

GAYA DAN PENERAPANNYA

PENDAHULUAN

Bahan Belajar Mandiri (BBM) ini merupakan BBM ketiga dari mata kuliah Konsep Dasar Fisika untuk SD yang menjelaskan tentang konsep gaya dan penerapannya. Dengan mempelajari modul ini Anda akan lebih terampil menerapkan konsep-konsep yang ada didalamnya ke dalam pembelajaran di sekolah. Jika Anda perhatikan dengan saksama, banyak bendabenda yang ada di sekelilingmu tidak pernah diam. Amatilah gerak benda-benda di sekitar kita, bagaimana benda benda itu dapat bergerak? Apa yang menyebabkan benda dapat bergerak? Untuk memahami berbagai gejala alam tentang gerak benda diperlukan pemahaman akan konsep gaya. Apakah gaya itu dan bagaimana pengaruhnya terhadap benda, semua adalah penting untuk diketahui. Berkaitan dengan hal tersebut maka pada modul ini Anda akan mempelajari pengertian gaya dalam IPA, besar dan arah gaya, jenis-jenis gaya dan hukum-hukum Newton.

Dalam BBM ini, akan disajikan dua kegiatan belajar, yaitu:

1. Kegiatan Belajar 1 : Gaya
2. Kegiatan Belajar 2 : Hukum-hukum Newton

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan memiliki kompetensi menjelaskan gaya dan hukum-hukum Newton.

Secara lebih khusus lagi. Anda diharapkan dapat:

1. Menjelaskan pengertian gaya
2. Menjelaskan pengaruh gaya pada benda
3. Mengidentifikasi jenis-jenis gaya
4. Melukiskan penjumlahan gaya dan pengurangan gaya-gaya
5. Menerapkan Hukum –hukum Newton untuk menjelaskan berbagai peristiwa dalam kehidupan sehari- hari

Pembelajaran mengenai gaya di SD dipelajari di:

Kelas IV Semester 2 :

Standar kompetensi: Memahami gaya dapat mengubah gerak dan/atau bentuk suatu benda

Kompetensi Dasar:

- Menyimpulkan hasil percobaan bahwa gaya (dorongan dan tarikan) dapat mengubah gerak suatu benda
- Menyimpulkan hasil percobaan bahwa gaya (dorongan dan tarikan) dapat mengubah bentuk suatu benda

Kelas V Semester 2 :

Standar Kompetensi: Memahami hubungan antara gaya, gerak, dan energi, serta fungsinya

Kompetensi Dasar:

- Mendeskripsikan hubungan antara gaya, gerak dan energi melalui percobaan (gaya gravitasi, gaya gesek, gaya magnet)

Agar Anda memperoleh hasil yang maksimal dalam mempelajari BBM ini, ikuti petunjuk pembelajaran berikut ini.

1. Bacalah dengan cermat bagian Pendahuluan BBM ini, sampai Anda memahami betul apa, untuk apa, dan bagaimana mempelajari BBM ini.
2. Bacalah bagian demi bagian , temukan kata-kata kunci dan kata-kata yang Anda anggap baru. Carilah dan baca pengertian kata-kata tersebut dalam daftar kata-kata sulit dalam BBM ini atau dalam kamus yang ada.
3. Tangkaplah pengertian demi pengertian dari isi BBM ini melalui pemahaman sendiri, tukar pikiran dengan sesama mahasiswa, dan dosen Anda.
4. Mantapkan pemahanan Anda melalui diskusi dengan sesama teman mahasiswa.
5. Lakukan semua kegiatan yang diajarkan sesuai dengan petunjuk BBM. Karena di dalam pembelajaran BBM ini kita akan melakukan beberapa pengamatan dan percobaan.

KEGIATAN BELAJAR 1

GAYA

Dalam kehidupan sehari-hari kata gaya mungkin sudah sering kita dengar. Namun pengertian tentang gaya dalam Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) berbeda dengan pengertian gaya yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Pengertian gaya dalam IPA dan teknologi memegang peran yang sangat penting. Banyak kegiatan yang berkaitan dengan gaya yang dapat kita lakukan atau dapat kita amati dalam kejadian sehari-hari. Misalnya untuk memindahkan buku, kita perlu mengangkatnya, untuk menggeser letak almari kita perlu mendorongnya, untuk membuka/menutup pintu, kita perlu mendorong/menariknya, untuk menimba air dari sumur dengan menggunakan kerekan kita perlu menarik tali. Selain itu kita juga sering melihat anak kecil yang berusaha memindahkan meja dengan mendorongnya walaupun tidak berhasil, kuda yang sedang menarik kereta, kerbau yang sedang menarik bajak di sawah, lokomotif yang menarik atau mendorong gerbong di stasiun kereta api dan sebagainya. Jika kita perhatikan, semua kegiatan tersebut di atas dapat terjadi karena ada gaya tarikan atau dorong dari manusia, hewan, atau benda terhadap benda lain. Mengangkat benda berarti melakukan gaya tarik ke arah atas. Dalam IPA tarikan atau dorongan itulah yang dinamakan *gaya*. Dari contoh-contoh tersebut di atas tampak bahwa benda yang mengalami tarikan atau dorongan (dikenai gaya) dapat berpindah tempat atau bergerak. Akan tetapi perlu diingat bahwa tarikan atau dorongan (gaya) pada benda tidak selalu menyebabkan benda tersebut berpindah tempat atau bergerak. Jika tarikan atau dorongan tersebut terjadi karena adanya kontak antara dua benda atau lebih, maka gaya ini disebut *gaya kontak*. Selain gaya kontak, juga ada gaya tak kontak.

A. Pengertian Gaya dan Pengaruh Gaya

Pernahkah Anda mendorong daun pintu sehingga terbuka? Demikian pula pernahkah Anda menarik daun pintu sehingga tertutup? Bagaimanakah usaha Anda agar daun pintu dapat dengan cepat terbuka atau tertutup? Tentu Anda harus menggerakkan tangan sehingga daun pintu dapat membuka dan menutup dengan cepat. Gerakan tangan Anda adalah usaha dalam memberikan dorongan atau tarikan pada daun pintu agar terbuka atau tertutup. Selanjutnya kita pun dapat membayangkan apa yang terjadi dengan keadaan tanah liat jika kita menekan segumpal tanah liat. Pada setiap kegiatan itu Anda mengerahkan sebuah gaya. Gaya adalah suatu tarikan atau dorongan yang dikerahkan sebuah benda terhadap benda lain. Untuk memahami pengertian gaya, lakukanlah kegiatan-kegiatan di bawah ini:

Kegiatan Percobaan

Kegiatan 1

Kegiatan ini bertujuan untuk memahami pengertian gaya.

1. Tariklah sebuah buku di atas meja.	2. Doronglah sebuah pensil di atas meja.	3. Lengkungkan kedua ujung penggaris plastik
		
Apakah yang terjadi ?	Apakah yang terjadi ?	Apakah yang terjadi ?

Gambar 3.1 Tarikan atau dorongan dapat menyebabkan suatu benda bergerak atau berubah bentuk
Sumber: Belajar IPA untuk Kelas VIII SMP/M.Ts Depdiknas; Internet

Pertanyaan

1. Apakah yang Anda lakukan terhadap setiap benda tersebut?
2. Apa yang terjadi pada masing-masing benda setelah Anda melakukan kegiatan? Jelaskan.
3. Berdasarkan kegiatan ini, apakah kesimpulan Anda?

Tarikan dan dorongan yang Anda berikan pada benda disebut gaya. Apakah gaya yang Anda berikan memiliki arah? Tentu, gaya memiliki arah. Ketika Anda mendorong ke depan, benda pun akan bergerak ke depan. Jadi, gaya dapat dikatakan sebagai tarikan atau dorongan. Gaya yang berupa tarikan atau dorongan tersebut mempunyai arah gaya. Tarikan mempunyai arah yang mendekati orang/hewan/benda yang menariknya. Sedangkan dorongan mempunyai arah yang menjauhi orang/hewan/benda yang mendorongnya. Selain mempunyai arah, gaya pun mempunyai nilai, maka gaya merupakan besaran *vektor*.



Gambar 3.2 Tarikan dan dorongan yang diberikan pada benda

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

Gaya selaku besaran vektor digambarkan sebagai anak panah. Arah anak panah menggambarkan arah gaya, sedangkan panjang anak panah menggambarkan besar/kekuatan gaya. Untuk memperjelas pernyataan tersebut, perhatikan gambar berikut ini :

Arah gaya F_1 ke kanan

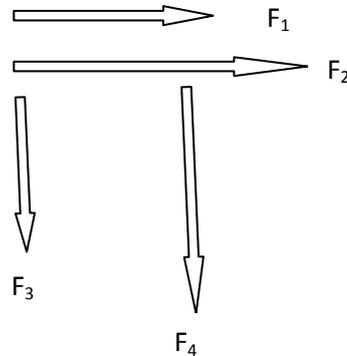
Arah gaya F_2 ke kanan

Gaya F_1 lebih besar daripada gaya F_2

Arah gaya F_3 ke bawah

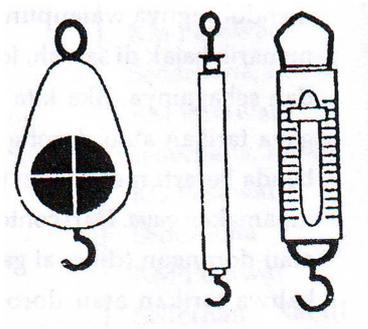
Arah gaya F_4 ke bawah

Gaya F_3 lebih kecil daripada F_4



Gambar 3. 3 Vektor gaya

Gaya dapat menyebabkan sebuah benda berubah bentuk, berubah posisi, berubah kecepatan, berubah panjang atau volume, dan juga berubah arah. Besar kecilnya atau kuat lemahnya gaya yang harus kita keluarkan untuk suatu kegiatan, tergantung pada jenis kegiatannya. Sebuah gaya disimbolkan dengan huruf F singkatan dari *Force*. Satuan gaya dalam Satuan Internasional (SI) adalah Newton (N) yang merupakan penghormatan bagi seorang ilmuwan Fisika Inggris bernama Sir Isaac Newton (1642-1727). Alat untuk mengukur besar gaya adalah neraca pegas atau *dinamometer* seperti yang tampak pada gambar 3.4a dan 3. 4b



Gambar 3.4a Bentuk-bentuk dinamometer



Gambar 3.4b Jenis-jenis dinamometer untuk skala (a) 0,2 N, (b) 1 N, (c) 2 N, (d) 5 N, (e) 10 N (f) 20 N, dan (g) 100 N

Percobaan

Kegiatan 1

Kegiatan ini bertujuan untuk mengelompokkan kegiatan-kegiatan yang termasuk tarikan dan kegiatan-kegiatan yang termasuk dorongan.

