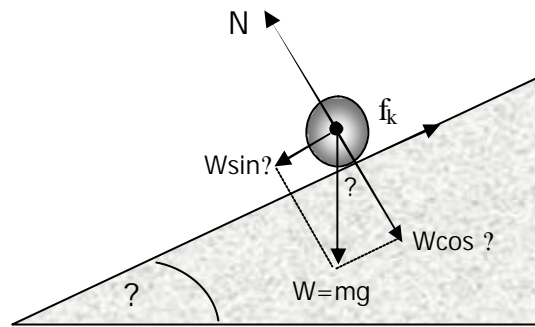
Massa tali dan gesekan pada katrol diabaikan, koefisien gesekan antara A dan bidang datar : $\mu_s = 0,5$, $\mu_k = 0,25$. Apakah yang terjadi pada sistem itu bila massa B sebesar 1 kg dan 1,9 kg?

3. Dua buah benda m_1 dan m_2 tersusun seperti gambar di bawah ini, $m_1 = 1\text{kg}$ dan $m_2 = 2\text{kg}$.



Jika massa tali dan massa katrol, diabaikan dan koefisien gesekan kinetik antara tali dan katrol, gaya gesek kinetiknya 1 Newton, tentukan percepatan yang dialami oleh masing-masing benda! ($g = 10\text{ms}^{-2}$).

4. Sebuah benda mempunyai massa 300 gram terletak dibidang miring dengan sudut kemiringan 30° , gesekan antara benda dan bidang mempunyai $\mu_k = 0,2$ dan $g = 10 \text{ m/s}^2$, jika benda mula-mula diam, maka tentukan :

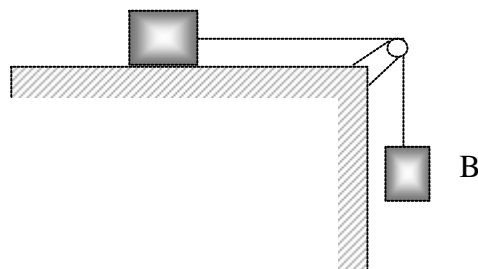


- (a). Gaya gesek kinetik.
- (b). Gaya penggerak benda.
- (c). Percepatan benda.
- (d). Kecepatan benda pada saat mencapai jarak 1,5 meter.

5. Berikan 3 contoh penggunaan gaya gesek dalam kehidupan sehari-hari!

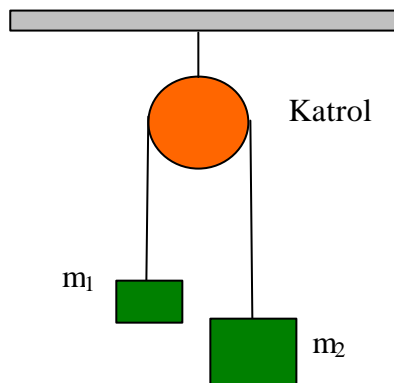
e. Tes Formatif

1. Balok A mempunyai massanya 1 kg yang terletak di bidang mendatar dihubungkan dengan beban B yang digantung vertikal dengan tali melalui sebuah katrol.



Massa tali dan gesekan pada katrol diabaikan, koefisien gesekan antara A dan bidang datar : $\mu_k = 0,3$. Apakah yang terjadi pada sistem itu bila massa B sebesar 1,5 kg?

2. Sebuah balok yang bermassa 500 gram terletak dibidang miring yang sudut kemiringannya 37° . Balok dihubungkan dengan sebuah beban yang digantung vertikal pada sebuah tali melau katrol, massa tali dan katrol diabaikan. Adapun gesekan antara balok dan bidang miring mempunyai $\mu_k = 0,2$, jika $g = 10 \text{ m/s}^2$ dan massa beban 800 gram, maka tentukan :
 (a). Gaya gesek kinetik, (b) Percepatan benda.
3. Dua buah benda m_1 dan m_2 tersusun seperti gambar di bawah ini, $m_1 = 10\text{kg}$ dan $m_2 = 12\text{kg}$.



Jika massa tali dan massa katrol, diabaikan dan koefisien gesekan kinetik antara tali dan katrol, gaya gesek kinetiknya 1 Newton, tentukan : (a) tegangan tali, (b) percepatan yang dialami oleh masing-masing benda! ($g = 10\text{ms}^{-2}$).

