

Daru Wahyuningsih, dkk.



**Bunga Rampai**

# **FISIKA DI SEKITAR KITA**

**Penerbit**

**Program Studi Fisika FMIPA**

**Universitas Sebelas Maret**



**Bunga Rampai**  
**FISIKA DI SEKITAR KITA**



**Bunga Rampai**  
**FISIKA DI SEKITAR KITA**

Daru Wahyuningsih, dkk.

**Penerbit**  
**Program Studi Fisika FMIPA**  
**Universitas Sebelas Maret**

**Bunga Rampai**  
**FISIKA DI SEKITAR KITA**

**Penulis:**

Daru Wahyuningsih

Budi Legowo

Delisma Wisnu Adi

Ana Melia Wahyanti

Asep Dwi Purwoto

Chomsatin Amalia

Chyta Anindhyta

Dina Lestari Pamungkas

Dwikie Mahendra Sani

Fitri Rahmawati

Happy Utami Ambarsih

Hazrina Nur Hanifati

Ilvi Maulida Nurdiana

Larassakti Kusuma

Leni Pebri Samawanti

Maura Trynovita Sakliressy

Utoro Romadhon

Wahdania Eka Putri

Wayan Sudarsana

Wirdiyatusyifa

Yayu Marnah

Yurike Margaret Takus

Nurlaili Wisda Agusin

**Editor:**

Daru Wahyuningsih

Fairusy Fitria Haryani

**Penerbit:**

Program Studi Fisika FMIPA

Universitas Sebelas Maret

Gedung B Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta

Cetakan pertama, Oktober 2020

Hak cipta dilindungi undang-undang.

ISBN 978-602-99344-5-8

© 2020

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit.

## **Kata Pengantar**

Ilmu Fisika dapat dipelajari di sekitar kita karena Ilmu Fisika ada di sekitar kita. Masih ingat cerita apel jatuh dari pohon? Fenomena sederhana lainnya dapat kita temui di kehidupan sehari-hari. Dengan menyadari fenomena-fenomena di sekitar kita tersebut dan mengkaitkannya dengan Ilmu Fisika, kita akan mengetahui bahwa belajar Ilmu Fisika bukanlah hal yang sulit.

Sebuah kegiatan pembelajaran diawali dengan perencanaan pembelajaran. Rencana pembelajaran digunakan sebagai panduan dalam persiapan atau pengorganisasian pembelajaran, pelaksanaan pembelajaran, dan pengawasan pembelajaran. Keempat kegiatan tersebut disebut dengan fungsi manajemen pembelajaran. Manajemen pembelajaran adalah pengelolaan pembelajaran sesuai dengan fungsi manajemen pembelajaran terhadap sumber daya pembelajaran agar tujuan pembelajaran dapat tercapai secara efektif dan efisien.

Penyusunan buku bunga rampai Fisika di Sekitar Kita merupakan bagian dari fungsi pengorganisasian pembelajaran. Tujuan yang hendak dicapai dalam penerbitan buku bunga rampai Fisika di Sekitar Kita adalah terbukanya kesadaran pembaca bahwa Ilmu Fisika ada di sekitar kita dalam kehidupan sehari-hari.

Buku bunga rampai ini adalah hasil kolaborasi dari 23 penulis yang mempunyai bidang ilmu yang sama, yaitu pembelajaran Fisika. Setiap judul dalam bab buku adalah ide masing-masing penulis sehingga masing-masing penulis bertanggung-jawab terhadap isi tulisannya. Struktur isi buku diawali dengan prakata untuk mengantarkan pembaca mengetahui isi buku tanpa membaca keseluruhan isi buku dan dilanjutkan dengan tulisan penulis pertama yang menjelaskan arti penting pengelolaan pembelajaran, sedangkan penulis kedua sampai dengan penulis kedua puluh satu menjelaskan contoh pembelajaran Fisika dengan media pembelajaran di lingkungan sekitar.

Buku Fisika di Sekitar Kita merupakan buku bunga rampai pertama yang diharapkan dapat menjadi materi atau media di sebuah pembelajaran bagi pengajar, dapat menjadi inspirasi bagi penulis pemula untuk memulai menulis, dapat menjadi inspirasi sebagai sarana untuk menjalin kerjasama antara sesama penulis dalam

bidang ilmu yang sama, dan dapat menjadi warisan karya bagi para generasi penerus dari para penulis. Selain manfaat-manfaat tersebut, satu lagi manfaat buku ini saat ini, yaitu sebagai kebanggaan masing-masing penulis yang jika dicetak fisik maka buku dapat dibingkai dan dipajang di dinding rumah ruang tamu atau jika diunggah (*upload*) dalam sebuah laman maka penulis dapat membagi tautannya (*link*) melalui media sosial.

Selamat belajar.

Salam,

Daru Wahyuningsih, dkk



## Daftar Isi

Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi.....	vii
1. PENGELOLAAN PEMBELAJARAN FISIKA .....	1
2. PEMBELAJARAN FISIKA BENCANA .....	5
3. WARNA KESELAMATAN.....	19
4. HARI LIBUR BELAJAR FISIKA .....	29
5. BELAJAR FISIKA DENGAN BOLPOIN .....	45
6. CERMIN BUKAN SEMBARANG CERMIN .....	59
7. KONDUKSI KONVEKSI RADIASI ADA PADA PANCI? .....	71
7. BELAJAR FISIKA DENGAN SEDOTAN.....	87
9. KRAN AIR .....	105
10. MISTERI SEBUAH PINTU .....	119
11. ADA “FISIKA” DI SEBUAH KARET .....	135
12. SEPATUKU BERILMU FISIKA .....	145
13. BELAJAR FISIKA MELALUI KETAPEL.....	161
14. ADA FISIKA DALAM BALON.....	173
15. SISIR RAMBUT PLASTIK SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN FISIKA .....	189
16. BOTOL AJAIB .....	201
17. ES TEH MANIS DI MUSIM TAK TENTU .....	217
18. PERMAINAN BILLIARD SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN FISIKA .....	233
19. BELAJAR FISIKA DENGAN KERTAS.....	247
20. CAKRAWALA BOLA .....	263
21. PERMAINAN LOMPAT TALI ( <i>SKIPPING</i> ) SEBAGAI MEDIA BELAJAR FISIKA .....	281
22. “GELAS ASIK” FISIKA .....	297
23. KELERENG DALAM FISIKA .....	315
Penutup.....	333
Biodata Penulis .....	335



## 1. PENGELOLAAN PEMBELAJARAN FISIKA

Daru Wahyuningsih

Ilmu Fisika dapat dipelajari dari kejadian atau fenomena di lingkungan sekitar karena Ilmu Fisika bermula dari kejadian atau fenomena di lingkungan sekitar. Hal ini yang sering kali tidak disadari sehingga ketika mempelajari Ilmu Fisika hampir selalu terasa sulit dimengerti. Untuk mencobanya, diamlah sejenak di posisi saat ini. Lihatlah sekitar. Jika sedang membaca buku, buku dapat digunakan sebagai sumber belajar Ilmu Fisika. Buku tebal akan terasa lebih berat jika diangkat dibandingkan dengan buku tipis dengan bahan yang sama dan ukuran kertas yang sama. Jika sedang menulis menggunakan pena, tinta pena akan menempel di kertas tetapi akan sulit menempel jika di lembaran plastik. Menulis di lembaran plastik diperlukan tinta khusus. Buku dan pena dalam contoh tersebut merupakan media pembelajaran.

Persiapan media pembelajaran merupakan bagian dari fungsi manajemen pengorganisasian. Dalam Terry (2013) menyebutkan bahwa fungsi manajemen terdiri dari *Planning* (perencanaan), *Organizing* (pengorganisasian), *Actuating* (pelaksanaan), dan *Controlling* (pengawasan). Dalam perencanaan pembelajaran, pengajar menyediakan rencana pembelajaran. Rencana pembelajaran tersebut adalah rencana pembelajaran satu semester sehingga akan tampak keterkaitan materi yang disampaikan. Salah satu fungsi rencana pembelajaran adalah sebagai penjaga agar pengajar dalam memberikan pembelajaran sesuai dengan yang telah direncanakan sehingga diarahkan tujuan pembelajaran dapat tercapai. Dalam pengorganisasian pembelajaran, pengajar mempersiapkan perangkat pembelajaran yang terdiri dari media pembelajaran, metode pembelajaran, mesin pembelajaran, dan instrumen evaluasi yang akan digunakan dalam pembelajaran. Evaluasi pembelajaran sebaiknya terdiri dari evaluasi untuk mengukur hasil belajar peserta didik dan evaluasi untuk mengukur proses pembelajaran. Instrumen evaluasi hasil belajar peserta didik bertujuan untuk memperoleh informasi ketercapaian tiap peserta didik terhadap materi pembelajaran yang harus dikuasai. Instrumen evaluasi proses pembelajaran bertujuan untuk memperoleh informasi pelaksanaan proses

pembelajaran dan kendala yang dialami oleh peserta didik selama pembelajaran sehingga pembelajaran berikutnya dapat menjadi lebih baik. Dalam pelaksanaan pembelajaran, pengajar melaksanakan pembelajaran sesuai dengan rencana pembelajaran, menggunakan media pembelajaran dan metode pembelajaran yang telah dipersiapkan. Dalam pengawasan pembelajaran, pengajar menggunakan instrumen evaluasi hasil belajar peserta didik dan instrumen evaluasi proses pembelajaran.

Pengajar dan perangkat pembelajaran disebut dengan sumber daya pembelajaran. Dalam Heryati & Muhsin (2014), sumber daya manajemen antara lain adalah manusia (*man*), materi (*material*), media (*mean*), metode (*method*), dan mesin (*machine*). Kelima sumber daya tersebut terlibat dalam pengelolaan pembelajaran. Sumber daya manusia, yaitu pengajar memanfaatkan media pembelajaran, metode pembelajaran, dan mesin pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran. Media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan pengajar untuk menjelaskan materi pembelajaran. Metode pembelajaran adalah cara yang dilakukan guru dalam menyampaikan materi pembelajaran menggunakan media pembelajaran. Mesin pembelajaran adalah piranti yang digunakan pengajar dalam menyampaikan materi pembelajaran, menggunakan media pembelajaran dengan metode pembelajaran yang sesuai kepada peserta didik. Pengajar menggunakan mesin pembelajaran dengan tujuan agar peserta didik mempunyai kesempatan yang lebih besar dalam mengakses pembelajaran. Contoh mesin pembelajaran adalah laman (*website*) pembelajaran. Dalam laman pembelajaran tersebut, pengajar dapat menempelkan video pembelajaran yang berisikan penyampaian pembelajaran suatu materi dengan media pembelajaran tertentu dan metode pembelajaran tertentu. Contoh laman pembelajaran di perguruan tinggi adalah <https://spada.uns.ac.id/>, yaitu laman pembelajaran daring (*online*) yang digunakan dalam pembelajaran campuran (*blended learning*) di Universitas Sebelas Maret. Berdasarkan hasil penelitian dalam Wahyuningsih, Suyanto, & Ghufro (2016), yaitu 63 dari 65 responden atau 96,32% pengajar di perguruan tinggi yang telah mempunyai laman pembelajaran (*e-learning*) belum

melaksanakan manajemen *blended learning* yang artinya bahwa responden pengajar di perguruan tinggi belum memanfaatkan mesin pembelajaran.



Gambar 1. Halaman muka laman <https://spada.uns.ac.id/>

Pengelolaan pembelajaran merupakan upaya pengajar untuk mencapai tujuan pembelajaran. Mensarikan dari Lynch & Smith (2005) dan Heryati & Muhsin (2014), manajemen pembelajaran adalah penggunaan sumber daya pembelajaran materi, media, metode, dan mesin oleh sumberdaya manusia sesuai dengan fungsi manajemen perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan untuk mencapai tujuan pembelajaran secara efektif dan efisien. Berdasarkan definisi tersebut, maka pengelolaan pembelajaran Fisika adalah upaya pengajar dalam menggunakan sumber daya pembelajaran materi Fisika, media pembelajaran, metode pembelajaran, dan mesin pembelajaran dengan fungsi manajemen perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan untuk mencapai tujuan pembelajaran secara efektif dan efisien.

### Referensi

- Heryati, Y. & Muhsin, M. (2014). *Manajemen sumber daya pendidikan*. Bandung: Penerbit CV Pustaka Setia.
- Lynch, D. & Smith, R. (2005). Teacher education for a new age. *The International Journal of Knowledge, Culture and Change Management* Vol. 5 Issue 7 pp. 131-140, 2005. Diambil pada tanggal 13 Maret 2015, dari [https://www.researchgate.net/profile/David\\_Lynch9/publication/](https://www.researchgate.net/profile/David_Lynch9/publication/)

[258028354 Teacher Education for a New Age/links/00463526a5f41778e2000000/Teacher-Education-for-a-New-Age.pdf](#).

Terry, George R. (2013). *Prinsip-prinsip manajemen*. Alih bahasa: J. Smith D.F.M. Jakarta: Penerbit Bumi Aksara.

Wahyuningsih, D., Suyanto, Ghufon, A. (2016). Implementation of Blended Learning Management in Higher Education in Surakarta, Indonesia. Dipresentasikan di *The 1<sup>st</sup> International Conference of Islamic Education*, 10-12 Oktober 2016, Surakarta, Indonesia.

## 2. PEMBELAJARAN FISIKA BENCANA

Budi Legowo

### Pendahuluan

Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis (ESDM-RI, 2016). Bencana alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan dan tanah longsor. Bencana non alam antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemi dan wabah penyakit. Jenis bencana yang lain adalah bencana sosial, yaitu bencana yang diakibatkan oleh manusia yang meliputi konflik sosial antar kelompok atau antar komunitas masyarakat dan teror (UU-RI, 2007).

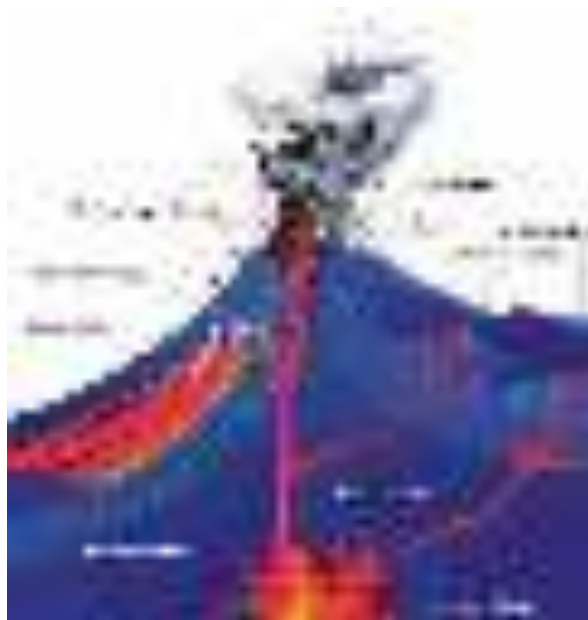
Fisika adalah ilmu mengenai alam, yang mempelajari unsur-unsur dasar pembentuk alam semesta, gaya-gaya yang bekerja di dalamnya, dan akibat-akibatnya yang mencakup rentang yang luas dari partikel sub atom pembentuk materi sampai kelakuan alam semesta sebagai satu kesatuan kosmos (Manurung & Simarmata, 2014). Bisa dikatakan bahwa fisika merupakan disiplin ilmu yang mempelajari fenomena alam, penyebab terjadinya fenomena dan dampak dari fenomena (Bektiarso, 2020). Fenomena alam dalam bentuk bencana geologi yang terdiri atas bencana gunung api, gempa bumi, tsunami dan gerakan tanah (Permen ESDM RI No. 11 tahun 2016), dapat dijelaskan konsep fisika yang menyertainya.

Pembelajaran fisika bencana bertujuan untuk memberikan pengetahuan tentang fenomena fisika penyebab terjadinya bencana sehingga dapat mengurangi dampaknya dalam upaya mitigasi pengurangan resiko bencana. Pendidikan pengurangan resiko bencana di sekolah telah dikembangkan, diantaranya dalam bentuk Modul Fasilitas Sekolah Aman, Manajemen Bencana Sekolah serta Pendidikan Pencegahan dan Pengurangan Resiko Bencana (Suharwoto, 2015). Pengembangan modul pembelajaran kebencanaan secara spesifik juga sudah dilakukan, diantaranya: bencana gunung api (Kurnia, Ayu, & Fauzi, 2020), gempa

bumi (Sasma & Ahmad, 2020) tsunami (Angraini, Wahyuni, & Aristya, 2017), dan gerakan tanah (Wati, 2015).

### **Gunung Api**

Gunung api adalah lubang kepundan atau rekahan dalam kerak bumi tempat keluarnya cairan magma atau gas atau cairan lainnya ke permukaan bumi. Material yang di keluarkan (erupsi) ke permukaan bumi umumnya membentuk kerucur terpancung. Bahaya erupsi gunung api dapat berpengaruh secara langsung (primer) dan tidak langsung (sekunder) yang menjadi bencana bagi kehidupan manusia. Gejala peningkatan aktivitas gunung apai secara visual ditandai dengan: 1. terciumnya bau gas belerang hingga jarak lebih dari 1 km, 2. warna asap kawah berubah dari putih menjadi keabu-abuan, 3. sering terdengar suara gemuruh dari arah kawah hingga jarak 1 km, 4. mulai terlihat titik api diam di puncak/kawah, 5. terjadi guguran batuan (lava pijar) dari arah puncak/kawah, 6. terjadi hujan abu tipis dari puncak/kawah dan 7. air danau kawah berubah warna menjadi keruh (PVMBG G. A., 2015).



Gambar 1. Penampang gunung api dan jenis-jenis erupsi (modifikasi dari Krafft, 1989 dalam PVMBG G. A., 2015)



Pengetahuan dasar tentang erupsi gunung api dapat diberikan pada peserta didik dalam bentuk simulasi. Model gunung api dengan simulasi erupsi yang dihasilkan dari reaksi antara soda kue ( $\text{NaHCO}_3$ ) dan cuka/asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) dapat memperlihatkan detail visual bagaimana proses magma terdorong ke permukaan (puncak/kawah) dan mengalir sepanjang tubuh gunung api sebagai lava. Pada simulasi ini cuka/asam asetat yang direkasikan dengan soda kue akan menghasilkan gas  $\text{CO}_2$ . Efek lelehan lava akan lebih terlihat nyata jika dalam simulasi ditambahkan deterjen/cairan kental berwarna. Gas  $\text{CO}_2$  yang ringan akan bergerak ke atas dan mendorong deterjen/ cairan kental berwarna menuju puncak/kawah hingga meleleh sepanjang lereng (Prabowo, 2016). Pada keadaan erupsi yang sebenarnya, migrasi magma dipengaruhi oleh densitas dan temperatur. Magma yang meleleh akan menjadi cair, densitasnya menjadi kecil sehingga dapat bergerak menerobos batuan lain yang densitasnya lebih besar melalui rekahan atau disebut diapir (Yuneldi & Lilik, 2017).



Gambar 2. Ilustrasi simulasi erupsi gunung api (Putri, 2020)

Tubuh gunung api dapat dibuat dari tepung (menjadi semacam adonan roti) atau menggunakan lilin mainan (*malampet*). Dapur magma untuk mereaksikan soda kue dan cuka/asam asetat sebaiknya dari bahan gelas. Simulasi erupsi seperti yang ada pada ilustrasi dihasilkan dari reaksi 2 sendok makan soda kue dengan 30 ml cuka/asam asetat, serta deterjen untuk menambah efek buih dan pewarna makanan (merah) agar mirip dengan lava sesungguhnya (Putri, 2020). Pembuatan

model gunung api dan simulasi erupsi sudah banyak dijumpai di situs berbagi video youtube (Kimia, 2018) dan (Fitriaingrum, 2015).

### **Gempa Bumi**

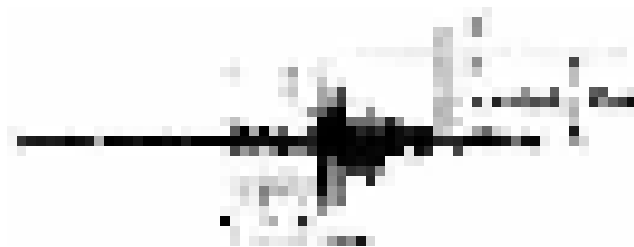
Gempa bumi adalah getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari bawah permukaan bumi secara tiba-tiba yang menciptakan gelombang seismik. Gempa bumi biasa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi atau lempeng bumi. Selain itu gempa bumi juga bisa disebabkan oleh aktivitas gunung api dan tumbukan batuan karena tanah longsor, gua yang runtuh atau jatuhnya meteor dan/atau benda lain yang sejenis. Dari pernyataan tersebut, jenis gempa bumi menurut penyebab terjadinya terdiri atas: gempa tektonik, gempa vulkanik dan gempa runtuh atau terban (BPBD, 2018).

Gempa bumi menimbulkan gelombang elastis dimana energi dipancarkan dari sumber gempa (*hipocentrum*) ke permukaan bumi. Gelombang seismik adalah gelombang elastik yang menjalar ke seluruh bagian dalam bumi dan melalui permukaan bumi yang diakibatkan adanya tumbukan, lapisan batuan yang patah secara tiba-tiba atau adanya ledakan. Gelombang utama gempa terdiri dari dua tipe yaitu: gelombang badan (*body wave*) dan gelombang permukaan (*surface wave*). Gelombang badan adalah gelombang yang menjalar melalui bagian dalam bumi dan bisa disebut *free wave* karena dapat menjalar ke segala arah di dalam bumi. Gelombang badan dibedakan menjadi dua yaitu gelombang primer (gelombang P) dan gelombang sekunder (gelombang S). Gelombang permukaan ada pada batas permukaan medium. Berdasarkan pada sifat gerakan partikel media elastik, gelombang permukaan merupakan gelombang yang kompleks dengan frekuensi yang rendah dan amplitudo yang besar, yang menjalar akibat adanya efek *free surface* dimana terdapat perbedaan sifat elastik. Jenis dari gelombang permukaan ada dua yaitu gelombang Rayleigh dan gelombang Love (Hesa, 2019).

Seismometer adalah alat atau sensor getaran, yang bisa digunakan untuk mendeteksi gempa bumi atau getaran pada permukaan tanah. Hasil rekaman dari seismometer disebut seismogram. Rekaman seismogram dapat digunakan untuk menentukan pusat gempa dipermukaan (*epicentrum*) dan kekuatan gempa. Ada

beberapa skala yang digunakan untuk mengukur kekuatan gempa bumi. Skala Mercalli, Omori, Cancani, dan skala Richter, namun skala Richter adalah yang paling populer untuk mengukur kekuatan gempa bumi yang disebut dengan magnitudo (M) (UPSeis, 2017).

Untuk mengetahui di mana pusat gempa terjadi, setidaknya dibutuhkan seismogram dari dua seismometer yang berbeda lokasi. Perlengkapan lain yang dibutuhkan adalah peta, penggaris, alat tulis dan jangka untuk menggambar lingkaran pada peta.



Gambar 3. Contoh Seismogram

Dari contoh seismogram terbaca, jarak antara gelombang P yang pertama dan gelombang S pertama tercatat pada sesimometer adalah sebesar 24 detik. Jika kecepatan gelombang P di kerak bumi sebesar  $\pm 8,96$  km per detik, maka dengan persamaan kecepatan  $v=s/t$ , jarak sesimometer dari episenter dapat dihitung sejauh 215 km (UPSeis, 2017).



Gambar 4. Interseksi tiga lingkaran yang merupakan titik *epicentrum* gempa

Langkah yang dilakukan untuk menentukan titik *epicentrum* adalah: 1. pastikan skala peta (1 centimeter dalam peta sama dengan 100 km, skala 1:100.000), 2. tentukan jarak seismometer ke *epicentrum* pada peta (jika perhitungan seismometer 215 km dan skala peta 1:100.000, maka jarak di peta adalah 2,15 cm), 3. buat lingkaran dengan pusat lingkaran adalah posisi seismometer dan jari-jari lingkaran ditentukan pada langkah 2 (2,15 cm), dan 4. lakukan langkah 1-3 untuk data sesmogram yang lain. *Epicentrum* adalah titik inetrseksi lingkaran yang digambar pada peta, setidaknya diperlukan 3 sesmogram dari seismometer yang berasal dari lokasi berbeda untuk menentukan titik pusat gempa di permukaan bumi (UPSeis, 2017).

Magnitudo gempa dapat dihitung dari kecepatan dan aplitudo yang terkekam pada sesimogram.



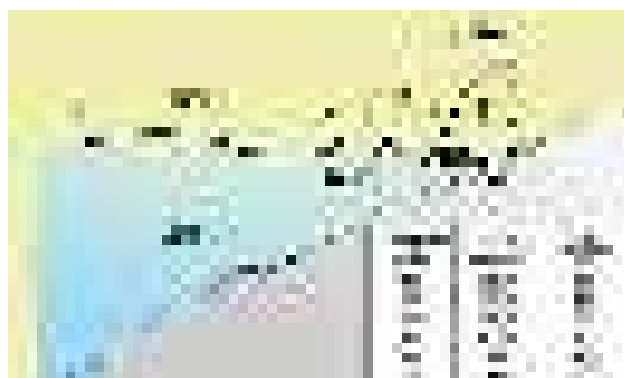
Gambar 5. Menghitung magnitudo dari amplitudo gempa

Langkah yang dilakukan untuk menentukan magnitudo gempa yaitu: 1. tentukan waktu antar gelombang P dan gelombang S yang pertama (dari ilustrasi diperoleh selisih kedatangan sebesar 24 detik), 2. cari titik 24 detik pada garis skala sisi kiri

(dari garis skala terlihat *epicentrum* berjarak 215 km), 3. tentukan amplitudo tertinggi, pada sesimogram terbaca amplitudo tertinggi 23 mm (tanda pada garis skala sisi kanan), 4. buat garis lurus antara grafik jarak dan amplitudo, titik persinggungan garis dan grafik yang tengah adalah besar kekuatan gempa. Dalam contoh, gempa memiliki magnitudo sebesar 5 (M) (UPSeis, 2017).

### **Tsunami**

Istilah tsunami berasal dari bahasa Jepang, *Tsu* yang artinya pelabuhan dan *Nami* yang artinya gelombang laut. Secara definisi, tsunami dimaknai sebagai rangkaian gelombang laut yang mampu menjalar dengan kecepatan hingga lebih 900 km/jam, terutama diakibatkan oleh gempa bumi yang terjadi di dasar laut (PVMBG G. B., 2015). Kecepatan tsunami bergantung pada kedalaman perairan, akibatnya gelombang tersebut mengalami percepatan atau perlambatan sesuai dengan bertambah atau berkurangnya kedalaman perairan. Arah dan energi gelombang, terfokus atau menyebar, juga mengalami perubahan selama pergerakan gelombang. Di perairan dalam, tsunami mampu bergerak dengan kecepatan 500 sampai 1000 km per jam, sedangkan di perairan dalam kecepataannya melambat hingga beberapa puluh km per jam. Tinggi gelombang atau amplitudo tsunami juga berubah sesuai dengan kedalaman perairan. Di perairan dalam, amplitudo tsunami hanya memiliki ketinggian satu meter, tapi bisa mencapai hingga puluhan meter di perairan dangkal (Nasir, Muhammad, & Amir, 2015).



Gambar 6. Ilustrasi kecepatan dan tinggi gelombang tsunami

Ditinjau dari bentuk gelombang dalam ilustrasi di atas, bila rasio antara kedalaman dan panjang gelombang menjadi sangat kecil, gelombang tersebut dinamakan gelombang air-dangkal. Gelombang air-dangkal bergerak dengan kecepatan setara dengan akar kuadrat hasil perkalian percepatan gravitasi dan kedalaman perairan yang secara matematis dinyatakan sebagai

$$v = (g \cdot d)^{1/2}$$

dengan  $v$  adalah kecepatan gelombang,  $g$  adalah percepatan gravitasi dan  $d$  adalah kedalaman perairan. Jika amplitudo gelombang tsunami  $a$  dipertimbangkan dengan kondisi ketinggian gelombang jauh lebih kecil dari kedalaman laut ( $a \ll d$ ) maka persamaan cepat rambat gelombang tsunami dapat ditulis kembali sebagai

$$v = (g \cdot (a / d))^{1/2}$$

dengan  $a$  adalah amplitudo/ketinggian gelombang. Terlihat bahwa, perairan dengan kedalaman  $d$  besar dan  $a$  sangat kecil maka  $a/d$  besar, maka cepat rambat gelombang tsunami juga besar. Makin mendekati pantai, kedalaman perairan semakin berkurang,  $d$  semakin kecil dan amplitudo semakin besar  $a$  makin besar sehingga  $a/d$  makin kecil, maka cepat rambat gelombang tsunami makin kecil (Hidayati, Yulia, & Masri, 2011).



Gambar 7. Upaya mitigasi bencana tsunami (PVMBG G. B., 2015)

Hingga saat ini belum dapat diramalkan secara tepat kapan tsunami akan terjadi. Yang bisa dilakukan adalah melakukan identifikasi tempat-tempat yang memiliki potensi terkena dampak bencana tsunami. Pengukuran tinggi gelombang dan batas landaian dari kejadian tsunami yang terjadi sebelumnya dapat digunakan untuk memperkirakan dan mengurangi dampak tsunami dimasa depan. Upaya mitigasi pengurangan resiko bencana tsunami yang dapat dilakukan diantaranya adalah: pembuatan batu pemecah gelombang, pembuatan bangunan tinggi untuk keperluan evakuasi, pembuatan dinding penahan kecepatan tsunami dan membangun rumah/hunian dengan tiang kokoh di atas batas tinggi gelombang stunami (PVMBG G. B., 2015).

### **Pergerakan Tanah**

Pergerakan tanah yang dimaksud di sini adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah atau material campuran tersebut bergerak ke bawah atau keluar lereng. Tanah longsor merupakan istilah yang lebih sering digunakan untuk pergerakan tanah. Tanah longsor terjadi pada permukaan bumi berupa lereng atau secara fisis berupa wilayah yang berbentuk bidang miring (PVMBG G. T., 2015).

Aspek fisika dalam fenomena tanah longsor salah satunya adalah gaya gravitasi. Pada lereng yang berupa bidang miring, gaya gravitasi dapat diuraikan menjadi komponen gaya arah sumbu y ( $w_y$ ) dan arah sumbu x ( $w_x$ ) seperti ilustrasi berikut

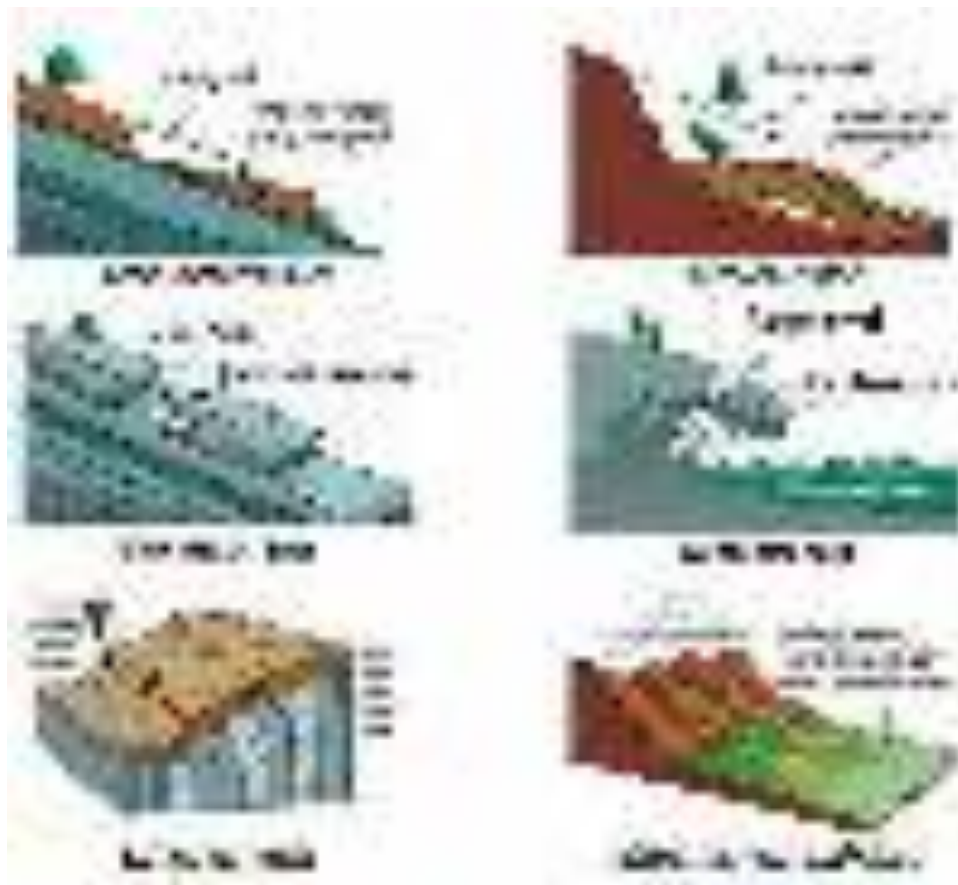


Gambar 8. Ilustrasi pergerakan tanah pada bidang miring

Dari ilustrasi dapat dijelaskan bahwa,  $w_y$  menahan material agar tetap berada pada posisi di atas permukaan lereng (gaya pendikular), sedangkan  $w_x$  menyebabkan material terlepas dan tertarik sehingga bergerak turun sejajar lereng (tegangan lepas). Jika lereng makin curam (sudut kemiringan  $\theta$  semakin besar), maka  $w_x$  juga semakin besar, sedangkan  $w_y$  berkurang. Pergerakan tanah/longsor terjadi jika  $w_x > w_y$ , artinya gaya tegangan lepas lebih besar dari gaya penahan/pendikular. Dalam hal ini gaya gravitasi menjadi faktor pendorong terjadinya pergerakan tanah/tanah longsor (Wati, 2015).

Secara umum kejadian tanah longsor disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu: 1. faktor pendorong; merupakan faktor yang mempengaruhi kondisi material dan 2. faktor pemicu; merupakan faktor yang menyebabkan Bergeraknya material. Salah satu faktor pemicu adalah peranan air di dalam tanah. Penambahan air akibat hujan atau lelehan salju menyebabkan penambahan berat material lereng. Air masuk menggantikan udara mengisi rongga/pori antar butir tanah atau batuan. Kondisi ini akan menambah tegangan lepas  $w_x$  sehingga material rombakan akan bergerak menuruni lereng sepanjang bidang gelincir. Selain menambah berat tanah di atas lereng, air juga memiliki kemampuan mengubah sudut kestabilan lereng (*repose*), melepaskan mineral pada tanah dan melarutkan mineral perekat yang mengikat seluruh butiran material tanah dan batuan (Wati, 2015).





Gambar 9. Jenis pergerakan tanah

Gejala umum tanah longsor adalah: munculnya retakan-retakan di lereng yang sejajar dengan arah tebing, biasanya terjadi setelah hujan, muncul mata air baru secara tiba-tiba serta tebing rapuh dan kerikil mulai berjatuhan. Terdapat 6 (enam) jenis tanah longsor yaitu: 1. longsor translasi, 2. longsor rotasi, 3. pergerakan blok, 4. runtuh batu, 5. rayapan tanah, dan 6. aliran bahan rombakan. Longsor translasi dan rotasi paling banyak terjadi di Indonesia, sementara aliran bahan rombakan yang paling sering memakan korban jiwa (PVMBG G. T., 2015).

### Referensi

- Angraini, S. D., Wahyuni, S., & Aristya, P. (2017). Pengembangan Modul Fisika Materi Gelombang Berbasis Kebencanaan Alam di Fisika. *Jurnal Edukasi*, 20-23.
- Bektiarso, S. (2020). Pentingnya Konsepsi Awal dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Saintifika*, 11-20.

- BPBD. (2018, Agustus 5). <http://bpbd.bandaacehkota.go.id/>. Retrieved November 26, 2020, from Pengertian Gempa Bumi, Jenis-jenis, Penyebab, Akibat dan Cara Menghadapi Gempa Bumi: <http://bpbd.bandaacehkota.go.id/2018/08/05/pengertian-gempa-bumi-jenis-jenis-penyebab-akibat-dan-cara-menghadapi-gempa-bumi/>
- ESDM-RI. (2016). *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No 11 tahun 2016 tentang Penetapan Kawasan Rawan Bencana Geologi*. Kementerian ESDM.
- Fitriaingrum, E. (2015, Maret 25). [youtube.com](https://youtu.be/r78KMmtGq4w). Retrieved November 26, 2020, from Praktikum Konsep Dasar IPA 3 - Proses Erupsi Gunung Api: <https://youtu.be/r78KMmtGq4w>
- Hesa. (2019, September 10). [hesa.co.id](https://hesa.co.id). Retrieved November 26, 2020, from Gelombang Seismik: [https://hesa.co.id/gelombang-seismik/#:~:text=Gelombang%20seismik%20adalah%20gelombang%20elastik,surface%20wave\)%20%5B2%5D](https://hesa.co.id/gelombang-seismik/#:~:text=Gelombang%20seismik%20adalah%20gelombang%20elastik,surface%20wave)%20%5B2%5D).
- Hidayati, Yulia, J., & Masri. (2011). *Aplikasi Persamaan Gelombang Nonlinier Korteweg pada Gelombang Tsunami*. Padang: Fakultas MIPA Universitas Negeri Padang.
- Kimia, D. (2018, Desember 13). [youtube.com](https://youtu.be/IzGeQ1eW3UY). Retrieved November 26, 2020, from Simulasi Letusan Gunung Berapi menggunakan Campuran Cuka, Soda Kue & Detergen: <https://youtu.be/IzGeQ1eW3UY>
- Kurnia, R., Ayu, F., & Fauzi, A. (2020). Validasi e-Modul Fisika Terintegrasi Bencana Gunung Meletus Berbasis Model Inquiry Based Learning untuk Meningkatkan Sikap Kesiapsiagaan Peserta Didik. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 73-80.
- Manurung, J. V., & Simarmata, J. (2014). Aplikasi Pembelajaran Fisika Mata Pelajaran Fisika Tingkat Sekolah Menengah Atas dengan Metode Computer Assisted Instruction. *Majalah Ilmiah Informasi dan teknologi Iliah (INTI)*, IV(2), 119-125.
- Nasir, M., Muhammad, I., & Amir, A. (2015). Estimasi Waktu dan Tinggi Gelombang Tsunami di Lhok Kreut Kabupaten Aceh Jaya. *Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar*, 84-95.
- Prabowo, H. K. (2016, Maret 8). <http://habibikanziprabowo.blogspot.com/>. Retrieved November 26, 2020, from Laporan Praktek Kimia Gunung Berapi: <http://habibikanziprabowo.blogspot.com/2016/03/laporan-praktek-kimia-gunung-berapi.html>
- Putri. (2020, November 17). [blog.elevenia.co.id](https://blog.elevenia.co.id). Retrieved November 26, 2020, from Cara Membuat Gunung Meletus dari Bahan Sederhana: <https://blog.elevenia.co.id/cara-membuat-gunung-meletus-dari-bahan-sederhana>
- PVMBG, G. A. (2015). *Gunungapi*. Bandung: Badan Geologi Kementerian ESDM.
- PVMBG, G. B. (2015). *Gempa Bumi dan Tsunami*. Bandung: Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- PVMBG, G. T. (2015). *Gerakan Tanah*. Bandung: Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

- Sasma, N., & Ahmad, F. (2020). Analisis Kesesuaian Materi Fisika SMA dengan Materi Gempa Bumi. *Pillar of Physics Education*, 81-88.
- Suharwoto, G. (2015). *Modul 3 Pilar 3 -Pendidikan Pencegahan dan pengurangan Resiko Bencana*. Jakarta: Kemendikbud-UNICEF.
- UU-RI. (2017), *Undang-undang Republik Indonesia No 24 tahun 2007tentang Penanggulangan Bencana*, Pemerintah RI
- UPSeis. (2017, Mei 10). <http://www.geo.mtu.edu/>. Retrieved November 26, 2020, from How Are Earthquake Magnitudes Measured?: <http://www.geo.mtu.edu/UPSeis/intensity.html>
- UPSeis. (2017, Mei 10). <http://www.geo.mtu.edu/>. Retrieved November 26, 2020, from How Do I Locate That Earthquake's Epicenter: <http://www.geo.mtu.edu/UPSeis/locating.html>
- Wati, W. (2015). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika SMA Terintegrasi Penanggulangan Bencana Tanah Longsor. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 109-119.
- Yuneldi, A., & Lilik, H. (2017). Fisika Gunung Api: Meletusnya Gunung Talang Berdasarkan Prespektif Al Quran dan Sains-Fisika. *Simposiu Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains (SNIPS)* (pp. 148-153). Bandung: ITB.