Alat dan Bahan:

- Balok kayu
- Tali
- Katapel
- Kelereng
- Karet
- Kursi
- Meja
- Per/pegas
- Tanah liat
- Lilin mainan/plastisin
- Bola tenis
- Bola sepak

Langkah kerja:

Tunjukkan mana yang termasuk tarikan dan mana yang termasuk dorongan.

Berilah tanda (v) pada kolom yang sesuai dan tanda (-) pada kolom yang tidak sesuai .

Tabel 3. 1: Kegiatan yang memerlukan gaya

No	Kegiatan	Tarikan	Dorongan
1	Merentangkan katapel		
2	Mengelindingkan kelereng		
3	Merentangkan karet		
4	Melempar bola tenis		
5	Memindahkan meja		
6	Memindahkan kursi		
7	Menekan per		
8	Membuat bola dari tanah liat		
9	Menekan plastisin (lilin mainan)		
10	Mencabut rumput		

Kegiatan 2

Kegiatan ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh gaya terhadap gerak benda

Alat dan bahan:

- Masih menggunakan alat dan bahan pada Kegiatan 1.

Langkah kerja:

Lakukan kegiatan-kegiatan di bawah ini dengan anggota kelompok yang lain. Amatilah keadaan benda. Apakah benda tersebut bergerak atau tidak.

Berilah tanda (v) pada kolom yang sesuai dan tanda (-) pada kolom yang tidak sesuai dengan jawabanmu.

Tabel 3.2 : Kegiatan yang menyebabkan gerak

No	Kegiatan	Bergerak	Tak Bergerak
1	Menginjak lantai		
2	Menulis buku		
3	Mendorong meja		
4	Menarik kursi		

5	Menendang bola sepak		
6	Melempar bola tenis		
7	Menarik per (pegas)		
8	Menarik karet		

Berdasarkan beberapa kegiatan di atas dapat kita simpulkan bahwa gaya adalah tarikan atau dorongan dan gaya dapat menyebabkan benda bergerak. Benda yang dikenai gaya dapat bergerak. Gerakan tersebut merupakan salah satu perubahan yang ditimbulkan oleh gaya. Berdasarkan kejadian sehari-hari di sekitar kita atau melalui pengamatan yang dilakukan saat percobaan, kita dapat melihat perubahan-perubahan lain yang terjadi pada sebuah benda jika benda tersebut dikenai gaya, misalnya: gaya tarik bumi menarik benda-benda, gaya dapat mengubah bentuk benda dan gaya dapat mengubah arah gerak benda.

Benda-benda yang berada dipermukaan bumi akan merasakan pengaruh dari gaya gravitasi bumi. Gaya gravitasi bumi berupa gaya tarik yang mengarah ke pusat bumi, maka gaya gravitasi bumi juga disebut gaya tarik bumi. Buah kelapa yang jatuh dari pohon akan bergerak ke bawah yaitu menuju ke tanah. Hal ini disebabkan karena buah kelapa tersebut mengalami gaya tarik bumi. Buah kelapa yang tergantung pada tangkainya akan selalu mengalami gaya tarik bumi. Suatu saat tangkai buah kelapa tidak dapat lagi menahan buahnya sehingga buah kelapa tersebut terlepas dari tangkainya. Buah kelapa selalu mengalami gaya tarik bumi, maka buah kelapa yang semula diam kemudian akan mempunyai laju yang semakin lama semakin besar. Bertambahnya laju tiap detik disebut percepatan. Oleh karena percepatan ini disebabkan oleh gaya tarik bumi, maka disebut sebagai percepatan gravitasi bumi (g).



Gambar 3.5 Buah kelapa yang jatuh dari pohonnya

Besar percepatan gravitasi bumi $9,8 \text{ m/s}^2$ atau 10 m/s^2 . Arah percepatan gravitasi bumi selalu mengarah ke pusat bumi sesuai dengan arah gaya tarik bumi.

Pernahkah Anda melihat proses pembuatan keramik atau asbak? Keramik dan asbak merupakan hasil olahan dari tanah liat. Tanah liat dapat dibentuk sedemikian rupa sehingga dihasilkan keramik dan asbak yang cantik dan menarik. Gaya yang diberikan oleh tangan pada tanah liat membuat bentuk tanah liat berubah. Hal ini menunjukkan bahwa gaya juga dapat mengubah bentuk benda.



Gambar 3.6 Proses Pembuatan Keramik

Kegiatan Percobaan

Kegiatan 1

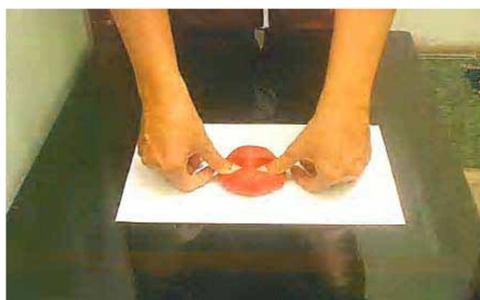
Kegiatan ini bertujuan untuk memahami bahwa gaya dapat merubah bentuk benda

Alat dan Bahan:

- Tanah liat
- Plastisin

Langkah kerja:

1. Ambillah plastisin atau tanah liat lalu letakkan di atas meja
2. Bentuklah plastisin atau tanah liat sehingga menyerupai binatang, bunga, buah, dan sebagainya sesuai keinginan. Setelah diperoleh bentuk yang kalian inginkan, letakkanlah di atas meja.



Pertanyaan:

Gaya apa yang Anda lakukan untuk mengubah bentuk tanah liat/plastisin?

Setelah Anda mengikuti Kegiatan Percobaan tersebut, tentunya Anda akan lebih memahami bahwa gaya berupa tarikan atau dorongan dengan menggunakan tangan terhadap plastisin atau tanah liat dapat merubah bentuk plastisin atau tanah liat. Awalnya plastisin atau tanah liat berbentuk apapun, tetapi dengan gaya yang dikerjakan oleh tangan maka plastisin atau tanah liat akan berubah bentuk ke dalam bentuk yang diinginkan.

Pada waktu Anda menarik atau mendorong plastisin atau tanah liat, Anda mengeluarkan energi otot tangan. Saat itu terjadi perubahan bentuk energi dari energi otot menjadi energi deformasi, yaitu energi untuk mengubah bentuk benda.

Berdasarkan pengalaman Anda saat berolahraga, misalnya dalam permainan kasti, voli, bulu tangkis, atau sepak bola, kita dapat memahami bahwa *gaya dapat mengubah arah gerak suatu benda.*



Gambar 3.7 Permainan Sepak Bola

Gambar 3.7 menunjukkan anak- anak yang sedang bermain sepak bola. Anak A menendang bola ke arah B, dan B menendang bola ke arah C. B menendang bola dengan tujuan untuk membelokkan arah bola sehingga bergerak ke arah C. Jika bola dari A tidak ditendang oleh B ke arah C, maka

bola akan bergerak terus dengan arah yang sama. Pada saat B menendang bola, B mengerjakan gaya pada bola sehingga bola berubah arah dari arah gerak yang semula. Gaya yang dikerahkan kaki anak pada bola membuat kecepatan bola itu berubah begitu benturan terjadi. Hal ini berarti bahwa gaya dapat mengubah arah gerak suatu benda dan mengubah kecepatan benda.

Dari uraian tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa ada beberapa kemungkinan perubahan benda yang terjadi saat dikenai gaya, yaitu: 1) benda yang diam menjadi bergerak, 2) benda yang bergerak menjadi diam, c) bentuk benda akan berubah, 4) arah gerak benda akan berubah, dan kecepatan benda berubah.

B. Jenis-Jenis Gaya

Dalam kehidupan sehari-hari kita banyak menemukan gaya dengan jenis yang berbeda satu dan yang lainnya. Gaya tarik, gaya dorong, dan gaya gesek merupakan beberapa gaya yang dapat kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Gaya dapat digolongkan berdasarkan sumbernya, yaitu dari mana asal dorongan atau tarikan. Gaya juga dapat digolongkan berdasarkan titik kerja gayanya. Berdasarkan titik kerjanya gaya dapat digolongkan menjadi gaya sentuh dan gaya tak sentuh. Gaya yang titik kerjanya bersentuhan dengan benda disebut gaya sentuh, misalnya gaya gesek dan gaya pegas. Sedangkan gaya yang titik kerjanya tidak bersentuhan dengan benda, disebut gaya tak sentuh, misalnya gaya magnet dan gaya listrik statis.

1. Gaya Gesek

Gaya gesek merupakan gaya yang terjadi karena bersentuhannya dua permukaan benda. Contoh gaya gesek adalah gaya yang bekerja pada rem sepeda. Pada saat akan berhenti, karet rem pada sepeda akan bersentuhan dengan pelek sepeda sehingga terjadi gesekan yang menyebabkan sepeda dapat berhenti ketika dilakukan pengereman. Gaya gesek akan terjadi apabila dua buah benda saling bersentuhan dan bergerak berlawanan arah, relatif satu dengan yang lain. Gaya gesek yang melawan atau menahan gaya tarik/dorong berbeda-beda besarnya. Besar gaya gesek tergantung pada keadaan permukaan benda yang saling bersentuhan. Pada permukaan yang licin besar gaya gesekan lebih kecil daripada gaya gesek yang terjadi pada permukaan yang kasar.



Gambar 3.8 Gaya gesek antara ban mobil dan jalan

Selain itu, besar gaya gesek juga tergantung pada berat ringannya benda yang bergesekan. Menarik/mendorong kursi lebih mudah daripada menarik/mendorong meja. Hal ini menunjukkan bahwa besar gaya gesek pada benda yang ringan lebih kecil daripada besar gaya gesekan pada benda yang lebih berat. Selain terjadi antara dua permukaan benda padat yang bersentuhan, gaya gesek juga dapat terjadi antara benda padat dengan zat alir (benda cair atau gas) atau antara lapisan-lapisan zat alir itu sendiri. Besar gaya gesek pada benda padat yang bergerak di dalam zat alir (cair/gas) tergantung pada laju benda dan luas penampang (penampang lintang) yang berpapasan dengan zat alir. Semakin besar laju benda dalam zat alir, maka semakin besar gaya gesekannya. Demikian juga pada luas permukaan, semakin luas permukaan benda yang berpapasan dengan zat alir, semakin besar gaya geseknya.