4. sebuah balok mempunyai massa 200 gram bergerak dibidang datar yang mempunyai $\mu_k = 0,2$. Jika percepatan gravitasi bumi $g = 10 \text{ m/s}^2$, maka tentukan : (a) Gaya normal (N), (b) Gaya gesek kinetis.
5. Sebuah mobil mempunyai massa 1 ton bergerak dengan kecepatan awal 6 m/s tiba-tiba direm sehingga mobil berhenti setelah 4 detik. Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, maka tentukan koefisien gesekan kinetik pada rem tersebut!

f. Kunci Jawaban

1. (jawaban : 12 m/s^2).
2. (Jawaban : $0,8 \text{ N}$ dan 1 m/s^2)
3. (jawaban : 107 N dan $0,454 \text{ m/s}^2$)
4. (jawaban : 2N dan 4 N)
5. (Jawaban : $0,15$)

g. Lembar Kerja

Kegiatan 1

Memahami tentang gaya gesek

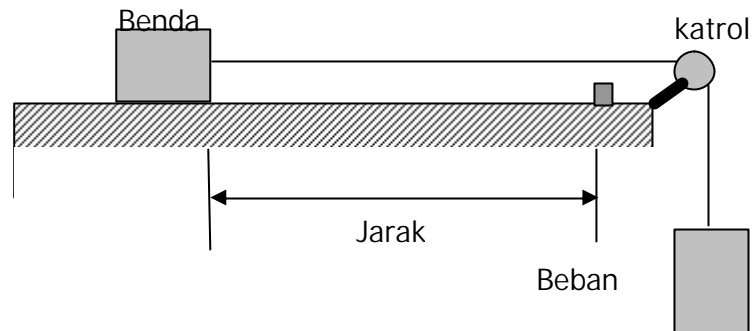
Pembuktian gaya gesek pada bidang kasar.

Alat dan Bahan

- ? 1 buah benda 400 gr.
- ? 4 buah beban masing-masing : 500 gr, 650 gr, 700 gr dan 800 gr.
- ? 1 buah papan luncur dengan permukaan licin dan kasar
- ? 1 buah katrol kecil
- ? 1 Rol benang penghubung benda dan beban.
- ? 1 buah mistar
- ? 1 buah stopwatch

Langkah Kerja

1. Rangkaikan alat seperti pada gambar di bawah ini :



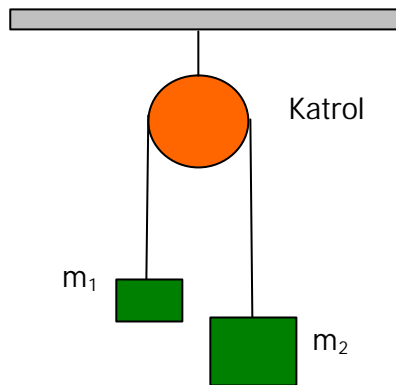
2. Gunakan papan luncur yang licin dan ukur jarak lintasan 1 m!.
3. Gunakan beban 500 gr!.
4. Catat waktu yang diperlukan untuk mencapai jarak 1 m!
5. Ulangi percobaan dengan beban yang lain.
6. Ulangi percobaan di atas menggunakan papan luncur yang kasar.
7. Banding hasil percobaan yang menggunakan papan luncur licin dan kasar.
8. Tuliskan kesimpulannya.

BAB III EVALUASI

A. Tes Tertulis

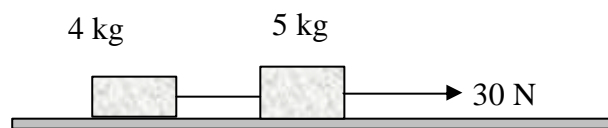
Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

1. Seorang dengan massa 60 kg berada dalam lift yang sedang bergerak ke bawah dengan percepatan 3 ms^{-2} , desakan kaki orang pada lantai lift adalah?
2. Suatu benda mempunyai massa 2 kg dikenai gaya 100 N yang membentuk sudut 30° dengan arah perpindahan benda. Tentukan percepatan benda!
3. Sebuah mobil yang bermassa 1000 kg bergerak dari keadaan diam dengan percepatan konstan ke laju 10 m/s dalam waktu 5 menit pada suatu jalan lurus. Berapakah besar gaya yang diperlukan untuk mempercepat mobil tersebut?
4. Suatu balok mempunyai massa 200 gram diletakkan di atas bidang miring yang kasar dengan sudut kemiringan 60° , jika koefisien gesek kinetik 0,3 dan percepatan gravitasi bumi 10 m/s^2 , maka tentukan: (a) gaya gesek kinetik, (b) percepatan benda!
5. Sebuah peti besar mempunyai massa 60 kg meluncur pada sebuah bidang miring yang memiliki sudut kemiringan 20° . Tentukan besarnya percepatan dan gaya normal!
6. Dua buah benda m_1 dan m_2 tersusun seperti gambar di bawah ini, $m_1 = 10 \text{ kg}$ dan $m_2 = 12 \text{ kg}$.