### 3. WARNA KESELAMATAN

Delisma Wisnu Adi

#### 1. Pendahuluan

Alam semesta memiliki berbagai macam corak warna yang terjadi secara alami. Panorama alam dapat dinikmati oleh mata manusia karena mata menangkap pantulan warna alam. Kemunculan warna di alam dapat sebagai tanda gejala alam. Warna alam tersebut dikaji secara mendalam oleh manusia. Hasil kajian corak warna merupakan bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik yaitu dikenal dengan istilah cahaya tampak. Warna digunakan oleh manusia untuk symbol atau penanda kondisi atau situasi berbagai bidang diantaranya bidang kesehatan dan bidang transportasi juga dalam bidang keselamatan kerja.

Fungsi warna yang digunakan manusia sebagai tanda sangat membantu untuk memperingatkan tentang suatu hal. Dalam bidang keselamatan, warna digunakan sebagai tanda bentuk kejadian, bentuk barang dengan fungsi tertentu dan bentuk peringatan. Kode warna diberikan untuk membedakan klasifikasi tindakan agar dapat dimengerti oleh orang lain yang telah diatur melalui peraturan resmi. Peraturan resmi tersebut diterbitkan agar masyarakat memahami fungsi warna sebagai kesepakatan bersama untuk fungsi tertentu diantaranya keselamatan. Walaupun sudah ada peraturan resmi penggunaan warna tetapi masih ada yang melakukan tindakan penyalahgunaan fungsi warna untuk keselamatan.

Penyalahgunaan penggunaan warna dilakukan oleh orang yang kurang menyadari berbagai pertanda warna. Sebagai contoh kasus terjadi perubahan warna lampu indicator keselamatan kendaraan bermotor secara sengaja oleh beberapa pengendara karena dasar kesukaan warna tertentu. Hal tersebut akan membahayakan pengendara yang mengendarainya dan atau pengendara lain karena ada perubahan warna pada Lampu rem (*brake light*) dan atau Lampu penunjuk arah (*turn signal lamp*). Warna lampu kendaraan telah diatur secara lengkap melalui Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012 tentang Kendaraan. Kegunaan warna sebagai pertanda tidak hanya pada kendaraan tetapi diberbagai bidang lainnya.

Pertimbangan penggunaan warna sebagai tanda tersebut tidak secara asal-asalan tetapi ada kajian ilmiah yang mendukungnya.

Kajian ilmiah itu yang harus dipahami setiap orang agar tidak mengubah warna sesuai keinginan sendiri padahal untuk keselamatan bersama. Secara ilmiah setiap warna memiliki panjang gelombang masing-masing. Panjang gelombang tersebut yang akan ditangkap oleh panca indera manusia. Penggunaan warna keselamatan paling Kajian ini akan membahas tentang warna dan fungsinya sebagai tanda keselamatan.

## **2. Pembahasan**

### **a. Definisi Warna**

Pembicaraan tentang warna tidak terlepas dari istilah cahaya. Cahaya memiliki peran penting dalam proses penglihatan manusia. Kemampuan melihat manusia tergantung dari intensitas cahaya yang dipantulkan oleh benda ke mata manusia. Cahaya merupakan energi bagian dari gelombang elektromagnetik. Cahaya yang dapat terlihat oleh manusia berada pada bagian jenis gelombang elektromagnetik yang disebut cahaya tampak. Gelombang elektromagnetik memiliki berbagai jenis spektrum gelombang berdasarkan frekuensi dan Panjang gelombang. Spektrum gelombang elektromagnetik ditampilkan pada Gambar 1. Spektrum gelombang elektromagnetik merupakan spektrum kontinu dengan panjang gelombang sebagai dasar penentuan jenis gelombang elektromagnetik. Spektrum gelombang elektromagnetik terdiri dari beberapa jenis gelombang berdasarkan panjang gelombang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Sekian banyak spektrum gelombang elektromagnetik hanya pada cahaya tampak yang dapat dilihat oleh mata manusia. Warna yang dapat dilihat merupakan bagian dari spektrum cahaya tampak. Warna merupakan jenis spektrum gelombang elektromagnetik yang disebut dengan cahaya tampak pada rentang panjang gelombang 380 nm – 780 nm. Karakteristik warna ditentukan oleh panjang gelombang dari warna cahaya tersebut. Klasifikasi cahaya tampak berdasarkan Panjang gelombang ditampilkan pada Gambar 2. Masing-masing warna memiliki panjang gelombang tertentu tetapi masih dalam jangkauan dapat dilihat oleh mata manusia yaitu pada panjang gelombang antara 380-780 nanometer.



Gambar 2. Spektrum cahaya tampak

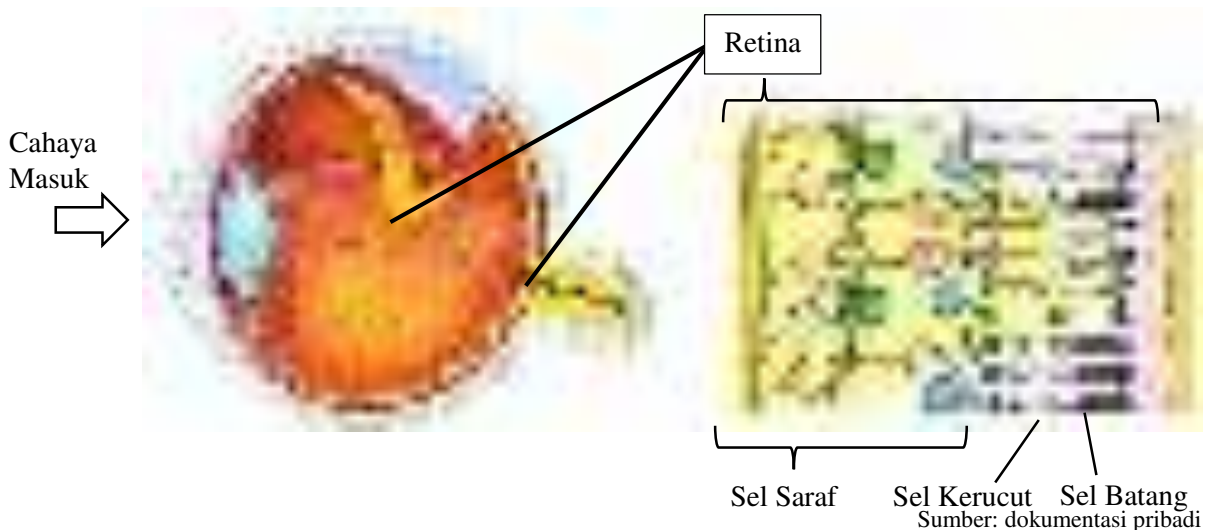
Spektrum cahaya tampak yang terlihat manusia disebut dengan istilah warna. Manusia dapat melihat suatu benda dengan warna tertentu karena adanya pantulan spektrum yang diterima mata manusia (Watts et al., 2012). Selain spektrum warna yang dipantulkan ke mata manusia tetapi juga ada yang diserap oleh atom penyusun benda. Daun yang terlihat sebagai warna hijau oleh mata manusia karena daun menyerap spektrum cahaya matahari selain warna hijau sehingga warna hijau dipantulkan dari daun ke sekitar dan tertangkap oleh mata manusia. Spektrum warna selain warna hijau diperlukan daun untuk energi fotosintesis. Jadi suatu benda berwarna tertentu saja karena benda hanya memantulkan spektrum warna tertentu dan sebagian besar diserap oleh atom atau molekul penyusun benda. Spektrum warna tertentu itu yang ditangkap oleh mata sebagai warna suatu benda.

#### **b. Cara Mata Memvisualisasikan Warna**

Mata manusia memiliki kemampuan untuk melihat benda sekitar dengan bantuan terang cahaya. Jika tidak ada cahaya (gelap) maka mata tidak menangkap pantulan sinar dari benda sekitar. Persepsi visual mata tergantung pada spektrum

yang dipantulkan oleh benda. Cahaya yang masuk pada mata akan menembus sel saraf (ganglion) dan sampai pada sel-sel fotoreceptor di retina (MacNichol, 1964). Didalam sel-sel fotoreceptor terdapat sel-sel kerucut dan sel-sel batang seperti ditampilkan pada Gambar 3.

Saraf mata memiliki peran memberi tahu otak tentang apa yang dilihat oleh mata. Terdapat banyak spektrum warna yang dapat dikenali mata tetapi pada dasarnya kombinasi dari tiga sinyal visual warna oleh saraf mata. Saraf mata akan mengelola tangkapan cahaya yang diproses oleh sel kerucut dan sel batang di retina (Wald, 1964). Pada sel batang terdapat pigmen sensitif terhadap rangsangan cahaya yang disebut Rhodopsin (Wald & Brown, 1958). Rhodopsin merupakan senyawa antara vitamin A dengan suatu protein (Palczewski et al., 2000). Pada saat penyesuaian mata terhadap rangsangan dari tempat gelap ke tempat terang maka mata terjadi adaptasi sehingga mata kurang jelas melihat benda.



Gambar 3. Tampilan mata dan sel-sel saraf penglihatan pada retina.

Pigmen Iodopsin pada sel kerucut merupakan sejenis pigmen sensitive warna yang terbentuk dari senyawa Retinin dan Opsin (Cottet & Schorderet, 2009). Pada sel kerucut terdapat tiga jenis sel yang masing-masing sensitif terhadap rangsang warna dengan panjang gelombang tertentu. Tipe sel pertama merespon



pada cahaya dengan panjang gelombang terpanjang saat kondisi cahaya terang dan paling sensitif pada sekitar panjang gelombang 600 nanometer. Tipe sel kedua sensitif pada panjang gelombang 430 nanometer. Tipe sel ketiga yang paling sensitif pada panjang gelombang 520 nanometer atau tengah-tengah spektrum gelombang dan mencapai kedua ujung sensitive sel lain. Berdasarkan sensitifitas pigmen terhadap panjang gelombang tersebut maka masing-masing pigmen sensitive pada rentang panjang gelombang warna merah, hijau dan biru (Nathans, 1999).

Warna yang terlihat selain pada warna dasar karena kombinasi derajat warna yang ditangkap oleh mata. Benda akan dipersepsikan memiliki warna merah karena mata menangkap pantulan dengan panjang gelombang dari 690 – 760 nm karena pigmen saraf sensitive merah yang bereaksi pada kondisi itu. Kondisi mata ketika menangkap pantulan panjang gelombang 575 nm maka akan ada dua pigmen sensitive yang bekerja yaitu merah dan hijau. Kombinasi warna merah dan hijau akan memberikan persepsi warna kuning. Kombinasi dari ketiga pigmen saraf sensitive ini yang akan memberikan persepsi visual warna yang berbeda-beda. Kerusakan pada sel kerucut yang gagal dalam menerjemahkan kombinasi warna menyebabkan seseorang menderita buta warna (Nathans et al., 1986).

Berdasarkan hasil kajian mekanisme penglihatan warna oleh mata manusia maka dalam penggunaan warna untuk keselamatan juga memperhatikan hal tersebut. Warna-warna tertentu digunakan sebagai kode utama dalam suatu kondisi keselamatan dan kegawatdaruratan. Hal tersebut akan mempertimbangkan spektrum warna yang mudah ditangkap manusia dan memiliki panjang gelombang yang tinggi agar dapat terjangkau dari jarak jauh.

### **c. Peraturan Penggunaan Warna**

#### **1) Penggunaan Warna pada Transportasi**

Isyarat warna juga digunakan pada bidang transportasi untuk memperlancar dan untuk keselamatan lalu lintas. Peraturan penggunaan warna pada bidang transportasi telah diatur melalui beberapa Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Warna isyarat lalu lintas ditunjukkan pada Gambar 4 dengan fungsi yaitu alat pemberi isyarat lalu lintas, dan sistem penanda kendaraan.



Sumber: dokumentasi pribadi

Gambar 4. Isyarat lampu lalu lintas dan lampu kendaraan bermotor.

- a) Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas. Hal tersebut berfungsi untuk mengatur lalu lintas orang dan/atau Kendaraan di persimpangan atau pada ruas jalan. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2014 tentang alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas pasal 6 bahwa lampu isyarat lalu lintas terdiri dari lampu berwarna merah, kuning, dan hijau. Lampu berwarna merah untuk menyatakan kendaraan harus dalam kondisi berhenti dan tidak diperbolehkan melewati marka melintang yang berfungsi sebagai garis henti saat di persimpangan lampu lalu lintas. Lampu berwarna kuning untuk memberikan peringatan bagi pengemudi dengan dua kondisi yaitu pertama, lampu berwarna kuning yang menyala sesudah lampu berwarna hijau padam, menyatakan peringatan bahwa lampu berwarna merah akan segera menyala, maka kendaraan bersiap untuk berhenti; dan kedua, lampu berwarna kuning yang menyala bersama dengan lampu berwarna merah, menyatakan peringatan bahwa lampu berwarna hijau akan segera menyala maka kendaraan bersiap untuk bergerak. Lampu berwarna hijau menyatakan kendaraan diperbolehkan berjalan.

Kondisi yang sama juga berlaku untuk isyarat pejalan kaki untuk menyeberang jalan pada persimpangan yang diatut lampu lalu lintas. Penggunaan warna lampu lalu lintas tentu berdasarkan kajian ilmiah kemampuan mata dalam mengidentifikasi warna dalam jarak pandang tertentu. Mata manusia lebih peka terhadap warna merah, kuning dan biru. Hal tersebut juga berkaitan dengan panjang gelombang ketiga

warna tersebut yang memiliki panjang gelombang pada rentang paling panjang.

b) Penanda kendaraan bermotor. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2012 tentang Sistem lampu dan alat pemantul cahaya pada kendaraan bermotor, berdasarkan pasal 23 dijelaskan secara detail mengenai sistem lampu dan alat pemantul cahaya yang bisa digunakan pada kendaraan. Terdapat ketentuan mengenai lampu kendaraan yang bisa digunakan yaitu:

- Lampu utama (depan) untuk menyorot jarak dekat berwarna putih atau kuning muda;
- Lampu utama (depan) untuk menyorot jarak jauh berwarna putih atau kuning muda;
- Lampu penunjuk arah/ *turn signal lamp* (kanan dan kiri) berwarna kuning tua dengan sinar kelap-kelip;
- Lampu tanda rem (*brake light*) berwarna merah;
- Lampu posisi depan berwarna putih atau kuning muda, biasa disebut lampu kota;
- Lampu posisi belakang berwarna merah, biasanya menyala terus ketika lampu depan dihidupkan dan akan menyala lebih terang ketika dilakukan pengereman;
- Lampu mundur dengan warna putih atau kuning muda kecuali untuk Sepeda Motor, lampu ini sebagai penerang (kecil) saat kendaraan mundur belakang;
- Lampu penerangan untuk menyorot identitas tanda nomor kendaraan bermotor (plat nomor) di bagian belakang kendaraan berwarna putih;
- Lampu isyarat peringatan bahaya (*hazard lamp*) merupakan lampu berwarna kuning tua dengan sinar kelap-kelip secara bersamaan (kanan dan kiri);
- Lampu tanda batas dimensi kendaraan bermotor (biasanya terdapat pada kendaraan besar seperti truk dan bus) dengan ketentuan warna

- putih atau kuning muda untuk bagian depan dan warna merah untuk bagian belakang kendaraan;
- Alat pemantul cahaya (tanpa lampu tetapi dapat memantulkan cahaya ketika tersorot lampu lain) dengan ketentuan warna merah yang ditempatkan pada sisi kiri dan kanan serta bagian belakang kendaraan bermotor.

Berdasarkan ketentuan di atas dapat diketahui bahwa warna dominan yaitu warna putih untuk petunjuk penerangan jalan, warna merah untuk peringatan kondisi bahaya (rem, penanda adanya kendaraan), dan warna kuning sebagai penanda peringkatan bagi kendaraan lain mengenai manuever kendaraan. Pengaturan warna tersebut juga telah dipertimbangkan sedemikian rupa sehingga tanda tersebut dapat cepat direspon oleh pengendara lain. Atas dasar itu maka mengubah warna kendaraan yang tidak sesuai standar sangat tidak dianjurkan karena menyebabkan salah membaca tanda peringatan dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas.

## 2) **Penggunaan Warna pada Keselamatan Kerja**

Bidang keselamatan kerja menggunakan warna sebagai tanda keselamatan untuk para pekerja. Warna keselamatan digunakan beberapa warna utama yang menunjukkan fungsi dan kondisi atau kejadian tertentu agar mudah direspon oleh mata. Mata manusia lebih mudah merespon warna daripada tulisan. Adapun fungsi penggunaan warna pada bidang keselamatan kerja salah satunya diatur oleh *Occupational Health and Safety Administration* (OSHA) sebagai berikut:

- a) Warna merah menunjukkan arti bahaya (*danger*), api/ kebakaran (*fire*), dan berhenti (Stop). Warna merah digunakan untuk memperingatkan kondisi paling berbahaya agar segera dapat direspon oleh manusia. Warna merah juga menunjukkan bahan/material mudah terbakar sehingga sering digunakan pada rambu bahan kimia mudah terbakar, dan alat pemadam kebakaran. Warna merah juga mengindikasikan situasi bahaya, darurat dan kematian.

- b) Warna jingga (orange) menunjukkan arti awas atau peringatan (*warning*). Warna jingga menunjukkan arti kondisi bahaya yang memerlukan perhatian khusus karena dapat menyebabkan kematian atau cedera serius. Warna jingga sering digunakan pada logo tempat keamanan peralatan kerja berbahaya, seperti alat dengan benda tajam, pisau berputar, mesin gerinda, dan lain-lain.
- c) Warna kuning menunjukkan arti waspada/ hati-hati (*caution*). Warna kuning menunjukkan kondisi bahaya yang bias menyebabkan luka ringan atau sedang. Kondisi tersebut diantaranya tersandung, terpeleset, terjatuh. Warna kuning menunjukkan kondisi yang perlu perhatian yaitu kehati-hatian.
- d) Warna hijau menunjukkan arti *safety*. Warna hijau difungsikan untuk rute atau instruksi yang berhubungan dengan penyelamatan diri pada kondisi bahaya. Warna hijau juga sebagai warna lokasi penyimpanan peralatan keselamatan, dan peralatan P3K.
- e) Warna biru menunjukkan arti perhatian (*notice*). Warna hijau digunakan untuk menyamoaikan instruksi kerja/ informasi keselamatan atau pengumuman penting. Hal tersebut seperti instruksi cara penggunaan Alat Pelindung Diri dan informasi kebijakan perusahaan.

### 3. Simpulan

Kemampuan mata dalam mengidentifikasi warna suatu benda menjadi dasar pertimbangan penggunaan tanda keselamatan diberbagai bidang. Warna utama yang mudah diidentifikasi oleh mata yaitu warna merah, hijau dan biru serta warna kuning. Warna kuning merupakan perpaduan antara warna merah dan hijau sehingga panjang gelombang termasuk lebih panjang daripada warna biru. Tanda warna sebagai petunjuk kondisi tertentu telah digunakan secara global untuk kepentingan dan keselamatan bersama. Pihak yang sengaja mengubah warna keselamatan sesuai keinginan pribadi sangat membahayakan keselamatan bersama maka hal tersebut sangat tidak dianjurkan. Pembahasan ini memiliki keterbatasan dalam menyebutkan fungsi warna keselamatan yang hanya pada beberapa kajian. Masih banyak

tanda warna untuk keselamatan yang diharapkan dapat dipahami agar lebih bijak dalam menjaga keselamatan bersama.

## Referensi

- Cottet, S., & Schorderet, D. (2009). Mechanisms of Apoptosis in Retinitis Pigmentosa. *Current Molecular Medicine*, 9(3), 375–383. <https://doi.org/10.2174/156652409787847155>
- MacNichol, E. F. (1964). Retinal mechanisms of color vision. *Vision Research*, 4(1–2), 119–133. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(64\)90036-7](https://doi.org/10.1016/0042-6989(64)90036-7)
- Nathans, J. (1999). The evolution and physiology of human color vision: Insights from molecular genetic studies of visual pigments. *Neuron*, 24(2), 299–312. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(00\)80845-4](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(00)80845-4)
- Nathans, J., Thomas, D., & Hogness, D. S. (1986). Molecular genetics of human color vision: The genes encoding blue, green, and red pigments. *Science*, 232(4747), 196–202. <https://doi.org/10.1126/science.2937147>
- Palczewski, K., Kumasaka, T., Hori, T., Behnke, C. A., Motoshima, H., Fox, B. A., Le Trong, I., Teller, D. C., Okada, T., Stenkamp, R. E., Yamamoto, M., & Miyano, M. (2000). Crystal structure of rhodopsin: A G protein-coupled receptor. *Science*, 289(5480), 739–745. <https://doi.org/10.1126/science.289.5480.739>
- Wald, G. (1964). The Receptors of Human Color Vision. *American Association for the Advancement of Science*, 145(3636), 1007–1016.
- Wald, G., & Brown, P. K. (1958). Human rhodopsin. *Science*, 127(3292), 222–226. <https://doi.org/10.1126/science.127.3292.222>
- Watts, C. M., Liu, X., & Padilla, W. J. (2012). Metamaterial electromagnetic wave absorbers. *Advanced Materials*, 24 (23). <https://doi.org/10.1002/adma.201200674>
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2014 tentang alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2012 tentang Sistem lampu dan alat pemantul cahaya pada kendaraan bermotor. <http://www.safetysign.com/help/h59/what-are-osh-color-codes> diakses pada 25 Agustus 2020.

#### 4. HARI LIBUR BELAJAR FISIKA

Ana Melia Wahyanti

Hari ini adalah hari pertama libur panjang sekolah yang total jatah liburnya adalah dua pekan. Aku menghabiskan waktu pekan pertamaku untuk dirumah saja dan pekan berikutnya pergi ke rumah kakek di desa. Rumah kakek terletak di desa Ngaliyan, Kecamatan Simo, Kabupaten Boyolali, biasanya aku dan adekku ke rumah kakek naik bus. Ongkos untuk naik bus dari Solo sampai Simo tidak mahal, hanya 11 ribu tiap anak.

Hari ini aku bangun pukul 04.30 WIB dengan dibangunkan alarm kecil pemberian temanku saat aku ulang tahun di umur 10 tahun. Alarm itu aku letakkan dekat dengan tempat tidurku, sehingga ketika dia berbunyi terdengar sampai membuatku terbangun. Suatu ketika aku bangun kesiangan karena alarm tersebut entah dimana. Tahukah kalian dari peristiwa ini merupakan peristiwa fisika bahwa bunyi akan terdengar semakin kencang ketika dekat dengan sumber bunyi, dan bunyi akan terdengar lemah ketika kita jauh dari sumber bunyi. Apa itu bunyi? bisakah teman-teman menyebutkan sumber bunyi? Bunyi adalah gelombang yang dapat dirasakan oleh indera pendengaran (telinga) (Mikrajudi, Saktiyono, & Lutfi, 2007).



Gambar 1. Ilustrasi ketika mendengar bunyi (Ebookanak.com)

Sumber sumber bunyi di sekitar kita adalah

1. Sirine
2. Alarm jam

3. Klakson
4. *Handphone*
5. Meja yang dipukul
6. Botol yang dipukul

Coba teman-teman praktikan! Ambil benda di sekitar teman-teman kemudian pukul-pukul benda tersebut! Apakah menimbulkan bunyi?

Ya benar ketika setiap benda kita getarkan dengan cara dipukul maka akan menimbulkan bunyi. Jadi dapat disimpulkan bahwa bunyi adalah sesuatu yang dihasilkan dari benda yang digetarkan. Itu adalah beberapa cerita tentang bunyi yang saya dengar ketika di sekolah saat jam pelajaran terakhir sebelum ujian dan libur panjang.

Menurut frekuensinya bunyi dibagi menjadi 3 yaitu audiosonik, infrasonik, dan ultrasonik. Bunyi yang dapat didengar telinga manusia normal memiliki frekuensi antara 20 getaran tiap detik (hertz = Hz) sampai dengan 20.000 getaran tiap detik (hertz = Hz). Bunyi dalam daerah frekuensi ini disebut audiosonik. Bunyi yang frekuensinya kurang dari 20 Hz tidak dapat didengar telinga manusia normal. Bunyi pada daerah frekuensi ini disebut infrasonik. Demikian juga bunyi dengan frekuensi di atas 20.000 Hz. Bunyi pada daerah frekuensi ini disebut ultrasonik (Suharyanto, Karyono, & Palupi, 2009).

Pernahkah dengar bahwa ada pesawat supersonik? Begini ceritanya, pada awal abad ke-20, perjalanan dari Eropa ke Amerika memerlukan waktu 7 sampai 10 hari. Tahukah kamu, berapa lama waktu yang diperlukan untuk perjalanan tersebut pada akhir abad ke-20?



Gambar 2. Pesawat supersonik Concorde (<https://id.wikipedia.org/wiki/Concorde>)

Wah... hanya 4 jam jika menggunakan pesawat supersonik Concorde. Concorde, pesawat penumpang supersonik satu-satunya di dunia yang mampu



terbang dengan kecepatan dua kali kecepatan suara pada ketinggian 60.000 kaki (18 kaki).

Peristiwa fisika bahwa bunyi akan terdengar semakin kencang ketika dekat dengan sumber bunyi, dan bunyi akan terdengar lemah ketika kita jauh dari sumber bunyi dinamakan Efek Doppler. Efek Doppler adalah sesuatu yang terjadi ketika sesuatu yang memancarkan suara atau cahaya bergerak relatif terhadap pengamat. Contoh lain yang umum digunakan untuk menggambarkan Efek Doppler adalah sirene kendaraan darurat. Pada saat memasuki kendaraan, lapangan sirene tampaknya berubah, menyebabkan ia terdengar lebih tinggi, dan ketika itu bergerak menjauh, sirene mulai terdengar lebih rendah.

Efek doppler dicetuskan oleh seorang ahli fisika yaitu Christian Doppler pada tahun 1842. Bunyi Efek Doppler adalah bahwa ketika sebuah objek mendekati pengamat, panjang gelombangnya akan dikompresi, sehingga menyebabkan frekuensi meningkat, dan ketika objek bergerak menjauh, panjang gelombangnya akan menyebar, menyebabkan penurunan nilai frekuensi.



Gambar 3. Ilustrasi peristiwa efek doppler

Persamaan Efek Doppler yaitu:

$$fp = \frac{v \pm vp}{v \pm vs} \times fs$$

keterangan

$f_p$  = adalah frekuensi yang didengar oleh pendengar (Hz)

$f_s$  = adalah frekuensi yang dikeluarkan oleh sumber suara (Hz)

$v$  = adalah kecepatan suara di udara (m/s)

$v_p$  = adalah kecepatan pendengar (m/s)

$v_s$  = adalah kecepatan sumber suara (m/s)



Gambar 4. Pemakaian tanda positif negatif persamaan efek doppler

Perhatikan persamaan Efek Doppler tersebut, tanda  $\pm$  di atas dapat berarti + (positif) ataupun - (negatif) tergantung bagaimana kondisi si pendengar dan juga sumber suara. Berikut ini perjanjian mengenai pemakaian tanda positif dan minus tersebut:

- $v_p$  bernilai + (positif) jika si pendengar mendekati sumber suara, dan bernilai - (negatif) jika menjauhi sumber suara.
- $v_s$  bernilai + (positif) jika sumber suara menjauhi pendengar, dan bernilai - (negatif) jika mendekati pendengar.

Selesai ya penjelasan tentang bunyi dan persamaan Efek Doppler, apakah sudah paham semua? Yuk lanjut lagi kegiatannya. Alarm aku matikan dan segera kurapikan tempat tidur lantas bergegas menuju ke dapur. Hari pertama liburan ini aku gunakan untuk memasak bersama ibu, kebetulan hari ini teman-teman ibu akan berkunjung ke rumah. Ibu bilang bahwa hari ini akan memasak sayur sop, es buah, dan kue nastar. Hmmmm lezat bukan? pasti teman-teman semua jadi lapar ya? Tenang-tenang mari kita mulai cerita liburan pertama ini.

Pertama ibu menyuruhku untuk mengupas dan memotong sayuran untuk dimasak menjadi sayur sop. Sayuran yang aku potong yaitu wortel, kubis, kentang, dan kembang kubis. Tentu saja alat pemotong yang aku gunakan adalah pisau. Coba perhatikan pisau yang aku pakai.



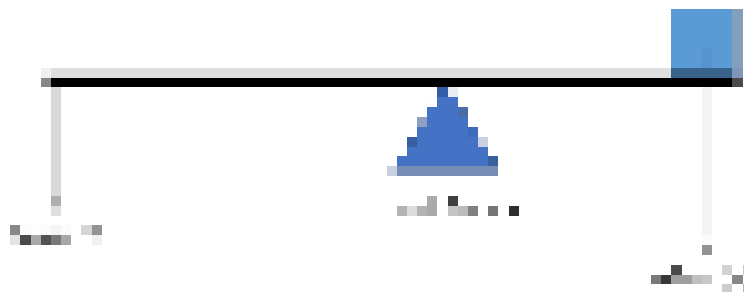
Gambar 5. Pisau merupakan pesawat sederhana  
(<https://bacaterus.com/bahan-yang-digunakan-untuk-membuat-pisau/>)

Apakah teman-teman takut jika memegang pisau? tentu saja pisau itu berbahaya karena merupakan benda tajam yang dapat menyakiti kita jadi kita semua perlu berhati-hati menggunakan pisau. Pisau itu ada yang tajam dan ada yang tumpul, pisau juga memiliki berbagai model ada yang kecil, ada yang besar, ada yang ujungnya berwarna, dan ada yang hitam seperti punyaku. Taukah teman teman kenapa menggunakan pisau untuk memotong? karena pisau merupakan alat bantu untuk memudahkan pekerjaan. Dalam fisika, pisau ini termasuk dalam pesawat sederhana. Pesawat sederhana bukan berarti pesawat yang dibuat oleh Bapak B.J. Habibie, melainkan adalah alat yang dapat digunakan untuk mempermudah suatu pekerjaan tanpa memperkecil usaha. Pesawat sederhana dibagi menjadi tiga yaitu tuas, katrol, dan bidang miring. Menurut teman-teman pisau itu masuk jenis yang mana ya?

Pisau itu masuk dalam jenis tuas yaitu tuas yang pertama. Tuas sendiri dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Tuas Kelas Pertama

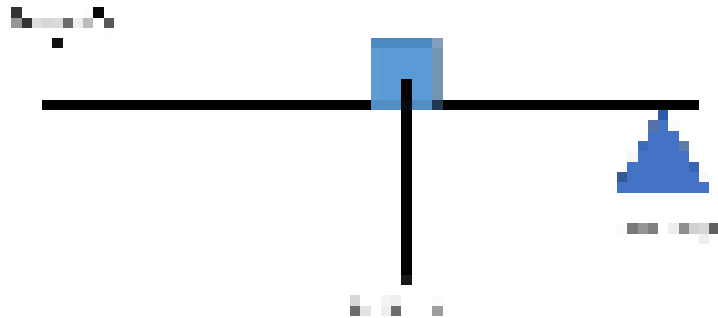
Titik tumpu berada di antara titik berat dan titik kuasa.



Gambar 6. Ilustrasi tuas kelas pertama

2. Tuas Kelas Kedua

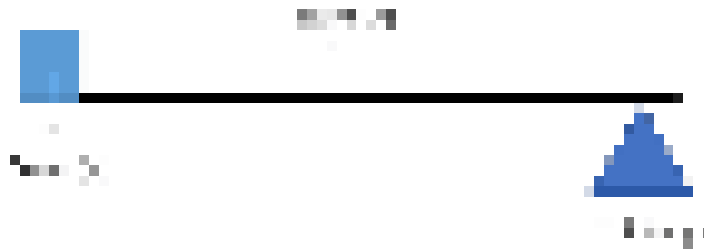
Titik beban berada di antara titik kuasa dengan titik tumpu.



Gambar 7. Ilustrasi tuas kelas kedua

### 3. Tuas Kelas Ketiga

Titik kuasa berada di antara titik beban dan titik tumpu.



Gambar 8. Ilustrasi tuas kelas ketiga

Dalam penggunaan pisau kita juga memerlukan tekanan, semakin ramping ujung pisau maka tekanan yang kita berikan untuk memotong benda semakin kecil, begitu pula sebaliknya. Ramping tidaknya pisau itu termasuk dalam ketajaman pisau. Pernahkah kalian mendengar bahwa tekanan berbanding terbalik dengan luas penampang? Besar tekanan dapat ditulis dalam persamaan:

$$P = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

P = tekanan (N/m<sup>2</sup>)

F = gaya tekan (N)

A = luas bidang tekan (m<sup>2</sup>)

Dari rumus tersebut dapat diketahui bahwa:

1. Makin besar gaya tekan yang diberikan, makin kecil tekanan yang dihasilkan

2. Makin kecil luas permukaan bidang tekan, makin besar tekanan yang dihasilkan.

Contoh penerapan konsep tekanan dalam kehidupan sehari-hari. Berikut ini diberikan contoh lain penerapan konsep tekanan.

- Kapak

Mata kapak dibuat tajam untuk memperbesar tekanan sehingga memudahkan tukang kayu dalam memotong atau membelah kayu. Orang yang memotong kayu dengan kapak yang tajam akan lebih sedikit mengeluarkan tenaganya daripada jika ia menggunakan kapak yang tumpul dengan gaya yang sama. Jadi, kapak yang baik adalah kapak yang mempunyai luas permukaan bidang yang kecil. Dalam bahasa sehari-hari luas permukaan kapak yang kecil disebut tajam.



Gambar 9. Kapak

- Sirip Ikan

Sirip ikan yang lebar memungkinkan ikan bergerak dalam air karena memperoleh gaya dorong dari gerakan siripnya yang lebar. Sirip ini memberikan tekanan yang besar ke air ketika sirip tersebut digerakkan. Akibatnya, ikan memperoleh gaya dorong air sebagai reaksinya.



Gambar 10. Tubuh ikan yang *streamline*

(<http://swara-arnawa.blogspot.com/2014/01/mengenal-ragam-bentuk-tubuh-ikan.html>)

- **Sepatu Salju**

Orang-orang yang hidup di daerah bersalju secara langsung atau tidak telah memanfaatkan konsep tekanan. Mereka membuat sepatu salju yang luas alasnya besar sehingga mampu memperkecil tekanan berat tubuhnya pada salju. Hal ini mempermudah mereka berjalan di atas salju.

Setelah semua sayuran dipotong ibu menyuruhku untuk mencuci sayuran dan merebusnya. Aku berdiri disamping kompor dan terasa sedikit panas. Keadaan ini pernah juga terjadi saat aku melakukan PERSAMI di sekolah. Saat kegiatan api unggun dan aku berdiri di dekat api unggun badanku terasa hangat. Apakah teman-teman tau peristiwa apa ini?



Gambar 11. Proses perpindahan panas secara radiasi pada api unggun

Peristiwa ini disebut radiasi atau Perpindahan kalor tanpa zat perantara. Radiasi bukan hanya panas saja melainkan juga disertai cahaya.

Contoh radiasi pada kehidupan sehari-hari:

- Ketika siang hari kita merasakan panas hal tersebut merupakan radiasi dari panas matahari ketika sampai ke bumi walau melalui ruang hampa.
- Alat bantu penetas telur yang dimiliki oleh peternak ayam supaya ayam yang dipanen cepat tumbuh tanpa harus dierami oleh induknya yaitu dengan cara diberi lampu karena radiasi dari lampu terasa hangat sehingga suhunya dapat disesuaikan seperti saat dierami induknya.
- Pakaian menjadi kering ketika dijemur di bawah terik matahari.

Pada saat proses merebus sayur ada 3 proses perpindahan kalor yaitu

1. Konveksi oleh air yang ada di dalam panci.
2. Konduksi oleh panci.
3. Radiasi oleh sumber api pada kompor.



Gambar 12. Ilustrasi perpindahan panas pada panci

Sup yang sudah direbus lalu dibumbui dan siap disantap. Setelah masak sup ibu mengajak untuk memasak kue nastar. Adonan kue nastar sudah dibentuk dan siap untuk dipanggang diatas oven listrik. Ibu menyuruhku menata kue nastar yang akan di oven ke dalam loyang. Setelah itu dimasukkan ke dalam oven dan tombol diputar pada suhu 120. Sembari memutar tombol, aku mencari-cari apa maksud angka 120 itu? Ternyata dibawahnya tertulis °Celcius. Aku baru ingat Celcius merupakan skala pada thermometer.