Dalam kehidupan sehari-hari gaya gesek dapat merugikan tetapi dapat juga menguntungkan. Untuk memudahkan mendorong lemari di atas lantai kita menginginkan gaya gesek yang kecil. Akan tetapi jika kita berjalan di atas lantai kita membutuhkan gaya gesekan yang besar. Jika tidak, maka kita akan terpeleset.

Contoh gaya gesek yang merugikan, antara lain: 1) gesekan pada kontak dua roda gigi, 2) gesekan antara poros yang bergerak dengan bantalannya, dan 3) gesekan antara torak (piston) dengan silinder. Gesekan yang terjadi pada bagian-bagian mesin ini dapat di kurangi dengan cara memberikan minyak pelumas. Contoh gaya gesekan yang menguntungkan, antara lain: 1) gesekan pada sistem rem. Sistem rem ini memanfaatkan gaya gesekan, yaitu gesekan antara firodo (bahan asbes yang kasar) dengan rodanya sendiri, 2) gesekan antara mesin gerinda dengan perkakas yang di asah. Perkakas yang di asah atau di haluskan dengan mesin gerinda memanfaatkan gaya gesek batu gerinda yang berputar dengan benda yang di asah.

Kegiatan Percobaan

Kegiatan 1

Kegiatan ini bertujuan untuk menunjukkan proses terjadinya gaya gesek

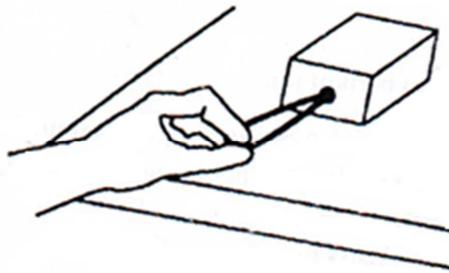
Alat dan bahan:

- Papan kayu

- Balok gesekan
- Neraca pegas
- Roda
- Anak timbangan
- Karet gelang
- Karet penghapus
- Penggaris
- 1 set beban

Langkah kerja:

1. Letakkan balok di atas meja lalu kaitkan karet gelang pada balok tersebut.
2. Tariklah karet gelang tersebut secara perlahan-lahan. Amati panjang karet gelang pada saat balok belum bergerak dan pada saat balok mulai bergerak.



Balok ditarik dengan karet

3. Ulangilah percobaan tersebut, dan ukur panjang karet gelang pada saat balok mulai bergerak dengan cara mendekatkan penggaris pada karet selama karet ditarik.
4. catat hasil pengukurannya dalam tabel pengamatan
5. Ulangilah langkah percobaan tersebut dengan meletakkan balok di atas permukaan yang licin, misalnya di atas lantai ubin yang dibasahi dengan sedikit air.

Tabel 1 : Pengamatan gesekan benda

Permukaan	Panjang karet
Meja cm

Lantai basah cm
--------------	----------

Pertanyaan:

1. Pada permukaan yang mana balok lebih mudah untuk digerakkan?
2. Apakah balok akan langsung bergerak begitu karet mulai ditarik?
3. Mengapa balok tidak segera bergerak walaupun karet sudah beberapa saat ditarik?

Berdasarkan hasil percobaan kegiatan 1 di atas dapat disimpulkan bahwa:

Gaya gesek adalah gaya yang menahan balok sehingga balok tidak bergerak walaupun balok ditarik. Gaya gesek terjadi karena adanya dua buah benda yang bersentuhan kemudian salah satu benda bergerak terhadap yang lain. Gaya gesek lebih besar pada permukaan yang lebih kasar.

Kegiatan 2

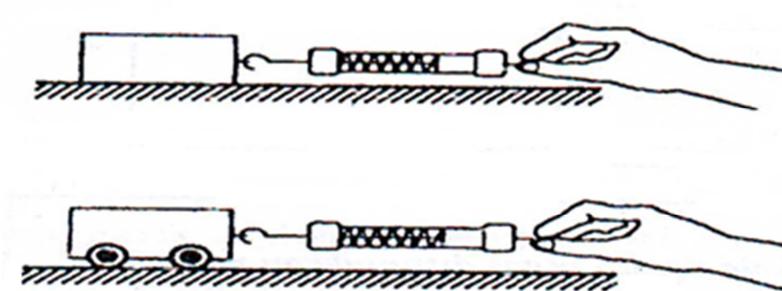
Kegiatan ini bertujuan untuk menunjukkan proses terjadinya gaya gesek dan memperkecil serta memperbesar gaya gesek

Alat dan bahan:

- Masih menggunakan alat dan bahan pada Kegiatan 1.

Langkah kerja:

1. Rangkaikan peralatan seperti gambar di bawah ini



Balok tanpa roda dan dengan roda

2. Letakkan balok gesekan dengan permukaan plastik di bagian bawah tariklah neraca pegas dan baca skala pada neraca tepat pada saat balok mulai bergerak. Catatlah hasilnya pada tabel pengamatan.

3. Ulangi langkah 1 dengan menggunakan permukaan kayu pada balok gesekan.
4. Ulangi langkah 1 dengan menggunakan permukaan karet pada balok gesekan.
5. Pasanglah 4 buah roda pada balok gesekan. Ulangi langkah 1 dengan menggunakan balok beroda tersebut.

Tabel 2 : Pengukuran gaya

Langkah	Permukaan	Skala neraca pegas
1.	Plastik	
2.	Kayu	
3.	Karet	
4.	Roda	

Berdasarkan hasil percobaan kegiatan 2 di atas dapat disimpulkan bahwa: Angka terkecil ditunjukkan skala neraca pegas pada balok beroda. Angka yang ditunjukkan skala neraca pegas pada balok dengan permukaan plastik lebih kecil daripada permukaan kayu, dan angka yang ditunjukkan skala neraca pegas pada balok dengan permukaan kayu lebih kecil daripada permukaan karet.

Kegiatan 3

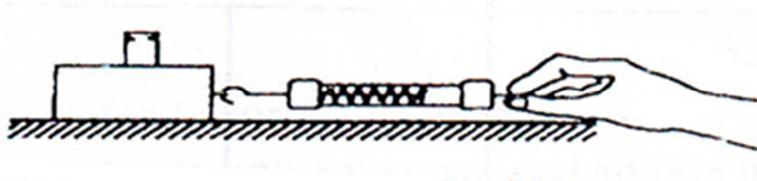
Kegiatan ini bertujuan untuk menunjukkan pengukuran gaya

Alat dan bahan:

- Masih menggunakan alat dan bahan pada Kegiatan 1.

Langkah kerja:

1. Rangkailah peralatan seperti gambar di bawah ini .



Balok dengan beban

2. Letakkan balok gesekan dengan permukaan kayu berada di bagian bawah. Letakkan anak timbangan 50 gram di atas balok. Tariklah neraca pegas dan bacalah skalanya saat balok mulai bergerak

3. Catatlah hasil pengamatannya pada tabel pengamatan 3.
4. Tambahkan anak timbangan menjadi 75 gram dan ulangi langkah 1.
5. Tambahkan anak timbangan menjadi 100 gram dan ulangi langkah 1.

Tabel 3 : Pengukuran gaya

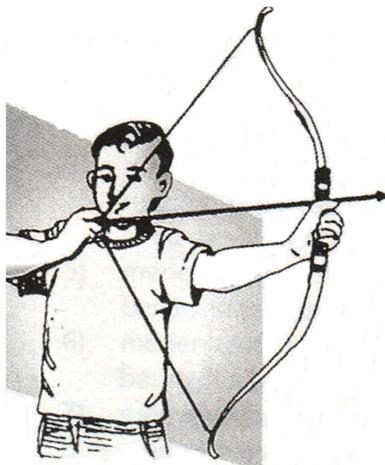
Langkah	Anak timbangan	Skala neraca pegas
1.	50 gram	
2.	75 gram	
3.	100 gram	

Berdasarkan hasil percobaan kegiatan 3 di atas dapat disimpulkan bahwa: Angka terkecil pada skala neraca pegas ditunjukkan pada anak timbangan 50 gram. Angka terbesar pada skala neraca pegas ditunjukkan pada anak timbangan 100 gram.

Berdasarkan hasil percobaan kegiatan 2 dan 3 di atas dapat disimpulkan bahwa: Roda berfungsi untuk memperkecil gaya gesek. Besar gaya gesek tergantung pada keadaan permukaan benda yang saling bersentuhan. Gaya gesek pada permukaan yang licin lebih kecil daripada pada permukaan yang kasar. Besar gaya gesek tergantung pada berat/ringannya benda yang bergesekan. Gaya gesek pada benda yang berat lebih besar daripada pada benda yang ringan.

2. Gaya Pegas

Gaya pegas adalah gaya tarik yang ditimbulkan oleh pegas. Pada karet gelang yang diregangkan dan pada pegas yang diregangkan atau dimampatkan, akan timbul gaya kearah benda yang merenggangkannya atau memampatkannya. Gaya yang timbul tersebut disebut *gaya pegas*.



Gambar 3.9 Gaya pegas pada busur panah

Gaya pegas timbul karena adanya sifat elastik/sifat lenting pegas/karet gelang. Sifat elastik ini dimiliki oleh benda yang apabila diubah bentuknya kemudian dilepaskan, maka benda itu akan kembali ke keadaan/bentuk semula. Oleh karena gaya pegas disebabkan oleh sifat elastik atau sifat lenting pegas atau karet gelang maka gaya pegas juga disebut *gaya elastik* atau *gaya lenting*.

Gaya pegas selalu terjadi pada benda-benda lenting yang bentuknya diubah. Misalnya gaya pegas timbul pada bambu yang dibengkokkan atau busur panah yang ditarik. Gaya pegas dimanfaatkan antara lain untuk mengurangi pengaruh dari getaran pada jalan yang kasar, misalnya pada sepeda motor, mobil, dokar atau sepeda.

Kegiatan Percobaan

Kegiatan 1

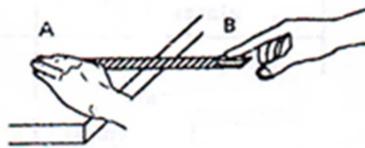
Kegiatan ini bertujuan untuk menunjukkan gaya pegas terjadi karena adanya sifat elastis benda

Alat dan bahan:

- Karet gelang
- Karet penghapus
- Pegas
- Kelereng
- Penggaris
- Uang logam

Langkah kerja:

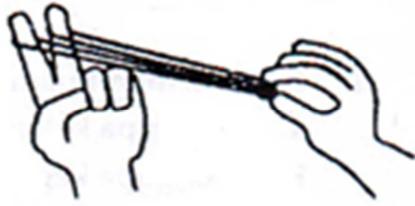
1. Letakkan penggaris di tepi meja seperti pada gambar di bawah ini.
2. Tekanlah ujung penggaris A dengan tangan kiri. Letakkan uang logam di ujung B dan tekanlah dengan jari tangan kanan.