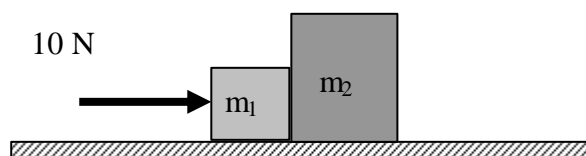


Jika massa tali dan massa katrol, diabaikan dan koefisien gesekan kinetik antara tali dan katrol, tentukan : (a) tegangan tali, (b) percepatan yang dialami oleh masing-masing benda! ($g = 10\text{ms}^{-2}$).

7. Berapakah percepatan balok dan tegangan tali pada gambar di bawah ini?



8. Dua benda $m_1 = 2\text{ kg}$ dan $m_2 = 4\text{ kg}$ seperti pada gambar disusun dan ditempatkan pada bidang datar licin. Jika benda m_1 didorong dengan gaya $F = 20\text{ N}$, besarnya gaya kontak antara benda m_1 dan m_2 adalah F_{12} atau F_{21} . Kedua sama besar, hanya berlawanan arah. Keduanya merupakan gaya aksi-reaksi.



B. Tes Praktek

Tujuan

Memahami Hukum III Newton:

Pembuktian adanya gaya aksi sama dengan gaya reaksi.

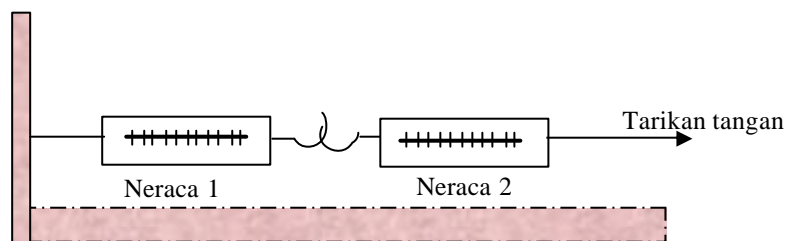
Alat dan Bahan

2 buah neraca pegas.

1 buah statif.

Langkah kerja

- 1) Ikatkan sebuah pegas pada statif, sedangkan neraca pegas yang lain anda biarkan bebas lihat gambar di bawah ini.



- 2) Perlahan-lahan, tariklah ujung neraca pegas yang bebas sampai pada skala tertentu. Catat skala yang ditunjukkan oleh kedua neraca pegas. Ulangi tarikan anda untuk skala-skala lain yang berbeda.
- 3) Apa kesimpulan dari kegiatan ini?

KUNCI JAWABAN

1. (jawaban : 420 Newton)
2. (jawaban : $4,33 \text{ m/s}^2$)
3. (jawaban : 2000N)
4. (jawaban : $0,3 \text{ N}$ dan $7,2 \text{ m/s}^2$)
5. (jawaban : $3,3 \text{ m/s}^2$ dan 550 N)
6. (jawaban : 107 N dan $0,89 \text{ m/s}^2$)
7. (jawaban : $3,33 \text{ m/s}^2$ dan 13,3 N)
8. (jawaban : 13,34 N)
9. (jawaban : 17,35 mA)
10. (jawaban : $I_A = V/R_A = 9,0 \text{ V}/6,0 \text{ V} = 1,5 \text{ A}$, $I_B = V/R_B = 9,0 \text{ V}/30,0 \text{ V} = 0,3 \text{ A}$, $I_C = V/R_C = 0,2 \text{ A}$, $R = 4,5 \text{ ?}$ dan $I = 2,0 \text{ A}$.)

LEMBAR PENILAIAN SISWA

Nama Peserta :
 No. Induk :
 Program Keahlian :
 Nama Jenis kegiatan :

PEDOMAN PENILAIAN

No.	Aspek Penilaian	Skor Maks.	Skor Perolehan	Keterangan
1	2	3	4	5
I	Persiapan 1.1. Membaca Modul 1.2. Persiapan Alat dan Bahan			
	Sub total	5		
II	Pelaksanaan Pembelajaran 2.1. Cek Kemampuan Siswa 2.2. Melaksanakan Kegiatan 1 dan 2			
	Sub total	20		
III	Kinerja Siswa 3.1. Cara merangkai alat 3.2. Membaca necara pegas 3.3. Menulis satuan pengukuran 3.4. Banyak bertanya 3.5. Cara menyampaikan pendapat.			
	Sub total	25		
IV	Produk Kerja 4.1. Penyelesaian Tugas 4.2. Penyelesaian Kegiatan Lab. 4.3. Penyelesaian Tes Formatif 4.4. Penyelesaian Evaluasi			
	Sub total	35		
V	Sikap / Etos Kerja 5.1. Tanggung Jawab 5.2. Ketelitian 5.3. Inisiatif 5.4. Kemandirian			
	Sub total	10		
VI	Laporan 6.1. Sistematika Peyusunan Laporan 6.2. Penyajian Pustaka 6.3. Penyajian Data 6.4. Analisis Data 6.5. Penarikan Simpulan			
	Sub total	10		
	Total	100		