Pernahkah teman-teman sakit demam? Apakah saat ke dokter teman-teman menggunakan sebuah alat kecil

yang panjang dan ditaruh pada ketiak? Nah itu adalah alat thermometer. Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu (temperatur), ataupun perubahan suhu. Istilah termometer berasal dari bahasa Latin *thermo* yang berarti panas dan *meter* yang berarti untuk mengukur.



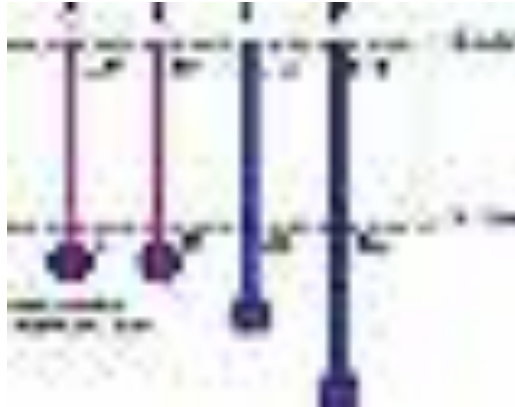
Gambar 13. Macam-macam termometer

Secara umum, termometer dapat kita pecah menjadi 6 (enam) macam, yaitu:

- Termometer air raksa adalah jenis termometer yang sering digunakan dibandingkan dengan termometer alkohol. Ya hal ini mengingat air raksa mempunyai banyak kelebihan jika digunakan sebagai bahan pengisi termometer. Termometer air raksa dikenal sebagai termometer maksimum karena mampu mengukur suhu yang sangat tinggi.
- Termometer alkohol merupakan salah satu termometer zat cair yang memanfaatkan alkohol sebagai pengisinya. Alkohol ini lebih sensitif ketika memuai dibedakan dengan air raksa, sehingga terlihat perubahan volumenya lebih jelas.
- Termometer bimetal mekanik merupakan jenis termometer yang terbuat dari 2 (dua) buah kepingan logam yang memiliki koefisien muai yang berbeda. Bimetal berasal dari gabungan 2 (dua) kata, yakni bi dan metal. Bi artinya duo dan metal artinya logam. Jika terjadi suatu perubahan suhu, dua kepingan logam pada termometer bimetal mekanik akan melengkung.
- Termometer inframerah ini digunakan untuk mengetahui suhu yang bergerak cepat, benda yang suhunya panas, atau benda yang tidak bisa dipegang karena cukup berbahaya. Termometer inframerah diberi nama dengan sebutan termometer laser jika memanfaatkan sinar laser untuk mengetahui suhu suatu benda.
- Termometer klinis adalah termometer yang bisa digunakan untuk keperluan mengukur suhu badan seseorang bisa diukur melalui ketiak, rongga mulut alat ii dibedakan menjadi 2 (dua) macam, yakni termometer klinis digital Dan termometer klinis analog. kapiler.

Dalam thermometer dikenal juga dengan skala termometer. Ketika mengukur temperatur dengan menggunakan termometer, terdapat beberapa skala yang digunakan, di antaranya adalah skala Celcius, skala Reamur, skala Fahrenheit, dan skala Kelvin. Keempat skala tersebut memiliki perbedaan dalam pengukuran suhunya. Perbandingan keempat jenis skala termometer tersebut, diperlihatkan pada gambar di bawah ini.





Gambar 14. Skala Termometer (fisikABC.com)

- Termometer Celsius  
Dibuat oleh Anders Celcius (1701 – 1744). Ia membuat termometer dengan titik beku air pada skala 0 dan titik didih air pada skala 100. Termometer buatannya dikenal sebagai termometer Celcius dengan satuan suhu dalam derajat Celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ).
- Termometer Reamur  
Dibuat oleh Antoine Ferchault de Reamur (1683 – 1757). Termometer rancangannya disebut sebagai termometer Reamur dengan titik acuan bawah  $0^{\circ}\text{R}$  dan titik acuan atas  $80^{\circ}\text{R}$ .
- Termometer Fahrenheit  
Dibuat oleh Gabriel Daniel Fahrenheit (1686 – 1736). Ia menetapkan titik beku air pada skala  $32^{\circ}$  sebagai titik acuan bawah dan titik didih air pada skala  $212^{\circ}\text{C}$  sebagai titik acuan atas. Termometer hasil rancangannya disebut termometer Fahrenheit dengan satuan suhu derajat Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ).
- Termometer Kelvin  
Dibuat oleh Lord Kelvin (1824 – 1904). Ia merancang termometer yang dikenal sebagai termometer Kelvin. Termometer ini mempunyai titik acuan bawah 273 dan titik acuan atas 373. Skala satuan suhu termometer ini dinyatakan dalam Kelvin (K) tanpa derajat.

Tabel 1. Perbandingan Skala Termometer

Jenis Termometer	Titik Tetap Bawah	Titik Tetap Atas	Selisih (Jumlah Skala)
Celcius	0°C	100°C	100
Reamur	0°R	80°R	80
Fahrenheit	32°F	212°F	180
Kelvin	273 K	373 K	100

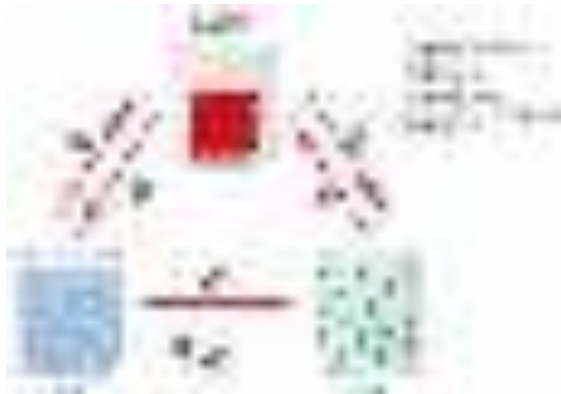
Setelah menunggu kurang lebih 20 menit kue nastar siap dihidangkan. Kue nastar buatan ibu adalah kue nastar yang paling enak. Yummmm! Sop sudah beres, kue nastar juga sudah beres, yang terakhir adalah membuat es buah. Buah aku potong menggunakan pisau, sirup aku tuang ke dalam wadah besar aku tambahkan air secukupnya dan aku beri es batu. Ternyata es batu yang masukkan hilang. Kemanakah es batu itu? es batu itu ternyata berubah wujud menjadi cair. Masih ingatkah perubahan wujud benda? Tentu kalian sudah tahu jenis-jenis proses yang termasuk perubahan fisika ini, yaitu:

- Mencair (melebur), adalah perubahan wujud zat padat menjadi zat cair.
- Membeku, adalah perubahan wujud zat cair menjadi zat padat.
- Menguap, adalah perubahan wujud dari zat cair menjadi gas.
- Mengembun, adalah perubahan wujud dari gas menjadi zat cair.
- Mengkristal (deposisi), adalah perubahan wujud dari gas menjadi zat padat.
- Menyublim, adalah perubahan wujud dari zat padat menjadi gas

Jadi, yang terjadi pada saat es batu berubah menjadi air nama proses perubahan wujudnya adalah mencair adalah, partikel es batu yang tersusun sangat rapat dan saling tarik menarik sangat kuat, ketika dipanaskan susunan partikelnya menjadi agak renggang dan gaya tarik menariknya menjadi relatif lemah.

Begitu pula pada saat proses pengembunan, yaitu perubahan wujud uap air menjadi air. Jarak Partikel uap yang berbentuk gas sangat berjauhan, dan pergerakannya sangat bebas. Saat mengalami pengembunan, partikel-partikel tersebut menjadi saling berdekatan, sehingga gaya tarik-menariknya cenderung menguat dibandingkan saat masih berwujud uap.

Penjelasan di atas tadi bisa digambarkan dengan ilustrasi di bawah ini.



Gambar 15. Proses perubahan wujud pada benda

Es batu tadi tidak hilang ya teman teman hanya berubah wujud menjadi cair. Sehingga air sirupnya menjadi dingin. Kok bisa ya? Adakah peristiwa fisika dalam hal ini? apakah teman teman pernah dengan Azas Black? Bagaimana Azas Black itu?

Asas Black adalah suatu prinsip dalam termodinamika yang dikemukakan oleh Joseph Black. Asas ini menjabarkan:

- Jika dua buah benda yang berbeda yang suhunya dicampurkan, benda yg panas memberi kalor pada benda yang dingin sehingga suhu akhirnya sama
- Jumlah kalor yang diserap benda dingin sama dengan jumlah kalor yang dilepas benda panas
- Benda yang didinginkan melepas kalor yang sama besar dengan kalor yang diserap bila dipanaskan

Bunyi Asas Black adalah sebagai berikut:

"Pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya lebih rendah"

Persamaan asas black adalah

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$$

$Q_{\text{lepas}}$  itu adalah jumlah dari kalor yang dilepaskan oleh zat

$Q_{\text{terima}}$  adalah jumlah dari kalor yang diterima oleh zat

$$(m_1 \times c_1)(T_1 - T_a) = (m_2 \times c_2)(T_a - T_2)$$

Keterangan:

$M_1$  = masa dari benda yang memiliki tingkat temperatur yang lebih tinggi

$C_1$  = kalor jenis benda yang memiliki tingkat temperatur yang lebih tinggi

$T_1$  = temperatur benda yang memiliki tingkat temperatur yang lebih tinggi

$T_a$  = temperatur akhir dari pencampuran kedua buah benda

$M_2$  = massa dari benda yang memiliki tingkat temperatur yang lebih rendah

$C_2$  = kalor jenis benda yang memiliki tingkat temperatur yang lebih rendah

$T_2$  = temperatur dari benda yang memiliki tingkat temperatur yang lebih rendah

Dari tadi kita berbicara masalah kalor, sebenarnya apakah kalor itu? Kalor adalah salah satu jenis energi yang dapat diterima atau dilepaskan oleh suatu benda. Karena dapat diterima atau dilepaskan, maka energi kalor ini dapat berpindah atau mengalir dari satu benda ke benda lainnya. Penyebab perpindahan kalor adalah perbedaan suhu pada benda tersebut. Contohnya, ketika kita mencampurkan air dingin dengan air panas, maka kita akan mendapatkan air hangat, nah disini terjadi perpindahan kalor pada air tersebut. Tadi kita sudah membahas tentang alat ukur dan skala suhu, suhu itu apa sih? Suhu adalah satuan dari derajat panas suatu benda. Kita sudah tahu bahwa suhu itu ada 4 skala yaitu Celcius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin.

Suhu merupakan besaran pokok, Besaran Pokok adalah besaran yang satuannya telah ditetapkan terlebih dahulu. Besaran pokok ada tujuh yaitu: panjang, massa, waktu suhu, kuat arus, intensitas cahaya dan jumlah zat.

Skala	Simbol	Rumus	Konversi
Celsius	$^{\circ}\text{C}$	$\frac{5}{9}(F-32)$	$\frac{5}{9}(F-32) = C$
Fahrenheit	$^{\circ}\text{F}$	$\frac{9}{5}C+32$	$\frac{9}{5}C+32 = F$
Reamur	$^{\circ}\text{R}$	$\frac{4}{5}C$	$\frac{4}{5}C = R$
Kelvin	$\text{K}$	$C+273,15$	$C+273,15 = K$

Selain besaran pokok dalam fisika juga terdapat besaran turunan. Besaran Turunan adalah besaran yang satuannya diturunkan dari besaran-besaran pokok penyusunnya. Ada banyak besaran turunan yang tidak bias aku sebut, besaran turunan adalah semua besaran fisika kecuali tujuh besaran pokok yang sudah disebutkan tadi.

- Luas diturunkan dari besaran panjang, yaitu panjang dikali panjang.
- Kecepatan diturunkan dari besaran panjang dan waktu, yaitu panjang/jarak dibagi waktu.
- Percepatan diturunkan dari besaran panjang dan waktu, yaitu jarak/panjang dibagi dengan waktu pangkat dua.
- Massa jenis diturunkan dari besaran massa dan panjang, yaitu massa dibagi dengan panjang pangkat tiga (volume)
- Gaya diturunkan dari besaran massa, panjang, dan waktu, yaitu massa dikali (panjang dibagi waktu pangkat dua).
- Tekanan diturunkan dari besaran massa, panjang, dan waktu, yaitu massa dibagi dengan (massa dikali waktu pangkat dua).

Dari besaran pokok dan turunan muncul satu istilah yaitu dimensi. Dimensi merupakan penggambaran suatu besaran turunan dalam besaran-besaran pokok penyusunnya. Contoh dimensi besaran pokok:

Dimensi besaran turunan dapat tersusun dari dimensi besaran-besaran pokok. Berikut ini Tabel Daftar Beberapa Dimensi Besaran Turunan. Fungsi dari dimensi besaran fisika ini adalah untuk menentukan satuan dari suatu besaran turunan, membuktikan kebenaran dan kesetaraan suatu persamaan fisika.

Satuan Internasional yang dipakai untuk kalor adalah Joule (J), tetapi secara umum juga sering dipakai satuan Kalori (kal). Simbol yang digunakan untuk melambangkan kalor adalah Q (huruf kapital). Alat ukur yang digunakan untuk mengukur nilai kalor disebut kalorimeter. Kalor jenis adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg massa.

Dalam kalor ada beberapa besaran lagi yaitu kalor jenis dan kapasitas kalor benda sebesar derajat tertentu (misalnya 1 derajat kelvin). Satuan Internasional untuk kalor jenis adalah Joule/kg<sup>o</sup>K. Simbol yang sering digunakan untuk

melambangkan kalor jenis adalah  $c$  (huruf kecil). Kapasitas Kalor adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu zat tersebut sebanyak derajat tertentu (misalnya 1 derajat kelvin). Satuan Internasional dari kapasitas kalor adalah Joule (J). Simbol yang digunakan untuk melambangkan kapasitas kalor adalah  $C$  (huruf kapital).

Persamaan Kalor ( $Q$ )

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

Keterangan:

$Q$  = Kalor (Joule)

$m$  = Massa (Kilogram)

$\Delta T$  = Selisih suhu (Celcius)

$c$  = kalor jenis (Joule/Kg °Celcius)

### Referensi

- Mikrajudi, Saktiyono, & Lutfi. (2007). *IPA TERPADU SMP dan MTs*. Jakarta: PT Gelora Angkasa Utama.
- Suharyanto, Karyono, & Palupi, D. S. (2009). *FISIKA untuk SMA dan MTs kelas XII*. Jakarta: CV Sahabat.

## 5. BELAJAR FISIKA DENGAN BOLPOIN

Asep Dwi Purwoto

Berbicara tentang bolpoin, sering kita menggunakannya baik dalam menulis maupun dalam melukis. Sebagai seorang pelajar, kita pun tak pernah lepas dari benda ini ketika berada di sekolah atau ketika sedang mengerjakan tugas di rumah. Bolpoin merupakan mata pena yang di dalamnya terdapat cairan hitam yang disebut dengan tinta, tetapi apakah kita mengetahui mengapa cairan tinta tersebut dapat keluar dengan sendirinya ketika kita sedang menulis? Ketika kita sedang tidak menulis cairan tinta tersebut tetap berada di dalam bolpoin dan tidak mengalir keluar? Lalu mengapa ujung bolpoin pada mata pena yang kita gunakan dapat mengeluarkan cairan tinta secara perlahan – lahan tidak dan tidak sekaligus semua?

Peristiwa yang terjadi pada bolpoin ini bukan terjadi dengan sendirinya begitu saja, akan tetapi peristiwa ini dapat dijelaskan dalam suatu disiplin ilmu yang pernah kita pelajari. Disiplin ilmu tersebut adalah Fisika. Sebelum membahas peristiwa tersebut lebih jauh, mari kita bahas tentang sejarah perkembangan bolpoin, bagian - bagian bolpoin, fungsi dan cara kerjanya. Semua itu akan dibahas pada bab buku ini tentunya.



Gambar 1. Seorang siswa sedang mengerjakan ulangan Fisika

## Sejarah Perkembangan Bolpoin



Gambar 2. Penemu bolpoin modern Laszlo Jozsef Biro (Aran, 2018)

Tidak diketahui secara pasti kapan dan dimana Bolpoin pertama kali ditemukan, namun pada abad ke-10 M, ditemukan sebuah alat untuk menulis yang sebagai bahan utamanya menggunakan tinta. Ketika itu, Bolpoin yang digunakan memiliki wadah tintanya sendiri sehingga antara alat menulis dan tintanya dibuat secara terpisah. Tahun 953 M, seorang berkebangsaan Mesir bernama Ma'd al-Mu'izz membuat sebuah bolpoin yang dilengkapi dengan penyimpanan tinta. Ia ingin membuat sebuah bolpoin yang dapat membuat tangan dan bajunya tidak kotor dengan tinta ketika sedang menulis. Bolpoin tersebut dipakai dengan cara mengalirkan tinta dari badan bolpoin menuju mata pena.

*History of pencils* mengungkapkan bahwa bolpoin dengan tempat tinta di bagian dalam berasal dari abad ke-17 ketika penemu asal Jerman, Daniel Schwenter menciptakan bolpoin yang terbuat dari dua buah bulu. Tinta ditempatkan di dalam *reservoir* melalui lubang kecil yang mengarah langsung ke sebuah ujung bolpoin. Pada tanggal 25 Mei 1827, seseorang berkebangsaan Rumania yang bernama Petrache Poenaru menerima hak paten di Prancis atas ciptanya berupa bolpoin pertama dengan tempat tinta yang dapat diganti.

Pada tahun 1938, seorang jurnalis berkebangsaan Hungaria bernama Laszlo Jozsef Biro menciptakan sebuah bolpoin modern. Biro tidak sengaja melihat tinta yang digunakan dalam proses percetakan sebuah surat kabar yang dapat mengering dengan cepat dan tidak memberikan bekas noda tinta di kertasnya. Bolpoin yang digunakan pada saat itu masih berbentuk runcing pada mata penanya



sehingga dapat merusak kertas ketika digunakan. Bolpoin ciptaan Biro berhasil di produksi untuk pertama kalinya setelah sukses menyita perhatian pengunjung pada pameran internasional di Bukares. Setelah itu, hasil karya Biro dipatenkan di Argentina dan dijual dengan merek *Birome*.

### **Bagian- Bagian Bolpoin dan Fungsinya**



Gambar 3. Tutup bolpoin bagian luar



Gambar 4. Mata pena



Gambar 5. Tutup bolpoin bagian dalam



Gambar 6. Tabung tinta



Gambar 7. Barel

a. Tutup bolpoin bagian luar

Tutup bolpoin bagian luar merupakan tutup terluar bagian bawah bolpoin (ditunjukkan pada gambar 3.), yang memiliki fungsi untuk melindungi mata pena agar tidak menjadi kering sehingga cairan tinta yang berada di dalamnya dapat keluar dengan lancar.

b. Mata pena

Berupa ujung bolpoin yang biasanya terbuat dari tembaga atau sejenisnya (ditunjukkan pada gambar 4.), di dalamnya terdapat bola pejal yang dapat berputar dengan ukuran yang sangat kecil dan berfungsi sebagai tempat keluarnya cairan tinta.

c. Tutup bolpoin bagian dalam

Merupakan tutup bolpoin dengan ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan tutup bolpoin bagian luar (ditunjukkan pada gambar 5.) yang memiliki fungsi untuk mencegah isi bolpoin lepas dari barel nya.

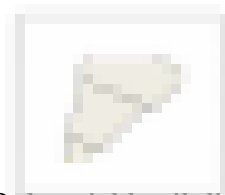
d. Tabung tinta

Tabung tinta merupakan sebuah tabung yang berada di bagian dalam barel (ditunjukkan pada gambar 6.) dan memiliki fungsi sebagai tempat cairan tinta berada.

e. Barel

Barel merupakan tabung bagian terluar dari pulpen (ditunjukkan pada gambar 7.) yang berfungsi sebagai pegangan tangan ketika menulis, juga berfungsi dalam melindungi komponen bolpoin bagian dalam.

### Cara Kerja Bolpoin



Gambar 8. Bola pejal kecil di dalam mata pena

Setiap benda pasti memiliki cara kerjanya masing – masing, begitu juga dengan bolpoin. Mata pena pada bolpoin tidak ada yang berbentuk runcing, melainkan bulat yang di dalamnya terdapat bola pejal kecil berputar secara bebas. Bola kecil yang berada di dalam mata pena memiliki fungsi dalam mengatur seberapa banyak tinta keluar. Saat kita menggunakannya dalam menulis, bola pejal di dalam mata pena berputar dan tinta akan mengalir keluar dari sisi – sisi bola pejal tersebut. Saat kita menulis dalam keadaan alas di bagian atas, bola pejal di dalam mata pena akan tetap berputar, namun tinta lama – kelamaan akan terhambat untuk keluar dan mengakibatkan bolpoin menjadi macet.

Setiap ilmu pengetahuan tentunya ada atau bahkan banyak manfaatnya yang bisa digunakan oleh manusia. Kalau kita termasuk orang yang selalu ingin tahu, maka **banyak sekali hal yang dapat kita pelajari dari ilmu Fisika**. Bisa dibayangkan, Fisika mengajarkan kita hampir segala hal. Kalau kita ingin mengetahui **mengapa dunia ini bergerak sedemikian rupa**, atau ingin mengetahui **hukum alam semesta** dan apa yang membuat semuanya bergerak dari planet dan sistem tata surya hingga lubang hitam, Fisika dapat menjelaskan itu semua.

Fisika juga menjelaskan hubungan antara fenomena yang sering kita lihat. Fisika juga merupakan **bidang yang sangat luas**, sehingga topik yang juga kita pelajari ketika mempelajari Fisika diantaranya mencakup Fisika partikel, listrik dan magnet, mekanika klasik, Fisika modern, relativitas, dan termodinamika. Saat ini, Fisika yang merupakan bagian dari ilmu sains berintegrasi dengan ilmu pengetahuan dan teknologi, termasuk juga dalam industri serta komunikasi.

Tidak dapat dipungkiri, sebagian dari kita menganggap bahwa pelajaran Fisika merupakan pelajaran yang sulit. Pelajaran Fisika selain menuntut harus memahami konsep, juga harus dapat menyelesaikan perhitungan matematisnya. Sehingga, sebagian dari kita tidak dapat menerima materi Fisika yang disampaikan dengan baik. Terlepas dari itu semua, ada manfaat dari kita mempelajari Fisika yang dapat kita ambil dan aplikasikan dalam kehidupan sehari – hari. Karena pada hakikatnya, kita sebagai butuh dengan ilmu pengetahuan dan perkembangan kemajuan teknologi agar kehidupan dapat berjalan secara harmonis.

Mempelajari ilmu Fisika dapat memberikan manfaat, karena dari awal dipelajarinya, Fisika telah mampu dalam membantu memudahkan dalam segala aktivitas manusia di kehidupan sehari – harinya. Beberapa manfaat dalam mempelajari Fisika diantaranya sebagai berikut:

- 1) Fisika membantu manusia dalam mendekatkan diri pada sang pencipta.
- 2) Dalam penemuan teknologi, Fisika memegang peran yang besar.
- 3) Menjadi salah satu ilmu pokok dalam berkembangnya teknologi sekarang ini.
- 4) Mempunyai hubungan dengan ilmu - ilmu lain dan juga dengan perkembangannya.
- 5) Fisika mengajak kita sebagai manusia untuk dapat berfikir sesuai dengan logika dan matematis.

Mungkin ada yang salah dalam menyampaikan pembelajaran Fisika pada siswa, sehingga pelajaran Fisika menjadi pelajaran yang menakutkan. Siswa dapat juga berfikir bahwa ilmu ini diberikan secara tiba – tiba dan mendadak di sekolah lanjutan, sehingga siswa merasa tidak siap menerima itu semua. Sebaiknya pembelajaran Fisika diperkenalkan sedari dini melalui sebuah pengamatan fenomena - fenomena yang terjadi di alam sekitar. Tujuan dari ilmu ini pada dasarnya adalah memberikan pemahaman dan pengertian terhadap fenomena alam sekitar.

Pada kenyataannya di lapangan, pembelajaran Fisika menjadi pembelajaran seperti matematika yang lebih banyak menggunakan rumus dibandingkan dengan pemahaman konsep. Hasilnya siswa akan mahir dalam menyelesaikan soal - soal berupa perhitungan matematis, namun mengalami kesulitan untuk menyelesaikan permasalahan Fisika yang berhubungan dengan pemahaman konsep di dalamnya. Padahal, yang harus dipahami ketika siswa memulai pembelajaran Fisika tidaklah dengan kepala kosong, melainkan harus memiliki pengalaman dan pengetahuan yang berhubungan dengan konsep Fisika itu sendiri.

Konsep - konsep Fisika sebenarnya begitu dekat dengan kehidupan setiap manusia, hanya saja banyak yang tidak menyadarinya. Banyak fenomena Fisika yang bisa manusia rasakan secara langsung, misalnya penerapan konsep pemuatan

pada kabel listrik, penerapan konsep konduksi pada gagang panci, alasan menggunakan mantel di hari yang dingin, dan lain sebagainya. Contoh - contoh tersebut menunjukkan bahwa pelajaran Fisika bukanlah pelajaran yang menghafal rumus, tetapi lebih menuntut untuk pemahaman konsep serta penerapan konsep tersebut.

Pembelajaran yang efektif dengan siswa terlibat di dalamnya sehingga dapat tercipta belajar yang optimal dan keterampilan dasar serta kompleks pada siswa dapat di kembangkan dengan baik bukanlah hal yang mudah. Hal ini memerlukan keterlibatan beberapa aspek lain selain dari pada kemampuan verbal yang dimiliki oleh siswa. Keterlibatan dari berbagai sumber yang dapat digunakan oleh siswa dengan kehadiran dan penggunaan yang sesuai. Media pembelajaran yang merupakan bagian dari sumber belajar, pada saat tahap orientasi pembelajaran akan membantu dalam proses penyampaian pesan dari isi materi sehingga menjadi efektif.

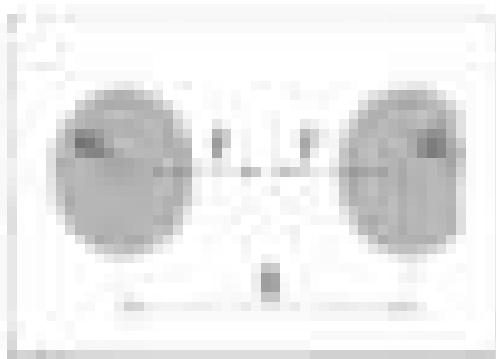
Media pembelajaran dapat sebagai bahan penunjang dalam peningkatan kualitas pembelajaran karena dapat meningkatkan minat belajar, motivasi belajar, aktivitas belajar dan pemahaman konsep siswa. Ketepatan dalam pemilihan media pembelajaran menjadi hal yang perlu diperhatikan dalam memahami karakteristik siswa sehingga proses pembelajaran akan benar – benar berjalan dengan efektif dan efisien. Keterampilan guru sangat dibutuhkan disini dalam memilih sebuah media pembelajaran yang memiliki ciri khas masing - masing dalam pembelajaran.

Dari bab buku ini akan dipelajari tentang konsep Fisika yang dapat dipelajarari melalui media bantu sebagai media pembelajaran yang ada disekitar kita dan mudah untuk di temukan. Media bantu yang digunakan sebagai media pembelajaran yang akan dibahas pada bab buku ini adalah Bolpoin. Pada dasarnya prinsip kerja suatu benda dapat terjadi karena adanya implementasi atau penerapan dari konsep Fisika. Konsep Fisika itu sendiri merupakan bagaimana gejala fisis pada fenoma alam dapat di jelaskan, misalnya adalah hukum gravitasi newton.

Pernah mendapati seorang guru yang menjelaskan tentang konsep hukum gravitasi newton dengan memberikan penjelasan berupa kata - kata saja. Pernah juga kita mengalami sulitnya menerima apa yang dijelaskan oleh guru tersebut.

Hukum tersebut tidak bisa dijelaskan hanya dengan sebatas memberikan definisi semata dan persamaan matematis. Perlu penyederhanaan sehingga dapat dengan mudah dipahami oleh siswa. Cara sederhana tersebut misalnya dengan menyampaikan suatu konsep Fisika melalui sebuah benda yang memiliki prinsip kerja dari konsep hukum tersebut. Dapat berupa benda - benda yang mungkin sering kita gunakan ataupun mudah untuk ditemukan.

### **Konsep Gaya Gravitasi Bumi Newton**



Gambar 9. Hukum gravitasi newton (Idrus, 2017)

“Hukum gravitasi newton menyatakan setiap partikel di alam semesta ini akan mengalami gaya tarik satu dengan yang lain. besar gaya tarik-menarik ini berbanding lurus dengan massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara keduanya”.

Hukum mengenai gravitasi newton tersebut telah jauh dikembangkan bahwa setiap benda yang ada di ruang angkasa akan selalu tarik menarik dan dari hukum ini dapat diketahui alasan mengapa bumi selalu bergerak mengelilingi pusat tata surya yaitu matahari untuk membuatnya seimbang.

Dari fenomena ini juga kita tahu mengapa meteor – meteor bergerak mendekati bumi karena terpengaruh oleh gaya gravitasi bumi. Begitupun dengan segala benda yang ada di bumi akan selalu menuju arah ke pusat bumi, seberat apapun itu benda atau walaupun sedang berada di mana saja baik di udara atau di atas laut benda akan dengan dengan sendirinya menuju ke arah bawah atau pusat bumi.



Gambar 10. Tangan sedang menulis

Pada bagian ini, kita akan menjawab peristiwa yang menjadi pertanyaan di awal pada bab buku tentang mengapa cairan tinta di dalam bolpoin dapat bergerak keluar secara perlahan - lahan sehingga kita bisa menulis dengan bolpoin tersebut. Beberapa peristiwa lainnya yang terjadi pada bolpoin yang berhubungan dengan konsep Fisika akan kita jelaskan pada bagian bab buku ini. Pada halaman sebelumnya telah dibahas cara kerja bolpoin, sebuah bola pejal yang dapat berputar berada pada mata pena yang memiliki fungsi sebagai keluarnya cairan tinta.

Sebuah bolpoin yang kita gunakan dalam menulis dengan posisi mata bolpoin selalu berada di bawah. Kemudian, cairan tinta yang berada di dalam tabung bolpoin akan bergerak menuju sisi - sisi bola pejal pada mata pena dengan karena pengaruh oleh gaya gravitasi bumi. Gaya gravitasi bumi yang selalu menuju ke bawah arah pusat bumi akan menarik tinta untuk selalu bergerak kearah bawah saat kita menulis.

Lalu bagaimana ketika kita menulis dengan posisi terbalik dengan mata pena berada di atas mengapa masih tetap dapat menulis? Jawabannya memang dapat digunakan untuk menulis, tetapi lama - kelamaan bolpoin akan macet atau tinta tidak keluar karena tinta akan tertarik ke arah sebaliknya yang berada pada bagian bawah sehingga tinta tidak dapat digunakan untuk menulis. Beberapa ilmuwan juga berpendapat bahwa bolpoin biasa yang banyak beredar di pasaran tidak bisa digunakan di luar angkasa karena bolpoint itu menggantungkan cara kerjanya pada gravitasi Bumi untuk membuat tinta mengalir dan jatuh ke mata pulpen untuk digunakan menulis, sehingga di ruang tanpa gravitasi bolpoin itu tidak akan bisa digunakan.

Secara matematis persamaan gaya gravitasi newton dapat ditulis sebagai berikut:

$$F_{12} = F_{21} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Keterangan:

$F_{12}$  = Gaya tarik yang dikerjakan pada benda 2 oleh benda 1 (N)

$F_{21}$  = Gaya tarik yang dikerjakan pada benda 1 oleh benda 2 (N)

$m_1$  = Massa benda 1 (Kg)

$m_2$  = Massa benda 2 (Kg)

$G$  = Tetapan Gravitasi Universal ( $Nm^2/Kg^2$ )

$r^2$  = Jarak antara kedua benda (m)

Pada persamaan diatas muncul konstanta G. Konstanta ini merupakan nilai tetapan gaya gravitasi universal. Penentuan nilai G pertama kali dilakukan oleh Herry Neraca Canvendish dengan menggunakan neraca torsi, yang kemudian dikenal dengan neraca Canvendish. Percobaan tersebut menghasilkan besar tetapan gravitasi universal yaitu  $6,672 \times 10^{-11} Nm^2/Kg^2$ .

### **Tekanan Tabung tertutup**

Saat kita sedang menulis, cairan tinta di dalam bolpoin akan keluar secara perlahan, hal ini juga dapat disebabkan oleh adanya peristiwa perbedaan antara tekanan dan volume yang ada di dalam tabung bolpoin dengan yang ada di luar bolpoin. Peristiwa yang terjadi adalah tekanan yang ada di dalam tabung bolpoin bagian ujung dekat mata pena memiliki tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan yang terjadi di luar bolpoin, sebaliknya volume udara di dalam bolpoin lebih rendah dibandingkan volume udara yang ada di luar bolpoin sehingga cairan tinta akan bergerak keluar menuju ke tempat tekanan yang memiliki tekanan lebih rendah. Peristiwa ini juga terjadi pada sistem pernafasan kita yang berlangsung pada organ paru - paru manusia.

Persamaan matematis dari tekanan tabung tertutup dapat di tulis sebagai berikut:



$$\begin{aligned}
 P_1 - P_2 &= \rho g h_2 \\
 P_0 + \rho g h_1 - P_2 &= \rho g h_2 \\
 P_0 + \rho g h_1 - \rho g h_2 &= P_2 \\
 P_0 + \rho g (h_1 - h_2) &= P_2 \\
 P_0 - \rho g \Delta h &= P_2
 \end{aligned}$$

Keterangan:

$P_1$  = Tekanan didalam tabung pulpen (atm)

$P_2$  = Tekanan diluar tabung pulpen (atm)

$\rho$  = Massa jenis zat cair didalam tabung tinta ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$g$  = Gaya gravitasi bumi ( $\text{m}/\text{s}^2$ )

$h_1$  = Ketinggian zat cair didalam tabung (m)

$h_2$  = Ketinggian seluruh tabung yang berisi zat cair (m)

### Hukum Boyle



Gambar 11. Lubang kecil pada pangkal barel

Aplikasi hukum Boyle banyak diterapkan dalam kehidupan sehari - hari, salah satunya pada penggunaan desain pada bolpoin. Jika kita perhatikan dengan seksama pada setiap desain bolpoin, pasti memiliki lubang udara pada bagian barelnya. Lubang ini membuktikan bahwa pembuatan bolpoin itu memperhatikan hukum Boyle.

$$PV = KONSTAN$$

Cara kerja bolpoin pada dasarnya adalah cairan tinta yang berada pada di dalam barel yang merupakan isi bolpoin akan dikeluarkan melalui sisi – sisi dari bola pejal yang berada dibagian mata pena. Bola pejal ini dibuat dengan memperhatikan karakteristik kimia unsur yang ada pada cairan tinta. Bola pejal ini terbuat dari sebuah logam yang dapat mengikat cairan tinta bolpoin dengan ikatan yang lemah, agar tinta dapat melekat secara sementara pada bola pejal kemudian melekat secara permanen pada kertas.

Ketika bola pejal digerakkan (bolpoin digunakan), maka tinta akan keluar, hal ini menyebabkan volume udara dalam bolpoin berkurang, sehingga tekanan dalam bolpoin akan bertambah yang menyebabkan tinta akan tertahan dan sulit keluar. Untuk itu maka dibuatlah lubang pada desain luar bolpoin, agar tekanan di dalam bolpoin tetap sama dengan tekanan udara di luar yaitu 1 atm. Lubang itu akan mentransfer udara di luar ke dalam bolpoin sehingga volume di dalam bolpoin akan selalu tetap. Persamaan matematis dari hukum Boyle adalah sebagai berikut:

$PV = KONSTAN$ $P_1V_1 = P_2V_2$
----------------------------------

Keterangan:

$P$  = Tekanan pada suhu tetap (Pa)

$V$  = Volume gas pada suhu tetap ( $m^3$ )

$P_1$  = Tekanan gas pada keadaan I (Pa)

$P_2$  = Tekanan gas pada keadaan II (Pa)

$V_1$  = Volume gas pada keadaan I (Pa)

$V_2$  = Volume gas pada keadaan II (Pa)

### Referensi

Falahudin, I. (2014). *Pemanfaatan Media Dalam Pembelajaran*. Jakarta: Balai Diklat Keagamaan.

Wiratmojo, S. (2002). *Media Pembelajaran Bahan Ajar Diklat Kewidyaiswaran Berjenjang Tingkat Pertama*. Jakarta: Lembaga Administrasi Negara.

Erwin, d. (2017). Epistemologi dan Keterbatasan Teori Gravitasi. *Jurnal Ilmiah Multi Sains*, 36.

- Ama. (2016). *Cara Kerja Bolpoin*. [online]. tersedia: <http://pijatrefleksi191.blogspot.com/2016/05/1cara-kerja-ballpoint.html>. [Diakses Desember 11, 2019, dari Pijat Refleksi]
- Danish. (2010). *Sejarah Ditemukannya Pulpen*. [online]. tersedia: <http://danish56.blogspot.com/2010/10/sejarah-ditemukannya-pulpen.html>. [Diakses 4 Desember 2019]
- Hasan. (2013). *Fisika Dalam Fenomena*. [online]. tersedia: <https://hasanmastuki.wordpress.com/>. [Diakses 8 Desember 2019]
- Pandri. (2011). *Sejarah Dan Penemu Pulpen Pertama di Dunia*. [online]. tersedia: <https://pandri-16.blogspot.com/2011/06/sejarah-dan-penemu-pulpen-pertama-di.html>. [Diakses 8 Desember 2019]
- Puri. (2015). *Manfaat Mempelajari Fisika*. [online]. tersedia: <http://pribadiasik.blogspot.com/2015/05/manfaat-mempelajari-fisika.html>. [Diakses 9 Desember 2019]
- Sonia, L. (2016). *Definisi Fisika dan Manfaat Fisika*. [online]. tersedia: [http://luluksonialup.blogspot.com/2016/11/definisi-fisika-dan-manfaat-fisika\\_12.html](http://luluksonialup.blogspot.com/2016/11/definisi-fisika-dan-manfaat-fisika_12.html). [Diakses 8 Desember 2019]
- Wildan. (2010). *Aplikasi Hukum Boyle Pada Desain Pulpen*. [online]. tersedia: <https://mystupidtheory.com/aplikasi-hukum-boyle-pada-desain-pulpen>. [Diakses 10 Desember 2019]
- Yudha. (2015). *The Light Novel*. [online]. tersedia: <https://yudhapasca.blogspot.com/2015/05/sejarah-penapulpen-dan-parapenemunya.html>. [Diakses 8 Desember 2019]



## 6. CERMIN BUKAN SEMBARANG CERMIN

Chomsatin Amalia

Cermin adalah benda yang pasti ada didalam kamarmu. Ketika kamu bersolek atau merapikan pakaian dan rambutmu pasti sering melihat ke cermin, bukan? Pada jaman dulu, sebelum kita mengenal apa itu cermin, orang-orang melihat bayangan dirinya pada permukaan sungai, kolam ataupun genangan air. Bahkan pada sebuah mitologi Yunani menceritakan seseorang bernama Narcissus. Ia sangat senang melihat bayangan dirinya yang begitu tampan yang ada di permukaan air, bahkan ia mencintai bayangannya sendiri. Lelaki tersebut saking cintanya, ia enggan berpindah dari tepian sungai, tanpa makan dan minum, hingga akhirnya ia meninggal.