Penggaris ditekan

Amati apa yang terjadi. Mengapa uang logam terlempar ke atas?

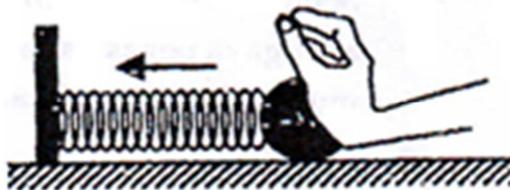
2. Kaitkan karet gelang pada jari telunjuk dan jari tengah tangan kiri. Kaitkan karet penghapus pada karet gelang di antara dua jari. Tarik dan kemudian lepaskan.



Karet gelang ditarik

Amati apa yang terjadi. Mengapa karet penghapus dapat terlempar?

3. Letakkan per di lantai dengan ujung A bertumpu di tembok. Letakkan kelereng pada ujung B. Tekan dan kemudian lepaskan.



Pegas ditekan

Amati apa yang terjadi ! Mengapa kelereng dapat menggelinding?

Berdasarkan hasil percobaan kegiatan 1 di atas dapat disimpulkan bahwa:

Gaya berupa tarikan atau dorongan yang muncul pada penggaris yang dilenturkan, karet gelang yang diregangkan, dan per yang dimampatkan disebut *gaya pegas*. Gaya pegas terjadi karena adanya sifat lenting/sifat elastis suatu benda, seperti penggaris mika, karet gelang dan per.

Kegiatan 2

Kegiatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kegunaan gaya pegas dalam peralatan yang digunakan manusia sehari-hari.

Alat dan bahan:

- Katapel
- Busur panah

Langkah kerja:

1. Amati katapel dan bujur panah (melalui gambar).

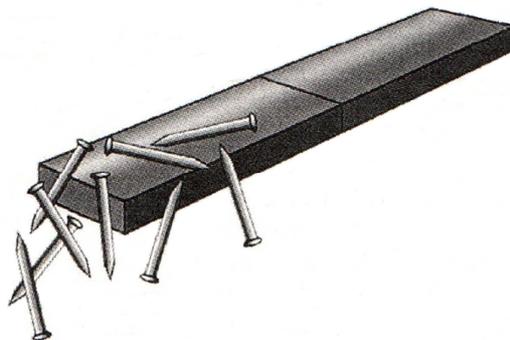
2. Jelaskan kegunaan gaya pegas pada katapel dan busur panah tersebut.
3. Identifikasi peralatan yang digunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Sebutkan kegunaan gaya pegas pada masing-masing peralatan tersebut.
4. Catat hasil identifikasi kegunaan gaya pegas pada tabel.

Tabel 4 : Kegunaan gaya pegas

Peralatan	Gaya pegas berguna untuk
Katapel	
Busur panah	
Per pada jok/kursi	
Pegas pada mobil	

3. Gaya Magnet

Magnet memiliki gaya tarik terhadap benda-benda tertentu. Gaya tarik ini disebut *gaya magnet*. Gaya magnet merupakan gaya yang ditimbulkan oleh tarikan atau dorongan dari magnet. Contoh gaya magnet adalah, tertariknya paku ketika didekatkan dengan magnet. Gaya magnet dapat menarik benda-benda, yang terbuat dari besi dan baja.



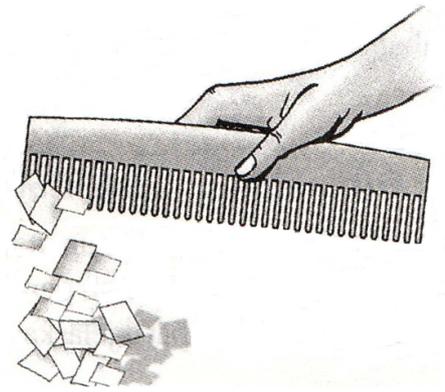
Gambar 3.10 Gaya magnet

Benda-benda dapat tertarik oleh magnet jika masih berada dalam medan magnet. Di sekitar magnet terdapat medan magnet, yaitu daerah di sekitar magnet dimana gaya magnet masih bekerja. Sebuah benda yang berada di dalam medan magnet akan dipengaruhi medan magnet tersebut

sehingga bersifat seperti magnet , oleh karena itu benda tersebut akan tarik menarik dengan magnet. Tidak semua benda yang berada di dalam medan magnet akan dipengaruhi dan ditarik oleh magnet, tetapi hanya benda-benda yang terbuat dari besi dan baja. Gaya magnet banyak dimanfaatkan pada peralatan listrik seperti pada relai telepon, bel listrik, pintu lemari es, dan tutup kotak pensil.

4. Gaya Listrik

Gaya listrik merupakan gaya yang ditimbulkan oleh muatan listrik suatu benda. Contoh gaya listrik terjadi ketika sisir plastik yang digosokkan pada rambut kering dapat menarik potongan-potongan kertas kecil.



Gambar 3.11 Gaya listrik

Sisir plastik yang telah digosok-gosokkan pada rambut kering akan bermuatan listrik, sehingga penggaris dapat menarik serpihan kertas tersebut. Gaya yang ditimbulkan oleh muatan listrik disebut *gaya listrik statis*.

Di sekitar benda bermuatan listrik terdapat medan listrik, demikian juga halnya dengan benda yang bermuatan listrik statis (tidak mengalir). Medan listrik merupakan daerah di sekitar benda bermuatan listrik, di mana gaya listrik berupa tarikan masih bekerja. Benda-benda tertentu yang berada di dalam medan listrik akan ditarik oleh benda bermuatan listrik tersebut. Jika suatu benda berada di dalam medan listrik, maka akan terjadi proses perpindahan muatan listrik. Gaya listrik statis dimanfaatkan untuk membersihkan debu pada kursi beludru, baju wol, lantai berkarpet, dan lain-lain.

C. Penjumlahan Gaya

Gaya termasuk besaran yang memiliki nilai dan arah yang kita kenal dengan besaran vektor. Sebuah besaran gaya dapat digambarkan dengan sebuah anak panah. Panjang anak panah menyatakan nilai (besar) gaya, sedangkan arah anak panah menyatakan arah kerja gaya. Misalnya,

sebuah gaya F yang besarnya 5 N bekerja pada sebuah benda. Jika 1 cm menggambarkan 1 N, gaya tersebut dapat digambarkan sebagai berikut.

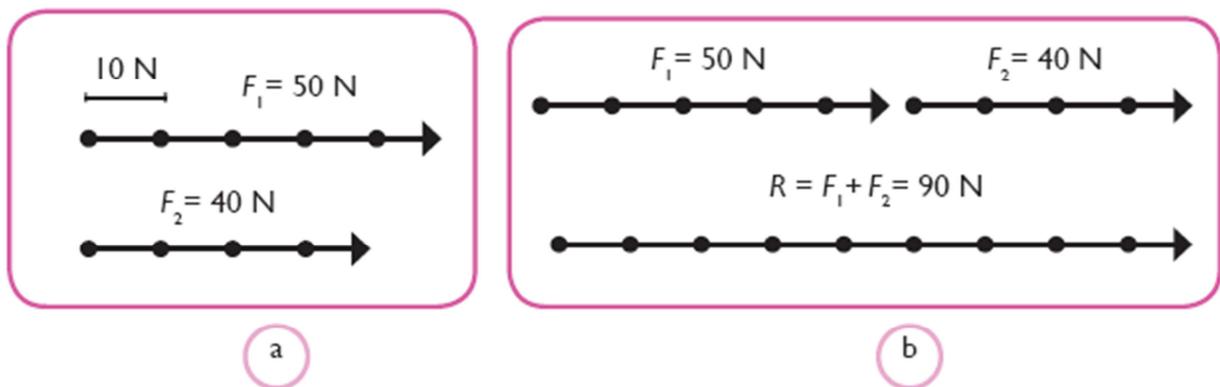


Gambar 3.12 Gaya sebesar 5 N dan arahnya ke kanan

Panjang OF menyatakan nilai gaya dan arah OF menyatakan arah gaya.

Apabila Anda diminta memindahkan sebuah meja, manakah yang lebih mudah? Apakah dengan mendorong sendirian atau dibantu dengan teman Anda? Mengapa demikian? Mendorong meja oleh dua orang dengan arah yang sama tentu akan lebih mudah dibandingkan dengan mendorong meja oleh satu orang. Hal ini menunjukkan bahwa dua buah gaya atau lebih dapat dijumlahkan. Namun, bagaimanakah jika kedua gaya yang Anda kerjakan itu saling berlawanan arah? Tentu benda akan lebih sulit untuk bergerak. Mengapa demikian? Hal ini disebabkan kedua gaya tersebut saling mengurangi. Penjumlahan atau pengurangan dua buah gaya atau lebih disebut *resultan gaya*.

Misalnya, dua orang sedang mendorong sebuah mobil dengan gaya masing-masing 50 N dan 40 N. Gaya kedua orang yang memengaruhi mobil tersebut menjadi 90 N. Apabila kedua gaya itu kita gambarkan dan 1 cm mewakili 10 N akan didapatkan vektor resultan gaya seperti Gambar 3.13 berikut.



Gambar 3.13 (a) Dua buah gaya searah masing-masing 50 N dan 40 N, beserta (b) resultan gayanya.

Cara menggambarkan resultan kedua buah gaya (R) F_1 sesuai dengan besar dan arahnya. Kemudian, di ujung gaya F_1 digambarkan gaya F_2 dengan besar dan arah yang sesuai. Resultan gayanya adalah panjang dari titik pangkal F_1 sampai ke ujung akhir F_2 .