KRITERIA PENILAIAN

No.	Aspek Penilaian	Kriteria penilaian	Skor
1	2	3	4
I	Persiapan		
	1.1. Membaca Modul	? Membaca Modul ? Tidak membaca Modul	1
	1.2. Persiapan Alat dan Bahan	? Alat dan bahan sesuai dengan kebutuhan. ? Alat dan bahan disiapkan tidak sesuai kebutuhan	5 1
II	Pelaksanaan Proses Pembelajaran		
	2.1. Cek Kemampuan Siswa	? Siswa yang mempunyai kemampuan baik. ? Siswa tidak bisa menyelesaikan	10 1
	2.2. Melaksanakan Kegiatan 1 dan 2	? Melaksanakan kegiatan dengan baik.	10
		? Melaksanakan tidak sesuai ketentuan	1
III	Kinerja Siswa		
	3.1. Cara merangkai alat	? Merangkai alat dengan benar	5
		? Merangkai alat kurang benar.	1
	3.2. Membaca neraca pegas (dinamometer)	? Cara membaca skala alat ukur benar.	5
		? Cara membaca tidak benar	1
	3.3. Menulis satuan pengukuran	? Menulis satuan dengan benar	5
		? Tidak benar menulis satuan	1
	3.4. Banyak bertanya	? Banyak bertanya	5
		? tidak bertanya	1
	3.5. Cara menyampaikan pendapat	? Cara menyampaikan pendapatnya baik	5
? Kurang baik dalam menyampaikan pendapatnya		1	

IV	Kualitas Produk Kerja		
	4.1. Penyelesaian Tugas	? Kualitas Tugasnya baik ? Kualitasnya rendah	7 1
	4.2. Penyelesaian Kegiatan Lab.	? Kualitas kegiatan lab.nya baik ? Kualitas rendah	5 1
	4.3. Penyelesaian Tes Formatif	? Skor Tes Formatifnya baik ? Skor Tes Formatif Rendah	8 1
	4.4. Penyelesaian Evaluasi	? Memahami Konsep dengan baik. ? Kurang memahami konsep	10 5
V	Sikap/Etos Kerja		
	5.1. Tanggung Jawab	? Membereskan kembali alat dan bahan yang telah dipergunakan ? Tidak membereskan alat dan bahan	2 1
	5.2. Ketelitian	? Tidak melakukan kesalahan kerja ? Banyak melakukan kesalahan kerja	3 1
	5.3. Inisiatif	? Memiliki inisiatif kerja ? Kurang memiliki inisiatif	3 1
	5.4. Kemandirian	? Bekerja tanpa banyak perintah. ? Bekerja dengan banyak perintah	2 1
VI	Laporan		
	6.1. Sistematika Peyusunan Laporan	? Laporan sesuai dengan sistematika yang telah ditentukan. ? Laporan tidak sesuai sistematika.	2 1
	6.2. Penyajian Pustaka	? Terdapat penyajian pustaka. ? Tidak terdapat penyajian pustaka	2 1

	6.3. Penyajian Data	? Data disajikan dengan rapi.	2
		? Data tidak disajikan.	1
	6.4. Analisis Data	? Analisisnya benar.	2
		? Analisisnya salah.	1
	6.5. Penarikan Simpulan.	? Tepat dan benar	2
		? Simpulan kurang tepat.	1

BAB IV PENUTUP

Setelah menyelesaikan modul ini, anda berhak untuk mengikuti tes praktik untuk menguji kompetensi yang telah anda pelajari. Apabila anda dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evaluasi dalam modul ini, maka anda berhak untuk melanjutkan ke topik/ modul berikutnya.

Mintalah pada guru/instruktur untuk melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaian yang dilakukan secara langsung oleh asosiasi profesi yang berkompeten apabila anda telah menyelesaikan suatu kompetensi tertentu. Atau apabila anda telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap modul, maka hasil yang berupa nilai dari guru/instruktur atau berupa portofolio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi oleh asosiasi profesi. Kemudian selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi tertentu dan bila memenuhi syarat anda berhak mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh asosiasi profesi.

DAFTAR PUSTAKA

Giancoli, D.C.. 1995. **Physics**. New Jersey: Prentice Hall.

Halliday, D., Resnick, R. 1994. **Physics**, terjemahan: Pantur Silaban dan Erwin Sucipto. Jakarta: Erlangga.

Zitzewitz, P.W., David, M., Guitry, N.D. Hainen, N.O., Kramer, C.W., Nelson, J.. 1999. **Physics, Principles and Problem**. New York: Glencoe McGraw-Hill.