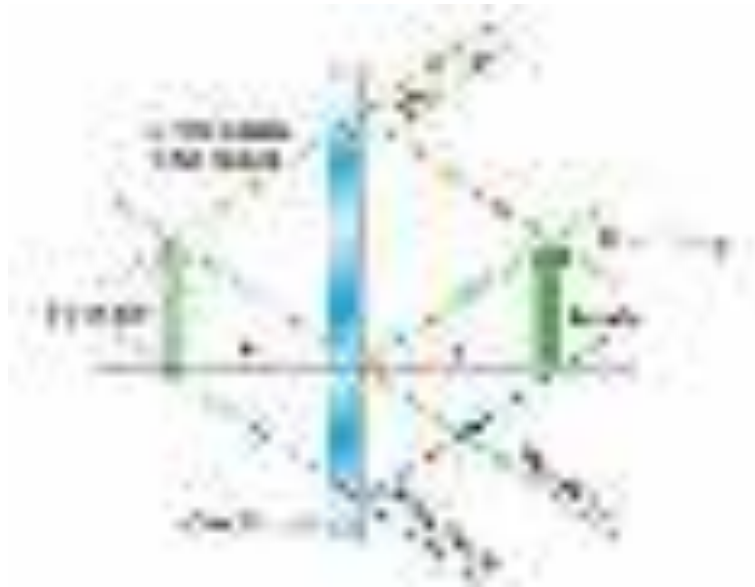
Pada tahun 1960an, para arkeologis menemukan sebuah artefak yang diperkirakan merupakan cermin buatan manusia pertama di Turki yang terbuat dari batu obsidian yang dipoles dengan keras hingga permukaannya menjadi reflektif dan dikenal sebagai kaca vulkanik. Kemudian berkembang di Mesir Kuno, dibuat dari tembaga dan perunggu sebagai bahan dasarnya. Pada masa tersebut, cermin biasanya berbentuk bulat dan dihiasi dengan ornamen. Berbeda lagi di China, awalnya cermin terbuat dari paduan timah dan tembaga. Paduan ini menghasilkan logam spekulum yang sangat halus untuk membuat pantulan yang indah. Namun, pada masa itu cermin logam ini sangat mahal dan hanya bisa dijangkau orang.

Nah, ada beberapa jenis cermin yakni cermin datar, cermin cembung, dan cermin cekung. Masing-masing cermin tersebut memiliki manfaat yang berbeda-beda. Cermin dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu sebagai berikut.

### 1. Cermin Datar

Suatu hari Ita bercermin di sebuah cermin yang besar yang berada dalam kamarnya, ketika dia bercermin ternyata tinggi badannya sama persis dengan yang terlihat dicermin, dan bayangannya yang terbentuk saling berhadapan dengan Ita mengapa hal itu dapat terjadi? Yuk, simak penjelasan berikut.

Cermin datar merupakan benda licin yang dapat menciptakan pantulan secara sempurna sehingga membentuk sebuah bayangan benda. Cermin datar yang biasa kita lihat yakni berupa sebuah kaca yang mengkilap pada sisi belakangnya. Bahan yang umumnya digunakan untuk membuat cermin berupa amalgam (campuran perak dan kaca) yang memiliki sifat tidak tembus cahaya namun dapat memantulkan hampir semua berkas sinar yang datang mengenainya.



Gambar 1. Proses pembentukan bayangan pada cermin datar  
(Kemendikbud)

Perpanjangan sinar pantul dari berbagai titik di cermin akan berpotongan di suatu titik. Tentunya bayangan terbentuk dari titik-titik potong perpanjangan sinar-sinar pantul tersebut. Karena bayangan yang terbentuk dari sinar pantul yang berbeda dibelakang permukaan pemantul, sehingga hanya bayangan benda yang dapat dilihat, namun tanpa dapat menangkapnya dengan layar.

Saat kita berdiri didepan cermin datar, bayangan yang terbentuk dan terlihat didepan cermin hanya merupakan tipuan saja karena sebenarnya dibelakang cermin tidak ada satupun, sehingga dapat dikatakan bahwa bayangan cermin datar merupakan bayangan maya. Selain itu, bayangan tersebut juga

terlihat berlawanan arah dengan arah kita menghadap di depan cermin. Meskipun begitu, tampak bayangan tegak dan mempunyai ukuran yang sama dengan benda. Secara umum sifat-sifat bayangan cermin datar adalah sebagai berikut.

1. Maya, tegak, dan terbalik
2. Jarak bayangan benda ke cermin sama dengan jarak benda ke arah cermin
3. Ukuran bayangan sama dengan ukuran benda.

Kemudian apa yang akan terjadi jika sebuah benda disusun membentuk sudut tertentu yang diletakkan pada dua buah cermin datar? Coba kita amati gambar di bawah ini.



Gambar 2. Sebuah mainan Donald Duck diletakkan di depan dua cermin datar (Anonim, 2018)

Gambar diatas memperlihatkan sebuah mainan *Donald Duck* yang membentuk sudut  $50^\circ$  yang diletakkan di depan dua buah cermin datar. Maka dapat kita hitung jumlah bayangan yang terbentuk adalah 6 buah. Namun yang menjadi pertanyaannya adalah kenapa bisa terbentuk beberapa bayangan? Bagaimana kita dapat menghitung jumlah bayangan yang terbentuk? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, simak penjelasan berikut ini.

**Mengapa terbentuk beberapa bayangan (jamak) ketika sebuah benda disusun membentuk sudut tertentu yang diletakkan pada 2 buah cermin datar?**

Seperti yang telah kita ketahui, bahwa suatu benda yang berada di depan sebuah cermin datar, maka sinar datang dari benda akan dipantulkan sekali artinya hanya akan terbentuk sebuah bayangan saja. Namun apabila objek tersebut diletakkan berada di depan dua cermin datar yang disusun membentuk sudut tertentu, maka sinar datang dari benda akan dipantulkan beberapa kali sehingga akan terbentuk lebih dari satu bayangan (jamak). Untuk lebih memahaminya, coba kita amati gambar di bawah ini.



Gambar 3. Pemantulan cahaya pada sudut tertentu (Anonim, 2018)

Dari gambar di atas, ketika objek berada di depan sebuah cermin datar, hanya terjadi satu kali pemantulan. Namun ketika objek diletakkan di antara dua cermin yang disusun membentuk sudut  $90^\circ$  maka terjadi dua kali pemantulan. Apabila objek diletakkan pada dua cermin yang membentuk sudut  $60^\circ$  maka akan terjadi tiga kali pemantulan.

Ketika pemantulan sinar datang dari objek terjadi berkali-kali (berulang) maka akan terbentuk lebih dari satu bayangan. Itulah sebabnya mengapa benda yang diletakkan di antara dua cermin datar yang disusun membentuk sudut akan memiliki bayangan lebih dari satu. Hal ini dapat dikatakan bahwa semakin kecil sudut yang dibentuk oleh dua cermin datar, maka semakin banyak pula jumlah pemantulannya sehingga jumlah bayangan yang dihasilkan juga akan semakin banyak.



Sekarang coba kita amati proses pembentukan bayangan pada sebuah benda yang terletak di antara dua cermin datar yang disusun membentuk sudut  $60^\circ$ . Perhatikan gambar berikut ini.



Gambar 4. Pemantulan cahaya pada sudut tertentu (Anonim, 2018)

Telah kita ketahui bahwa jarak benda ke cermin sama dengan jarak bayangan ke cermin, maka proses pembentukan bayangan-bayangan pada 2 cermin datar yang disusun membentuk sudut  $60^\circ$  adalah sebagai berikut.

1. Bayangan 1 adalah bayangan dari benda yang dibentuk oleh cermin I, dimana jarak bayangan 1 ke cermin I sama dengan jarak benda ke cermin I.
2. Bayangan 2 adalah bayangan dari objek yang telah dibentuk oleh cermin II.
3. Bayangan 1' adalah bayangan dari bayangan 1 yang dibentuk oleh cermin II.
4. Bayangan 2' adalah bayangan dari bayangan 2 yang dibentuk oleh cermin I.
5. Bayangan 1'2' adalah bayangan dari bayangan 1' yang dibentuk oleh cermin I atau bayangan dari bayangan 2' yang dibentuk cermin II.

Maka jumlah bayangan yang dibentuk oleh dua cermin datar yang disusun membentuk sudut  $60^\circ$  sebanyak 5 buah. Oleh karena itu, hubungan antara jumlah bayangan dengan sudut apit oleh kedua cermin secara matematis dinyatakan sebagai berikut

$$n = \frac{360^\circ}{\theta} - 1$$

Keterangan:

$n$  = jumlah bayangan

$\theta$  = sudut apit kedua cermin

**Catatan Penting!!**

Apabila terdapat hasil pembagian dalam bentuk bilangan desimal, maka sebelum atau sesudah dikurang 1, harus dibulatkan Contohnya jika terbentuk sudut apit kedua cermin sebesar  $50^\circ$ , maka cara menghitung jumlah bayangannya adalah sebagai berikut:

$$n = (360^\circ/50^\circ) - 1$$

$$n = 7,2 - 1$$

$$n = 6,2$$

$$n = 6$$

Sebuah danau yang tenang dapat diibaratkan sebuah cermin datar. Tampak pada Gambar 5 menunjukkan bahwa danau yang tenang dapat kita anggap cermin datar yang memantulkan gunung dan langit yang berada di atasnya, terlihat gunung asli dan bayangannya memiliki bentuk dan ukuran yang sama persis.



(a)



(b)

Gambar 5. (a) Cermin datar yang menghasilkan bayangan sama persis dengan benda aslinya. (b) Permukaan danau yang tenang memperlihatkan bayangan gunung yang berada di atasnya (Putri, 2013)

## 2. Cermin Cekung

Cermin cekung merupakan cermin yang menyebabkan pantulan cahaya melengkung ke arah belakang, yang sering kita gunakan ketika benda ditempatkan yang gelap maka kita membutuhkan cahaya untuk menerangi. Contohnya kamu memakai lampu senter dan lampu depan mobil. Keduanya menggunakan cermin cekung sehingga semua cahaya dapat bergerak lurus ke depan, bersifat konvergen yaitu mengumpulkan sinar untuk menyinari benda yang akan kita lihat. Namun jika kaca penutup depan lampu dibuka dan kita lepaskan cermin cekungnya, maka cahaya akan menyebar ke segala arah dan tidak dapat menerangi benda atau permukaan jalan pada jarak jauh.



Gambar 6. Cermin cekung pada lampu depan mobil (Akhadian, 2015)

Berikut ini ialah rumus yang berlaku pada cermin cekung. Sebelum itu perlu kita ketahui dan yang perlu kita ingat bahwa cermin cekung: nilai fokusnya selalu positif (+).

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

Keterangan:

$f$  = jarak fokus cermin cekung ( $cm$ )

$s$  = jarak benda terhadap cermin ( $cm$ )

$s'$  = jarak bayangan terhadap cermin ( $cm$ )

Selain menggunakan jarak fokus ( $f$ ), jarak benda ( $s$ ), dan jarak bayangan ( $s'$ ), terdapat pula rumus mengenai perbesaran benda pada cermin cekung, untuk

mengetahui rumus bayangan pada cermin cekung dapat dinyatakan dengan persamaan di bawah ini.

Rumus perbesaran bayangan ( $M$ ) pada cermin cekung:

$$M = \frac{s'}{s} = \frac{h'}{h}$$

Keterangan:

$s$  = jarak benda dari cermin ( $cm$ )

$s'$  = jarak bayangan ( $cm$ )

$h$  = tinggi benda ( $cm$ )

$h'$  = tinggi bayangan ( $cm$ )

### 3. Cermin Cembung

Cermin cembung merupakan cermin yang permukaannya dapat memantulkan cahaya ke arah luar. Pernahkan kamu melihat mengapa cermin cembung dipasang dipertigaan atau perempatan jalan? atau ketika kamu mengamati spion saat berkendara motor, kamu melihat motor-motor yang berada dibelakangmu? Nah, penggunaan cermin cembung dapat kita temui di perempatan atau pertigaan jalan untuk menghindari terjadinya kecelakaan. Ketika ada pengendara motor dari arah barat melaju kencang, dan dari arah utara ada pengendara motor maka pengendara dapat mengontrol laju motor mereka ketika mengamati cermin cembung yang terpasang di jalan, dan otomatis mereka akan mengerem motornya agar tidak terjadi kecelakaan. Sama halnya ketika kamu mengamati spion motor agar tidak terjadi kecelakaan maka kamu harus melihat posisi motor yang berada dibelakangmu bukan? Keduanya menggunakan prinsip cermin cembung yang bersifat divergen yakni menyebarkan sinar untuk menyinari benda yang akan kita lihat. Berikut ulasan proses pembentukan cermin cembung

Sebenarnya untuk rumus cermin cembung mirip dengan rumus cermin cekung, hanya saja nilai fokus nya adalah ( $f$ ) negatif.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

Keterangan:

$f$  = jarak fokus cermin ( $cm$ )

$s$  = jarak benda dari cermin ( $cm$ )

$s'$  = jarak bayangan ( $cm$ )

Rumus perbesaran bayangan ( $M$ ) pada cermin cembung:

$$M = \frac{s'}{s} = \frac{h'}{h}$$

Keterangan:

$s$  = jarak benda dari cermin ( $cm$ )

$s'$  = jarak bayangan ( $cm$ )

$h$  = tinggi benda ( $cm$ )

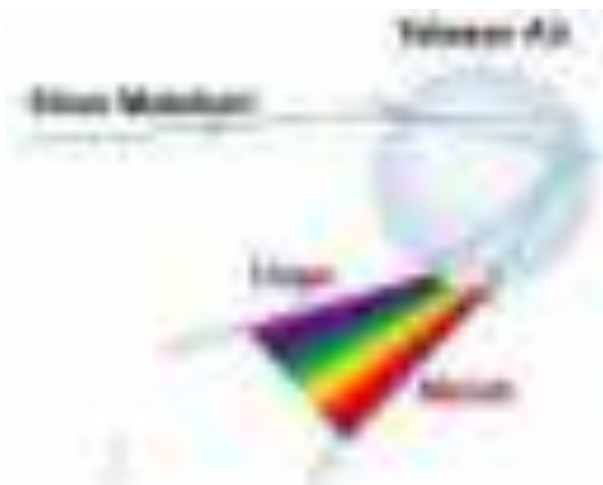
$h'$  = tinggi bayangan ( $cm$ )

Berdasarkan penjelasan diatas, cermin memiliki fungsi sebagai media pembelajaran. Media pembelajaran merupakan segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan pengirim kepada penerima sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat peserta didik untuk belajar. Cermin dapat digunakan sebagai media pembelajaran untuk menjelaskan konsep-konsep fisika agar siswa lebih tertarik dalam mempelajari materi fisika. Adapun konsep-konsep fisika yang dapat dijelaskan yakni sebagai berikut.

## 1. Pembiasan Cahaya

Pernahkah kamu melihat indahnya pelangi setelah terjadinya hujan? Bagaimana bisa terlihat warna yang berbeda-beda seperti merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu? Pernahkah kalian dengan hal tersebut? Yuk, kita simak penjelasan berikut.

Letakkan sebuah cermin dalam ember yang berisikan air, dan hadapkan ke arah datangnya cahaya matahari. Kemudian siapkan karton menghadap ke arah cermin tersebut namun membelakangi posisi arah datangnya cahaya matahari, maka kamu akan melihat pelangi terbentuk di kertas karton tersebut bukan? Nah, hal ini terjadi karena ada proses penguraian cahaya oleh air dan dipantulkan mengenai kertas karton sehingga terlihat warna yang berbeda-beda pada kertas karton tersebut.



Gambar 7. Proses terbentuknya pelangi (Anonim, 2019)

Seperti halnya pelangi yang nampak dilangit, cahaya matahari yang melewati tetes-tetes hujan akan dibiarkan melewatinya. Pada proses pembiasan ini terjadi proses penguraian cahaya matahari yang berwarna putih menjadi spektrum warna merah jingga, kuning, hijau, biru, nila, ungu atau biasa kita singkat “mejikuhibiniu”. Kemudian warna-warna itu memantul dibelakang tetes hujan, yang membuat cahaya tampak melengkung menjadi pelangi.

## 2. Pemantulan Cahaya

Pernahkah kamu mendengar atau melakukan percobaan bahwa cermin cekung dapat digunakan untuk membakar kertas? Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Rani melakukannya menggunakan cermin cekung yang diletakkan dibawah sinar matahari, dimana cermin cekung dapat memantulkan cahaya

matahari yang diarahkan menuju kertas, maka lama-kelamaan kertas tersebut akan terbakar. Hal itu dikarenakan cermin cekung bersifat menangkap/mengumpulkan sinar.

## Referensi

- Akhdian. (2015). *Fungsi Lampu dekat dan Jauh pada kendaraan*. Tersedia: <https://akhdian.net/2015/08/01/fungsi-lampu-dekat-dan-jauh-pada-kendaraan/>. [online]. [Diakses 15 November 2019].
- Anonim. (2019). *Pengertian dan Proses Terjadinya Pelangi*. Tersedia: <https://www.belajartanpaguru.com/pengertian-dan-proses-terjadinya-pelangi.html>. [online]. [Diakses 15 November 2019].
- Anonim. (2018). *Pemantulan Cermin Datar*. Tersedia <https://www.fisikabc.com/2017/10/rumus-jumlah-bayangan-pada-2-cermin-datar-yang-membentuk-sudut.html>. [online]. [Diakses 20 November 2019].
- Kania. (2018). *Menarik! Inilah Sejarah dan Ragam Tipe Cermin*. Tersedia <https://www.dekoruma.com/artikel/75733/sejarah-dan-tipe-cermin>. [online]. [Diakses 24 November 2019].
- Putri. (2013). *Sentuhan Tuhan di 6 Danau Paling Cantik Sedunia*. Tersedia <https://travel.detik.com/destination/d-2196697/sentuhan-tuhan-di-6-danau-paling-cantik-sedunia>. [online]. [Diakses 21 Desember 2019].





## **7. KONDUKSI KONVEKSI RADIASI ADA PADA PANCI?**

Chyta Anindhya

Mata pelajaran fisika merupakan salah satu mata pelajaran yang menjadi momok paling menakutkan bagi kebanyakan siswa sepanjang masa. Mereka menganggap bahwa fisika identik dengan rumus, persamaan, dan segala jenis hitung-hitungan yang membingungkan. Selain itu, guru yang cenderung lebih sering membelajarkan fisika hanya dengan menyajikan materi, persamaan, dan soal-soal yang rumit, serta minimnya inovasi-inovasi dalam mengembangkan media pembelajaran membuat siswa kurang tertarik dalam belajar fisika. Padahal, fakta yang sering kita temui di lapangan, siswa akan tertarik dengan apa yang akan kita belajarkan apabila terlebih dahulu kita memberikan stimulus dengan menyampaikan fenomena-fenomena yang sering mereka jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Kurangnya pengaitan antara materi ke dalam kehidupan sehari-hari tentunya membuat motivasi belajar siswa tentang fisika rendah. Kita sebagai manusia tentunya ingin mempelajari/memahami sesuatu yang berdampak atau bermanfaat bagi kita di dalam kehidupan. Namun pada kenyataannya, kita ketahui fakta di lapangan bahwa guru masih jarang dalam mengaitkan materi pembelajaran terhadap manfaat dalam kehidupan sehari-hari.

Adanya media pembelajaran tentunya diharapkan dapat memfasilitasi guru dalam mencapai hal-hal di atas yang belum dapat terpenuhi. Media pembelajaran merupakan segala sesuatu yang bisa digunakan untuk menyampaikan materi atau bahan pembelajaran kepada peserta didik, sehingga dapat menarik atau merangsang perhatian, pikiran, perasaan, dan minat peserta didik dalam suatu pembelajaran. Media pembelajaran dapat diartikan sebagai segala jenis alat bantu atau benda yang digunakan dalam kegiatan belajar-mengajar, dengan tujuan untuk mempermudah penyampaian materi dari guru kepada peserta didik. Peran media pembelajaran pada masa sekarang ini menjadi sangat penting, seiring dengan berkembang pesatnya pembelajaran pada era sekarang ini. Selain untuk mempermudah siswa dalam memahami materi, tentunya juga diperlukan timbal balik yang baik antara pendidik dan terdidik, apalagi pada kurikulum yang dikembangkan pada saat ini

yaitu K-13, yang telah kita ketahui sendiri bahwa peran guru hanya dijadikan sebagai fasilitator. Siswa harus menemukan penemuan konsep-konsep fisiknya sendiri. Tujuan dari media pembelajaran sendiri adalah untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pembelajaran. Beberapa jenis media pembelajaran yang dapat digunakan misalnya benda nyata ataupun model teks tercetak berupa buku, handout, modul, lembar kerja, bisa juga berupa visual tercetak berupa gambar, poster, foto, diagram, grafik dan juga audio berupa tape, piringan, serta perpaduan antara visual dan audio yaitu bisa berupa video. Digunakannya media pembelajaran, tidak lain adalah untuk memaksimalkan penggunaan kelima indera penglihatan, pendengaran, sentuhan, dan rasa terlibat dalam pembelajaran sehingga proses pembelajaran dapat lebih bermakna dan memberikan pengalaman belajar yang mendalam bagi peserta didik.

Beberapa peranan dari media pembelajaran dalam kegiatan belajar mengajar, diantaranya:

- 1) Memperjelas dalam penyajian informasi atau materi sehingga peserta didik tidak hanya membayangkan peristiwa yang terkait dengan materi yang ia pelajari hanya dengan membayangkan dalam pikiran mereka.
- 2) Meningkatkan minat siswa untuk belajar dan mengarahkan perhatian, sehingga dapat menimbulkan motivasi dalam belajar.
- 3) Dapat memperlancar dan meningkatkan proses dan hasil belajar.
- 4) Mengatasi keterbatasan indera, ruang, dan waktu dalam mempelajari dan memahami materi melalui berbagai bentuk media pembelajaran.
- 5) Memberikan kesamaan pengalaman tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan yang sesuai dengan pemahaman materi.

Selain berbagai macam media pembelajaran yang telah disebutkan di atas, yang sering dilupakan oleh pendidik adalah media-media pembelajaran yang mudah terjangkau oleh siswa. Salah satunya adalah penggunaan panci sebagai media pembelajaran fisika, khususnya pada pokok bahasan perpindahan kalor yang terdiri dari konduksi, konveksi, dan radiasi. Perpindahan kalor merupakan salah satu cabang ilmu Fisika yang mempelajari proses perpindahan atau pertukaran panas yang terjadi di antara dua sistem yang memiliki perbedaan suhu. Proses

pertukaran panas yang terjadi ini tidak dapat dilihat dan diamati secara kasat mata. Hal tersebut tentunya menyulitkan dalam pembuktian kepada peserta didik bahwa proses pertukaran panas yang terjadi di antara dua system memang nyata adanya. Akan tetapi, hal tersebut dapat dirasakan melalui efek atau akibat yang terjadi berupa perubahan tingkat suhu pada salah satu sistem. Akibat dari kenaikan suhu ini yang dapat digunakan sebagai dasar dari pengembangan media pembelajaran perpindahan panas, sehingga pendidik dapat membuktikan adanya fenomena perpindahan panas yang terjadi berupa dampak kenaikan suhu kepada peserta didik. Media pembelajaran perpindahan kalor juga dapat menunjukkan fenomena perpindahan panas secara langsung yang dapat memberikan kesan sehingga dapat memberikan pengalaman belajar yang mendalam bagi peserta didik.

Kurikulum 2013 atau disingkat K-13 yang dilaksanakan mulai tahun pelajaran 2013/2014 adalah penyempurnaan kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP). Kurikulum baru ini memberikan perubahan pada peran dari guru dan standar penilaiannya. Pada K-13 peran guru hanya dibatasi sebagai fasilitator, sementara siswa harus aktif menggali informasi sendiri. Penilaian pada K-13 dilakukan secara lebih menyeluruh, yaitu dilakukan tidak hanya pada aspek pengetahuan saja, tetapi juga dari aktivitas siswa yang didalamnya terdapat indikator aspek sikap dan ketrampilan. Hal ini berarti guru harus mempunyai bekal wawasan yang cukup mengenai bagaimana strategi yang digunakan untuk melakukan pembelajaran kepada peserta didik yang diampunya.

Fisika adalah salah satu cabang dari ilmu IPA atau Ilmu Pengetahuan Alam yang didalamnya mempelajari gejala-gejala alam yang berkaitan dengan adanya fenomena-fenomena dengan tujuan untuk menjelaskan gejala-gejala alam itu sendiri dan agar mendapatkan hasil dari produk Fisika yang memiliki sifat yang khas. Pada buku Fisika Kelas XI yang diterbitkan oleh Intan Pariwara, dikatakan bahwa, “Salah satu tujuan pembelajaran Fisika di Sekolah Menengah Atas (SMA) adalah agar peserta didik memiliki kemampuan dalam menguasai konsep dan prinsip fisika serta mempunyai keterampilan dalam mengembangkan pengetahuan dan sikap percaya diri sebagai bekal untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi”

Dari mata pelajaran fisika itu sendiri, diharapkan dapat memantik pertumbuhan kemampuan berpikir peserta didik yang berguna untuk dalam pemecahan masalah di kehidupan sehari-hari. Yang pertama akan kita pelajari pada perpindahan kalor adalah proses perpindahan kalor secara konduksi. Dapat kita lihat gambar proses pendidihan air di bawah ini!



Gambar 1. Seseorang sedang memegang panci yang sedang dipanaskan

Dengan mengajak siswa mendidihkan air, siswa dapat melihat secara langsung adanya proses konduksi yang terjadi, yaitu dengan memegang bibir panci (bagian atas) panci yang baru saja diletakkan di atas api. Tentunya bibir panci tersebut tidak langsung terasa panas. Namun ketika terlebih dahulu yang dipegang panci bagian bawah (yang dekat dengan sumber api) maka akan terasa lebih panas daripada bagian panci yang jauh dari sumber api. Berangkat dari kejadian tersebut, sesuai dengan apa yang dijelaskan pada buku Fisika Jilid 2 yang ditulis oleh Giancolli (1991) kita dapat mengarahkan peserta didik ke konsep bahwa “Apa yang terjadi adalah molekul-molekul logam yang diletakkan di atas nyala api membentur molekul-molekul yang berada di dekatnya dan memberikan sebagian panasnya. Molekul-molekul terdekat kembali membentur molekul molekul terdekat lainnya dan memberikan sebagian panasnya, dan begitu seterusnya di sepanjang bahan sehingga suhu logam naik. Apabila padatan adalah logam, maka perpindahan energi kalor dibantu oleh elektron-elektron bebas, yang bergerak diseluruh logam, sambil menerima dan memberi energi kalor ketika bertumbukan dengan atom-atom logam. Itulah yang terjadi mengapa panci yang terasa panas pada bagian yang dekat dengan sumber api lalu merambat ke atas, ke bagian bibir panci yang jauh dengan sumber api”

Pada buku Fisika Jilid 2 yang ditulis oleh Giancoli, dikatakan bahwa “Dalam gas, kalor dikonduksikan oleh tumbukan langsung molekul-molekul gas. Molekul di bagian yang lebih panas dari gas mempunyai energi rata-rata yang lebih tinggi bertumbukan dengan molekul berenergi rendah, maka sebagian energi molekul berenergi tinggi ditransfer ke molekul berenergi rendah. Apabila padatan adalah logam, maka perpindahan energi kalor dibantu oleh elektron-elektron bebas, yang bergerak diseluruh logam, sambil menerima dan memberi energi kalor ketika bertumbukan dengan atom-atom logam”

Holman (1944) menyatakan bahwa “Dalam proses perpindahan kalor secara konduksi terdapat laju hantaran kalor. Laju hantaran kalor menyatakan seberapa cepat kalor dihantarkan melalui medium itu. Terdapat besaran-besaran yang mempengaruhi dalam laju hantaran kalor yaitu luas permukaan benda ( $A$ ), panjang atau tebal benda ( $l$ ), perbedaan suhu antar ujung benda dan juga dipengaruhi oleh suatu besaran  $k$  yang disebut konduktivitas termal “

Sebagai contohnya adalah ketika kita sedang memasak sayur lalu meletakkan pengaduk sayur berbahan logam ke dalam panci. Tentunya pengaduknya lama-kelamaan akan terasa panas bukan? Hal ini sejalan dengan proses terjadinya perpindahan kalor pada konduksi.

Ketika kita memasukkan pengaduk A dengan ukuran luas penampang yang lebih besar dari pengaduk B, kira-kira pengaduk manakah yang akan terasa lebih panas pada detik ke 30?

Perhatikan gambar ilustrasi di bawah ini!



Gambar 2. Memanaskan air menggunakan pengaduk tembaga dengan ukuran luas penampang berbeda

Dari ilustrasi di atas sudah bisakah menjawab mana yang akan lebih cepat panas? Ya! Tentunya pengaduk B yang ukuran luas penampangnya lebih kecil dari pengaduk A. Hal ini menunjukkan hubungan bahwa  $H$  sebanding dengan  $A$ .  $H$  diindikasikan dengan  $t$ , semakin besar ukuran luas permukaannya ( $A$ ), maka waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan ( $t$ ) juga akan lebih lama.

Dapat dituliskan:

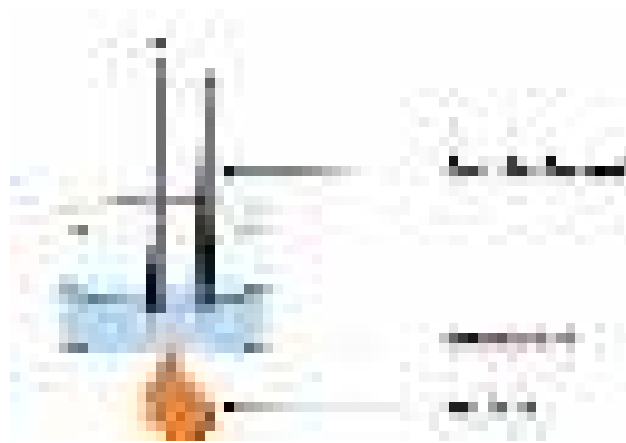
$$H \sim A \quad \text{atau} \quad \frac{Q}{t} \sim A$$

$Q$  = kalor yang dibutuhkan (J)

$t$  = waktu (s)

$A$  = Luas Permukaan ( $m^2$ )

Selanjutnya yaitu ketika kita memasukkan batang besi dengan luas permukaan sama tetapi panjang pengaduk ( $l$ ) yang berbeda. Untuk lebih jelasnya kita ibaratkan  $l_1$  lebih panjang dari  $l_2$ , maka pengaduk manakah yang akan terasa lebih panas pada detik yang sama? Dimisalkan detik ke 30.



Gambar 3. Memasak air menggunakan pengaduk tembaga dengan panjang berbeda

Setelah melihat gambar ilustrasi sudah bisa menjawab pertanyaan di atas? Ya, benar tentu saja  $l_2$ , yaitu pada pengaduk yang lebih pendek. Hal ini membuktikan bahwa ada hubungan kesebandingan antara  $H$  yang diindikasikan dengan  $t$  dengan

$l$ , yaitu semakin panjang benda yang dipanaskan, maka akan semakin besar waktu yang dibutuhkan kalor untuk merambat secara konduksi. Sehingga hubungan kesebandingan antara  $H$  dengan  $l$  dapat dituliskan:

$$H \sim l \text{ atau } \frac{Q}{t} \sim l$$

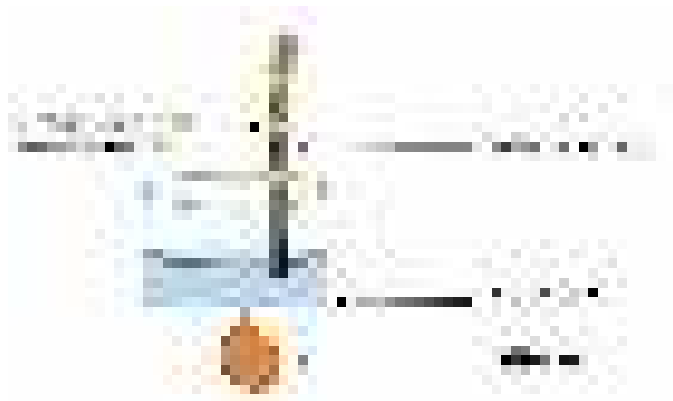
$Q$  = kalor yang dibutuhkan (J)

$t$  = waktu (s)

$A$  = panjang (m)

Hubungan ketiga yang dapat kita pelajari adalah hubungan antara  $H$  dengan  $\Delta T$ . Ketika kita meletakkan mentega pada pengaduk sayur tadi dengan jarak yang berbeda, masing-masing berjarak 3cm dari dasar panci, kira-kira mentega manakah yang akan meleleh terlebih dahulu? Apakah yang dekat dengan sumber api/dasar panci, atau yang jauh dari dasar/permukaan panci?

Perhatikan gambar ilustrasi di bawah ini!



Gambar 4. Melelehkan mentega dengan meletakkannya pada pengaduk berbahan tembaga

Sudah bisa menjawab pertanyaan sebelumnya setelah melihat ilustrasi di atas? Ya benar, tentu saja mentega yang jaraknya dekat dengan sumber kalor. Sehingga dari penjelasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat hubungan antara  $H$  dengan  $\Delta T$ . Sehingga dapat dituliskan hubungan kesebandingan antara  $H$  dengan  $\Delta T$  adalah sebagai berikut:

$$H \sim \Delta T \text{ atau } \frac{Q}{t} \sim \Delta T$$

Q = kalor yang dibutuhkan (J)

t = waktu (s)

$\Delta T$  = perbedaan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Berdasarkan pembahasan di atas, kita mendapatkan tiga nilai kesebandingan, yaitu  $H \sim A$ ,  $H \sim l$  dan  $H \sim \Delta T$ . Kesebandingan di atas membutuhkan konstanta agar menjadi persamaan kalor. Konstanta yang dimaksud adalah konduktivitas bahan (k), sehingga persamaan kalor konduksinya (H) adalah:

$$H = \frac{Q}{t} = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{l}$$

Q = kalor yang dibutuhkan (J)

l = panjang bahan (m)

$\Delta T$  = perbedaan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

k = konduktivitas bahan

Dari semua hubungan dan persamaan yang telah dijabarkan di atas, dapat disimpulkan bahwa konduksi adalah peristiwa perpindahan kalor atau panas melalui zat perantara tanpa disertai perpindahan zat perantara tersebut. Peristiwa konduksi ini biasanya terjadi pada benda berbahan logam, walaupun tidak memungkiri bahwa benda berbahan lain juga dapat terjadi peristiwa konduksi.

Perpindahan kalor kedua yang dapat kita pelajari adalah perpindahan kalor secara konveksi. Adakah yang tahu apa pengertian perpindahan kalor secara konveksi? Apa persamaan matematis perpindahan kalor secara konveksi? Nah sebelum kita mengetahui pengertian dan persamaan matematis dari konveksi, mari kita menganalisis berdasarkan kejadian yang ada pada ibu yang memasak sayur.

Suatu pagi, Morgan meminta ibunya untuk memasak sayur bayam karena kemarin ketika sekolah gurunya memberitahu bahwa memakan sayur secara rutin sangat penting bagi tubuh. Ketika ibunya memasak sayur untuk Morgan, ia mengamati pergerakan sayur wortel dan bayam yang berada dalam panci ke atas ke bawah berputar bergiliran dengan sayur bayam.

Perhatikan ilustrasi di bawah ini!





Gambar 5. Memasak sayur

Dari ilustrasi di atas, apa yang menyebabkan hal tersebut dapat terjadi? Ya benar, perputaran sayur terjadi karena air yang merupakan zat cair dimana terdiri dari partikel-partikel penyusun air. Saat memasak air beserta sayur dalam panci, api memberikan energi kepada panci dalam hal ini termasuk proses konduksi.

Selanjutnya panas yang diterima panci lalu dialirkan pada air. Partikel air yang berada paling bawah yang pertama kali terkena panas kemudian lama kelamaan akan memiliki massa jenis yang lebih kecil dibandingkan air yang berada di atas, yang massa jenisnya lebih besar.

Sehingga ketika massa jenisnya lebih kecil dari massa jenis air yang berada di atas, partikel tersebut akan berpindah posisi naik ke permukaan air. Air beserta sayur yang masih diatas permukaan selanjutnya turun ke bawah menggantikan posisi partikel yang tadinya berada di atas. Begitulah seterusnya hingga mendidih dan menguap seperti tampak pada ilustrasi yang ditampilkan di atas.

Kemudian, pada siang hari ibu memasak sayur pada dua panci dengan ukuran A lebih besar dari panci B tetapi besar apinya sama.

Perhatikan ilustrasi di bawah ini!



Gambar 6. Memasak sayur pada dua panci dengan luas penampang berbeda

Dari hasil pengamatan yang dilakukan oleh Morgan, ternyata pergerakan air pada panci B lebih dahulu mendidih daripada panci A. Pergerakan sayurpun terjadi lebih cepat pada panci B. Hal ini sesuai dengan hubungan pada kalor konveksi yaitu hubungan antara  $H$  yang diindikasikan menggunakan  $t$  (waktu) dengan luas permukaannya. Yaitu, semakin besar luas permukaan benda, maka waktu yang dibutuhkan juga semakin besar. Sehingga, hubungan kesebandingan antara  $H$  dengan  $A$  dapat dituliskan sebagai berikut:

$$H \sim A \text{ atau } \frac{Q}{t} \sim A$$

$Q$  = kalor yang dibutuhkan (J)

$t$  = waktu (s)

$A$  = panjang (m)

Keesokan harinya, ibu kembali memasak sayur tetapi dengan menggunakan panci A dan B dengan ukuran yang sama, tetapi karena sumbu kompor pada tungku panci B mengalami kerusakan, sehingga menyebabkan api yang keluar hanya kecil.

Perhatikan ilustrasi di bawah ini!