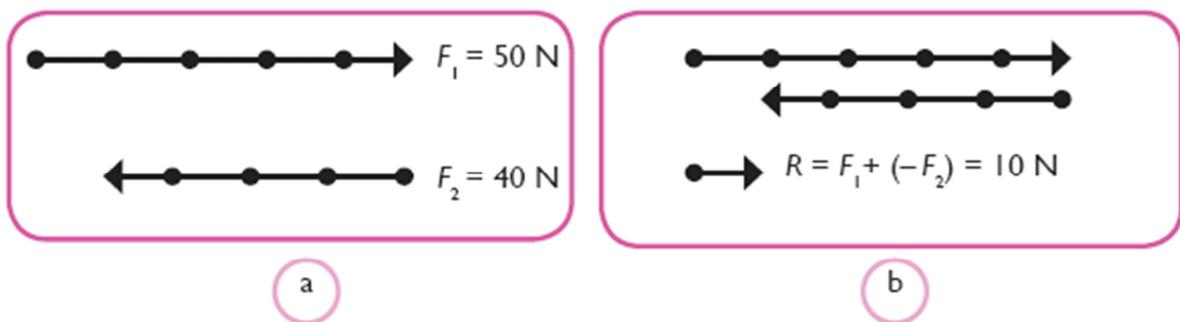
Secara matematis, resultan beberapa buah gaya dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut.

$$R \text{ (N)} = F_1 \text{ (N)} + F_2 \text{ (N)} + F_3 \text{ (N)} \dots\dots\dots (1)$$

Bagaimanakah jika kedua gaya itu saling berlawanan arah? Misalnya, kedua gaya tersebut adalah $F_1 = 50 \text{ N}$ ke arah kanan dan $F_2 = 40 \text{ N}$ ke arah kiri, berapakah resultan gayanya? Kemanakah arah gaya resultannya? Secara aljabar, resultan gaya ditulis.

$$\begin{aligned} R &= F_1 + (-F_2) \\ R &= 50 \text{ N} + (-40 \text{ N}) \\ R &= 50 \text{ N} - 40 \text{ N} \\ R &= 10 \text{ N} \end{aligned}$$

Tanda minus pada gaya F_2 menunjukkan bahwa F_2 berlawanan arah dengan F_1 . Adapun secara grafis, dapat digambar sebagai berikut.



Gambar 3.14 (a) Dua buah gaya berlawanan arah dan (b) resultan gayanya.

Contoh soal:

1. Pada sebuah benda bekerja tiga gaya masing-masing sebesar 15 N, 8 N, dan 10 N segaris kerja dan searah. Tentukan besar resultan gaya dari ketiga gaya tersebut ?

Penyelesaian:

Diketahui : $F_1 = 15 \text{ N}$

$F_2 = 8 \text{ N}$

$F_3 = 10 \text{ N}$

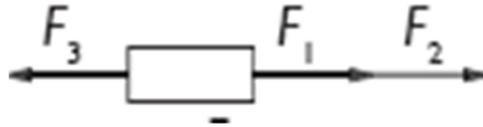
Ditanyakan : $R = \dots ?$

Jawab : $R = F_1 + F_2 + F_3$
 $= 15 \text{ N} + 8 \text{ N} + 10 \text{ N}$

$$= 33 \text{ N}$$

Jadi, besar resultan gaya tersebut adalah 33 N.

2. Tiga buah gaya masing-masing $F_1 = 20 \text{ N}$, $F_2 = 25 \text{ N}$, dan $F_3 = 30 \text{ N}$ bekerja pada suatu benda seperti ditunjukkan diagram di bawah ini! Hitunglah resultannya?



Penyelesaian:

Diketahui : $F_1 = 20 \text{ N}$

$F_2 = 25 \text{ N}$

$F_3 = 30 \text{ N}$

Ditanyakan : $R = \dots ?$

Jawab : $R = (F_1 + F_2) - F_3$

$$= (20 \text{ N} + 25 \text{ N}) - 30 \text{ N}$$

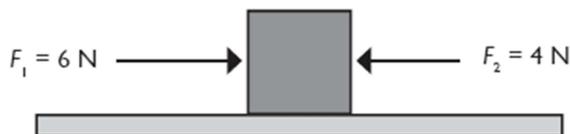
$$= 15 \text{ N}$$

Jadi, besar resultan gaya tersebut adalah 15 N arah ke kanan.

LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Mengapa kelereng/bola yang digelindingkan di atas lantai. Lama kelamaan akan berhenti?
2. Mengapa kegiatan menarik/mendorong meja di lantai dalam kelas lebih mudah daripada menarik/mendorongnya di atas tanah di halaman sekolah?
3. Sebutkan tiga macam benda yang mempunyai sifat lestim atau sifat elastis. Bagaimana caranya agar gaya pegas dapat muncul pada benda-benda tersebut. Tentukan apakah gaya pegas yang muncul berupa tarikan atau dorongan.
4. Perhatikan gambar gaya berikut.



- a. Manakah yang memberikan gaya yang lebih besar.
 - b. Jelaskan peristiwa yang akan terjadi pada benda tersebut.
5. Seekor kerbau ditarik melalui tali oleh dua orang penggembala dengan gaya masing-masing 60 N dan 40 N. Gambarkan dan hitung resultan gaya dua orang tersebut jika:

- a. kedua gaya orang tersebut searah
- b. kedua gaya orang tersebut berlawanan arah

RANGKUMAN

Gaya adalah besaran vektor yang dapat dipandang sebagai tarikan atau dorongan. Gaya dapat menyebabkan benda diam menjadi bergerak dan benda yang sedang bergerak mengalami percepatan (perubahan kecepatan) atau perlambatan. Gaya dapat pula mengubah arah gerak suatu benda dan dapat mengubah bentuk benda. Alat yang digunakan untuk mengukur gaya secara langsung adalah neraca pegas atau dynamometer. Dalam fisika dikenal dua jenis gaya, yaitu gaya sentuh dan gaya tak sentuh. Gaya sentuh adalah gaya yang terjadi akibat sentuhan langsung. Beberapa jenis gaya yang termasuk gaya sentuh ataupun gaya tak sentuh antara lain gaya gesek, gaya pegas, gaya gravitasi, gaya magnet dan gaya listrik. Gaya gesek adalah gaya akibat sentuhan langsung dua permukaan. Besarnya gaya gesek bergantung pada kekasaran dan kehalusan permukaan yang bergesekan. Arah gaya gesek selalu berlawanan dengan arah kecenderungan gerak. Gaya termasuk besaran yang memiliki nilai dan arah yang dikenal sebagai besaran vektor. Penjumlahan atau pengurangan dua buah gaya atau lebih disebut *resultan gaya*.

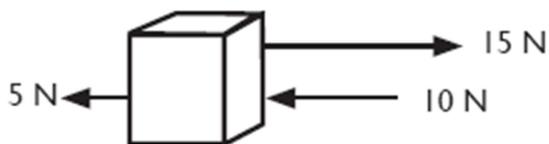
TES FORMATIF 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Berikut ini merupakan perubahan keadaan benda yang ditimbulkan oleh gaya, *kecuali*
 - A. perubahan kecepatan
 - B. perubahan bentuk
 - C. perubahan arah gerak
 - D. perubahan warna
2. Gaya yang terjadi pada ketapel pada saat melontarkan kerikul adalah
 - A. gaya gravitasi
 - B. Gaya magnet
 - C. Gaya pegas
 - D. Gaya listrik
3. Sebuah benda yang dilempar ke atas akan jatuh lagi kebumi, hal ini karena adanya gaya
 - A. Gravitasi
 - B. Magnet
 - C. Listrik

D. Gesekan

4. Berikut ini yang termasuk gaya sentuh adalah
- A. buah jambu jatuh dari pohonnya
 - B. magnet dapat menarik paku
 - C. magnet jarum selalu mengarah utara selatan
 - D. daun bergoyang ditiup angin
5. Contoh gaya gesek yang menguntungkan adalah
- A. gesekan antara kapal selam dan air
 - B. gesekan antara pesawat terbang dan udara
 - C. gesekan antara mesin kendaraan pada torak mesin dan silindernya
 - D. gesekan antara kanvas rem dan piringannya
6. Cara memperkecil gaya gesek adalah dengan
- A. menambah gaya tarik
 - B. memperkecil gaya tarik
 - C. memperhalus permukaan yang bergesekan
 - D. memperkasar permukaan yang bergesekan
7. Soni dan Iwan sedang tarik tambang dengan gaya masing-masing 200 N dan 400 N. Gaya pengganti kedua anak tersebut adalah
- A. 200 N ke arah Soni
 - B. 200 N ke arah Iwan
 - C. 600 N ke arah Iwan
 - D. 400 N ke arah Iwan
8. Resultan gaya yang segaris kerja dan berlawanan arah sama dengan
- A. jumlah kedua gaya tersebut
 - B. selisih kedua gaya tersebut
 - C. perkalian kedua gaya tersebut
 - D. pembagian kedua gaya tersebut
9. Besar dan arah resultan gaya pada gambar berikut adalah



- A. 20 N ke kanan
- B. 20 N ke kiri

- C. 30 N ke kanan
- D. diam

10. Perhatikan gambar dibawah ini!



Jika Ali memberikan gaya 160 N dan Amir memberikan gaya 300 N maka resultan gaya sesuai gambar adalah,...

- A. 140 newton ke arah Amir
- B. 140 newton ke arah Ali
- C. 460 newton ke arah Amir
- D. 460 newton ke arah Ali

BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Cocokkan hasil jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir bahan belajar mandiri ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100 \%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

- 90% - 100% = Baik Sekali
- 80% - 89% = Baik
- 70% - 79% = Cukup
- < 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar mandiri Kegiatan Belajar 1 ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2

HUKUM-HUKUM NEWTON

Sejauh ini kita sudah membahas bermacam-macam gerak. Namun, ada yang kurang dalam pembahasan-pembahasan tersebut, yaitu kita mempelajari gerak tanpa peduli dengan apa yang menyebabkan gerak itu terjadi. Kita mempelajari benda memiliki percepatan, tetapi kita tidak pernah bertanya mengapa percepatan itu muncul. Bidang fisika yang hanya mempelajari gerak tanpa mengindahkan penyebab munculnya gerak tersebut dinamakan *kinematika*. Dalam kinematika kita membahas benda yang tiba-tiba bergerak, tiba-tiba berhenti, tiba-tiba berubah kecepatan, tanpa mencari tahu mengapa hal tersebut terjadi. Pada uraian ini kita akan mempelajari gerak beserta penyebab munculnya gerak tersebut. Bagian Fisika yang mengkaji hubungan gerak dan gaya disebut *dinamika*. Hukum gerak Newton adalah hukum sains yang ditemukan oleh Sir Isaac Newton mengenai sifat gerak benda. Hukum-hukum ini dasar dari mekanika klasik. Newton merumuskan hukum-hukum gerak yang sangat luar biasa. Newton menemukan bahwa semua persoalan gerak di alam semesta dapat diterangkan dengan hanya tiga hukum yang sederhana.

A. Hukum I Newton

Hukum I Newton tentang gerak merupakan kesimpulan dari pengamatan-pengamatan Newton pada benda-benda yang mengalami gaya seimbang atau resultan gaya yang bekerja padanya sama dengan nol. Sebagian dari hukum I Newton menyatakan bahwa “ Suatu benda yang dalam keadaan diam akan tetap diam jika tidak terdapat resultan gaya yang bekerja pada benda’. Hal ini sesungguhnya telah banyak kita amati dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya apabila Anda naik sebuah bus, kemudian bus itu tiba-tiba di rem, kamu akan terdorong ke depan. Bagaimana apabila bus tersebut maju tiba-tiba? Tentu Anda akan terdorong ke belakang. Mengapa hal itu bisa terjadi? Untuk memahaminya lakukanlah kegiatan percobaan berikut.

Kegiatan Percobaan

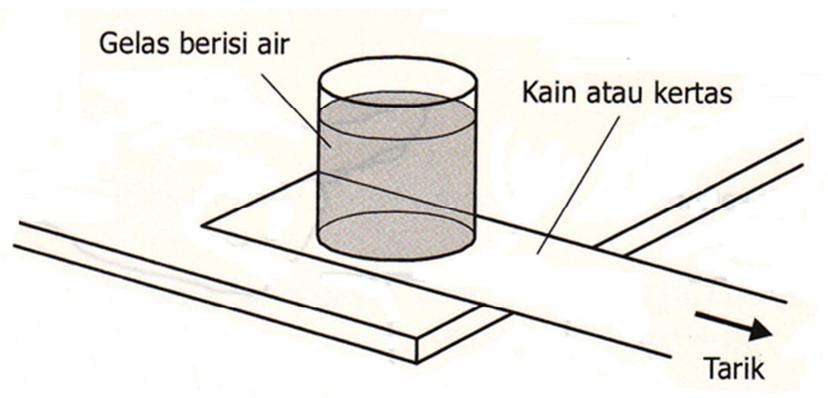
Kegiatan ini bertujuan untuk membuktikan sifat kelembaman

Alat dan bahan:

- Meja
- Gelas kimia (atau gelas lain yang memiliki dasar yang rata)
- Air
- Lembar kain panjang dan sempit tanpa klim/pelipit (atau Kertas HVS)

Langkah kerja:

1. Isi gelas dengan air dan yakinkan bahwa bagian luar gelas kering sekali
2. Gunakan permukaan meja yang licin, bersihkan dan keringkan permukaan meja tersebut, letakkan gelas kimia berisi air tersebut di dekat tepi meja di atas lembar kain atau kertas HVS
3. Tarik lembar kain atau kertas HVS perlahan-lahan sampai gelas berada lebih kurang 2 cm dari pinggir meja, kemudian tarik kain atau kertas HVS dengan hentakkan mendadak (jangan ragu-ragu!!).



Pertanyaan:

1. Mengapa gelas kimia tidak jatuh dari meja?
2. Mengapa gelas kimia hanya bergerak sedikit saja ke arah pinggir meja?
3. Apa fungsi air di dalam gelas kimia?
4. Kejadian-kejadian apa dalam kehidupan sehari-hari yang sesuai dengan prinsip yang diamati pada percobaan ini?

Percobaan di atas memperlihatkan bahwa dengan menarik kain atau kertas, gelas juga akan tertarik bersamanya. Tarikan yang perlahan-lahan memberikan gaya gesek antara gelas dan kain yang cukup besarnya sehingga gelas tetap berada di atas kain. Air di dalam gelas untuk menambah massa pada gelas. *Makin besar massa benda makin besar inersianya dan makin besar kecenderungannya untuk tetap diam atau bergerak lurus beraturan.* Tambahan air ini membuat percobaan lebih mudah berhasil. Permukaan meja dan dasar gelas perlu licin dan kering, sehingga terdapat gesekan minimum ketika kain atau kertas ditarik dari bawah gelas. Contoh kejadian dalam kehidupan sehari-hari yang sesuai dengan prinsip yang diamati pada percobaan ini adalah ketika memindahkan kerikil atau material berat lain dengan sekop dari suatu tempat ke tempat lain: kita tarik sekop dengan mendadak atau memasukkan sekop ke dalam tumpukan kerikil.

Dari kegiatan tersebut, jika suatu benda yang sedang diam memiliki kecenderungan untuk diam. Benda yang sedang bergerak cenderung untuk terus bergerak. Hal ini sesuai dengan sifat benda yaitu sifat lembam (malas). Untuk benda yang bergerak terus, Anda dapat melihatnya pada contoh berikut.

Ketika Anda mendorong sebuah balok di atas meja yang permukaannya datar Anda akan melihat bahwa balok tersebut akan cenderung bergerak dan kemudian berhenti. Akan tetapi, pada saat permukaan meja tersebut diperhalus, balok akan cenderung terus bergerak. Kejadian tersebut dipelajari kali pertama oleh Sir Issac Newton dan dinyatakan sebagai Hukum I Newton yang menyatakan bahwa "*suatu benda akan tetap diam atau tetap bergerak lurus beraturan jika resultan gaya yang bekerja pada benda itu sama dengan nol*". Hukum I Newton dirumuskan sebagai berikut

$$\Sigma F = 0 \dots\dots\dots (3.1)$$

Prinsip inilah yang menyebabkan Anda terdorong ke depan ketika bus tiba-tiba direm atau terdorong ke belakang ketika bus bergerak maju secara mendadak. Keadaan tersebut berhubungan dengan sifat kelembaman diri Anda. Oleh sebab itu, Hukum I Newton dikenal dengan hukum kelembaman (inersia), yaitu sifat kecenderungan untuk mempertahankan keadaan suatu benda.

B. Hukum II Newton

Bagaimanakah akibatnya pada suatu benda apabila resultan gaya yang bekerja padanya tidak sama dengan nol? Tentu hanya ada satu kemungkinan, benda pasti akan bergerak. Gerak apakah itu? Anda harus mengingat kembali uraian materi pada BBM 2 tentang gerak. Pada suatu saat anda terpaksa harus mendorong mobil. Apa yang terjadi jika Anda mendorong sendirian? Bagaimana halnya jika yang mendorong menjadi dua atau tiga orang? Adakah perbedaan mendorong mobil dalam keadaan penuh muatan dengan mobil yang kosong?

Apabila resultan gaya yang bekerja pada benda tidak sama dengan nol tetapi konstan, benda akan bergerak lurus berubah beraturan. Benda yang bergerak lurus berubah beraturan kecepatannya berubah secara beraturan sehingga mengalami percepatan yang tetap. Ketika Anda mendorong mobil seorang diri, tentu mobil tersebut bergerak lambat. Beda halnya ketika Anda bersama teman-teman mendorongnya, mobil tersebut lebih mudah lagi bergerak. Hal ini terjadi karena gaya yang diberikan terhadap mobil oleh Anda sendiri lebih kecil dibandingkan ketika Anda dibantu teman-teman Anda. Dengan demikian, mobil lebih mudah digerakkan karena percepatannya lebih besar. Besarnya percepatan suatu benda sebanding dengan resultan gayanya. Semakin besar resultan gaya yang bekerja pada suatu benda, percepatannya akan semakin besar. Apabila percepatan disimbolkan dengan a dan resultan gaya disimbolkan dengan ΣF , dapat dituliskan

$$a \propto \Sigma F \dots\dots\dots (3.2)$$

Suatu benda memiliki sifat kelembaman yang selanjutnya disebut massa kelembaman. Massa kelembaman ini sangat memengaruhi percepatan gerak suatu benda. Untuk lebih jelasnya, lakukanlah kegiatan berikut.

Kegiatan Percobaan

Kegiatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara massa kelembaman dan percepatan

Alat dan bahan:

- Mobil mainan elektrik
- Beban dari logam

Langkah kerja:

1. Siapkan mobil mainan elektrik.
2. Jalankan mobil mainan tersebut, kemudian amati gerakannya.
3. Letakkan sebuah beban di atasnya, lalu amati pula gerakannya.
4. Ambil beban lain dan letakkan lagi di atas mobil mainan, kemudian gerakkan mobil.
5. Lakukan kegiatan ini dengan menambah jumlah beban yang berbeda hingga lima kali.

Pertanyaan:

1. Apakah yang terjadi pada percepatan mobil mainan tersebut?
2. Jelaskan mengapa bisa terjadi demikian.
3. Apabila pada sebuah benda yang sedang bergerak dengan percepatan tertentu Anda tambahkan massa bebannya, apakah yang terjadi pada percepatan benda tersebut?
4. Jelaskan pengaruh penambahan massa terhadap percepatan benda.

Jika suatu benda yang sedang bergerak dengan percepatan tertentu Anda tambahkan massa kelembamannya, percepatan benda akan semakin kecil. Hal ini membuktikan bahwa percepatan benda berbanding terbalik dengan massa benda. Untuk resultan gaya tetap yang bekerja pada suatu benda dengan massa semakin besar, semakin kecil percepatan yang terjadi. Apabila massa kelembaman benda disimbolkan dengan m , diperoleh hubungan percepatan dan massa sebagai berikut.

$$a \propto \frac{1}{m} \dots\dots\dots (3.3)$$

Gejala-gejala tersebut telah dipelajari sebelumnya oleh Newton sehingga menghasilkan Hukum II Newton, yang menyatakan bahwa jika resultan gaya yang bekerja pada suatu benda tidak sama dengan nol, benda akan bergerak dengan percepatan yang besarnya sebanding dengan resultan gayanya dan berbanding terbalik dengan massa kelembamannya. Secara matematis dituliskan

$$a = \frac{\Sigma F}{m} \text{ atau } \Sigma F = ma \dots\dots\dots (3.4)$$

dengan: a = percepatan (m/s^2)

ΣF = resultan gaya (N)

m = massa (kg)

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”.

Untuk benda yang bergerak dengan gaya yang bekerja $\Sigma F = \text{konstan}$, $a = \text{konstan}$. Artinya, benda mengalami gerak lurus berubah beraturan.