Gambar 7. Memasak sayur pada dua panci dengan ukuran sama, tetapi besar sumber api berbeda

Dari ilustrasi di atas, sudahkah terjawab mengapa terjadi perbedaan perputaran sayur dan waktu pendidihannya? Ya benar! Karena perbedaan suhunya. Semakin besar perubahan suhu, maka akan semakin cepat pula laju hantaran kalor

konveksinya. Sehingga dapat dikatakan bahwa  $H$  sebanding dengan  $\Delta T$ . Secara matematis dapat dituliskan seperti di bawah ini:

$$H \sim \Delta T \text{ atau } \frac{Q}{t} \sim \Delta T$$

$Q$  = kalor yang dibutuhkan (J)

$t$  = waktu (s)

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Dari ketiga kejadian yang telah dialami oleh Morgan, kita dapat menarik suatu kesimpulan mengenai persamaan matematis dari hantaran kalor konveksi. Kesebandingan pertama adalah  $H \sim A$  dan yang kedua adalah  $H \sim \Delta T$ . Kesebandingan di atas membutuhkan konstanta agar menjadi persamaan kalor. Konstanta yang dimaksud adalah koefisien konveksi ( $h$ ), sehingga persamaan kalor konveksinya ( $H$ ) adalah:

$$H = \frac{Q}{t} = k \cdot A \cdot \Delta T$$

$Q$  = kalor yang dibutuhkan (J)

$A$  = luas permukaan (m)

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Setelah selesai membantu ibu memasak di dapur, Morgan sempat dibuat kebingungan karena ada kejadian yang aneh dan belum dapat terpecahkan oleh Morgan. Pada hari itu ia membantu ibu memasak di dapur, ia memakai kaos lengan panjang dengan tangan sebelah kanan berwarna hitam dan tangan sebelah kiri berwarna putih. Ia merasakan panas ketika berada dekat pada panci. Namun, yang ia rasakan lebih panas adalah pada tangan sebelah kanan yang menggunakan lengan berwarna hitam. Karena rasa penasarannya, ia mencari tahu kejadian yang terjadi padanya di internet. Ternyata kejadian tersebut dinamakan perpindahan kalor secara radiasi. Perpindahan kalor secara radiasi adalah perpindahan kalor tanpa melalui zat perantara, sehingga ia langsung merasakan paparan panas dari kompor tersebut.

Namun, ada satu lagi pertanyaan yang masih mengganjal di pikirannya, yaitu mengenai tangan kanannya yang terasa lebih panas daripada tangan kirinya. Morgan berasumsi bahwa hal itu dipengaruhi atas warna lengan baju kanannya yang berwarna hitam dan lengan kirinya yang berwarna putih. Ia pun melanjutkan pencarian jawabannya di internet, mengapa hal tersebut dapat terjadi. Dari internet, ia belum mendapatkan jawaban yang membuat hatinya mantap. Keesokan harinya Morgan pergi ke perpustakaan sekolah dan ia membaca buku tentang radiasi. Pada buku Fisika 2 yang ditulis oleh Giancolli dinyatakan bahwa “Radiasi tergantung pada emisivitas. Emisivitas adalah bilangan antara 0 sampai 1 yang merupakan karakteristik materi. Permukaan yang sangat hitam mempunyai emisivitas yang mendekati 1, sementara permukaan yang mengkilat atau lebih terang mempunyai  $e$  yang mendekati nol dan demikian memancarkan radiasi yang lebih kecil (Giancoli, 2001). Intensitas radiasi yang dipancarkan oleh sebuah benda tergantung kepada sifat dan suhu benda tersebut”

Hal tersebut juga berlaku pada aplikasi ketika penjemuran pakaian dengan warna gelap dan terang. Lalu, Morgan pun memperhatikan ketika ibu sedang menjemur baju warna hitam dan warna putih ternyata yang lebih cepat kering adalah baju dengan warna hitam. Prinsip kerjanya sama, yaitu karena jika baju berwarna hitam akan lebih cepat menyerap panas, sedangkan jika baju yang berwarna putih ada sebagian kalor yang dipancarkan kembali, sehingga penyerapan lebih besar pada baju dengan warna hitam atau gelap, sesuai dengan teori yang sudah dibaca Morgan sebelumnya, yaitu permukaan dengan warna hitam memiliki nilai emisivitas yang mendekati 1, sedangkan untuk warna yang lebih terang, emisivitas bisa mendekati 0.

Giancolli (1991) menyatakan dalam bukunya bahwa, “Laju perpindahan kalor dengan cara radiasi ditemukan sebanding dengan luas benda dan pangkat empat suhu mutlak (Skala Kelvin) benda tersebut. Benda yang memiliki luas permukaan yang lebih besar memiliki laju perpindahan kalor yang lebih besar dibandingkan dengan benda yang memiliki luas permukaan yang lebih kecil. Demikian juga, benda yang bersuhu 2000 Kelvin, misalnya, memiliki laju perpindahan kalor sebesar  $24 = 16$  kali lebih besar dibandingkan dengan benda yang

bersuhu 1000 Kelvin. Hasil ini ditemukan oleh Joseph Stefan pada tahun 1879 dan diturunkan secara teoritis oleh Ludwig Boltzmann sekitar 5 tahun kemudian”

Adapun persamaan Laju Hantaran Kalor Radiasi adalah sebagai berikut:

$$H = \frac{Q}{t} = e\sigma AT^4$$

Keterangan:

Q = Kalor (J)

t = waktu (s)

A = Luas permukaan benda ( $m^2$ )

T = Suhu mutlak benda (K)

e = Emisivitas (angka tak berdimensi yang besarnya berkisar antara 0 sampai 1)

$\sigma$  = Konstanta Stefan-Boltzmann ( $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ )

H = laju perpindahan kalor secara radiasi

Dari ketiga perpindahan kalor yang sudah dijelaskan di atas yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi terdapat penerapannya dalam kehidupan sehari-hari yang tentunya bermanfaat bagi kehidupan manusia. Pertama adalah dimulai dari perpindahan kalor secara konduksi:

a. Mendidihkan air menggunakan panci logam

Dalam kehidupan sehari-hari, salah satu peristiwa konduksi dapat kita jumpai dan dapat kita amati prosesnya misalnya adalah pada saat memasak air menggunakan panci logam di atas kompor. Aliran panas dari api akan merambat melalui atom-atom yang ada dalam logam. Logam selanjutnya meneruskan panas yang diterimanya dari api ke molekul-molekul air. Karena logam merupakan konduktor panas yang baik sehingga panas dari api akan secara cepat dihantarkan dan menjadikan air segera mendidih.

b. Membuat teh atau minuman panas

Pada saat kita akan membuat the, kopi, susu, atau minuman panas lainnya pasti kita mencelupkan sendok atau pengaduk lainnya untuk mengaduk minuman tersebut. Apabila kita mengaduk dengan sendok yang berbahan

logam, tentunya akan terasa panas. Hal ini terjadi karena panas dari air atau minuman akan mengalir sevara konduksi ke sendok, dimulai dari bagian sendok yang tercelup ke minuman atau air tersebut.

c. Solder

Untuk melekatkan komponen elektronika ke papan rangkaian kita menggunakan cairan timah dengan menyoldernya. Solder listrik akan menerima panas dari konversi energy listrik. Panas dari energy listrik ini akan diterukan ke ujung logam pada solder yang di sentuhkan ke timah yang diposisikan di kaki-kaki komponen elektronika yang akan di lekatkan. Setelah beberapa saat, timah akan meleleh dan pada saat itu solder kita angkat. Timah akan segera mendingin dan membeku, melekatkan kaki komponen elektronika tadi ke papan rangkaian dengan kuat.

d. Setrika listrik

Untuk merapikan dan mensterilkan pakaian, kita memerlukan sesuatu yang panas namun tidak merusak. Karena itulah kita perlu konduktor untuk menstransfer panas dari sumber panas tertentu ke pakaian kita. Kita memerlukan sebuah setrika. Setrika akan menstransfer panas dari sumber panas (mislya panas dari konversi energi listrik) ke pakaian. Panas di bagian logam pada setrika bertahan cukup lama sehingga memungkinkan kita menggunakannya untuk merapikan pakaian kita.

Contoh penerapan selanjutnya pada kehidupan sehari-hari yaitu perpindahan kalor secara konveksi. Adapun contoh yang dapat kita pelajari adalah sebagai berikut:

a. Terjadinya angin laut dan angin darat

Perbedaan massa jenis antara udara dan di laut menyebabkan terjadinya aliran angin, yaitu lautan yang memiliki kalor jenis yang lebih besar daripada daratan daripada daratan, sehingga matahari hanya memberikan efek yang sangat kecil pada suhu lautan. Sebaliknya, daratan menjadi panas sepanjang siang dan menjadi dingin sepanjang malam. Di dekat pesisir, perbedaan suhu antara daratan dan lautan ini menimbulkan angin laut pada siang hari dan angin darat pada malam hari.

b. Pengering rambut (hairdryer)

Saat kita menggunakan hair dryer untuk mengeringkan rambut, kipas pada hair dryer akan menarik udara yang ada di sekitarnya, lalu mengeluarkan kembali setelah udara dilewatkan pada elemen pemanas yang ada di dalam hair dryer. Pada proses hair dryer ini, akan diperoleh proses terjadinya konveksi yang terjadi secara paksa.

Contoh penerapan yang terakhir yaitu pada perpindahan kalor secara radiasi. Adapun yang terdapat disekeliling kita adalah:

a. Radiasi panas dari tungku perapian

Pada daerah yang hawanya dingin, penduduk sekitar daerah tersebut memiliki tungku di tiap rumahnya. Hal ini digunakan untuk menjaga suhu tubuh mereka agar tetap dingin walaupun sedang ada pada cuaca dingin atau musim salju. Mereka cukup mendekatkan tubuh mereka pada perapian, lalu radiasi elektromagnetik pada api akan menghangatkan tubuh mereka.

b. Radiasi panas dari bola lampu

Pada saat kita meletakkan tangan pada bola lampu yang sedang menyala, maka tangan akan terasa panas. Hal ini terjadi karena panas atau kalor dari lampu dipindahkan secara radiasi ke tangan kita, yaitu melalui pancaran.

## Referensi

Giancoli, Douglas C., *Fisika Jilid 2*, diterjemahkan oleh Yuhilza Hanum dari

Physics Fifth Edition, Jakarta: Penerbit Erlangga, 2001.

Holman, J. P., 1997, *Perpindahan Kalor*, alih bahasa: Jasjfi. E, Ir. M.Sc. Edisi

Keenam, Erlangga, Jakarta.





## 7. BELAJAR FISIKA DENGAN SEDOTAN

Dina Lestari Pamungkas

Sedotan dapat dianggap sebagai salah satu penemuan yang bermanfaat dalam kehidupan manusia. Sadar atau tidak, sedotan dengan mudah dapat kita temui di manapun dan kapanpun. Mulai dari warung di pinggir jalan sampai pada restoran mewah di hotel bintang lima. Lalu, tahukah kalian bagaimana sejarah penemuan benda yang bermanfaat ini?

Sedotan merupakan sebuah tabung berdiameter kecil yang berfungsi untuk mentransfer minuman dari gelas atau wadah menuju ke mulut orang yang meminum minuman tersebut. Dalam keadaan tertentu sedotan dapat membuat minum lebih mudah dan minuman menjadi lebih enak untuk dinikmati.

Sedotan diduga ada sejak 3000 tahun sebelum masehi. Mulanya, sedotan ditemukan pada sebuah makam di Sumeria. Sedotan tersebut terbuat dari emas dengan lapisan batu lazuli warna biru. Kala itu, sedotan digunakan untuk meminum bir agar produk padat hasil fermentasi yang mengendap di dasar gelas tidak ikut terminum. Pada masa logam, warga Argentina membuat sedotan yang terbuat dari kayu dimana biasa disebut dengan “bombilia”.

Kemudian pada tahun 1888, Marven Stone yang berasal dari Washington DC mematenkan temuannya yaitu sedotan yang terbuat dari bahan kertas. Hal ini menjadikannya sebagai penemu sedotan modern. Idenya bermula ketika cuaca panas melanda Washington DC, ia membuat sedotan dengan cara menggulung kertas di luar pensil dan membuatnya menjadi gulungan kecil kemudian gulungan tersebut dilapisi dengan lem.

Setengah abad berlalu, seorang laki-laki bernama Joseph B Friedman duduk di dekat putrinya yang sedang minum. Kendala muncul ketika dirinya melihat putrinya kesulitan untuk minum menggunakan sedotan yang dirancang lurus dan panjang. Akibatnya, putrinya harus memiringkan gelas agar dapat minum. Hal ini menginspirasi Friedman untuk membengkokkan sedotan agar pengguna dapat lebih mudah untuk menikmati minuman. Pada tahun 1930 Friedman mematenkan sedotan tekuk pertama.

Pada tahun 1970, sedotan kertas mulai menurun popularitasnya diganti dengan sedotan yang berbahan plastik. Munculnya sedotan plastik bermula karena kesalahan seorang pembuat sedotan yang membuat sedotan dengan bahan kaca. Namun demi keamanan pengguna, bahan dasar sedotan diganti menjadi plastik. Sedotan jenis ini masih populer hingga sekarang.

Sama seperti trend *fashion*, tren sedotan juga berkembang. Seiring berkembangnya jaman, banyak muncul inovasi pembuatan sedotan. Saat ini dapat kita temui sedotan yang memiliki bermacam ukuran, bentuk hingga bermacam bahan pembuatan. Oleh karena itu, jenis-jenis sedotan yang dapat kita temui terdiri atas:

### **1. Sedotan *Stainless Steel***

Seperti namanya, sedotan ini terbuat dari *stainless steel*. Bahan tersebut merupakan varian dari baja yang tahan karat. Bahan ini mampu menahan sifat korosif dari alam, sehingga ketika kita minum minuman yang bersifat asam tidak akan menimbulkan reaksi berbahaya di dalam tubuh. Bahan ini juga bersifat *foodgrade*. Sama seperti sendok dan garpu yang terbuat dari bahan ini, sedotan *stainless steel* memiliki sifat tahan lama, dapat digunakan berulang kali dan mudah dibersihkan. Oleh karena dapat digunakan berulang kali, maka jangan lupa untuk membersihkan bagian dalam sedotan karena bagian dalam tersebut mudah ditumbuhi lumut bila tidak dibersihkan dengan seksama. Sedotan ini tidak merubah rasa minuman dan dapat mempertahankan suhu lebih lama dibanding sedotan dengan bahan lain. Bahkan jika kita minum es, maka rasanya dapat menjadi lebih dingin jika menggunakan sedotan *stainless steel*. Sayangnya, harga sedotan jenis ini paling mahal di antara jenis lainnya.



Gambar 1. Sedotan *Stainless Steel* (Patrick, 2019)

## 2. Sedotan Bambu

Bambu merupakan sumber daya alam yang memiliki banyak manfaat. Salah satunya dapat digunakan sebagai bahan alternatif pembuatan sedotan. Keuntungan dari sedotan jenis ini adalah harganya murah karena berasal dari alam, mudah didapatkan, ringan, dapat digunakan berulang kali, dan tahan lama. Walaupun tahan lama, tentu daya tahannya tidak sekuat sedotan *stainless steel*. Karena sedotan bambu berasal dari alam, sehingga terkadang sulit untuk mendapatkan ukuran sedotan yang sama persis karena bahannya tergantung pada ketersediaan di alam. Sayangnya, sedotan ini menimbulkan rasa bambu saat digunakan serta agak sedikit bertekstur sehingga menimbulkan rasa yang aneh pada sebagian orang.



Gambar 2. Sedotan Bambu (Mentari, 2019)

## 3. Sedotan Kaca

Sedotan kaca memberikan pengalaman minum yang lebih *artsy* karena kita dapat melihat warna minuman yang melewati sedotan dengan lebih jelas. Sama seperti penggunaan gelas atau piring yang terbuat dari kaca, sedotan ini tahan terhadap minuman panas dan tidak merubah rasa dari minuman. Sedotan kaca mudah dibersihkan, apabila sedotan ini kotor maka akan tampak karena warnanya yang transparan. Kelemahan dari sedotan ini adalah sulit untuk dibawa berpergian karena rawan untuk pecah. Lebih baik hindarkan anak-anak dari penggunaan sedotan ini karena sifatnya yang rawan pecah.



Gambar 3. Sedotan Kaca (Sinaga, 2018)

#### 4. Sedotan Kertas

Kertas ternyata juga dapat digunakan sebagai bahan alternatif pembuatan sedotan. Sedotan kertas hanya dapat digunakan untuk sekali pakai. Saat ini banyak restoran cepat saji yang beralih menggunakan sedotan kertas karena harganya yang cukup murah. Sedotan jenis ini dianggap lebih ramah lingkungan karena lebih mudah terurai dibanding sedotan berbahan plastik. Selain mudah terurai, sedotan ini juga dapat didaur ulang bahkan dibuat kompos. Sedotan kertas hadir dalam berbagai warna dan motif sehingga lebih menarik untuk digunakan. Sayangnya, sifat kertas yang mudah rapuh menyebabkan sedotan ini tidak dapat berlama-lama direndam dalam air.



Gambar 4. Sedotan Kertas (Wilko, 2019)

#### 5. Sedotan Plastik

Sedotan plastik adalah jenis sedotan yang paling banyak digunakan saat ini. Sedotan plastik tidak merubah rasa minuman dan dapat tahan terhadap suhu. Sedotan ini hanya dapat digunakan sekali pakai dan sulit untuk mengurai. Saat ini penggunaan sedotan plastik sudah sulit dikendalikan. Hal ini menyebabkan

lingkungan tercemar dengan limbah sedotan. Hal ini menyebabkan keseimbangan ekosistem tanah dan perairan menjadi terganggu. Dengan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat untuk menjaga lingkungan, saat ini banyak gerakan yang menyerukan untuk menggunakan sedotan jenis lain yang lebih ramah lingkungan.



Gambar 5. Sedotan Plastik (DuraHome, 2017)

Pada umumnya sedotan digunakan sebagai alat bantu untuk minum. Ternyata, sedotan memiliki fungsi lain loh. Jika dihubungkan dengan kegiatan pembelajaran, sedotan dapat digunakan sebagai sebuah media pembelajaran. Media pembelajaran adalah metode, alat, dan teknik yang dapat digunakan untuk membuat komunikasi dan interkasi antara guru dan siswa lebih efektif di dalam proses pembelajaran sehingga materi pembelajaran dapat tersampaikan dengan baik (Hamalik : 2015). Sedotan dapat digunakan sebagai media pembelajaran untuk menjelaskan beberapa konsep dalam Fisika. Beberapa konsep dalam Fisika yang dapat dijelaskan dengan menggunakan sedotan antara lain:

### **1. Tekanan Hidrostatik**

Pernahkan kalian membayangkan mengapa kita bisa minum menggunakan sedotan? Mengapa air yang berada di dalam gelas bisa naik sampai ke mulut kita melalui sedotan? Pada umumnya pasti kalian akan menjawab karena kemampuan mulut melakukan gaya hisap untuk menarik cairan. Ternyata jawaban tersebut kurang tepat. Nah, fisika bisa menjelaskan fenomena itu loh.

Ketika sedotan hanya diletakkan pada sebuah gelas yang berisi air, maka tidak ada air yang keluar kan? Mengapa bisa terjadi? Karena perbedaan

tekanan yang ada pada ujung bawah sedotan dan ujung atas sedotan tidak terlalu besar. Sehingga air tidak dapat naik ke atas. Agar tidak bingung, yuk perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 6. Perbedaan Tekanan di Ujung Atas dan Bawah Sedotan.  
(Subekti, 2014)

$P_1$  merupakan tekanan di ujung bawah sedotan. Sedangkan  $P_2$  adalah tekanan di ujung atas sedotan. Besarnya  $P_1$  bisa kita cari menggunakan persamaan tekanan hidrostatis berikut:

$$P_1 = P_0 + \rho g h_1$$

$P_0$  merupakan tekanan udara di atmosfer,  $\rho$  adalah massa jenis zat cair,  $g$  percepatan gravitasi, dan  $h_1$  adalah kedalaman zat cair. Ketika sedotan hanya didiamkan saja, maka tekanan pada  $P_2$  akan sama dengan tekanan di atmosfer ( $P_0$ ). Sehingga tekanan ini tidak cukup untuk membuat air naik keatas. Lalu bagaimana agar air dapat tersedot ke atas? Berapa besar tekanan pada  $P_2$ ? Mari kita lihat gambar di bawah ini.



Gambar 7. Kondisi Ketika Air dapat Terangkat (Subekti, 2014)

Gambar di atas menunjukkan kondisi ketika air dapat terangkat ke atas. Dari gambar tersebut kita dapat menghitung besarnya melalui persamaan berikut:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = \rho g h_2$$

$h_2$  merupakan ketinggian dari sedotan atau jarak dari dasar hingga ujung atas sedotan. Kemudian kita substitusikan persamaan (1) ke persamaan (2) sehingga menjadi seperti berikut:

$$\begin{aligned} P_1 - P_2 &= \rho g h_2 \\ P_0 + \rho g h_1 - P_2 &= \rho g h_2 \\ P_0 + \rho g h_1 - \rho g h_2 &= P_2 \\ P_0 + \rho g (h_1 - h_2) &= P_2 \\ P_0 - \rho g \Delta h &= P_2 \end{aligned}$$

Dari hasil substitusi di atas, dapat kita ketahui ternyata  $P_2$  hanya tergantung pada  $\Delta h$  yang merupakan jarak antara permukaan air dengan ujung atas sedotan. Saat kita menggunakan sedotan, maka diafragma di bawah paru-paru kita akan turun. Hal ini menyebabkan paru-paru menjadi mengembang, sehingga volumenya meningkat. Karena volume berbanding terbalik dengan tekanan, maka tekanan di paru-paru menjadi turun. Hal ini juga terjadi pada mulut kita, dimana tekanan pada mulut kita menjadi turun. Sesuai konsep bahwa suatu zat dapat mengalir dari tekanan tinggi ke tekanan rendah, maka hal ini menyebabkan air di dalam gelas dapat naik menuju mulut melalui sedotan.

## 2. Tekanan

Saat ini sedang trend minuman kekinian seperti thai tea dan boba. Nah, kalian pasti pernah membelinya kan? Ketika kalian membeli minuman tersebut, biasanya akan diberikan pula sedotan sebagai alat bantu untuk meminum minuman tersebut. Pernahkan kalian memperhatikan dengan seksama bentuk dari sedotan itu? Bagaimana bentuk dari ujung sedotan itu?



Gambar 8. Ujung Sedotan Dibuat Runcing (Rose, 2018)

Salah satu ujung dari sedotan biasanya berbentuk runcing. Tahukah kalian mengapa demikian? Sebagian besar pasti akan menjawab untuk mempermudah dalam membuka tutup gelas plastik. Sebenarnya peristiwa ini dapat dijelaskan dalam konsep fisika, yaitu tentang tekanan. Bagaimana hubungan tekanan dengan sedotan? Yuk kita belajar bersama.

Tekanan merupakan suatu besaran fisika yang digunakan untuk menyatakan besarnya gaya per satuan luas. Jika ditulis dalam persamaan matematis adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{F}{A}$$

$P$  adalah tekanan (Pa),  $F$  adalah gaya (N), dan  $A$  adalah luas penampang ( $\text{m}^2$ ). Besarnya tekanan berbanding lurus dengan besar gaya, dan berbanding terbalik dengan luas penampang. Semakin besar gaya yang diberikan, maka nilai dari tekanan semakin besar. Begitu pula ketika gaya yang diberikan semakin kecil, maka nilai dari tekanan akan semakin kecil pula. Namun bila luas penampang semakin besar, maka tekanannya akan semakin kecil. Sedangkan jika luas penampang semakin kecil, maka tekanannya semakin besar.

Ujung sedotan dibuat runcing berfungsi untuk memperkecil luas permukaan, sehingga tekanan dari ujung sedotan pada tutup gelas plastik menjadi lebih besar. Hal ini membuat ujung sedotan yang runcing mempermudah dalam membuka tutup gelas plastik.

### 3. Pembiasan Cahaya



Ketika kita mencelupkan sedotan ke dalam air, maka sedotan akan tampak seperti patah. Namun ketika kita mengangkat sedotan tersebut, ternyata sedotannya baik-baik saja. Mengapa bisa terjadi peristiwa tersebut? Bukan sulap bukan sihir, peristiwa tersebut dapat secara mudah dijelaskan menggunakan konsep fisika.



Gambar 9. Sedotan Tampak Patah Saat Dichelupkan dalam Air  
(Library, 2011)

Peristiwa yang menyebabkan sedotan tampak patah ketika berada di dalam air adalah peristiwa pembiasan cahaya atau refraksi. Pembiasan merupakan peristiwa berbeloknya arah rambat cahaya karena melewati 2 medium yang memiliki kerapatan berbeda. Pada peristiwa ini cahaya merambat dari medium udara ke medium air.

Sedotan yang dicelupkan sebagian ke air akan tampak patah karena mengalami perbedaan lintasan antara sedotan yang tercelup di air dengan sedotan yang berada di permukaan air. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan lintasan dari kedua posisi sedotan tersebut. Cahaya pada sedotan di atas permukaan air akan menempuh lintasan yang lurus dari sedotan menuju ke mata. Cahaya pada sedotan di dalam air mengalami perbelokan lintasan karena perbedaan medium yang dilintasinya (air dan udara) dari sedotan menuju ke mata.

Mata kita menerima cahaya yang masuk, kemudian otak mengolahnya. Otak kita sudah menginterpretasikan bahwa cahaya yang masuk merambat melalui lintasan yang lurus, padahal untuk bagian sedotan yang berada di dalam air sudah dibiaskan. Oleh karena itu muncullah gambaran di otak kita sedotan

yang berada di atas permukaan air dan bagian yang tercelup air tidak berada pada satu garis lurus, maka sedotan akan tampak patah.

Pembiasan nampak seperti sebuah ilusi optik. Peristiwa ini akan membuat benda yang berada di dalam air tampak terlihat lebih dangkal dari posisi yang sesungguhnya. Pembiasan juga membuat benda yang berada di dalam air menjadi berukuran lebih besar dibanding dengan benda yang berada di atas permukaan air. Padahal sejatinya ukuran benda tersebut sama.

Peristiwa pembiasan ini dijelaskan sesuai Hukum Snellius tentang pembiasan yang berbunyi:

- a. Sinar datang, sinar bias, dan garis normal terletak pada satu bidang datar.
- b. Cahaya yang datang dari medium kurang rapat menuju medium yang lebih rapat akan dibiaskan mendekati garis normal. Sedangkan cahaya yang datang dari medium rapat menuju ke medium yang kurang rapat akan dibiaskan menjauhi garis normal.

Jalannya cahaya pada peristiwa pembiasan dapat digambarkan seperti berikut:



Gambar 10. Peristiwa Perambatan Cahaya pada Dua Medium Berbeda  
(Khair, 2015)

#### 4. Hukum I Newton

Saat ini air mineral dikemas dalam berbagai kemasan, mulai dari galon, botol berbagai ukuran, hingga kemasan gelas plastik. Untuk mempermudah minum air mineral dalam kemasan gelas plastik, maka biasanya kita akan menancapkan sedotan ke tutup gelas plastik dengan cepat. Tanpa kita sadari, ternyata peristiwa yang sering kita lakukan dalam kehidupan sehari-hari ini

menerapkan sebuah konsep fisika loh. Tahukah kamu konsep fisika apa yang terjadi ketika kita menancapkan sedotan pada tutup gelas plastik?



Gambar 11. Menusuk Tutup Gelas Plastik Menggunakan Sedotan  
(Janjiwi, 2019)

Saat kita akan menancapkan sedotan pada tutup gelas plastik, kita akan berusaha melakukannya dengan gerakan yang cepat agar tutup gelas dapat langsung terlubangi dengan sekali gerakan. Ternyata peristiwa ini sesuai dengan Hukum I Newton, yang berbunyi: “Jika resultan yang bekerja pada sebuah benda sama dengan nol, maka yang yang awalnya diam akan tetap diam. Sedangkan benda yang bergerak lurus beraturan akan tetap bergerak dengan kecepatan konstan.” Apabila dituliskan secara matematis:

$$\sum F = 0$$

Ketika kita menancapkan sedotan maka otomatis kita membuat sedotan akan bergerak dengan kecepatan konstan. Sesuai dengan Hukum I Newton yang menjelaskan tentang kelembaman atau inersia, maka sedotan akan berusaha untuk mempertahankan kedudukannya untuk bergerak dengan kecepatan konstan. Akibatnya plastik penutup gelas akan robek. Dengan robeknya plastik penutup gelas ini, kita dapat meminum air mineral dalam gelas dengan menggunakan sedotan.

## 5. Perpindahan Kalor Konduksi

Pernahkah kalian menyentuh sebuah panci yang berisi air panas? Bagaimana rasanya? Tangan kalian akan merasakan panas bukan? Hal yang sama juga terjadi ketika kita minum menggunakan sedotan jenis *stainless steel*. Ketika kita memasukkan sedotan *stainless steel* ke minuman panas, maka lama-

kelamaan sedotan tersebut juga ikut terasa panas ketika disentuh. Lain halnya ketika kita memasukkan sedotan *stainless steel* ke minuman dingin, maka lama-kelamaan sedotan tersebut akan ikut terasa dingin. Tahukah kalian mengapa hal tersebut bisa terjadi?

Ternyata sedotan dapat berubah menjadi panas atau dingin karena ada sebuah konsep fisika yang bekerja pada peristiwa tersebut. Seperti yang kita ketahui, benda yang terbuat dari logam dapat menghantarkan panas dengan baik. Benda tersebut sering disebut dengan istilah konduktor. Sedotan jenis *stainless steel* merupakan benda yang tergolong sebagai konduktor karena terbuat dari logam. Oleh karena sedotan stainless dapat menghantarkan panas dengan baik, maka dapat terjadi suatu proses perpindahan kalor secara konduksi.

Perpindahan kalor secara konduksi adalah perpindahan panas melalui perantara zat padat tanpa disertai pergerakan permanen medium yang menjadi penghantar panas. Dengan kata lain perpindahan panas tersebut tanpa diikuti dengan perpindahan partikel-partikelnya. Secara molekuler perpindahan panas konduksi terjadi akibat tumbukan antara molekul berkecepatan tinggi dengan molekul yang berkecepatan rendah. Akibatnya terjadi peningkatan energi kinetik dari molekul tersebut yang kemudian menyebabkan terjadinya kenaikan suhu. Cepat lambatnya perpindahan kalor secara konduksi bergantung pada panjang, luas penampang, konduktivitas termal, dan perbedaan suhu. Banyaknya kalor yang berpindah tiap satuan waktu dapat ditunjukkan dengan persamaan berikut:

$$H = \frac{Q}{t} \text{ atau } H = \frac{k A \Delta T}{L}$$

Keterangan:

$k$  = konduktivitas termal bahan (W/mK atau W/m°C)

$H$  = laju perpindahan kalor (J/s)

$A$  = luas penampang (m<sup>2</sup>)

$\Delta T$  = perbedaan suhu sistem (K atau C)

$L$  = panjang batang/ sistem (m)

$Q$  = kalor yang berpindah/ merambat (J)

$t$  = waktu (s)

## 6. Listrik Statis

Apa yang akan terjadi ketika kita menggosok-gosokkan sedotan pada rambut kita yang kering berulang kali kemudian kita dekatkan dengan potongan-potongan kertas yang amat kecil? Bagaimana keadaan potongan-potongan kertas tersebut? Ternyata potongan kertas tersebut akan menempel pada sedotan. Mengapa demikian? Apakah rambut harus dalam keadaan kering saat menggosok sedotan? Apakah peristiwa ini bisa dijelaskan melalui konsep fisika?

Ketika kita melakukan kegiatan di atas, sebenarnya kita tengah belajar konsep fisika, yaitu listrik statis. Sedotan plastik yang digosokkan pada rambut secara berulang menjadi bermuatan listrik. Nah muatan listrik ini yang dapat menarik potongan kertas. Lalu, bagaimana muatan listrik dapat berada pada sedotan? Yuk kita belajar bersama mengenai konsep listrik statis pada peristiwa ini.

Seluruh benda di dunia ini tersusun dari atom yang ukurannya amat kecil. Di dalam atom tersebut terdiri atas partikel-partikel yang bersifat negatif, positif, dan netral. Muatan negatif sering kita sebut dengan elektron. Muatan positif sering disebut dengan proton. Sedangkan muatan yang bersifat netral disebut dengan neutron. Di dalam atom terdapat inti atom yang terdiri atas proton dan neutron yang dikelilingi oleh elektron yang bergerak terus-menerus. Elektron di dalam atom mudah bergerak, bahkan mudah untuk keluar masuk dari susunan atom. Ketika elektron lepas dari susunan atom, maka jumlah proton di dalam atom akan lebih banyak dibanding dengan jumlah elektron. Sehingga atom menjadi bermuatan positif. Ketika elektron masuk ke dalam susunan atom, maka jumlah elektron di dalam atom akan lebih banyak dibanding dengan jumlah proton. Sehingga atom menjadi bermuatan negatif.

Sedotan yang digosokkan pada rambut menjadi bermuatan listrik karena elektron pada rambut berpindah ke sedotan. Akibatnya sedotan mengalami kelebihan elektron. Sehingga sedotan menjadi bermuatan negatif. Muatan negatif inilah yang bersifat dapat menarik benda-benda yang kecil dan ringan. Namun, sesaat kemudian potongan kertas akan terlepas dari sedotan

karena muatan negatif pada sedotan dinetralkan kembali oleh molekul air yang terkandung di dalam udara yang bersifat polar.

Apakah rambut harus dalam keadaan kering ketika digosokkan dengan sedotan? Mengapa demikian? Jawabannya adalah ya, rambut harus dalam keadaan kering. Karena air bersifat isolator. Isolator merupakan benda yang tidak dapat menghantarkan listrik dengan baik, sedangkan benda yang dapat menghantarkan listrik dengan baik disebut konduktor. Sifat isolator pada air ini yang menyebabkan energi yang timbul dari gosokan antara sedotan dengan rambut akan diserap oleh air. Sehingga tidak akan muncul gejala kelistrikannya.

## 7. Bunyi

Sedotan dapat dibuat menjadi alat musik sederhana, yaitu seruling. Untuk membuat seruling, maka alat yang diperlukan adalah sedotan plastik dan gunting. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk membuat seruling sedotan adalah sebagai berikut:

- a. Pipihkan salah satu ujung sedotan.
- b. Potong ujung sedotan yang telah dipipihkan menjadi bentuk segitiga.
- c. Buatlah 6 lubang yang berurutan pada sedotan.
- d. Tutup 6 lubang yang telah dibuat menggunakan jari-jari tangan.
- e. Tiup ujung sedotan yang sudah dipipihkan.

Setelah kalian coba, tahukah kalian mengapa sedotan tersebut dapat menghasilkan bunyi? Apakah ada perbedaan bunyi jika 6 lubang tersebut dibuka satu persatu? Wah ternyata dengan memodifikasi sedotan menjadi seruling sederhana, kita dapat memahami sebuah konsep fisika yang bekerja pada sedotan itu.

Sedotan dapat menghasilkan bunyi karena adanya peristiwa resonansi. Peristiwa resonansi merupakan ikut bergetarnya suatu benda karena ada benda lain yang bergetar. Ketika kita meniup sedotan, maka mulut yang menempel pada sedotan akan bergetar. Hal ini mengakibatkan udara yang ada di dalam sedotan juga ikut bergetar, sehingga menghasilkan bunyi. Bunyi tersebut kemudian merambat melalui udara sehingga dapat terdengar oleh telinga kita.

Ketika kita memainkan sedotan dengan membuka satu persatu lubang dari bawah, maka akan menimbulkan suara yang berbeda. Lubang-lubang pada sedotan ini memungkinkan terjadinya perbedaan nada. Semakin banyak lubang yang ditutup, maka semakin jauh jarak yang ditempuh oleh getaran untuk merambat. Artinya kolom udara yang dihasilkan semakin panjang. Akibatnya, bunyi yang dihasilkan semakin rendah (nada rendah). Sedangkan ketika hanya sedikit lubang yang ditutup, maka jarak yang ditempuh getaran untuk merambat semakin kecil. Artinya kolom udara yang dihasilkan semakin pendek. Sehingga bunyi yang dihasilkan semakin tinggi (nada tinggi). Hal ini sesuai dengan konsep bunyi pada pipa organa terbuka.

Ketika jari tangan kita menutup lubang, maka jari kita memaksa daerah di bawahnya menjadi simpul. Hal ini menyebabkan munculnya gelombang bunyi yang berbeda panjang gelombangnya. Sehingga frekuensi bunyi yang terdengar juga berbeda-beda. Kita ketahui bahwa tinggi rendahnya nada dipengaruhi oleh frekuensi. Sedangkan frekuensi berbanding terbalik dengan panjang gelombang, dan panjang gelombang berbanding lurus dengan panjang kolom udara. Hal ini dapat dilihat dari persamaan pipa organa terbuka berikut:

$$L_n = \frac{n+1}{2} \lambda$$

$$f_n = \frac{(n+1)v}{2L}$$

Keterangan:

$L_n$  = Panjang kolom udara ke-n (m)

$f_n$  = Frekuensi bunyi ke-n (Hz)

$\lambda$  = Panjang gelombang (m)

$v$  = Cepat rambat gelombang (m/s)

Semakin besar panjang gelombang atau kolom udara dari sumber bunyi, maka nada yang dihasilkan semakin rendah. Sedangkan semakin kecil panjang gelombang atau kolom udara dari sumber bunyi, maka nada yang dihasilkan semakin tinggi.

## 8. Hukum Bernoulli

Belajar fisika itu menyenangkan. Kita bisa bermain sambil belajar untuk memahami konsepnya. Salah satunya kita bisa bermain menggunakan sedotan. Bagaimana caranya? Yuk kita lakukan percobaan di bawah ini.

a. Alat yang diperlukan:

- 1) 1 buah sedotan
- 2) 1 buah gunting
- 3) Segelas air

b. Langkah yang dilakukan:

- 1) Lubangi bagian tengah sedotan, namun jangan sampai sedotannya putus
- 2) Masukkan sedotan ke dalam air, tekuk bagian yang sudah dilubangi
- 3) Tiup sedotan pada ujungnya.

Apa yang akan terjadi? Aneh, ternyata air akan naik dan memancar keluar dari tempat yang dilubangi. Mengapa bisa terjadi seperti itu ya?