Contoh Soal:

1. Gaya 10 N pada sebuah benda menyebabkan benda tersebut bergerak dengan percepatan tertentu. Jika massa benda 2 kg, hitung percepatan benda tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui : $F = 10 \text{ N}$

$m = 2 \text{ kg}$

Ditanya : $a = \dots ?$

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

$$= \frac{10 \text{ N}}{2 \text{ kg}}$$

$$= 5 \text{ N/kg atau } 5 \text{ m/s}^2$$

Jadi, percepatan benda tersebut adalah 5 m/s^2

2. Sebuah benda bermassa 5 kg bergerak pada bidang datar yang licin dengan kecepatan 8 m/s dan bertambah menjadi 10 m/s setelah menempuh jarak 10 m. Hitung besar gaya mendatar yang menyebabkan pertambahan kecepatan benda tersebut?

Penyelesaian:

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

$$v_o = 8 \text{ m/s}$$

$$v_t = 10 \text{ m/s}$$

$$s = 10 \text{ m}$$

Ditanya : $F = \dots ?$

Jawab : $v_t^2 = v_o^2 + 2 \cdot a \cdot s$

$$v_t^2 - v_o^2 = 2 \cdot a \cdot s$$

$$(10 \text{ m/s})^2 - (8 \text{ m/s})^2 = 2 \cdot a \cdot 10 \text{ m}$$

$$36 = 20 \cdot a$$

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

$$F = m \cdot a$$

$$= 5 \text{ kg} \cdot 1,8 \text{ m/s}^2$$

$$= 9 \text{ N}$$

Jadi, besar gaya mendatar yang menyebabkan pertambahan kecepatan benda adalah 9 N.

Berat dan Massa

Istilah massa dan berat seringkali membingungkan, namun penting untuk membedakan keduanya. Untuk melihat perbedaannya, kita andaikan membawa sebuah benda ke bulan. Benda akan memiliki berat hanya kira-kira seperenam beratnya ketika berada di bumi, karena gaya gravitasi di bulan lebih kecil, namun massanya akan tetap sama. Ia akan memiliki jumlah materi yang sama dan akan memiliki inersia yang sama pula, pada ketidakhadiran gesekan, akan lebih sukar memulainya bergerak atau menghentikannya ketika sedang bergerak.

1. Berat

- Merupakan besaran vektor, memiliki besar dan arah yang menuju kepusat bumi.
- Merupakan ukuran besarnya gaya tarik bumi terhadap suatu benda.
- Besarnya tergantung pada keadaan percepatan gravitasi di tempat benda itu berada; makin jauh dari pusat bumi, gaya berat makin kecil.

Secara matematis dirumuskan:

$$W = m g \dots\dots\dots (3.5)$$

dengan m = massa benda (kg)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

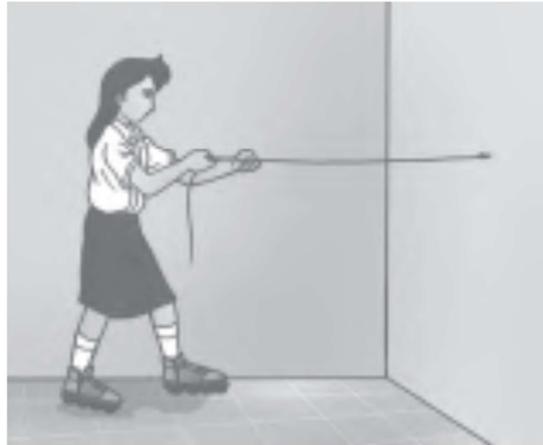
W = gaya berat atau gaya benda ($kg\ m/s^2$) atau Newton disingkat N)

2. Massa

- Merupakan besaran skalar, hanya memiliki besar saja.
- Merupakan ukuran kelembaman sebuah benda. Makin besar massa sebuah benda, makin besar sifat lembamnya.

C. Hukum III Newton

Apabila Anda memiliki sepatu roda, coba Anda lakukan kegiatan sederhana untuk menggali konsep Hukum III Newton. Caranya, pakailah sepatu roda, ikatkan sebuah tali pada dinding, lalu tariklah tali tersebut, seperti pada Gambar 3.15. Amati apa yang terjadi! Mengapa dapat terjadi demikian ?



Gambar 3.15. Pembuktian Hukum III Newton.

Apabila Anda tarik dinding melalui tali, ternyata Anda tertarik oleh dinding. Seolah-olah ada gaya yang menarik Anda ke dinding sebagai reaksi dari gaya tarik yang Anda berikan. Kegiatan tersebut menunjukkan bahwa apabila Anda memberikan gaya aksi pada suatu benda, ternyata benda tersebut akan mengadakan gaya reaksi yang arahnya berlawanan. Apakah kedua gaya tersebut sama? Untuk memahaminya, lakukanlah kegiatan berikut.

Kegiatan Percobaan

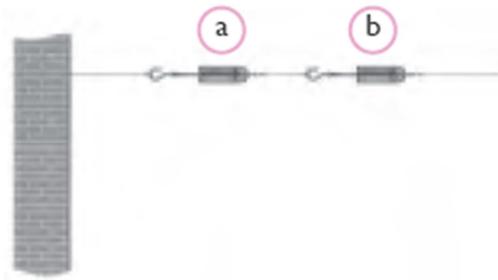
Kegiatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi besar gaya aksi dan reaksi

Alat dan bahan:

- Dua neraca pegas dengan skala yang sama
- Tali
- Dinding

Langkah kerja:

1. Sediakan dua neraca pegas.
2. Ikatkan salah satu ujung neraca pegas A pada dinding.
3. Gabungkan neraca pegas B pada neraca pegas A seperti terlihat pada gambar.



Gaya aksi dan gaya reaksi

4. Tariklah neraca pegas B, kemudian bacalah hasil pengukuran neraca pegas A dan B.
5. Lakukan kegiatan tersebut untuk gaya tarik yang berbeda-beda.

Gaya yang ditunjukkan oleh neraca pegas B disebut gaya aksi dan gaya yang ditunjukkan oleh neraca pegas A disebut gaya reaksi.

Pertanyaan :

1. Bagaimanakah besar gaya aksi dan reaksi dari hasil pengamatan Anda?
2. Bagaimanakah arah kedua gaya tersebut?
3. Bekerja pada benda yang samakah kedua gaya itu?
4. Berilah kesimpulan dari hasil kegiatan tersebut.

Percobaan di atas berkaitan dengan dengan Hukum III Newton atau Hukum Aksi Reaksi yang menyatakan bahwa “ *apabila sebuah benda mengerjakan gaya (gaya aksi) kepada benda yang lain, benda kedua akan mengerjakan gaya (gaya reaksi) pada benda pertama yang besarnya sama dan arahnya berlawanan*”.

Secara matematis Hukum III Newton dapat ditulis sebagai berikut.

Gaya aksi = – Gaya reaksi

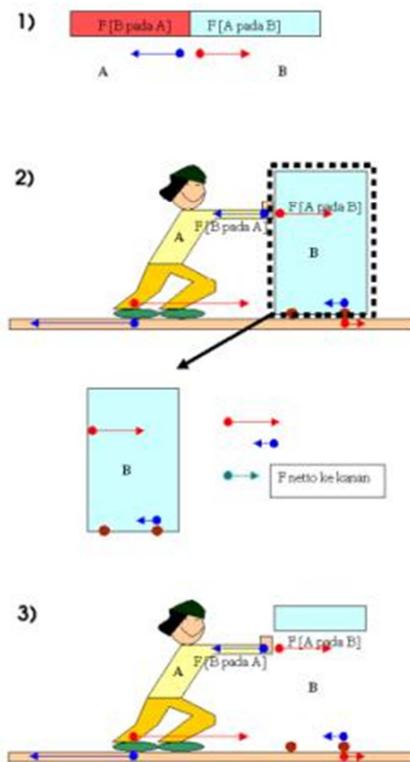
$$F_{aksi} = - F_{reaksi} \dots\dots\dots(3.6)$$

Gaya aksi dan reaksi tersebut memiliki besar yang sama, tetapi berlawanan arah dan bekerja pada dua benda yang berbeda.

Perhatikan pemain ski es, karena sangat sedikit gesekan antara sepatu skinya dan es, dia akan bergerak secara bebas jika ada sebuah gaya bekerja padanya. Dia mendorong pagar pembatas, dan kemudian dia mulai bergerak ke arah belakang. Dengan jelas, disana harus ada sebuah gaya bekerja padanya untuk membuat dia bergerak. Gaya yang dilakukan pada pagar pembatas tak dapat membuat dia bergerak, karena gaya itu bekerja pada pagar pembatas. Sebuah

gaya harus dilakukan padanya untuk membuat dia mulai bergerak dan gaya itu hanya dapat dilakukan oleh pagar pembatas. Gaya yang diberikan pagar pembatas sama dan berlawanan terhadap gaya yang dilakukan pada pagar pembatas.

Sebagai demonstrasi lain, ketika Anda menekan tangan anda pada sebuah benda, misalnya meja belajar Anda, maka akan Anda rasakan bahwa meja juga menekan tangan Anda. Ini terbukti dari rasa sakit yang anda rasakan pada tangan Anda bila anda menekan meja dengan kuat. Kejadian yang sama juga terjadi ketika anda mendorong dinding sebuah tembok bangunan (lihat gambar dibawah). Akan Anda rasakan sebuah gaya yang mendorong anda dalam arah yang berlawanan dengan arah dorongan Anda terhadap tembok. Semakin kuat Anda mendorong tembok semakin kuat pula itu melawan dorongan Anda.



Gambar 3.16. Pasangan gaya aksi-reaksi

Pada contoh-contoh di atas gaya selalu berpasangan dimana keduanya sama besar, tetapi arahnya berlawanan. Pasangan gaya yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan, dan bekerja pada

dua buah benda berbeda ini disebut sebagai pasangan gaya aksi-reaksi. Newton menyatakan pasangan aksi-reaksi ini dalam Hukum III Newton yang berbunyi:

Untuk setiap gaya aksi yang dilakukan selalu ada gaya reaksi yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan atau gaya interaksi antara dua buah benda selalu sama besar tetapi arahnya berlawanan.

LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Lakukanlah kegiatan berikut!

a. Sediakan sebuah benda yang bisa digantung seperti pada gambar.



b. Tariklah benang bagian bawah dengan sekali sentakan, lalu amati yang terjadi pada benda tersebut. Lakukan kegiatan ini beberapa kali.

c. Lakukan kegiatan yang sama dengan cara menarik benang bagian bawah, tetapi secara perlahan-lahan. Amati yang terjadi pada benda. Lakukan kegiatan itu beberapa kali.

d. Kesimpulan apakah yang dapat kamu berikan dari kegiatan tersebut? Jelaskan sesuai dengan Hukum I Newton yang telah Anda pahami.