Ternyata dengan melakukan percobaan yang sederhana ini, kita bisa belajar tentang Hukum Bernoulli. Ketika kita meniup sedotan maka udara dari mulut kita akan meluncur pada sedotan yang tampak horizontal atau mendarat. Karenanya, udara pada bagian itu memiliki laju lebih tinggi. Karena kelajuannya lebih tinggi, maka tekanan pada bagian tersebut menjadi rendah. Sebaliknya, udara pada sedotan yang tampak vertikal atau tegak mempunyai laju yang lebih rendah. Sehingga tekanan pada bagian tersebut lebih tinggi. Akibatnya air akan naik ke atas. Ketika sampai pada bagian tekukan, maka air tersebut akan terdorong oleh udara ketika kita meniup sedotan. Sehingga air akan keluar dari bagian sedotan yang sudah dilubangi.

## Referensi

DuraHome. (2017). *Drinking Straws 500 Count BPA-Free-Multi-Colored Disposable Plastic Straw Assorted*. [online]. Tersedia: <https://www.amazon.com/Drinking-BPA-Free-Multi-Colored-Disposable-Assorted/dp/B071H4GP7D> [Diakses 4 November 2019].

Hamalik, O. (2015). *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara.



- Janjiwa, K. (2019). *Sedotan* [online]. Tersedia: <https://www.instagram.com/p/BzXnaLJF8c5/> . [Diakses 6 November 2019].
- Khair. (2019). *Pembiasan Cahaya* [online]. Tersedia: <https://berkahkhair.com/proses-terjadinya-pelangi/pembiasan-cahaya/> . [Diakses 6 November 2019].
- Library, S. (2011). *Refraction in a Glass of Water 2 Greeting Card* [online]. Tersedia: <https://fineartamerica.com/featured/2-refraction-in-a-glass-of-water-science-photo-library.html?product=greeting-card> [Diakses 6 November 2019].
- Mentari. (2019). *Bisnis Sedotan Bambu, Dapat Omzet Rp100 juta per Bulan dan Kurangi Sampah Plastik* [online]. Tersedia: <https://intisari.grid.id/read/031717616/bisnis-sedotan-bambu-dapat-omzet-rp100-juta-per-bulan-dan-kurangi-sampah-plastik> . [Diakses 4 November 2019].
- Patrick, M. (2019). *Sedotan Stainless 'Makan' Korban di Inggris* [online]. Tersedia: <https://www.cnnindonesia.com/internasional/20190711113143-134-411168/sedotan-stainless-makan-korban-di-inggris> . [Diakses 4 November 2019].
- Rose, B. (2018). *Bubble Tea Best Friends! (Sets of 2)* [online]. Tersedia: <https://id.pinterest.com/pin/795166877938426948/> . [Diakses 29 November 2019].
- Sinaga, M. (2018). *Sedotan Kaca* [online]. Tersedia: <https://athome.id/1366/go-green-dengan-sedotan-pakai-ulang/1b942479-bc76-4731-bcae-728bffd4266b/>. [Diakses 4 November 2019].
- Subekti, W. (2014). *Fluida Statis* [online]. Tersedia: <https://www.zenius.net/blog/3246/fluida-statis>. [Diakses 5 November 2019].
- Wilko. (2019). *Wilko Paper Straw 100pk* [online]. Tersedia: <https://www.wilko.com/en-uk/wilko-paper-straws-100pk/p/0476605>. [Diakses 4 November 2019].



## 9. KRAN AIR

Dwikie Mahendra Sani

Setiap hari pasti kita semua sering menggunakan air untuk keperluan tertentu terutama terkait dengan kebersihan. Untuk mendapatkan air, banyak cara yang dapat dilakukan, secara langsung mengambil dari bak atau menggunakan kran air.. Apabila kita menggunakan kran air sepertinya lebih mudah karena kita bisa menentukan jumlah atau volume air sesuai dengan keinginan kita dengan mudah. Jika kita mau mengisi air dengan volume 300 ml kita hanya langsung membuka kran dengan cara memutarnya, setelah penuh langsung bisa menutupnya dengan waktu yang cukup singkat.

Kran air merupakan alat yang digunakan untuk mengeluarkan air dalam sistem pengaturan air. Karena wujud dan ukurannya lebih simpel dan kecil, maka kran sangat diperlukan sebagai suatu komponen dalam penggunaan air. Kran air atau wastafel sering kita jumpai pada toilet, tempat cuci piring kamar mandi dan sebagainya. Kran air mempunyai fungsi utama yaitu sebagai perantara air untuk bersih diri (cuci tangan, gosok gigi, berkumur dan lain sebagainya). Fungsi khusus dari kran air itu sendiri yaitu untuk mengontrol jumlah air yang dikeluarkan.

Dilihat dari sudut pandang fisika, ternyata banyak konsep fisika yang dapat dilihat dari kran dan sangatlah menarik untuk diungkap. Mengapa? Marilah kita mengupasnya.

Saat kita mengisi air dengan kran terdapat konsep fisika yang seringkali kita tidak menyadari. Mulai dari kita membuka kran, mengisi air sampai menutup kran. Dalam belajar fisika kita tidak harus mencari buku dan informasi yang menunjukkan prinsip fisika akan tetapi kita bisa menggunakan alat dalam kehidupan sehari-hari untuk bisa mempelajarinya. Nah, pada bab ini kita akan memperdalam lagi terkait konsep-konsep fisika yang ada pada kran air. Secara tidak langsung hanya dengan kran air kita bisa belajar untuk memahami fisika. Penggunaan kran air ini ditunjukan karena setiap hari kita semuanya sering melihat dan menggunakannya.

Saat membuka dan menutup kran, konsep fisika yang digunakan adalah

## 1. Saat membuka dan menutup kran

Pada saat membuka kran, biasanya kita memutar kran dan harus menggunakan arah yang berlawanan daripada saat kita menutup. Mengapa demikian? Mengapa tidak boleh searah?

Nah jawabannya demikian.

Pada saat membuka dan menutup kran, pasti terjadi rotasi atau perputaran dan ada gaya yang dilakukan pada kran tersebut. Hal ini berkaitan dengan momen gaya pada kran yang dinamakan momen kopel.

Sebelum kita masuk momen kopel terlebih dahulu kita harus paham momen gaya. Momen gaya merupakan suatu besaran yang dipengaruhi oleh suatu gaya lengan. Momen gaya terjadi karena gaya pada benda bekerja tidak pada pusat massa benda. Artinya ketika benda bergerak di lintasan lurus, benda itu bergerak secara translasi dan jika benda bergerak pada lintasan melingkar, maka benda tersebut bergerak secara rotasi. Saat benda bergerak translasi, benda tersebut akan menerima gaya dari luar. Gaya yang diberikan akan merubah arah lintasannya. Gaya bergerak melingkar akan menerima gaya atau disebut torsi.



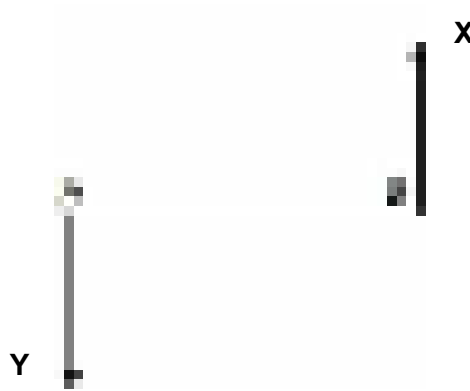
Gambar 1. Perputaran arah membuka dan menutup kran air

Kopel merupakan sepasang gaya atau dua gaya pada sebuah benda yang mempunyai besar yang sama, akan tetapi arahnya berlawanan. Syaratnya, garis aksi pada kedua buah gaya tersebut tidak pada satu garis lurus.



Gambar 2. Gaya aksi kopel

Ketika dua gaya yang sama pada sebuah benda (menyebabkan benda tersebut berotasi (berputar) dan sistem gaya tersebut disebut dengan momen kopel.



Gambar 3. Gaya pada kopel

Kopel bekerja pada tutup kran yang sedang berotasi tanpa berpindah pada sumbu dari tutupnya. Jika digambarkan garis diatas maka jarak akan berbentuk siku-siku antara garis aksi dari dua gaya pembentuk kopel disebut lengan kopel. Jika digambarkan pada garis di atas maka dua gaya bekerja dan memiliki nilai yang sama yaitu X dan Y dan bekerja pada titik A dan B maka dalam arah berlawanan membentuk kopel dengan titik AB sebagai lengan kopel.

Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$M = F \times d$$

M = momen kopel

F = gaya

D = panjang lengan gaya

Karena kopel memiliki nilai arah, maka momen kopel termasuk dalam besaran vektor. Nilai dari momen kopel sebagai berikut:



Gambar 4. Arah momen kopel (Viandari 2019)

- a. Momen kopel bernilai positif bila arah putarannya berlawanan arah dengan jarum jam.
- b. Momen kopel bernilai negatif bila arah putarannya searah dengan jarum jam.

Jika beberapa momen kopel bekerja pada suatu bidang, persamaanya menjadi:

$$M = M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_n$$

Sifat-sifat momen kopel antara lain:

- a. Jumlah momen kopel dari kopel-kopel yang sebidang sama dengan jumlah momen kopel dari kopel tersebut.

$$\begin{aligned} \text{Momen gaya terhadap O} &= X \times OB - X \times OA \\ &= X(OB - OA) \\ &= X \times AB \end{aligned}$$

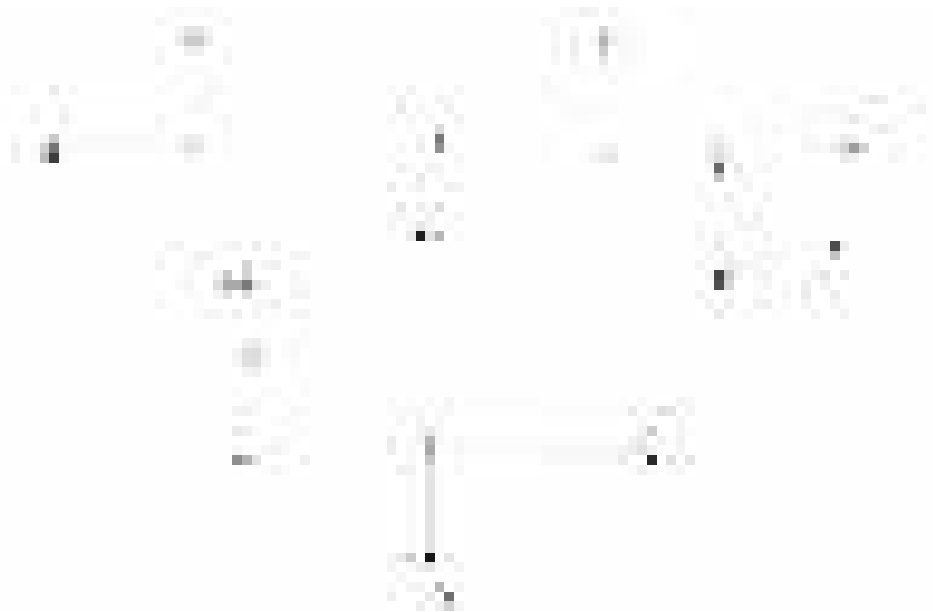
$$\begin{aligned} \text{Momen gaya terhadap O} &= X \times OB + X \times OA \\ &= X(OB + OA) \\ &= X \times AB \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen gaya terhadap O} &= X \times OA - X \times OB \\ &= X(OA - OB) \\ &= X \times AB \end{aligned}$$

- b. Kopel dapat diubah dengan kopel lain yang mempunyai nilai dan arah yang sama.

- c. Dua buah kopel yang bekerja di suatu tempat pada benda tegar akan memiliki momen yang sama dengan arah yang berlawanan atau saling setimbang satu sama lain”.
- d. Gaya yang bekerja pada benda, jika benda tersebut adalah benda tergar, maka dapat diganti dengan gaya yang sama seperti gaya yang bekerja pada titik lain dan sebuah kopel dengan momen gayanya sama dengan momen gaya terhadap titik dimana gaya yang sama-sama bekerja.
- e. Beberapa kopel yang sebidang akan bernilai ekuivalen dengan sebuah kopel yang single dengan momen sama pada jumlah aljabar momen-momen dari setiap kopel.”

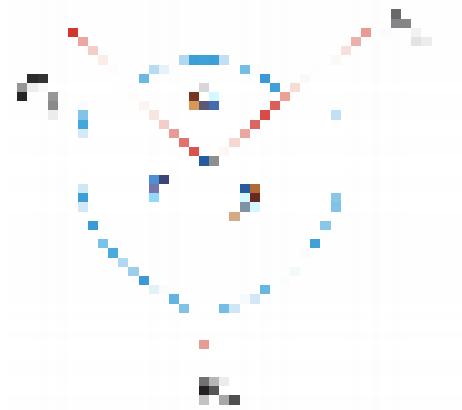
Keseimbangan dari tiga gaya:



Gambar 5. Sifat-sifat kopel

- a. Resultan dua gaya bernilai sama dan mempunyai arah yang berlawanan dengan gaya yang lain.
- b. Hasil bagi setiap nilai gaya dengan sinus sudut di seberangnya selalu bernilai sama.

Sehingga dapat diilustrasikan sebagai berikut:



Gambar 6. Rotasi kopel

Untuk perbandingan gaya-gayanya persamaannya sebagai berikut:

$$\frac{F_1}{\sin \beta} = \frac{F_2}{\sin \alpha} = \frac{F_3}{\sin \gamma}$$

Dari beberapa penjelasan di atas dapat diketahui mengapa saat membuka kran arahnya berlawanan saat kita menutup kran. Untuk selanjutnya mari kita membahas konsep fisika terkait proses keluarnya air dari kran dalam hal ini konsep mengenai Debit, Persamaan Kontinuitas, dan Tekanan.

## 2. Proses Keluarnya Air dari Kran

Ketika kita memutar kran untuk mengisi suatu wadah, maka kita bisa mengatur cepat tidaknya air untuk mengisi wadah itu. Biasanya tergantung kepentingan kita. Jika terlalu terburu-buru biasanya kita memaksimalkan putaran kran sehingga air yang keluar lebih cepat. Peristiwa yang demikian berkaitan dengan debit air yang keluar dari kran air. Jarang disadari bahwa ada prinsip fisika pada proses tersebut. Untuk itu mari kita pahami prinsip debit air.

Kita semuanya sering mendengar istilah debit air. Debit merupakan "jumlah aliran air yang mengalir untuk setiap satuan waktu, atau boleh dikatakan banyaknya volume air yang mengalir untuk setiap satuan waktu. Debit merupakan "besaran yang menyatakan banyaknya air yang mengalir selama 1 detik yang melewati suatu luas penampang". Nah pada kran air kita bisa mengatur debit air yang keluar dengan cara memutar krannya. Sehingga dari pengertian itu dapat dirumuskan debit adalah



$$Q = \frac{V}{t}$$

$$t = \frac{V}{Q}$$

$$v = Q t$$

Dengan keterangan

Q = debit air

V = Volume

t = waktu

Jika kita menggunakan kran air untuk mengisi sebuah wadah maka secara langsung kita bisa menghitung besarnya debit air yang keluar dari kran. Apabila sebuah selang dan disambungkan pada ujung kran air dan jika selama 3 detik air yang mengalir melewati ujung selang adalah  $6 \text{ m}^3$  maka debit airnya adalah  $(6/3) \text{ m}^3/\text{detik} = 2 \text{ m}^3/\text{detik}$ .

Debit air yang dikeluarkan oleh kran bisa diatur dengan cara menggunakan konsep momen kopel pada pembahasan sebelumnya yaitu saat kita membuka dan menutup kran.

Selain konsep debit, saat kita menyalakan kran air khususnya pada wastafel dapat kita lihat terdapat pola aliran yang menarik pula. Jika melihat aliran air bila semakin dekat dengan bak penampungan, maka pola aliran akan lebih semakin kecil. Jika diamati, maka bentuk aliran berupa tabung dengan diameter air semakin kecil pada bagian bawah. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 7. Perbedaan diameter air

Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat semakin ke bawah maka bentuk aliran air semakin runcing sehingga diameter aliran air juga semakin kecil. Mengapa peristiwa itu bisa terjadi? Bagaimana kita dapat memahami peristiwa tersebut? Coba kita lihat dan menganalisisnya.

Sebelumnya sudah dapat dipahami bahwa debit merupakan volume aliran air untuk setiap waktu. Debit pada aliran kran air biasanya selalu tetap. Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat bahwa semakin ke bawah, maka pola aliran semakin kecil karena diameter aliran air semakin kecil. Mengapa hal tersebut tersebut dapat terjadi. Bagaimana kita secara sederhana dapat memahami fenomena tersebut? Selanjutnya marilah kita menganalisis.

“Secara mudahnya dapat dipahami terlebih dahulu jika debit aliran air pada aliran kran pada wastafel selalu tetap. Sebelumnya kita sudah paham jika debit merupakan volume air yang mengalir untuk setiap waktunya. Sehingga dapat diukur jika debit air pada wastafel dengan cara menampung air pada suatu wadah (misalnya gayung dan gelas ukur yang sudah diketahui volumenya) dan mengukur waktu yang diperlukan untuk wadah tersebut yang selanjutnya kita hitung berdasarkan persamaan. Dari persamaan debit diketahui debit air sebanding dengan kecepatan aliran air dan luas penampangnya. Atau dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Q = vA$$

Keterangan

$v$  : kecepatan aliran air (m/s)

$A$  : luas penampang aliran ( $m^2$ )

$A$  :  $\pi d^2$

Jika digambarkan bila air yang mengalir melewati ujung kran suatu partikel yang jatuh atau gerak vertical. Sehingga kecepatannya dpada ketinggian  $h$  dari ujung kran dapat dihitung sebagai berikut:

$$v^2 = v_0^2 + 2gh$$
$$v = \sqrt{(v_0^2 + 2gh)}$$

Karena tadi kita telah mengetahui jikalau debit alirannya itu tetap, maka kita dapat dinyatakan diameternya adalah  $d$ .

$$d^2 = Q / (\pi \sqrt{v_0^2 + 2gh})$$

Dari persamaan tersebut dapat dipahami jika semakin kebawah, maka kecepatan air kran akan semakin besar atau semakin tinggi. Dikarenakan debit air adalah konstan, maka pola aliran air diameternya akan semakin mengecil. Lebih jelasnya, kita dapat mempelajari konsep hukum Bernoulli dalam pembahasan berikutnya. Semakin tinggi aliran suatu fluida maka tekanan fluida tersebut akan menjadi berkurang dan tekanan yang berasal dari luar akan memaksa fluida (dalam hal ini air) semakin sempit yang menyebabkan diameter aliran air akan semakin kecil.”

Sehubungan dengan diameter kran, maka kita tidak terlepas dengan luas penampang pada kran. Jika diperhatikan, kran air yang luas penampangnya lebih besar itu akan mengalirkan air lebih lambat dibandingkan dengan kran air yang luas penampangnya lebih kecil. Mengapa demikian? Jika kita mengacu pada hukum alam terkait fluida yang menjelaskan jika fluida yang bergerak mengalir dari titik satu ke titik lainnya mempunyai massa yang tidak akan bertambah dan juga tidak akan berkurang (kekalan). Hukum itu dikenal dengan hukum kekekalan massa.

Coba kita perhatikan ilustrasi berikut ini:



Gambar 8. Perbedaan luas penampang

Dari gambar 6 di atas air atau fluida pada titik nomor 1 sama dengan air pada titik nomor 2 tetapi pada waktu yang berbeda. Pada titik nomor 1 dapat kita lihat luas penampangnya lebih besar, kemudian setelah fluida mengalir menuju titik nomor 2 yang memiliki luas penampang yang lebih sempit. Sudah dirumuskan sebelumnya bahwa kecepatan merupakan jarak dibagi waktu. Artinya semakin panjang suatu jarak yang ditempuh, maka pada waktu yang sama kecepatannya semakin besar. Sehingga dapat diketahui bahwa kecepatan pada titik nomor 2 lebih besar dari kecepatan pada titik nomor 1.

“Persamaan kontinuitas adalah suatu persamaan yang merelasikan antara kecepatan fluida pada satu tempat dengan tempat yang lain. Sebelum masuk ke persamaan tersebut, sebaiknya kita harus paham mengenai beberapa istilah dalam aliran fluida. *Stream line* atau garis alir, yang merupakan lintasan aliran fluida ideal (lunak). Garis singgung pada suatu titik pada garis alir akan menyatakan arah kecepatan fluida. Tabung air adalah kumpulan dari garis alir. Di tabung inilah fluida bisa masuk atau keluar melwati mulut tabung. Dalam hal ini fluida tidak boleh masuk dari sisi tabung karane bisa menyebabkan terjadinya perporongan garis alir. Hal ini bisa menyebabkan aliran tidak menjadi lunak lagi

Sehingga secara matematis, persamaan di atas dapat dituliskan sebagai berikut:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Dengan A merupakan luas permukaan dan v merupakan kecepatan fluida. Sebelumnya diketahui bahwa perkalian A dan v disebut debit.

Sehingga dapat dikatakan bahwa persamaan kontinuitas adalah “Debit suatu aliran tidak akan bertambah atau berkurang pada suatu sistem tertutup (jika tidak terdapat tambahan debit dari luar”. Sebagai contoh kasus yang memuar persamaan kontinuitas yaitu:

Misalkan luas permukaan pada titik A adalah 2 m ( $A_1 = 2 \text{ m}^2$ ) dan kecepatan di titik 1 adalah 4 m/s ( $V_1 = 4 \text{ m/s}$ ). Jika melewati titik B yang mempunyai luas permukaan kecil, maka berubah menjadi setengahnya yaitu,  $A_1 = 1 \text{ m}^2$ . Untuk

menghitung kecepatan di titik B sebagai berikut:  $2 \times 4 = 1 \times V_2$ , sehingga dapat diperoleh  $V_2 = 8 \text{ m/s}$ .

Jika kita melihat dari angka-angka ini bahwa ketika kita mengecilkan luas permukaan menjadi setengahnya (2 menjadi 1), maka kecepatan akan naik menjadi dua kali lipatnya (4 menjadi 8). Sehingga dapat dikatakan kecepatan berbanding terbalik dengan luas permukaannya, semakin kecil luas permukaan, kecepatan di tempat tersebut akan semakin besar.

Karena mempunyai alirannya lunak atau (*steady*) dan memiliki massa yang konstan, maka massa yang masuk penampang  $A_1$  harus sama dengan massa yang masuk penampang  $A_2$ . Sehingga persamannya menjadi sebagai berikut

$$\begin{aligned}\Delta m_1 &= \Delta m_2 \\ \rho_1 A_1 v_1 &= \rho_2 A_2 v_2 \\ \rho_1 A_2 v_1 &= \rho_2 A_2 v_2\end{aligned}$$

Persamaan tersebut sering kita kenal dengan nama persamaan kontinuitas. Karena telah disebutkan sebelumnya bahwa fluida itu inkompresibel atau massa jenisnya tetap, maka dapat dituliskan sebagai sebagai berikut:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Dari persamaan di atas, suatu perkalian antara luas penampang dan kecepatan fluida pada setiap titik sepanjang tabung adalah tetap. Persamaan di atas menunjukkan bahwa kecepatan fluida bertambah ketika melewati pipa kecil dan berkurang ketika melewati pipa yang lebar. Sebagai contohnya ketika orang yang berperahu disebuah sungai bisa merasakan arus yang lebih cepat atau deras pada saat sungai menyempit.

Kita kembali ke pengertian debit yang merupakan suatu perkalian antara luas penampang dan volume air atau fluida ( $A \times v$ ) Hal ini dinamakan laju aliran atau fluks volume dimana  $Q$  adalah jumlah fluida yang mengalir lewat suatu penampang tiap detik. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$Q = A \times v = V/t$$

Selain itu pada kran air terdapat fenomena lain yaitu ketika menutup keran secara cepat, apakah di kamar mandi terdengar bunyi benda di belakang dinding

menabrak sesuatu secara keras? Hal tersebut dinamakan *water hammer* atau palu air.

Perhatikan Gambar berikut!



Gambar 9. Ilustrasi water hammer

Jika ingat hukum III Newton, bahwa untuk setiap aksi timbul reaksi yang sama, maka anda pasti mengerti ketika air mengalir maka aliran tersebut memiliki energi kinetik. Energi ini baik-baik saja selama air dibiarkan mengalir, namun apa yang terjadi saat aliran ditutup secara cepat? Energi kinetik tersebut tidak bisa keluar melalui ujung aliran, sehingga energinya akan menyebar ke segala arah dalam bentuk tekanan. Tekanan ke segala arah ini, untungnya, cukup kecil untuk kran air di rumah. Tapi apa yang terjadi jika air ini mengalir dari sebuah pipa berdiameter besar dengan kecepatan tinggi? Silahkan lihat akibatnya pada gambar di bawah ini:



Gambar 10. Kerusakan akibat water hammer

Kerusakan yang diakibatkan *water hammer*, untuk kasus ini disebabkan oleh variannya yaitu *steam hammer*. Biasanya *water hammer* akan merusak siku-siku pipa karena di situlah arah tekanan menyebar paling besar dan ketahanan siku pipa lebih rendah daripada pipa yang lurus. *Water hammer* juga bisa disebabkan pada pipa yang berada di puncak bukit. Apabila pompa yang memberikan suplai air ke lokasi di bawah bukit dimatikan dan saluran ditutup, maka akan terjadi kondisi vakum di dalam pipa karena air di tengah-tengah pipa masih mengalir ke bawah bukit karena gravitasi. Tentu saja, pipa yang vakum akan penyok karena tidak ada tekanan dari dalam pipa yang bisa menahan tekanan dari luar pipa. Nah untuk menanggulangi *water hammer* kita bisa menggunakan cara sebagai berikut:

- Membatasi tekanan di dalam aliran fluida dengan menggunakan regulator
- Mengurangi kecepatan aliran fluida di dalam pipa dengan mengatur besaran pipa dan besar debit fluida yang mengalir di dalamnya.
- Menggunakan valve yang berjenis *slow closed* / penutupan lambat
- Menggunakan pipa yang tahan tekanan tinggi (mahal ongkos pembuatannya)
- Melakukan prosedur pembukaan dan penutupan aliran dengan tepat
- Menggunakan alat hidropneumatik untuk menyerap tekanan yang berlebih
- Menggunakan *water tower* / menara air untuk menstabilkan debit aliran dan menangkap tekanan-tekanan berlebih (dalam sistem aliran air minum)

Nah itulah beberapa fenomena fisika yang sering kita lihat pada kran air..mudah bukan? S kita bisa belajar tanpa harus pergi jauh dari rumah. Masih banyak fenomena-fenomena lain yang kita temukan disekitar kita, ayo lanjut di Bab berikutnya...

## Referensi

- Abdullah, M. (2016). *Aliran Air Westafel*. [online]. Tersedia; <http://fisikaon.blogspot.com>. [Diakses 12 November 2019]
- Hasan, MA. (2016). *Momen Kopel*. [online]. Tersedia; <http://adib-hasan.com/>. [Diakses 16 November 2019]
- Serway, R. A., & Jewett John. (2014). *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Viandari, E. (2019). *Keseimbangan Benda Tegar*. [online]. Tersedia; <https://www.quipper.com/>. [Diakses 20 November 2019]

- Verotek. (2018). *Fenomena Fluida*. [online]. Tersedia; <https://verotekintiprima.co.id/>. [Diakses, 3 Desember 2019]
- Wiratama, C. (2017). *Persamaan Kontinuitas (Persamaan Dasar Mekanika Fluida)*. [online]. Tersedia; <http://aeroengineering.co.id/>. [Diakses, 28 November 2019]



## 10. MISTERI SEBUAH PINTU

Fitri Rahmawati

Ada berapakah pintu di rumah kalian? Pernahkan kalian berfikir mengapa pintu bisa membuka dan menutup? Kenapa gagang pintu diletakkan di pinggir tidak ditengah pintu, padahal dapat mengurangi tangan terjepit? Nah, ayo coba kalian pikirkan. Bisakah pertanyaan diatas disebut sebuah misteri? Tentunya kalian tidak asing dengan kata misteri, misalnya misteri tentang hantu atau terbentuknya pulau samosir seperti yang ada di legenda.

Misteri sebuah pintu bukan tentang hantu atau hal lainnya yang belum diketahui secara pasti. Jadi, pertanyaan diatas dapat dijawab dengan ilmu pengetahuan yang kita pelajari di sekolah. Menurut kalian mata pelajaran apa yang paling sulit dipahami? Pasti banyak dari kalian yang menjawab Fisika. Sebenarnya tidak salah jika banyak yang menjawab fisika, karena terlalu banyak rumus yang harus dipelajari. Selain itu kalian juga menganggap fisika itu tidak penting dalam kehidupan sehari-hari. Padahal fisika adalah ilmu pengetahuan alam, yang seharusnya penerapannya banyak ditemukan disekitar kita.

Coba kalian perhatikan? Ada berapa banyak jenis pintu yang sering kalian temui? Apakah pintu dirumah kalian sama dengan pintu di mall atau di bank? Jika pintu dirumah kalian sama berarti memanfaatkan teknologi masa kini. Jika kalian menjawab tidak, lalu apa alasannya? Akan tetapi, umumnya rumah di Indonesia jarang menggunakan pintu yang sama seperti di mall. Untuk lebih jelasnya kalian bisa pahami dulu fungsi dari sebuah pintu dibawah ini.

Setiap rumah pasti memiliki sebuah pintu. Mengapa setiap rumah memiliki pintu? Apakah pintu itu? Apa saja fungsi pintu? Pintu adalah sebuah celah pada dinding yang digunakan untuk masuk atau keluar sebuah ruangan.

Sebagaimana pertanyaan sebelumnya, mengapa pada umumnya pintu rumah berbeda dengan pintu di mall. Hal ini disebabkan karena kondisi yang berbeda. Pintu di mall cenderung dibuat otomatis, karena banyak pengunjung yang keluar masuk. Coba kalian bayangkan, jika menggunakan desain pintu seperti dirumah kalian. Berapa banyak orang akan membuka atau menutup pintu setiap

menit bahkan detik? Tentunya hal ini akan membuat akses keluar masuk mall menjadi lambat.

Apakah pintu ruang tamu, garasi, kamar tidur dan kamar mandi dirumahmu mempunyai jenis yang sama? Kebanyakan pintu rumah tiap ruangan berbeda. Hal ini disesuaikan dengan bahan yang digunakan pada pintu serta cara kerja pintu itu sesuai keadaan. Sebagai contoh di garasi mobil orang-orang cenderung menggunakan pintu yang berjejer lebih dari satu dan dapat digeser dengan mudah. Selain itu, pintu kamar mandi umumnya menggunakan material alumunium atau PVC (berbahan plastik) karena apabila terkena air setiap hari tidak terjadi pelapukan. Nah dari sedikit uraian tentang jenis-jenis pintu diatas, selanjutnya akan dijelaskan jenis-jenis pintu yang digunakan saat ini. Berikut ini jenis-jenis pintu yang ada di masyarakat, antara lain:

**a. Pintu Mengayun atau *Swing***

Pintu jenis ini yang paling banyak di rumah atau di tempat tertentu misal rumah sakit, sekolah, dan lain sebagainya. Daun pada pintu ini biasanya terdiri dari dua atau satu lembar papan. Cara untuk membuka atau menutup pintu ini dengan mengayunkan disertai dorongan atau ditarikan. Pintu mengayun atau *swing* dalam penggunaannya membutuhkan sedikit ruang, sebagai tempat untuk mengayunkan. Pintu mengayun atau swing dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Pintu mengayun atau *swing* (Anonim, 2016)

### **b. Pintu Lipat**

Pintu jenis ini terdiri dari beberapa daun pintu atau lembar papan yang saling berjejer. Cara membuka pintu ini dengan melipat daun pintu dan mengumpulkan lipatan tersebut. Sedangkan untuk menutupnya dengan membuka lipatan tersebut. Pintu ini biasanya digunakan pada garasi. Pintu lipat dapat kalian lihat seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2. Pintu lipat (Evelina, 2017)

### **c. Pintu Geser**

Pintu jenis ini banyak digunakan dinegara jepang dan korea. Cara kerja dari pintu ini cukup mudah yaitu dengan menggeser ke kiri atau kanan ketika akan membuka dan menutup pintu. Bagi yang mempunyai rumah minimalis, pintu ini cocok digunakan karena tidak memakan ruangan. Untuk lebih detail, perhatikan gambar pintu geser di bawah ini.



Gambar 3. Pintu geser (Anonim, 2018)

#### **d. Pintu Otomatis**

Pernahkah kalian ke mall, kantor atau tempat tertentu yang memiliki bangunan besar dan ramai? Nah coba kalian ingat kembali, ketika memasuki tempat tersebut apakah kalian membuka pintu dengan mengayun atau menggeser? Dengan perkembangan zaman, tempat yang seperti disebutkan diatas menggunakan pintu otomatis. Artinya, pintu ini akan otomatis membuka dan menutup. Ketika kita dekati pintu otomatis akan membuka, apabila kita jauhi pintu akan menutup kembali. Sehingga cocok diterapkan ditempat-tempat yang ramai. Pintu otomatis ini umumnya menggunakan material kaca, seperti gambar berikut.



Gambar 4. Pintu otomatis (Company, 2015)

#### **e. Pintu Rel**

Pernahkah kalian melihat pintu menggunakan rel? Pintu rel ini biasanya digunakan pada garasi. Hal ini dikarenakan cara membuka pintu ini sangat mudah dengan menggunakan bantuan roda. Roda tersebut akan menghubungkan pintu dan rel sehingga ketika kalian dorong atau tarik pintu akan bergerak. Contoh gambar pintu rel sebagai berikut.



Gambar 5. Pintu rel (Mardianto, 2015)

Jenis-jenis pintu diatas selain mempunyai fungsi masing-masing, ternyata semuanya menerapkan konsep fisika. Pintu dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika. Apakah yang dimaksud media pembelajaran? Media pembelajaran adalah sebuah alat bantu yang digunakan dalam proses pembelajaran untuk menyampaikan materi agar lebih mudah. Akan tetapi, masih banyak yang belum mengetahui konsep sebuah pintu yang dapat dijadikan sebagai dalam memahami materi fisika.

Pintu yang terdiri dari daun pintu, gagang pintu, dan engsel dapat dijadikan suatu media pembelajaran fisika. Seperti yang sudah dijelaskan di halaman sebelumnya, saat ini bahan yang digunakan sebagai daun pintu sudah beraneka ragam. Mulai dari kayu, besi, kaca, alumunium dan lain sebagainya. Fokus yang akan dibahas dalam buku ini adalah misteri sebuah pintu dalam penerapan fisika, karena mudah dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.

Umumnya bahan daun pintu yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing tempat. Sebagai contoh pintu kamar mandi biasanya menggunakan besi atau seng. Hal ini disebabkan karenakan besi atau seng tidak akan berjamur atau mengalami pelapukan akibat terkena air setiap hari. Coba kalian amati daun pintu dari kayu di rumah ataupun di sekolah. Mengapa ketika musim hujan pintu susah dibuka atau ditutup begitu juga sebaliknya pada musim panas. Penyebabnya pintu bisa memuai dan menyusut seperti logam. Akan tetapi terdapat perbedaan jika pada kayu memuai saat suhu rendah (musim dingin), jika logam

akan memuai pada saat dipanaskan. Untuk lebih jelasnya perhatikanlah pemaparan materi dibawah ini terkait pintu dan bagian-bagiannya sebagai salah satu yang dapat dijadikan media pembelajaran fisika.

### a. Pemuaiian

Pernahkah kalian melihat daun pintu yang terbuat dari kaca atau kalian bisa jumpai di sekolah. Bagaimana pemasangan pintu kaca? Apakah tepat pada bingkai? Nah, jika tepat berarti tidak menerapkan prinsip kaca. Ingatkah materi pemuaiian, kaca jika dipanaskan akan memuai. Sehingga pemasangan kaca dibuat longgar agar ketika suhu panas kaca tidak pecah akibat memuai. Terdapat tiga macam dalam peristiwa pemuaiian sebagai berikut (Aljabar, 2008):

#### 1. Pemuaiian Panjang

Pemuaiian panjang merupakan peristiwa pertambahan panjang suatu benda akibat perubahan suhu atau menerima kalor. Persamaan pemuaiian panjang sebagai berikut:

$$L = L_0(1 + \alpha.\Delta T)$$

dimana:

$L$  = panjang akhir benda (m)

$L_0$  = panjang awal benda (m)

$\alpha$  = koefisien muai panjang ( $^{\circ}\text{C}$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

#### 2. Pemuaiian Luas

Pemuaiian luas merupakan peristiwa pertambahan ukuran luas suatu benda karena menerima kalor. Benda yang memiliki ukuran panjang, lebar yang dapat mengalami pemuaiian. Persamaan pemuaiian luas sebagai berikut:

$$A = A_0(1 + \beta.\Delta T)$$

dimana:

$A$  = luas akhir ( $\text{m}^2$ )

$A_0$  = luas awal ( $\text{m}^2$ )

$\beta$  = koefisien muai luas ( $^{\circ}\text{C}$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

### 3. Pemuai Volume

Pemuai volume merupakan peristiwa penambahan ukuran volume suatu benda karena menerima kalor. Benda yang memiliki ukuran panjang, lebar dan tebal yang dapat mengalami pemuai volume. Persamaan pemuai volume sebagai berikut:

$$V = V_0(1 + \lambda.\Delta T)$$

dimana:

$V$  = volume akhir ( $\text{m}^3$ )

$V_0$  = volume awal ( $\text{m}^3$ )

$\gamma$  = koefisien muai volume ( $^{\circ}\text{C}$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

#### **b. Gaya**

Pasti kalian pernahkan membuka atau menutup pintu? Pada saat membuka pintu kalian memberikan dorongan. Nah, dorongan itu merupakan contoh gaya. Sedangkan ketika menutup pintu kalian melakukan tarikan. Tarikan tersebut merupakan contoh gaya. Gaya dalam fisika merupakan sebuah tarikan atau dorongan. Selain itu, coba kalian amati kembali pintu yang terbuat dari besi atau aluminium. Ketika pintu tersebut memuai apa yang terjadi pada lantai? Pintu yang memuai akan susah di buka, akibatnya akan menimbulkan gaya gesek antara pintu dan lantai. Sehingga, menyebabkan goresan pada lantai.

Coba kalian bayangkan misalnya salah satu temanmu ada yang terkunci dalam ruangan. Kemudian kalian mencari kunci pintu tersebut dan ternyata tidak ketemu. Apa yang akan kalian lakukan? Apakah kalian akan mencari peniti atau kawat untuk membuka pintu seperti di film? Ataukah kalian akan mendobrak pintu tersebut? Jika kalian memutuskan untuk mendobrak pintu, apakah kalian kuat sendirian? Kalau kita berpikir secara logika, sulit tentunya jika kita mendobrak sendiri. Akhirnya kalian meminta satu temanmu untuk membantu mendobrak pintu. Tetapi ternyata hanya sia-sia, pintu sedikitpun tidak terbuka. Lalu, kalian meminta satu lagi temanmu untuk membantu mendobrak pintu. Alhamdulillah pintu dapat

terbuka, sehingga kalian bisa menolong temanmu yang terjebak dalam ruangan tersebut.

Dari cerita singkat diatas, dapatkah kalian menemukan salah satu penerapan fisika? Peristiwa diatas mengandung konsep dari persamaan hukum II Newton, dimana “percepatan sebuah benda akan berbanding lurus dengan gaya netto yang bekerja padanya dan berbanding terbalik dengan massanya” (Serway & Jewett, 2009). Artinya bahwa apabila kita memberikan gaya yang besar maka percepatan benda tersebut juga akan semakin besar, begitu juga sebaliknya. Apabila benda yang kalian beri gaya mempunyai massa yang semakin besar, maka percepatan benda tersebut akan semakin kecil, begitu juga sebaliknya. Gaya netto adalah jumlah vektor semua gaya yang bekerja (Halliday, dkk, 2005).

Persamaan hukum II Newton yang menghubungkan antara massa, percepatan dan gaya dapat ditulis sebagai berikut:

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

dimana:

$a$  = percepatan ( $m/s^2$ )

$F$  = gaya (N)

$m$  = massa (kg)

(Serway & Jewett, 2009)

Kesimpulan dari cerita diatas bahwa ketika kalian dan satu teman kalian mendobrak pintu ternyata tidak berhasil. Kemudian kalian meminta bantuan teman kalian satu lagi, yang artinya menjadi tiga orang dan akhirnya pintu bisa terbuka. Gaya yang kalian berikan pertama dan kedua, lebih besar gaya yang kedua. Sehingga sesuai dengan pernyataan hukum II Newton semakin besar gaya percepatan juga semakin besar.

### **c. Usaha**

Apa yang kalian dengar tentang usaha? Apakah kamu pernah mendapatkan nilai ulangan jelek di sekolah? Jika pernah, apakah alasan kalian jika ditanya orang tua atau guru yang mengajar tersebut? Mengapa mendapatkan nilai yang jelek?



Apakah kalian tidak belajar? Nah, ternyata kalian belajar tetapi tetap saja mendapatkan nilai yang jelek. Kemudian kalian menjawab yang terpenting sudah usaha walaupun masih belum sesuai harapan. Kira-kira menurut kalian ada usahanya? Sebenarnya bolehkah dikatakan usaha kalian sia-sia? Mungkin saja kalian ulangan bab dua, tapi kalian malah keliru belajar bab satu atau mungkin kalian belajar sistem kebut semalam dan jarang memperhatikan ketika guru mengajar? Coba kalian renungkan, yang tahu jawabannya adalah kalian sendiri. Pertanyaan selanjutnya apa yang kalian ketahui usaha dalam fisika?

Usaha dalam fisika diartikan sebagai energi yang dipindahkan dari atau ke sebuah benda yang bekerja pada benda tersebut (Halliday, 2005). Jadi, usaha digunakan untuk merubah posisi benda akibat diberikan sebuah gaya. Persamaan usaha sebagai berikut.

$$W = F \cdot s$$

dimana:

$W$  = Usaha (joule)

$F$  = Gaya (newton)

$s$  = Perpindahan (m)

Berdasarkan jenis-jenis pintu yang sudah dijelaskan di halaman sebelumnya. Terdapat jenis pintu yang cara kerjanya menerapkan konsep usaha. Yaitu pintu geser, cara membuka atau menutup pintu tersebut dengan cara menggeser daun pintu. Ketika akan mengeser pintu dibutuhkan sebuah gaya. Kemudian pintu bergeser yang artinya ada perpindahan. Sehingga dapat disimpulkan terdapat usaha. Selain itu pintu lipat juga menerapkan konsep usaha.

#### **d. Pengungkit atau Tuas**

Apa fungsi gagang pintu? Bagaimana bentuk gagang pintu dirumah kalian? Apakah seperti gambar di bawah ini? Bagaimana cara kerja gagang pintu dibawah ini?



Gambar 6. Gagang pintu (Ardela, 2018)

Ketika akan membuka atau menutup pintu, tentu saja kalian menggunakan gagang pintu. Karena dengan adanya gagang pintu akan mempermudah kalian membuka atau menutup pintu. Sebagai contoh apabila jenis gagang pintu yang dipasang dipintu rumah kalian seperti gambar 6. Apakah kalian bisa membuka pintu dengan cara didorong saja? Ketika kalian hanya mendorong daun pintu saja maka pintu tidak akan tertutup rapat. Hal ini dikarenakan daun pintu terdapat mata pengait yang dihubungkan dengan celah yang terdapat di kusen. Ketika kalian akan membuka pintu dengan cara mengayunkan pintu kebawah, secara otomatis mata pengait akan keluar dari celah. Sehingga pintu dapat terbuka. Begitu juga ketika ingin menutup pintu, gagang pintu diayunkan kebawah. Kemudian mata pengait akan masuk ke celah pada kusen dan pintu akan tertutup. Dari peristiwa diatas terdapat konsep fisika. Menurut kalian konsep apa yang terdapat dalam peristiwa tersebut?

Masih ingatkah kalian materi ipa sewaktu masih SD? Atau pernahkah kalian berpikir kenapa jungkat-jungkit bisa bergerak saling bergantian? Peristiwa diatas dan jungkat-jungkit menggunakan prinsip tuas atau pengungkit. Tuas atau pengungkit adalah salah satu jenis pesawat sederhana yang digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia. Tuas memiliki komponen berupa tumpu, beban dan kuasa. Tuas dibagi menjadi tiga jenis, yaitu tuas jenis pertama titik tumpu berada diantara beban dan kuasa. Sedangkan tuas jenis kedua titik beban diantara titik tumpu dan kuasa. Untuk tuas jenis ketiga titik kuasa berada antara titik tumpu dan beban. Konsep yang terdapat pada cara kerja gagang pintu seperti gambar 6,

yaitu tuas jenis kedua. Contoh lain tuas jenis kedua yaitu pembuka tutup botol, pemotong kertas dan lain sebagainya.

#### **e. Perpindahan Kalor**

Gagang pintu yang digunakan saat ini sangat beragam. Mulai dari besi, kayu, aluminium dan lain-lain. Apa saja bahan yang digunakan gagang pintu dirumahmu? Apabila dirumahmu terdapat dua jenis gagang pintu dengan bahan yang berbeda seperti kayu dan besi. Kemudian coba tempelkan telapak tangan kalian di gagang pintu kayu, kemudian besi. Apakah yang kalian rasakan? Kalian akan merasakan gagang pintu besi lebih dingin dari kayu. Padahal dalam suhu lingkungan yang sama. Konsep apa yang ada peristiwa tersebut? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, bahan apa yang dapat menghantarkan panas yang baik?

Besi merupakan salah satu penghantar panas yang baik sedangkan kayu merupakan contoh isolator, bahan yang sulit untuk menghantarkan panas. Sehingga ketika menempelkan telapak tangan ke gagang pintu besi, energi yang ada ditangan kalian akan diserap oleh besi. Jadi, panas yang ada pada tangan kalian akan berpindah ke besi. Akibatnya, kulit kalian akan terasa dingin karena kekurangan energi. Sedangkan kayu adalah penghantar panas yang buruk. Sehingga apabila telapak tangan kalian tempelkan pada gagang kayu, energi dari tangan kalian sulit untuk diserap oleh kayu. Oleh karena itu, energi yang terdapat pada tangan kalian tidak berpindah. Alhasil, tangan kalian terasa hangat-hangat saja atau tidak ada perubahan.

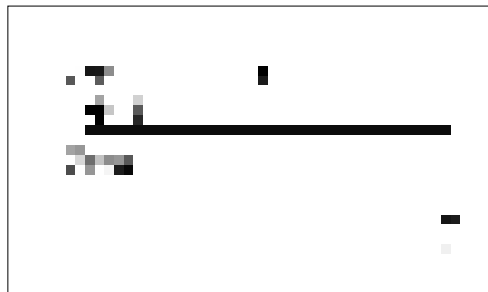
#### **f. Momen Gaya (Torsi)**

Berapa kali sehari kalian membuka dan menutup pintu? Bagaimana cara kalian membuka pintu? Berdasarkan penjelasan sebelumnya tentu kalian akan menggunakan gagang pintu untuk membantu membuka atau menutup pintu. Pernahkah kalian berpikir kenapa gagang pintu tidak diletakkan ditengah daun pintu? Mengapa di pinggir daun pintu? Padahal ketika diletakkan ditengah bisa saja tangan kalian tidak akan pernah terjepit. Apakah ada penerapan fisika dalam meletakkan posisi gagang pintu?

Dalam fisika terdapat materi momen gaya. Apakah momen gaya itu? Momen gaya atau torsi adalah seberapa besar gaya yang diberikan kepada benda

untuk gerakan memutar pada suatu poros tertentu. Momen gaya atau torsi merupakan salah satu besaran vektor. Artinya memiliki nilai dan arah. Momen gaya atau torsi akan mempunyai nilai positif dan negatif. Momen gaya akan bernilai positif apabila arah putarannya berlawanan jarum jam dan akan bernilai negatif apabila arah putarannya searah jarum jam. Kemudian apa hubungannya dengan gagang pintu?

Sebelum menjawab pertanyaan diatas, pahami terlebih dahulu persamaan momen gaya (torsi) di bawah ini. Jika gaya yang bekerja pada lengan tegak lurus, seperti gambar berikut.

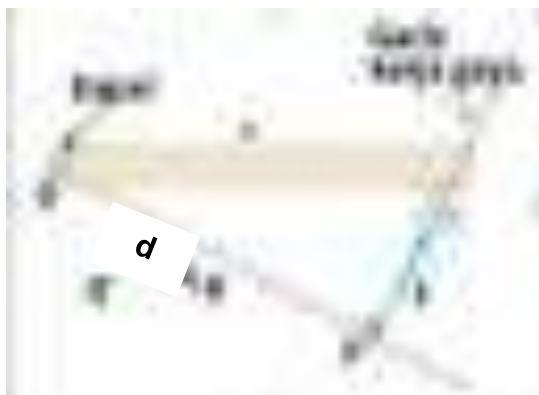


Gambar 7. Momen gaya lengan tegak lurus (Edutafsi, 2015)

Persamaannya dituliskan sebagai berikut:

$$\tau = F \cdot r$$

Sedangkan apabila gaya yang bekerja pada lengan gaya membentuk sudut  $\theta$  seperti gambar dibawah ini:



Gambar 8. Momen Gaya Membentuk Sudut  $\theta$  (Dore, 2016)

Maka persamaannya adalah

$$\begin{aligned}\tau &= F \cdot d \\ &= F \cdot r \sin \theta\end{aligned}$$

dimana:

$\tau$  = momen gaya atau torsi (Nm)

$F$  = gaya (N)

$r$  = jarak sumbu putar ke titik tangkap gaya (m)

Hubungan persamaan diatas dengan posisi gagang pintu adalah anggaphlah engsel pintu adalah sebuah sumbu putar (poros), maka jarak gagang pintu dengan engsel merupakan lengan momen ( $d$ ). Kemudian, coba kalian perhatikan rumus di atas, **momen gaya (torsi) yang bekerja akan berbanding lurus dengan lengan momen ( $d$ ) dan gaya ( $F$ )**. Artinya, semakin besar lengan momen ( $d$ ) dan gaya yang dikeluarkan, semakin besar pula momen gaya yang dihasilkan. Hal ini yang memudahkan kita untuk membuka atau menutup pintu (Hammariah, 2019).

Bagaimana sudah jelas atau masih bingung? Jika masih, coba kalian membuka atau menutup pintu secara perlahan dan amatilah. Ketika kalian membuka atau menutup pintu dengan mendorong atau menarik gagang pintu di bagian ujung atau bagian yang jauh dari engsel, pintu akan lebih mudah terbuka atau tertutup. Mengapa demikian? Hal ini dikarenakan letak engsel pintu (poros) dengan gagang pintu yang berjauhan atau nilai lengan momennya semakin besar. Sebaliknya, apabila kalian membuka atau menutup pintu pada bagian tengah atau bagian yang dekat dari engsel, pintu akan lebih sulit terbuka atau tertutup meskipun gaya yang kalian berikan sama besarnya seperti semula. Hal ini dikarenakan letak engsel pintu dengan gagang pintu yang dekat atau nilai  $d$  semakin kecil (Hammariah, 2019). Ada banyak sekali penerapan momen gaya dalam kehidupan sehari-hari selain gagang pintu.

### **g. Gelombang Elektromagnetik**

Siapakah diantara kalian yang suka jalan-jalan ke mall? Apakah pintu di mall sama dengan pintu dirumah kalian? Saat ini di berbagai pusat perbelanjaan, kantor dan tempat publik yang lain sudah menggunakan pintu otomatis. Pernahkah

kalian berpikir mengapa ketika masuk mall kemudian pintu akan terbuka tanpa kalian sentuh? Ada misteri apa dibalik pintu otomatis?

Pintu yang terbuka dan tertutup sendiri tanpa adanya gaya merupakan penerapan gelombang elektromagnetik. Apakah yang dimaksud dengan gelombang elektromagnetik? Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dalam perambatannya tidak membutuhkan medium. Bagaimanakah cara kerja gelombang elektromagnetik pada pintu otomatis? Perhatikan gambar dibawah ini.



Gambar 9. Cara kerja pintu otomatis (Anonim, 2016)

Pada pemasangan pintu otomatis di atasnya akan dipasang sebuah sensor. Frekuensi sensor yang dipancarkan oleh gelombang elektromagnetik berada diluar cahaya tampak. Sehingga apabila pemancaran gelombang elektromagnetik manusia tidak akan bisa melihatnya secara langsung. Cara kerja dari sensor yaitu dengan memancarkan gelombang elektromagnetik untuk mendeteksi keberadaan manusia. Pemancaran gelombang elektromagnetik ini ke segala penjuru yang biasanya dilalui manusia untuk keluar masuk melalui pintu tersebut. Setelah gelombang elektromagnetik ini dipancarkan, gelombang akan dipantulkan kembali ke permukaan dan kembali masuk ke dalam sensor. Sehingga pintu akan membuka secara otomatis jika mendeteksi manusia akan menuju pintu dan menutup kembali jika menjauhi pintu.

## Referensi

- Aljabar. (2008). *Pemuaian*. [Online]. Tersedia: <https://alljabbar.wordpress.com/2008/03/30/pemuaian/> [diakses tanggal 29 November 2019]
- Anonim. (2016). Cara Kerja Pintu Mall Otomatis. [Online]. Tersedia: <http://peristiwamenarikfisika.blogspot.com/2016/12/cara-kerja-pintu-mall-otomatis.html> [diakses tanggal 05 Desember 2019]
- Anonim. (2015). *Soal dan Pembahasan Momen Gaya*. [Online]. Tersedia: <https://www.edutafsi.com/2015/03/soal-dan-pembahasan-momen-gaya-torsi.html> [diakses tanggal 08 Desember 2019]
- Anonim. (2018). *60 Desain Pintu Geser Ruang Sempit*. [Online]. Tersedia: <https://www.rumahkuunik.com/2018/04/desain-pintu-geser.html> [diakses tanggal 29 November 2019]
- Ardela, F. (2018). *Pelajari Perbedaan Orang Sibuk dan Orang Produktif*. [Online]. Tersedia: <https://www.finansialku.com/pelajari-perbedaan-orang-sibuk-dan-orang-produktif/> [diakses tanggal 28 November 2019]
- Company, S. (2015). *Manfaat dan Fungsi Automatic Door*. [Online]. Tersedia: <https://apartemenzamzam.com/manfaat-dan-fungsi-automatic-door/> [diakses tanggal 30 November 2019]
- Dore, Y.V. (2016). *Definisi Momen Gaya (Torsi)*. [Online]. Tersedia: <https://www.ayo-sekolahfisika.com/2016/01/definisi-momen-gaya-torsi.html> [diakses tanggal 03 Desember 2019]
- Evelina, A. [2017]. *Pintu Lipat Besi*. [Online]. Tersedia: <https://www.dis.or.id/jual/pintu-lipat-besi-medan/> [diakses tanggal 03 Desember 2019]
- Halliday, D., Resnick, R., & Jearl, W. (2005). *Fisika Dasar Edisi 7*. Erlangga: Jakarta.
- Hammariah, H. (2019). *Momen Gaya dan Misteri Gagang Pintu*. [Online]. Tersedia: <https://blog.ruangguru.com/fisika-kelas-11-momen-gaya-dan-misteri-gagang-pintu>
- Mardianto. (2015). *Harga Pintu Garasi Wina*. [Online]. Tersedia: <https://www.garasibesiwina.com/harga-pintu-garasi-wina/> [diakses tanggal 5 Desember 2019]
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2009). *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Salemba Teknika.





## 11. ADA “FISIKA” DI SEBUAH KARET

Happy Utami Ambarsih

Terdapat segerombol anak-anak yang sedang bermain lompat tali dengan riang gembira di sebuah lapangan kecil kompleks perumahan. Tali yang mereka gunakan mereka buat sendiri dengan menggunakan karet gelang. Mereka merangkai sedemikian banyak karet gelang hingga menjadi sebuah tali panjang yang bisa mereka gunakan untuk bermain lompat tali. Berikut adalah gambaran tali yang mereka gunakan untuk bermain lompat tali.



Gambar 1. Tali yang terbuat dari karet gelang (Ardiansjah, 2016)

Darimana mereka memperoleh karet gelang sedemikian banyak? Ternyata mereka membelinya di warung sekitar tempat mereka bermain. Mereka membeli satu plastik karet gelang yang berisi kurang lebih 100 buah karet gelang. Dengan menggunakan jari tangan dan kaki, mereka dengan mudah merangkai tali. Jika kita amati, mereka mengulur-ngulur karet tersebut satu persatu sebelum dirangkai seperti gambar berikut.



Gambar 2. Detail rangkaian karet ([Nggonbocah's Blog](#))

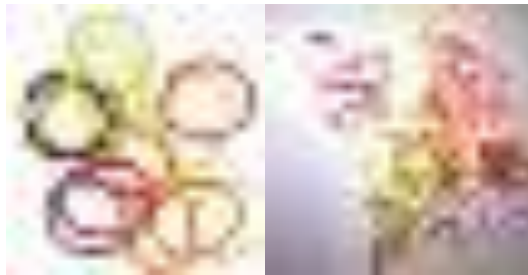
Hal tersebut dilakukan supaya karet yang awalnya sedikit kaku karena disimpan lama di dalam plastik menjadi lentur dan mudah ketika dirangkai.

### **Eksistensi Karet dalam Kehidupan Sehari-hari**

Karet memang bukan barang asing lagi di kehidupan kita. Hampir setiap hari kita dapat menjumpai karet. Mari kita sejenak merenungkan dan mengingat-ingat kembali kapan dan dimana kita dapat menemukan karet.

Peristiwa yang pertama, yaitu sama seperti apa yang kita amati di atas, yaitu tali yang digunakan pada permainan lompat tali. Tali pada permainan lompat tali terdiri dari karet gelang dengan jumlah yang banyak.

Peristiwa kedua, yaitu pada saat kita menguncir rambut atau melihat teman sedang menguncir rambutnya. Apa yang mereka gunakan untuk menguncir rambut? Ya, tentu sebagian dari mereka dan kita menguncir rambut menggunakan ikat rambut yang berbahan dasar karet. Ada beberapa jenis ikat rambut yang berbahan dasar karet, misalnya karet gelang, ikat rambut kecil dari karet, ikat rambut dari kain (tetapi pasti terdapat karet di dalam kain tersebut), dan masih banyak lagi jenis ikat rambut.



Gambar 3. Contoh karet sebagai kuncir rambut (tokopedia.com)

Peristiwa ketiga, saat kita membeli nasi bungkus di warung. Di era modern ini, banyak penjual yang membungkus makanannya menggunakan box styrofoam atau mika plastik. Tapi tak jarang masih kita jumpai penjual yang membungkus makanan kita dengan kertas kemudian diikat dengan karet gelang.

Peristiwa keempat, sama seperti lompat tali, peristiwa keempat ini adalah sebuah permainan yaitu ketapel. Ketapel biasa dimainkan oleh anak-anak. Ketapel

bisa terbuat dari kayu yang dirakit dengan karet pentil atau karet ban tipis. Ketapel yang lebih sederhana dapat dibuat dari karet gelang saja.

Beberapa peristiwa yang telah disebutkan merupakan contoh dari sekian banyak peristiwa yang melibatkan karet atau terbuat dari bahan karet dalam kehidupan sehari-hari. Maka dapat disimpulkan bahwa karet adalah benda yang sangat *familiar* dan mudah ditemui dalam kehidupan kita.

Karet banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari karena sifatnya yang lentur atau elastis. Selain elastis, karet memiliki sifat sebagai berikut.

1. Kedap air,
2. Dapat dibakar atau mudah terbakar,
3. Kedap udara,
4. Tahan terhadap suhu rendah,
5. Elastis atau lentur,
6. Memiliki ketahanan gesek dan robek yang tinggi,
7. Mudah diproses atau diproduksi,
8. Kekerasan dapat diatur dari yang sangat lembut sampai yang sangat keras (ebonit),
9. Penampilan dan warna yang dapat diatur berkisar dari tembus pandang sampai hitam pekat,
10. Kemampuan untuk mengisolasi listrik atau bersifat konduktif, dan
11. Menyerap atau meredam getaran dan suara

Karet yang sering kita temui ada yang termasuk dalam jenis karet alam dan karet sintetis. Karet alam berasal dari getah pohon karet atau yang biasa kita jumpai yaitu pohon Para (*hevea brasiliensis*). Karet alam mempunyai sifat daya elastisitas dan daya lentur yang baik, plastis, dan tidak mudah retak. Beberapa jenis karet alam yaitu bahan olahan karet (bahan mentah langsung dari getah karet), karet alam konvensional (lateks alami), lateks pekat, karet bongkah, karet spesifikasi teknis (*crumb rubber*), karet ban (*tyre rubber*), dan karet reklamasi (*reclaimed rubber*). Sedangkan karet sintetis dibagi lagi menjadi dua yaitu karet sintetis untuk kegunaan umum dan untuk kegunaan khusus. Contoh dari karet sintetis untuk kegunaan

umum yaitu *Styrene Butadiene Rubber* (SBR), *Butadiene Rubber* (BR) atau *Polybutadiene Rubber* (PR), dan *Isoprene Rubber* (IR). Karet sintesis untuk kegunaan khusus memiliki ketahanan terhadap minyak, oksidasi, panas, atau suhu tinggi, dan kedap gas. Diantaranya *Isobutene Isoprene Rubber* (IIR), *Nytrite Butadine Rubber* (NBR), *Chloroprene Rubber* (CR), dan *Etylene Propylene Rubber* (EPR).

### **Pembelajaran Fisika Berbantu Karet**

Proses pembelajaran yang baik dan efektif khususnya pada mata pelajaran Fisika adalah pembelajaran yang bermakna dan menyenangkan. Agar proses pembelajaran lebih bermakna, maka salah satu upayanya yaitu dengan mengkaitkan konsep atau setiap materi dengan fenomena-fenomena dalam kehidupan sehari-hari. Mengapa demikian? Karena fisika erat kaitannya dengan fenomena pada kehidupan manusia sehari-hari. Sehingga ketika mengajar Fisika, guru sebaiknya mengawali pembelajaran dengan fenomena-fenomena. Di dalam fenomena tentu terdapat alat atau benda-benda yang dilibatkan dan dapat digunakan untuk mengajarkan suatu konsep Fisika.

Demi terwujudnya pembelajaran yang baik dan efektif guru harus kreatif. Kreatif disini maksudnya kemampuan guru untuk memilih model pembelajaran, metode pembelajaran, bahan ajar, termasuk memikirkan fenomena-fenomena atau alat-alat yang dapat digunakan untuk membelajarkan konsep Fisika. Dengan menggunakan atau memanfaatkan benda-benda yang berada di sekitar kita, siswa akan merasa terbantu untuk membayangkan konsep fisika. Maka konsep fisika yang kebanyakan dianggap sulit untuk dibayangkan, akan menjadi lebih mudah dibayangkan dan dimengerti. Selain itu siswa juga lebih dapat memaknai setiap konsep yang diajarkan guru.

Karet adalah salah satu alat atau barang yang mudah ditemui dan dapat digunakan untuk membelajarkan konsep Fisika. Ada beberapa materi Fisika yang dapat dijelaskan melalui karet, sebagai berikut.

## 1. Elastisitas

Karet dapat digunakan untuk alat bantu dalam menjelaskan materi elastisitas, khususnya elastisitas zat padat. Mengapa demikian? Karena salah satu sifat karet adalah elastis atau lentur.

Elastisitas seperti yang kita tau yaitu sifat yang dimiliki suatu benda dimana benda akan kembali ke bentuk awal segera setelah terdapat gaya yang mengenai benda tersebut dihilangkan. Benda yang memenuhi ciri-ciri tersebut disebut benda yang elastis. Contoh benda elastis antara lain karet dan pegas. Sebaliknya, benda yang tidak dapat kembali ke bentuk awal atau bentuk semula segera setelah terdapat gaya yang mengenai benda tersebut dihilangkan disebut benda plastis. Contoh benda plastis antara lain tanah liat, plastisin, dan lumpur.

Disini kita akan membahas proses pembelajaran Fisika dengan memanfaatkan karet sebagai barang untuk membelajarkan materi Elastisitas. Hal pertama yang harus dipersiapkan tentu saja karet. Guru harus membawa karet pada saat proses pembelajaran berlangsung, disini kita khususkan jenis karet yang dipakai yaitu karet gelang. Jika diperlukan, siswa juga bisa membawa karet gelang masing-masing 1 atau 2 karet.

Setelah itu, siswa diminta untuk mengulur-ulur karet gelang yang telah mereka bawa. Pada kegiatan ini siswa dapat mengidentifikasi karakteristik atau sifat karet.

Sifat elastisitas benda memiliki batasnya yang kemudian disebut batas elastisitas. Batas elastisitas benda sampai pada suatu besar gaya tertentu yang dikenakan benda. Apabila gaya yang dikenakan pada benda lebih kecil daripada batas elastisitas, maka benda akan kembali ke bentuk awal atau bentuk semula segera ketika gaya tersebut dihilangkan. Akan tetapi, apabila gaya yang dikenakan pada benda lebih besar daripada batas elastisitas benda, maka benda tidak dapat kembali ke bentuk semula. Benda tersebut akan secara permanen berubah bentuk.

Secara sederhana, siswa bisa diminta untuk merenggangkan karet secara maksimal. Pasti karet lama-kelamaan akan putus. Nah, putusnya karet tersebut karena gaya yang diberikan siswa pada saat meregangkan karet sangat

besar sehingga karet melampaui batas elastisitas sehingga putus. Dengan ini kita dapat menjelaskan tentang batas elastisitas.

Pembelajaran pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) atau Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) juga dapat melibatkan benda karet, kita mengajak siswa untuk melakukan praktikum tentang elastisitas dengan menggunakan karet sebagai salah satu bahan praktikum, dengan tujuan praktikum untuk membandingkan tetapan elastisitas ( $k$ ) karet dengan bahan yang lain. Berikut contoh Lembar Kerja Siswa untuk praktikum pada materi elastisitas.

## **LEMBAR KERJA SISWA ELASTISITAS**

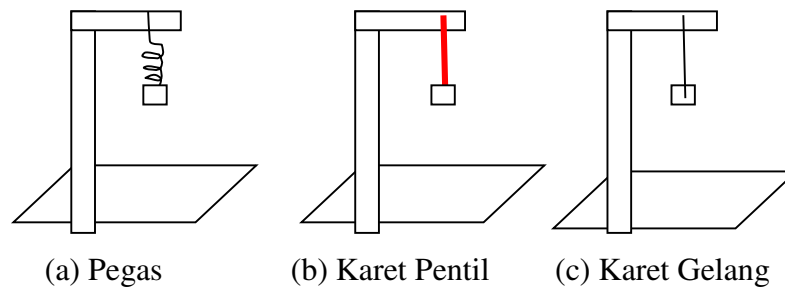
Materi Percobaan : Elastisitas  
Tujuan Percobaan : Membandingkan nilai tetapan elastisitas ( $K$ ) tiga bahan elastis yang berbeda  
Waktu Percobaan :  
Praktikan : Kelompok ...  
Anggota kelompok :

### Alat dan bahan

1. Statif
2. Penjepit
3. Pegas
4. Karet pentil
5. Karet gelang
6. Penggaris
7. Beban 70 gr, 90 gr, 100 gr, 120 gr, dan 150 gr

### Langkah kerja

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Menyusun alat sesuai skema alat berikut.



Gambar 4. Skema alat percobaan

3. Meletakkan statif di atas meja praktikum.
4. Merangkai pegas pada statif.
5. Mengaitkan beban sebesar 50 gr pada pegas yang dijadikan sebagai  $W_0$ .
6. Mengukur panjang pegas awal ( $X_0$ ) ketika dikaitkan dengan beban sebesar 50 gr menggunakan penggaris. Lalu mencatat hasil pengukuran tersebut pada tabel yang sudah tersedia.
7. Mengulangi langkah 5 dan 6 dengan mengganti beban menjadi 70 gr, 90 gr, 100 gr, 120 gr, 150 gr sebagai  $W$ .
8. Mengukur panjang pegas ( $X$ ) ketika dikaitkan dengan beban sebesar 70 gr, 90 gr, 100 gr, 120 gr, 150 gr menggunakan penggaris. Lalu mencatat hasil pengukuran tersebut pada tabel.
9. Mengganti pegas pada statif dengan karet pentil.
10. Mengaitkan beban pada karet pentil sebesar 50 gr yang dijadikan sebagai  $W_0$ .
11. Mengukur panjang karet pentil awal ( $X_0$ ) ketika dikaitkan dengan beban sebesar 50 gr menggunakan penggaris. Lalu mencatat hasil pengukuran tersebut pada tabel yang sudah tersedia.
12. Mengulangi langkah 10 dan 11 dengan mengganti beban menjadi 70 gr, 90 gr, 100 gr, 120 gr, 150 gr sebagai  $W$ .

13. Mengukur panjang karet pentil ( $X$ ) ketika dikaitkan dengan beban sebesar 70 gr, 90 gr, 100 gr, 120 gr, 150 gr menggunakan penggaris. Lalu mencatat hasil pengukuran tersebut pada tabel.
14. Mengganti pegas pada statif dengan karet gelang.
15. Mengaitkan beban pada karet gelang sebesar 50 gr yang dijadikan sebagai  $W_0$ .
16. Mengukur panjang karet gelang awal ( $X_0$ ) ketika dikaitkan dengan beban sebesar 50 gr menggunakan penggaris. Lalu mencatat hasil pengukuran tersebut pada tabel yang sudah tersedia.
17. Mengulangi langkah 10 dan 11 dengan mengganti beban menjadi 70 gr, 90 gr, 100 gr, 120 gr, 150 gr sebagai  $W$ .
18. Mengukur panjang karet gelang ( $X$ ) ketika dikaitkan dengan beban sebesar 70 gr, 90 gr, 100 gr, 120 gr, 150 gr menggunakan penggaris. Lalu mencatat hasil pengukuran tersebut pada tabel.

#### Data Pengamatan

Membuat tabel data hasil pengamatan hubungan perubahan panjang ( $\Delta x$ ) dengan besar gaya yang bekerja ( $F$ ) dari masing-masing bahan.

#### Tabel Data Pengamatan

Bahan: Pegas

$$W_0 = m \cdot g = \dots \text{ N}$$

$$X_0 = \dots \text{ cm} = \dots \text{ m}$$

NO	Berat ( $W$ ) (N)	$F = W - W_0$ (N)	$X$ (m)	$\Delta X = X - X_0$ (m)
1.				
...				
5.				

Note: Setiap bahan dilakukan percobaan minimal sebanyak 5 kali percobaan atau pengulangan.



### Grafik Elastisitas

Siswa diminta membuat grafik gaya ( $F$ ) terhadap pertambahan panjang ( $\Delta x$ ). Kemudian siswa diminta untuk menghitung konstanta elastisitas bahan ( $K$ ) dari persamaan  $\text{tg } \alpha$

$$\text{tg } \alpha = K = \frac{F}{\Delta x}$$

### Kesimpulan

1. Tuliskan perbandingan berat benda dengan pertambahan panjang masing-masing benda!  
.....
2. Tuliskan perbandingan berat benda dengan pertambahan panjang secara matematis!  
.....
3. Tuliskan besar konstanta elastisitas bahan ( $K$ ) masing-masing benda dari yang terkecil sampai yang terbesar!  
.....

## **2. Isolator Listrik**

Kita banyak menggunakan alat-alat listrik di kehidupan sehari-hari. Jika kita perhatikan, setiap alat listrik dilindungi oleh bahan yang dapat menahan listrik sehingga kita tidak tersetrum. Bahan-bahan ini antara lain berbahan karet dan plastik. Sehingga dapat dikatakan, karet merupakan isolator listrik.

Contoh mudah yang dapat kita amati yaitu pada kabel. Kabel berisi kawat penghantar yang terbuat dari bahan yang dapat menghantarkan listrik. Agar pada saat kita memegang kabel tidak tersetrum, maka kabel dilapisi oleh karet. Karet bersifat sebagai isolator atau bahan penghambat listrik. Pada saat menjelaskan tentang isolator listrik, guru dapat membawa beberapa contoh kabel ke dalam kelas.

Karet merupakan bahan penting untuk isolator listrik, karet untuk isolator ini terbuat dari getah bermacam-macam pohon karet, salah satu diantaranya yaitu jenis *Hevea Braziliensis* yang menghasilkan karet terbanyak dengan kualitas yang baik. Proses penyampuran karet kasar dengan belerang dan bahan tambahan lainnya disebut vulkanisasi. Vulkanisasi yang baik yaitu dengan cara pemanasan uap, karena tekanan uap dapat mencegah terjadinya pori dalam masa yang divulkanisir, sedangkan pemanasannya dapat berjalan teratur. Bahan perekat untuk kulit, karet dan sebagainya dapat dibuat dari karet kasar dicampur dengan bensin atau bensol. Karet kasar juga merupakan bahan untuk pembuatan pita isolator (dibuat dari bahan katun) dicelupkan dalam larutan karet kasar untuk memberi gaya perekat pada pita tersebut. Pita isolator banyak gunanya, antara lain untuk menyekat tempat sambungan kawat, ujung kabel nadi dan batu mahkota, serta dalam industri mobil. Dalam teknik listrik, karet dapat dijadikan sebagai isolator hantaran listrik, sepatu kabel, perkakas pemasangan instalasi listrik, dll.

Itulah beberapa rekomendasi materi Fisika yang dapat dijelaskan atau terdapat pada karet, khususnya karet gelang. Tunggu apa lagi? Belajar Fisika tidak harus tunggu punya buku atau peralatan praktikum yang lengkap. Kita bisa belajar dan membelajarkan Fisika melalui benda-benda yang bisa kita temui dalam kehidupan sehari-hari. Jangan pusingkan peserta didik dengan contoh yang sulit untuk dibayangkan. Ambil contoh melalui benda di sekitar kita.

## Referensi

- Ardiansjah, N. (2016). *Buat Lagi Yuk, Tali Panjang dari Gelang Karet*. MerahPutih Budaya. [online]. Tersedia: <https://merahputih.com/post/read/buat-lagi-yuk-tali-panjang-dari-gelang-karet> [Diakses 20 November 2019].
- Ngonbocah's Blog. *Lompat Karet*. [online]. Tersedia: <https://nggonbocah.wordpress.com/29/> [Diakses 20 November 2019].
- Kuncir Rambut. [online]. Tersedia: <https://tokopedia.com> [Diakses 20 November 2019].

## 12. SEPATUKU BERILMU FISIKA

Hazrina Nur Hanifati

Pintar dalam mata pelajaran Fisika bukanlah sebuah mimpi yang tidak bisa diwujudkan bagi peserta didik yang merasa kesulitan. Sulit dalam belajar Fisika pasti ada penyebabnya. Kebanyakan penyebabnya karena pembelajaran yang monoton, identik dengan kumpulan rumus, serta kurang menyadari bahwa Fisika begitu dekat dengan kehidupan kita. Fisika merupakan salah satu materi pelajaran yang sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari. Nah sekarang, jika Anda seorang pendidik, pernahkah Anda membawa Fisika dekat dengan kehidupan sehari-hari? Jika belum, marilah mulai belajar mendekatkan Fisika dengan kehidupan para siswa. Tidak perlu memikirkan cara yang sulit terlebih dahulu, mulailah dari hal yang sederhana yaitu dengan mengajarkan Fisika melalui benda-benda yang dekat dengan kehidupan mereka. Salah satu benda yang dapat digunakan yaitu sepatu. Dengan menggunakan sepatu, kita dapat membuat belajar Fisika semakin menyenangkan.

“Pasangan terbaik bagaikan sepatu. Bentuknya tak persis sama namun serasi. Saat berjalan terlihat tak kompak tapi tujuannya sama. Tak pernah ganti posisi, namun saling melengkapi. Selalu sederajat tak ada yang lebih rendah atau tinggi. Bila yang satu hilang yang lain tak memiliki arti. SEPATU: SEjalan samPAi Tua, hingga maut memisahkan.” (Iphinchow, 2019)

### **Pengertian Sepatu**

Sepatu menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) merupakan suatu jenis pembungkus kaki yang biasanya dibuat dari kulit atau karet dan sebagainya. Sepatu terdiri dari bagian hak, kap, sol, tali, dan lidah. Sepatu berfungsi untuk melindungi kaki mulai tumit hingga punggung kaki dari kotoran dan benda luar yang membahayakan serta melindungi dari panas atau dinginnya suhu.

## Asal Mula Sepatu

Mengutip *National Geographic*, fosil manusia yang berumur 40.000 tahun lalu memiliki tulang jari kaki yang lemah, hal ini dianggap sebagai pertanda munculnya kebiasaan menggunakan sepatu. Para arkeolog berhipotesis bahwa sepatu ditemukan sekitar periode Paleolitik Tengah. Jejak kaki sepatu dalam jumlah besar ditemukan di daerah Missouri, Amerika Serikat yang diperkirakan berasal dari 8000 Sebelum Masehi (SM).