2. Pada sebuah benda yang massanya 2 kg bekerja dua buah gaya yang besarnya masing-masing 75 N ke kanan dan 45 N ke kiri.

a. Berapakah resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut?

b. Hitung percepatan benda.

c. Apakah yang terjadi pada benda akibat kedua gaya tersebut?

3. Dua orang sedang mengadakan adu tarik tambang. A menarik tambang ke kiri dengan gaya 100 N. Jika keadaan mereka berimbang, hitunglah gaya yang diberikan B. Ke manakah arahnya?



RANGKUMAN

Newton merumuskan hukum-hukum gerak dan menemukan bahwa semua persoalan gerak di alam semesta dapat diterangkan dengan hanya tiga hukum yang sederhana. Hukum I Newton menyatakan “sebuah benda akan tetap diam atau bergerak dengan kecepatan konstan jika tidak terdapat resultan gaya yang bekerja padanya”. Hukum I Newton terkait erat dengan konsep kelembaman (inersia). Hukum II Newton menyatakan “percepatan yang dihasilkan resultan gaya yang bekerja pada suatu benda berbanding lurus dengan resultan gaya yang bekerja pada benda dan berbanding terbalik dengan massa benda. Hukum III Newton menyatakan “apabila sebuah benda mengerjakan gaya (gaya aksi) kepada benda yang lain, benda kedua akan mengerjakan gaya (gaya reaksi) pada benda pertama yang besarnya sama dan arahnya berlawanan.

TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Jika resultan gaya yang bekerja pada sebuah benda sama dengan nol, maka:

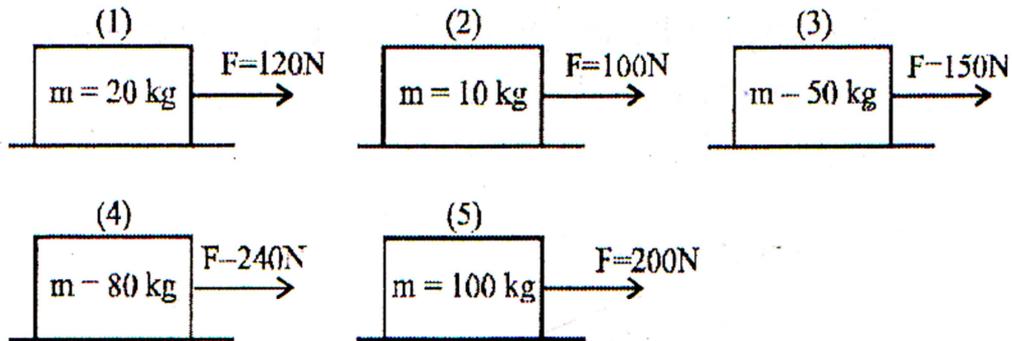
- (1) benda tidak akan dipercepat
- (2) benda selalu diam
- (3) perubahan kecepatan benda nol
- (4) benda tidak mungkin bergerak lurus beraturan

Pernyataan yang benar ditunjukkan oleh nomor

- A. (1), (2), dan (3)
 - B. (1) dan (3) saja
 - C. (2) dan (4) saja
 - D. (4) saja
2. Sebuah benda pada saat $t = 0$ detik bergerak dengan kecepatan 50 m/s. Jika resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol, maka kecepatan benda tersebut setelah bergerak selama 10 detik adalah ...
- A. 5000 m/s
 - B. 500 m/s
 - C. 50 m/s
 - D. 5 m/s
3. Benda bermassa 15 kg diletakkan di lantai licin dengan gaya gesek diabaikan. Jika benda tersebut ditarik gaya mendatar sebesar 6 N, maka percepatan benda adalah
- A. 0,4 m/s²
 - B. 2, 5 m/s²
 - C. 9,0 m/s²
 - D. 12,5 m/s²
4. Balok bermassa 50 kg diletakkan di atas lantai mendatar yang licin, kemudian ditarik oleh gaya 75 N mendatar ke kanan dan ditarik gaya 40 N mendatar ke kiri. Balok tersebut bergerak dengan percepatan
- A. 0,7 m/s² ke kiri
 - B. 0,7 m/s² ke kanan
 - C. 0,8 m/s² ke kiri
 - D. 0,8 m/s² ke kanan
5. Berat benda yang massanya 5 kg di suatu tempat yang percepatan gravitasinya 10 m/s² adalah
- A. 20 N
 - B. 30 N
 - C. 40 N

D. 50 N

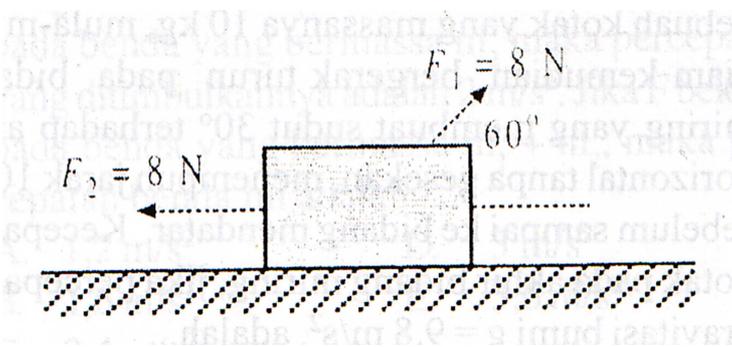
6. Perhatikan gambar berikut!



Gambar di atas menunjukkan lima buah benda, diberi gaya yang berbeda beda. Percepatan benda yang paling besar adalah gambar nomor

- A. (1)
- B. (2)
- C. (3) dan (4)
- D. (5)

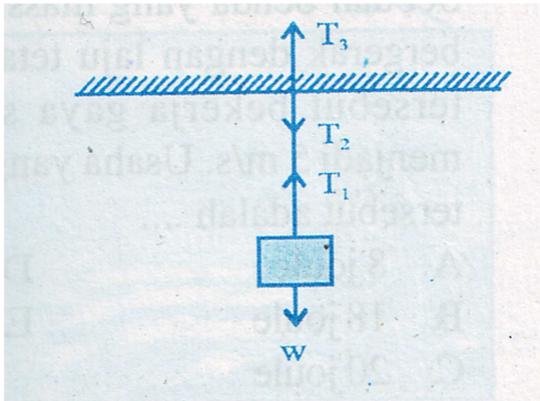
7. Perhatikan gambar berikut!



Sebuah balok bermassa 2 kg terletak pada bidang datar licin ditarik dengan gaya F_1 dan F_2 seperti gambar. Besar dan arah percepatan yang bekerja pada benda adalah

- A. 1 m/s^2 ke kiri
- B. 1 m/s^2 ke kanan
- C. 2 m/s^2 ke kiri
- D. 2 m/s^2 ke kanan

8. Seseorang bergerak dalam kendaraan yang sedang bergerak, tiba-tiba kendaraan tersebut direm hingga berhenti, maka orang tersebut akan mendapatkan gaya dorong arah ke depan, hal ini sesuai dengan
- A. gravitasi Newton
 - B. hukum I Newton
 - C. hukum II Newton
 - D. hukum III Newton
9. Pernyataan berikut adalah pasangan aksi-reaksi, *kecuali*
- A. gaya tolak-menolak antara 2 benda bermuatan listrik senama
 - B. gaya tolak-menolak antara 2 kutub magnet senama
 - C. gaya tarik menarik bumi-bulan
 - D. gaya berat dan gaya normal sebuah benda di meja
10. Perhatikan gambar di bawah ini!



Berdasarkan gambar di atas, yang merupakan pasangan gay aksi dan gaya reaksi adalah....

- A. T_2 dan T_3
- B. T_2 dan T_1
- C. T_1 dan w
- D. T_1 dan T_3

BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Cocokkan hasil jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir bahan belajar mandiri ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100 \%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

90% - 100% = Baik Sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

< 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar mandiri Kegiatan Belajar 2 ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

Tes Formatif 1

1. D
2. C
3. A
4. A
5. D
6. C
7. B
8. B
9. D
10. A

Tes Formatif 2

1. A
2. C
3. A
4. B
5. D
6. B
7. C
8. B
9. D
10. A

GLOSARIUM

Berat	:	Gaya tarik bumi terhadap suatu benda
Dinamika	:	Cabang fisika (mekanika) yang berhubungan dengan gaya/penyebab gerak
Gaya	:	Suatu pengaruh yang dapat menyebabkan benda bergerak
Gaya gesek	:	Gaya hambat yang muncul berlawanan gerak benda yang bersentuhan satu sama lain
Hukum I Newton	:	Suatu benda akan tetap diam atau bergerak dengan kecepatan konstan jika resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol
Hukum II Newton	:	Resultan gaya yang bekerja pada benda menyebabkan benda memperoleh percepatan sebanding dengan besar resultan gaya dan berbanding terbalik dengan massa benda
Hukum III Newton	:	Jika suatu benda melakukan gaya pada benda lain, benda kedua akan melakukan gaya pada benda pertama yang besarnya sama tetapi berlawanan arah
Kelembaman	:	Sifat materi yang mempertahankan dari perubahan gerak.

DAFTAR PUSTAKA

- Depdiknas. (2005). *Ilmu Pengetahuan Alam-Fisika*. Jakarta: Dirjen Dikdasmen
- Giancoli, D.C. (2004). *Physics volume I*. New Jersey : Prentice Hall
- Halliday, D., Resnick, R. (1997). *Physics* , terjemahan: Patur Silaban dan Erwin Sucipto. Jakarta: Erlangga.
- Hewitt, Paul G .(1993). *Conceptual Physics*. Seventh Edition. Harper CollinsCollege Publisher
- Karim, S., dkk (2008). *Belajar IPA : Membuka Cakrawala Alam Sekitar untuk SMP/MT*. Jakarta: Pusat Perbukuan Depdiknas.
- Slamet, A., dkk. (2008). *Praktikum IPA*. Jakarta: Dirjen Dikti Depdiknas.
- Soejoto dan Sustini, E. (1993). *Petunjuk Praktikum Fisika Dasar*. Dirjen Dikti Depdiknas.
- Tim Seqip. (2007). *Buku IPA Guru Kelas V*. Dirjen Dikdasmen Depdiknas, Jakarta
- Tipler, P.A. (1998). *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Zaelani,A., Cunayah, C., Irawan, E.I.(2006).*Bimbingan Pemantapan Fisika untuk SMA/MA*. Bandung: YRAMA WIDYA
- Wellington, J.J. (1989). *Beginning Science Pyysics*. Oxford University Press