Gambar 1. Sepatu tertua (Ravilious, 2010)

Sepatu tertua ditemukan saat penggalian oleh arkeolog di Gua Armenia pada tahun 3500 SM. Saat ditemukan sepatu tersebut dalam kondisi yang masih baik dengan terdapat rerumputan didalamnya. Bahan sepatu tersebut dari kulit sapi yang diikat dari ujung depan sampai belakang menggunakan tali kulit sehingga saat dipakai dapat menutupi area tumit dan kaki. Fungsi sepatu saat itu hanya sebagai pelindung kaki saat melintasi salju dari dinginnya es dan bebatuan, maka sepatu sering ditemukan di daerah yang beriklim dingin. Penemuan sepatu juga berhasil ditemukan dari peradaban Mesir Kuno, Viking, dan China Kuno. Sepatu saat itu sudah terdapat gambar dan hiasan dan hanya dipakai oleh kaum kelas atas untuk menunjukkan status sosial.

## Jenis sepatu

Seiring berkembangnya zaman, fungsi sepatu tidak hanya sebagai pelindung kaki, kini sepatu menjadi salah satu bagian dari penunjang penampilan sehingga banyak sekali jenis dan tipe sepatu. Tidak heran, jika seseorang memiliki beberapa pasang sepatu. Setiap jenis sepatu mempunyai fungsinya yang berbeda-beda. Oleh karena itu pengelompokan sepatu didasarkan atas fungsi atau tipe. Berikut ini beberapa jenis sepatu dan fungsinya:

## 1. Sepatu *Sneakers*

*Sneakers* berasal dari bahasa Inggris “*Sneak*” yang berarti mengendap. Mengendap dimaksudkan apabila sepatu ini dipakai maka tidak akan memberikan efek suara atau mengedap suara. Bahan dari sepatu ini adalah sol fleksibel yang terbuat dari karet atau bahan sintetis sedangkan pada bagian atasnya terbuat dari bahan kulit atau kanvas.

Sepatu ini hadir dalam berbagai macam warna sehingga cocok dipakai kaum milenial baik cowok maupun cewek. Sepatu jenis ini sering digunakan untuk acara santai atau kasual karena kenyamanan dan modelnya yang sederhana yang menjadi alasannya.

## 2. Sepatu *High heels*

Sepatu favorit bagi kaum wanita salah satunya yaitu sepatu berhak tinggi atau sering disebut *high heels*. Ciri khas dari sepatu jenis ini memiliki sebuah tonjolan dibagian alas belakangnya atau yang disebut sebagai hak. Desain seperti ini dibuat dengan tujuan untuk memberikan efek kaki terlihat jenjang sehingga akan menambah tinggi pemakainya serta memberikan efek terlihat ramping. Semakin tinggi hak atau *high heels*nya maka akan membuat tampilan semakin elegan bagi pemakainya. Sehingga bagi kaum wanita, sepatu jenis ini merupakan simbol keanggunan. Tapi ternyata pada zaman dahulu, sepatu *high heels* digunakan kaum pria untuk menunggang kuda. Seiring perkembangan zaman, sepatu ini lebih banyak dipakai oleh wanita untuk kegiatan pesta maupun kerja dengan terdapat berbagai jenis, antara lain *wedges*, *stiletto*, *pump shoes*, dan masih banyak lainnya.

## 3. Sepatu *Flat Shoes*

Sepatu jenis ini memiliki desain yang tidak memiliki hak atau solnya yang datar sehingga nyaman saat dipakai. Sepatu ini bisa dipakai baik acara santai maupun acara formal khususnya bagi yang tidak terbiasa memakai sepatu berhak atau *high heels*.

## 4. Sepatu *Boots*

Pada zaman dahulu, sepatu jenis ini digunakan untuk peperangan, kini sepatu *boots* menjadi sepatu mode baik kaum wanita dan pria. Desain dari jenis

sepatu ini biasanya memiliki leher yang panjang yaitu ukuran tempat kakinya yang sangat tinggi di atas mata kaki. Orang-orang yang tinggal di daerah beriklim dingin memakai sepatu ini untuk menghangatkan kaki, sebab kaki tertutup oleh jenis sepatu ini. Bahan dari sepatu ini ada yang dari kulit, ada yang dari plastik, untuk sepatu berbahan kulit biasanya untuk mode, sedangkan berbahan plastik untuk para pekerja di area berlumpur dan berair.

### **5. Sepatu Pantofel**

Istilah sepatu pantofel biasa disematkan pada sepatu yang mempunyai model bersifat formal. Artinya sepatu ini biasa digunakan saat acara formal seperti bekerja di kantor baik pria maupun wanita. Sepatu dengan desain bagian atasnya tertutup ini memudahkan pemakainya saat dilepas maupun dipakai dan pada bagian alas belakang terdapat hak namun tidak terlalu tinggi. Beberapa model sepatu yang termasuk dalam kategori pantofel yaitu sepatu *loafers*, sepatu *oxford*, dan *dress shoes*.

### **6. Sepatu Olahraga**

Sepatu olahraga berbagai macam, mulai dari sepatu lari sampai sepatu tenis mempunyai desain masing-masing. Meskipun terlihat hampir sama, ternyata sepatu jenis ini telah dibuat sesuai dengan jenis olahraganya karena kebutuhan dan ketentuan untuk setiap olahraga berbeda. Pemakai sepatu olahraga disarankan untuk tidak menggunakan sepatu seperti sepatu sepakbola yang telah didesain secara khusus, untuk dipakai saat olahraga lain seperti berperahu atau *skateboard*. Olahraga menggunakan perahu memerlukan sepatu yang tahan air, sementara *skateboard* dapat bertahan di lantai yang licin. Sedangkan olahraga tenis memerlukan sepatu yang mendukung pergelangan kaki dan memiliki bantalan yang berbeda dengan kebutuhan sepatu sepakbola. Sehingga setiap jenis sepatu memiliki desain yang berbeda disesuaikan medan yang akan dilintasi olahraga tersebut.

### **7. Sepatu Keselamatan Kerja (*Safety Shoes*)**

Sepatu ini merupakan salah satu bagian dari Alat Pelindung Diri (APD) yang harus digunakan oleh seseorang ketika bekerja supaya menghindari resiko terjadinya kecelakaan. Bukan hanya sekedar membuat perlindungan bagian

tubuh pekerja karena adanya resiko kecelakaan saja, namun dengan menggunakan sepatu *Safety Shoes* ini membuat pekerja lebih leluasa untuk bergerak bahkan dapat meningkatkan efektivitas dan hasil produksi yang diinginkan. Bahan dari sepatu ini yaitu kulit yang dipadukan dengan metal, dan pada bagian bawahnya terdapat karet yang tebal. Dengan bahan tersebut membuat pekerja akan aman dari adanya kecelakaan pada kakinya.



Gambar 2. *Safety shoes* (Jen, 2014)

### **Sepatu sebagai Media Pembelajaran**

Dalam buku ini akan mengungkapkan fungsi sepatu yang tidak hanya sebagai alas kaki serta penunjang penampilan saja, namun juga bisa digunakan sebagai media pembelajaran. Media pembelajaran merupakan alat bantu untuk menyalurkan informasi berupa pengetahuan dari guru ke siswa. Dengan adanya media pembelajaran akan memberikan motivasi belajar yang tinggi kepada para siswa. Sepatu dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran karena dapat menjelaskan beberapa konsep dalam ilmu Fisika. Berikut ini konsep Fisika yang dapat dijelaskan melalui sepatu

### **Konsep Fisika yang dapat dijelaskan dengan sepatu.**

#### **1. Tekanan**

Bagaimana rasanya ketika Anda berdiri dengan menggunakan sepatu hak tinggi seperti *high heels*? Apakah semakin lama kaki Anda semakin pegal? Lalu bagaimana rasanya ketika Anda berdiri dengan menggunakan sepatu tanpa hak atau alas rata seperti *flatshoes*? Apakah lebih terasa nyaman jika dibandingkan dengan *high heels*? Mengapa? Jawabannya adalah karena pengaruh tekanan.

Tekanan ialah besarnya gaya yang bekerja pada suatu benda tiap satuan luas permukaan benda. Tekanan disimbolkan dengan  $p$  (*pressure*) dengan satuan Newton/m<sup>2</sup> atau Pa, gaya yang bekerja disimbolkan  $F$  (*Force*) dengan satuan Newton, dan luas permukaan benda disimbolkan  $A$  (*Area*) dengan satuan m<sup>2</sup>, maka persamaan tekanan sebagai berikut:

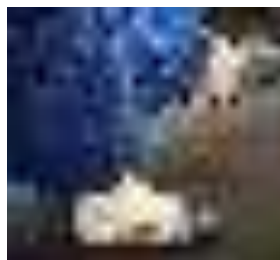
$$p = \frac{F}{A}$$

Berdasarkan persamaan diatas, tekanan berbanding lurus dengan besarnya gaya yang bekerja terhadap suatu benda yang ditekan dan berbanding terbalik dengan luas permukaan bidang tekan. Artinya jika gaya yang diberikan besar maka tekanan juga semakin besar, pun sebaliknya. Sedangkan jika luas permukaan bidang tekan kecil maka tekanan menjadi semakin besar, pun sebaliknya.



Gambar 3. Sepatu *high heels* (Destriyana, 2015)

Nah sekarang kita bisa menyimpulkan mengapa berdiri menggunakan sepatu *high heels* akan terasa lebih pegal dibanding dengan menggunakan sepatu *flatshoes*. Pada permukaan bidang tekan sepatu *high heels* lebih kecil dibanding dengan flatshoes, sehingga tekanan yang dihasilkan pada *high heels* justru semakin besar daripada tekanan yang dihasilkan pada sepatu *flatshoes*. Tekanan yang besar itulah yang menyebabkan kaki akan terasa lebih pegal.



Gambar 4. *Flat shoes* (Abdoel, 2017)



Sekarang perhatikan lagi, ketika orang dewasa dan anak kecil yang sama-sama menggunakan sepatu *flatshoes* berjalan diatas tanah yang becek, maka jejak kaki pada kedua orang tersebut akan berbeda. Mengapa demikian? Hal ini dikarenakan oleh gaya yang diberikan berbeda. Orang dewasa memberikan gaya yang lebih besar dibandingkan anak kecil, sehingga tekanan yang dihasilkan pada orang dewasa juga semakin besar dibanding anak kecil. Akibatnya jejak kaki pada orang dewasa akan lebih dalam dibanding jejak kaki anak kecil.

Contoh pemanfaatan penerapan prinsip tekanan yaitu pada sepatu salju dan sepatu pemain bola. Sepatu salju digunakan untuk membantu orang berjalan di daerah yang bersalju.



Gambar 5. Sepatu salju (Porter, 2019)

Pada kondisi ini, orang akan sulit berjalan karena kakinya akan menekan masuk ke dalam salju. Sepatu salju dirancang dengan permukaan yang lebar, maka tekanan yang disebabkan oleh berat orang akan berkurang, sehingga kaki orang tidak akan mudah masuk ke dalam salju dan lebih mudah berjalan di atas salju. Selain pada sepatu salju, pemanfaatan lainnya di bidang olahraga, yaitu sepatu sepak bola.



Gambar 6. Sepatu sepak bola (Magista, 2014)

Alas pada sepatu sepak bola dirancang khusus dengan terdapat tonjolan. Tonjolan pada alas sepatu ini dibuat dengan tujuan untuk memperbesar tekanan yang diberikan terhadap tanah. Pada prinsip tekanan, semakin kecil luas permukaannya, maka akan memperbesar tekanan yang diberikan. Dalam hal ini semakin besar tekanan yang kita berikan kepada tanah maka membuat para pemain sepak bola menjadi kokoh berdiri dan dapat berlari dengan cepat.

## 2. Keseimbangan Benda Tegar dan Dinamika Rotasi

Sebelumnya telah dibahas mengenai *high heels* yang berkaitan dengan tekanan. Berdasarkan penjelasan sebelumnya dapat ditarik kesimpulan bahwa kita tidak boleh memakai sepatu *high heels* terlalu lama dan sering. Efek dari tekanan pada tubuh kita akan dampak buruk dalam jangka waktu yang lama. Dampak buruk yang ditimbulkan selain keseleo juga memicu terjadinya metatarsalgia yaitu suatu kondisi kram yang parah di bagian tulang telapak kaki, pengecilan otot tubuh, memicu tubuh yang melengkung, tumor jinak dan bahkan mengganggu kesehatan ibu hamil.

Bagaimana bisa pemakaian *high heels* bisa membahayakan? Fisika mencoba menjelaskannya dengan konsep keseimbangan benda tegar dan dinamika rotasi. Data yang digunakan hanyalah perkiraan berdasarkan pengamatan sejumlah kaki yang menggunakan *high heels*. Jadi, kesalahan dalam perhitungan bisa terjadi, namun kesimpulan akhirnya tidaklah berbeda jauh.



Gambar 7. Kaki Memakai *flatshoes* (Stone, 2014)



Gambar 8. Kaki Memakai *high heels* (Stone, 2014)

Gambar 9.7. merupakan gambar hasil sinar X kaki yang memakai sepatu alas datar/ *flat shoes* dan 9.8. merupakan gambar hasil sinar-X kaki yang memakai sepatu *high heels*. Berdasarkan kedua gambar di atas, dibuat skema gaya-gaya yang bekerja yang angkanya bisa sedikit meleset. Bahas dari gambar 9.7. Karena telapak kaki agak melengkung maka kita asumsikan bahwa yang menapak lantai hanya tumit dan bagian depan bawah kaki. Asumsikan jarak kedua tempat tersebut yaitu 12 cm. Jarak tersebut bisa bervariasi untuk orang yang berbeda. Orang yang tubuhnya tinggi umumnya memiliki jarak yang lebih panjang.

Gaya-gaya yang bekerja pada kaki adalah setengah dari berat tubuh  $\frac{W}{2}$ , gaya normal pada tumit ( $N_2$ ) dan gaya normal pada bagian depan bawah kaki ( $N_1$ ). Berdasarkan konsep kesetimbangan benda tegar maka diperoleh

$$\frac{W}{2} = N_1 + N_2 \quad (*)$$

Sekarang kita ambil sebagai sumbu rotasi dan kita hitung momen yang bekerja pada kaki relatif terhadap tumit. Gaya  $N_2$  tidak menghasilkan momen gaya karena melalui sumbu. Gaya  $N_1$  menghasilkan momen gaya sebesar  $0,12 \cdot N_1$  dalam arah berlawanan putaran jarum jam dan gaya  $\frac{W}{2}$  menghasilkan momen gaya  $0,025 \cdot (\frac{W}{2})$  dalam arah searah putaran jarum jam. Karena tidak terjadi rotasi maka dua momen gaya tersebut sama besar sehingga kita peroleh

$$0,12 \times N_1 = 0,025 \times \frac{W}{2}$$

$$N_1 = \left( \frac{0,025}{2} \times 0,12 \right) W \quad (**)$$

$$N_1 = 0,104W$$

Substitusi (\*\*) ke dalam persamaan (\*) kita dapatkan

$$N_2 = \left( \frac{W}{2} \right) - N_1$$

$$N_2 = \frac{1}{2}W - 0,104W = 0,396W$$

Pada gambar bagian kiri, gaya  $F$  adalah gaya yang dialami oleh persambungan tulang kaki. Gaya tersebut besarnya kira-kira:

$$F = N_1 \cos 60^\circ$$

$$F = 0,104W \times 0,5 = 0,052W$$

Artinya, gaya pada sambungan tulang kaki hanya 0,052 kali berat tubuh. Sekarang kita analisis gambar bagian kanan yang merupakan kondisi kaki saat menggunakan *high heels*. Keseimbangan gaya arah vertikal menghasilkan:

$$N_1 + N_2 \cos 60^\circ = \frac{1}{2}W \quad (***)$$

Sekarang kita ambil sebagai sumbu rotasi adalah bagian depan bawah kaki, yaitu tempat gaya normal  $N_1$  bekerja. Kesetimbangan rotasi menghasilkan persamaan berikut ini

$$0,02 \times \frac{1}{2} W \gg 0,13' N_2 \cos 60^\circ \quad (****)$$

$$N_2 \gg \left( \frac{0,02}{2} \right) \times 0,13' W \gg 0,0077W$$

Substitusi persamaan (\*\*\*\*) ke dalam persamaan (\*\*\*) diperoleh

$$N_1 = \frac{1}{2} W - N_2 \cos 60^\circ$$

$$N_1 = 0,5W - (0,0077W \times 0,5) = 0,462W$$

Karena saat mengenakan *high heels* hampir tegak, khususnya *high heels* yang sangat tinggi, maka gaya yang dialami ruas kaki hanya sedikit lebih kecil daripada gaya  $N_1$ . Kalau kita aprokasimakan sama, maka gaya yang dirasakan ruas tulang kaki kira-kira (Anonim, 2016).

$$F \gg 0,462 W$$

Jika dibandingkan dengan kondisi saat mengenakan sepatu alas datar, maka ketika menggunakan *high heels* ruas tulang kaki menahan gaya kira-kira  $0,462/0,052 = 8,88$ . Oleh karena itu, gaya yang ditahan tulang ruas kaki saat mengenakan *high heels* sekitar 9 kali lebih besar dibandingkan saat mengenakan sepatu alas datar.

### 3. Hukum Newton

Hukum Newton dikemukakan oleh seorang ahli matematika dan Fisika yang bernama Sir Isaac Newton. Hukum ini memberikan gambaran bagaimana hubungan antara gaya pada benda dengan gerak yang disebabkan. Hukum ini terdapat 3 jenis, yaitu Hukum I Newton, Hukum II Newton, dan Hukum III Newton.

Hukum I Newton menjelaskan mengenai kelembaman atau inersia, yaitu sifat benda untuk mempertahankan keadaannya. Artinya jika suatu benda dalam keadaan diam maka akan tetap diam sedangkan suatu benda yang bergerak akan tetap bergerak dengan kecepatan yang konstan. Sehingga resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol.

$$\Sigma F = 0$$

Fenomena Hukum I Newton dapat kita lihat saat seorang pemain *ice skating* meluncur di atas lapangan es dengan kecepatan konstan. Hal ini dapat dibuat dengan cara mendesain khusus sepatu pemain *ice skating*.

Jika diperhatikan, alas pada sepatu pemain *ice skating* memiliki desain khusus yang berfungsi untuk memperkecil gaya gesek antara sepatu dengan lapangan es. Gaya gesek yang kecil itulah membuat lapangan es menjadi sangat licin sehingga pemain dapat bergerak meluncur dengan kecepatan konstan.

Hukum II Newton memberikan penjelasan mengenai hubungan antara gaya dan massa benda terhadap percepatan yang timbul pada benda tersebut. Sebuah benda dengan massa  $M$  bekerja suatu gaya sebesar  $F$  akan timbul percepatan yang arahnya searah dengan gaya tersebut. Besarnya percepatan dari benda berbanding lurus dengan resultan gaya yang bekerja dan berbanding terbalik dengan massa benda.

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

Fenomena Hukum II Newton dapat kita lihat pada seseorang yang sedang bermain sepatu roda ketika melaju pada jalan yang menurun. Sepatu roda akan mengalami penambahan kecepatan sehingga percepatan juga bertambah.

Pada peristiwa diatas, resultan gaya yang bekerja pada sepatu roda akan menjadi semakin besar jika diberi dorongan gaya yang searah dengan kecepatan benda tersebut. Dorongan gaya yang searah dengan kecepatan berupa seseorang akan membungkuk kearah laju benda. Namun jika diberi dorongan gaya yang arahnya berlawanan, maka akan menghambat atau memperlambat dari kecepatan sepatu roda, hal ini disebabkan karena perubahan kecepatan benda mendapat gaya. Oleh karena itu semakin besar suatu perlambatan atau percepatan yang timbul maka akan semakin mempengaruhi arah gerak benda tersebut.

Hukum III Newton memberikan penjelasan bahwa semua gaya merupakan aksi dan reaksi antara benda-benda yang berbeda. Jika benda pertama mengerjakan gaya pada benda kedua, benda kedua secara bersamaan akan mengerjakan gaya yang besarnya sama pada benda pertama dengan gaya segaris namun arahnya yang berlawanan.

$$\Sigma F_{aksi} = -\Sigma F_{reaksi}$$

Fenomena Hukum III Newton dapat kita lihat pada seseorang yang sedang bermain sepatu roda mendorong tembok, ini sebagai gaya aksinya ( $F_{aksi}$ ) maka tembok juga akan mendotong tangan anak tersebut dengan besar gaya yang sama namun arahnya berlawanan, inilah sebagai gaya reaksinya ( $F_{reaksi}$ ) sehingga anak tersebut terdorong ke belakang.

#### 4. Gaya Gesek

Mengapa sepatu khusus lari (*running shoes*) pada alasnya dibuat beralur atau bergerigi? Ya, supaya para pelari tidak mudah terpeleset. Lalu apakah hubungannya antara desain alas beralur/bergerigi dengan tidak mudah terpeleset? Nah, konsep gaya gesek inilah yang akan menjelaskan.

Gaya gesek merupakan gaya yang bekerja antara dua permukaan benda yang saling bersinggungan atau bersentuhan. Arah gaya gesek selalu berlawanan arah dengan arah kecenderungan gerak benda sehingga gaya gesek bersifat menghambat gerak benda. Pada benda padat, besar kecilnya gaya gesek dipengaruhi oleh tingkat kekasaran suatu permukaan benda yang saling bersentuhan. Semakin kasar permukaan benda maka semakin besar gaya geseknya, begitupun sebaliknya, semakin licin permukaan benda maka akan semakin kecil gaya geseknya. Oleh karena itu, alas pada sepatu lari didesain beralur atau bergerigi dengan tujuan memperbesar gaya gesek antara sepatu dengan permukaan tanah, sehingga para pelari tidak mudah jatuh dan kuat saat berlari.

#### **Fakta Menarik mengenai Sepatu**

##### ***Mengapa Tali Sepatu Bisa Terlepas dengan Sendirinya?***

Ketika Anda berjalan ataupun berlari dengan menggunakan sepatu yang bertali pasti akan terganggu dengan tali sepatu yang sering kendur bahkan lepas. Seorang ahli rekayasa mekanika dari Universitas California yakni Oliver O'Reilly akan menjawab dengan pendekatan Fisika mengapa tali pada sepatu sering kendur bahkan lepas dan mencari tahu bagaimana mengikat tali sepatu yang benar.

Mengutip dari jurnal O'Reilly menjelaskan bahwa terdapat dua faktor yang menyebabkan tali sepatu mudah kendur bahkan lepas. Faktor pertama yaitu

karena hantakan kaki dengan ujung tali yang menjuntai. Hantakan kaki inilah yang menjadi pemicu dan tali yang menjuntai akan semakin mengendor. Lebih dalam, O'Reilly juga memberikan tips supaya tali kuat sehingga tidak mudah kendor dan akhirnya lepas.

Tips tali tetap kuat dengan cara mengikat sedemikian rupa sehingga ujung tali sepatu dan ikatan menjadi tegak lurus terhadap kaki atau dengan arah horizontal. Jika ikatan mengarah vertikal akan membuat tali menjadi lemah dan mudah kendor. Namun jika Anda masih terbiasa dengan arah vertikal, cara mengatasinya dengan menambah ikatan pada ujung tali sehingga mengarah vertikal.

Berdasarkan fenomena di atas, sepatu selain berfungsi sebagai alas yang melindungi kaki dari panas, benda berbahaya dan sebagai penunjang penampilan, kini sepatu juga bisa dijadikan sebagai media pembelajaran untuk menyampaikan suatu informasi. Media mempunyai peranan penting dalam pembelajaran yaitu bertujuan agar proses pembelajaran menjadi lebih aktif, efektif, dan interaktif antara pendidik dengan peserta didik. Namun realitanya media pembelajaran seringkali terabaikan karena dianggap memakan biaya, sulit mencari media yang tepat dengan materi yang diajarkan, serta tidak banyak waktu untuk membuat media. Padahal banyak sekali benda-benda di sekitar kita yang dapat dijadikan sebagai media pembelajaran dan mudah diterapkan, contohnya adalah sepatu. Dengan memanfaatkan benda-benda yang ada tersedia di sekitar kita akan mempermudah pemahaman peserta didik terhadap materi yang diajarkan, sehingga saat pembelajaran Fisika, tidak hanya menghafalkan rumus saja namun juga dapat mengajarkan konsep dasarnya dengan bantuan media. Oleh karena itu, mari mulai sekarang jika kita seorang pendidik buatlah pembelajaran Fisika yang memanfaatkan benda di sekitar namun mengajarkan banyak hal tentang konsep Fisika sekaligus menciptakan situasi yang menyenangkan agar menambah minat peserta didik dalam belajar. Jika Anda seorang siswa, marilah mulai mencintai Fisika, karena Fisika itu asik dan menyenangkan.

## **Referensi**



- Abdoel, E. (2017). *4 Tips Memilih Flat Shoes Agar Kaki Melangkah Agar Kaki Tetap Nyaman untuk Melangkah*. [Online]. Tersedia: <https://etyabdoel.com/4-tips-memilih-flat-shoes/> . [Diakses 7 November 2019].
- Anonim. (2016). *Fisika dan High Heels*. [Online]. Tersedia: <http://www.guruamir.com/2016/11/fisika-dan-high-heels.html>. [Diakses 6 November 2019].
- Destriyana. (2015). *5 Bahaya Terlalu Lama Memakai High Heels*. [Online]. Tersedia: <https://www.merdeka.com/sehat/5-bahaya-terlalu-lama-memakai-high-heels.html>. [Diakses 4 November 2019].
- Iphinchow. (2019). *Pasangan Terbaik itu Seperti Sepatu*. [Online]. Tersedia: <https://iphinchow.com/tag/sepatu/>. [Diakses 5 November 2019].
- Jen. (2014). *Safety Shoes – 8 Ways They Protect You*. [Online]. Tersedia: <https://www.realsafety.org/2014/10/safety-shoes-8-ways-they-protect-you/>. [Diakses 5 November 2019].
- Magista, N. (2014). *Nike Magista, Sepatu Pemain Sepak Bola Kreatif*. [Online]. Tersedia: <https://hai.grid.id/read/07353514/nike-magista-sepatu-pemain-sepaktbola-kreatif>. [Diakses 5 November 2019].
- Porter, J. (2019). *How to Choose Snowshoes For Trails and Deep Snow*. [Online]. Tersedia: <https://www.outdoorgearlab.com/topics/snow-sports/best-snowshoes/buying-advice>. [Diakses 5 November 2019].
- Ravilious, K. (2010). *World's Oldest Leather Shoe Found – Stunningly Preserved*. [Online]. Tersedia: <https://www.nationalgeographic.com/news/2010/6/100609-worlds-oldest-leather-shoe-armenia-science/>. [Diakses 4 November 2019].
- Stone, S. (2014). *X-ray of A Woman's foot in 4 Different Shoes (from Left to Right) Trainers, High Heel, Running and Ballet*. [Online]. Tersedia: <https://www.alamy.com/x-ray-of-a-womans-foot-in-4-different-shoes-from-left-to-right-trainers-high-heel-running-and-ballet-image334973504.html?pv=1&stamp=2&imageid=06AE3429-F66D-4C7C-A854-287D8F1F038C&p=848117&n=0&orientation=0&pn=1&searchtype=0&ISFromSea> [Diakses 5 November 2019].



### 13. BELAJAR FISIKA MELALUI KETAPEL

Ilvi Maulida Nurdiana

#### Pendahuluan

Sampai saat ini pelajaran fisika masih menjadi pelajaran yang tidak digemari siswa karena konsepnya yang dianggap abstrak. Siswa merasa kesulitan untuk memahami materi, mereka juga dituntut memiliki kemampuan menalar untuk memahami konsep-konsep yang abstrak. Siswa tidak dapat memahami materi fisika hanya melalui cara membaca ataupun menghafal rumus saja, tetapi siswa juga harus mampu memahami konsep-konsep yang mendasarinya. Untuk itu media pembelajaran sangatlah dibutuhkan untuk membantu proses pembelajaran fisika.

“Media pembelajaran merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi hasil belajar siswa”. Menurut Daryanto (2013:4), media pembelajaran berperan sebagai sarana perantara dalam proses pembelajaran. Media pembelajaran juga merupakan bagian dari bentuk komunikasi, yaitu sebagai pembawa informasi dari pemberi informasi kepada penerima. Media digunakan sebagai alat bantu untuk memudahkan siswa memahami suatu materi. Dengan adanya media pembelajaran juga dapat membuat kegiatan pembelajaran menjadi lebih menarik dan menyenangkan, sehingga membuat siswa merasa senang dan tidak bosan mengikuti pembelajaran.

Media pembelajaran tidak melulu tentang benda-benda yang bersifat elektronik, namun benda-benda sederhana atau benda-benda yang mudah di temui disekitar kita juga dapat dijadikan sebagai media pembelajaran fisika, salah satunya yaitu “ketapel”. Ketapel merupakan alat permainan tradisional yang biasanya dijadikan mainan oleh anak-anak untuk berburu hewan-hewan kecil dengan melempar batu atau peluru, atau biasanya ketapel hanya sekedar dijadikan permainan dengan teman sebayanya.

Pada bab ini akan menjelaskan tentang ketapel yang dapat digunakan untuk menjelaskan materi fisika tentang elastisitas dan Hukum hooke, gerak parabola, usaha dan energi momentum impuls dan tumbukan.



Gambar 1. Ketapel (Gadek, 2019)

Tahukah anda apa itu ketapel? Istilah ketapel (*Catapult*) berasal dari bahasa Yunani, yaitu *cata* yang memiliki arti “bawah”, dan *pollo* yang memiliki arti “melemparkan”. Awalnya ketapel ditemukan oleh bangsa Yunani sekitar tahun 300 SM, dan awal tahun 399 SM ketapel mulai digunakan untuk perang. Pada zaman dahulu Ketapel disebut dengan “umban” merupakan salah satu benda yang pada zaman kuno dianggap sangat mematikan, Bahkan orang Israel menjadikan ketapel sebagai salah satu alat untuk berperang. Suku Benyamin yang merupakan salah satu dari dua belas suku Israel memiliki 7000 orang kidal yang jago bermain ketapel yang tidak pernah meleset.

Pada zaman dahulu, ketapel terbuat dari kulit atau anyaman wol yang ditengahnya diberi kantong untuk meletakkan batu atau peluru. Jika tali yang digunakan pada ketapel semakin panjang, maka lemparan yang dihasilkan juga akan semakin jauh. Menurut sumber yang berasal dari sebuah dokumen perang, menjelaskan bahwa ada 2 kelompok atau pasukan, kelompok panah dilatih membidik target sejauh 175 meter, sedangkan kelompok ketapel dilatih untuk membidik target sejauh 375 meter, dan diketahui bahwa kelompok ketapel mampu membidik target secara tepat dengan kecepatan lemparan mencapai 90 km/jam. Ketapel tidak hanya dimainkan di Indonesia saja, tetapi juga di seluruh dunia, bahkan di luar negeri ketapel telah dibuat dengan bentuk-bentuk dan sentuhan yang lebih modern dan seni yang tinggi dan unik.

Pernahkah anda membuat atau memainkan ketapel? Berikut ini langkah-langkah cara membuat ketapel.



Gambar 2. Cara membuat ketapel (Utrujjah, 2016)

Ketapel adalah sebuah benda yang terdiri dari 3 bagian, yaitu gagang yang terbuat dari kayu yang bercabang, karet pegas yang biasanya terbuat dari karet gelang, dan komponen ketiga yaitu alas yang biasanya terbuat dari karet ban. Di Indonesia ketapel biasanya dijadikan senjata untuk berburu hewan-hewan kecil seperti capung, burung-burung kecil, atau bahkan biasanya hanya digunakan oleh anak-anak untuk bermain perang-perangan menggunakan peluru dengan teman sebayanya. Peluru yang digunakan biasanya dari batu-batu kecil atau benda-benda kecil. Tahukah anda bahwa alat sederhana seperti ketapel dapat dijadikan sebagai media pembelajaran dalam fisika?

Cara kerja ketapel yaitu dengan mendorong gagang kedepan dan menarik alasnya ke belakang beserta peluru atau kerikil. Batu atau kerikil dari alas akan terlontar dan bergerak dengan kecepatan tertentu. Gerak yang disebabkan oleh peristiwa tersebut adalah gerak lurus berubah beraturan. Kecepatan batu atau kerikil yang dilontarkan tersebut tergantung pada besarnya gaya otot pada saat menarik karet ketapel. Semakin besar gaya otot yang diberikan, maka semakin besar pula energi potensial dan energi kinetik yang dihasilkan ketapel. Begitu sebaliknya, jika

gaya otot yang diberikan kecil, maka energi potensial karet kecil atau lemah dan lontaran batu atau kerikil yang dihasilkan juga semakin kecil atau menjadi lambat

### “Konsep fisika yang dapat dijelaskan dengan ketapel”

#### A. Elastisitas

Hukum hooke adalah hukum yang menjelaskan tentang gaya dalam ilmu fisika yang terjadi karena sifat elastisitas sebuah benda atau pegas. Jika dinyatakan dalam bentuk matematis, hukum hooke dapat dituliskan:

$$F = -k \cdot \Delta x$$

Keterangan:

$F$  = Gaya (N)

$k$  = Konstanta pegas (N/m)

$\Delta x$  = Pertambahan panjang pegas (m)

Contoh peristiwa Hukum hooke dalam kehidupan sehari-hari juga terjadi ketika kita bermain ketapel. Yaitu pada bagian karet ketapel.



Gambar 3. Cara bermain ketapel (Awak, 2013)

Perhatikan gambar diatas!

Saat kita bermain ketapel, kita meletakkan batu atau kerikil pada karet ketapel lalu menariknya kedepan, maka karet tersebut akan berubah bentuk atau karet akan memanjang. Ketika kita melepaskan tarikannya, karet akan membuat batu terlontar ke arah depan dan karet ketapel akan berubah ke bentuk semula. Karet

ketapel tersebut merupakan contoh dari **benda elastis**. Benda elastis atau elastisitas merupakan kecenderungan suatu bahan untuk kembali ke bentuk awalnya atau dapat diartikan sebagai kemampuan sebuah benda untuk kembali ke bentuk awal setelah gaya luar atau gaya yang terdapat pada benda tersebut di hilangkan.

Contoh lain dari benda elastis adalah pegas. Saat pegas ditekan atau ditarik, maka dengan segera pegas tersebut akan kembali ke bentuk semula. Lalu bagaimana jika sebuah benda saat ditekan atau ditarik tidak kembali ke bentuk semula?

Perhatikan gambar dibawah ini!



Gambar 4. Plastisin (Srijaya, 2018)

Ketika anda memiliki segumpal plastisin dan meletakkannya diatas meja, lalu anda menekan gumpalan plastisin tersebut dengan telapak tangan agar berubah bentuk. Namun setelah plastisin ditekan dan anda mengangkat telapak tangan, plastisin tidak akan segera kembali ke bentuk semula. Dalam hal ini diketahui bahwa beberapa benda seperti plastisin, tanah liat, dan adonan kue tidak segera kembali ke bentuk semula setelah gaya yang diberikan pada benda tersebut dihilangkan. Benda-benda tersebut disebut **benda plastis atau benda tidak elastis**.

Menurut hukum hooke, jika gaya yang diberikan pada suatu benda semakin besar, maka akan terjadi pertambahan panjang pada pegas atau benda tersebut.

## **B. Gerak parabola**

Gerak parabola termasuk salah satu materi dalam pelajaran fisika yang cukup sulit untuk dijelaskan. Untuk dapat menyelesaikan permasalahan atau

persoalan tentang gerak parabola ini membutuhkan penalaran dan abstraksi yang kuat. Seorang siswa dituntut untuk mampu menjelaskan besaran-besaran vektor yang bekerja pada gerak parabola. Siswa harus berimajinasi dan menggambarkan bentuk lintasan dan arah geraknya, hal inilah yang membuat siswa merasa untuk memahami materi gerak parabola. Untuk itu, perlu adanya alat yang bisa membantu siswa mempermudah untuk memahami materi tersebut, alat ini digunakan sebagai media pembelajaran sehingga nantinya siswa dapat lebih konkret dalam memahami konsep gerak parabola.

Gerak parabola yaitu perpaduan antara gerak lurus beraturan (GLB) pada arah horizontal (mendatar) dengan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) pada arah vertical. Salah satu benda yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran yaitu ketapel. Saat sebuah ketapel yang telah terisi batu ditarik lalu dilepas, maka batu atau tersebut akan terlempar. Lemparan batu akan membentuk suatu lintasan berbentuk parabola.

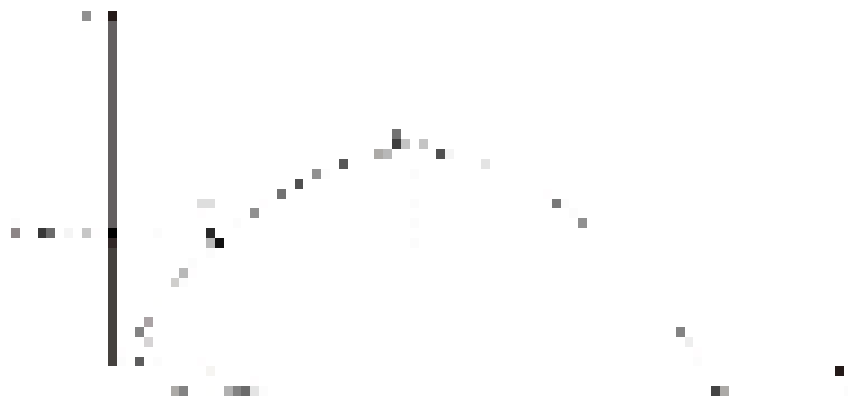
Saat bermain ketapel, agar batu atau kerikil meluncur dengan cepat, maka anda harus menarik karet ketapel menjadi lebih panjang. Setelah dilepas, batu yang semula diam akan bergerak. Secara fisika, kecepatan batu mula-mula adalah nol ( $V_0 = 0$ ) dan setelah lepas dari ketapel kecepatan batu atau kerikil tersebut berubah menjadi tidak nol. Lalu, berapakah kecepatan batu setelah lepas dari ketapel? Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan tersebut? Dan bagaimana bentuk lintasan yang dihasilkan oleh ketapel? Nah untuk mengetahui jawaban dari pertanyaan diatas, lihatlah gambar dibawah ini!





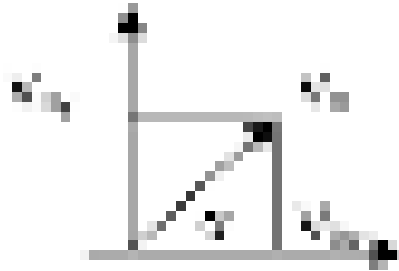
Gambar 5. Gerak Parabola

Atau dapat juga digambarkan seperti berikut ini



Gambar 6. Lintasan Gerak Parabola (KSains, 2018)

Saat kita menarik ketapel dan batu terlempar, maka kecepatan batu mula-mula ( $V_0$ ) saat terlempar sepanjang sumbu x dan sumbu y dapat diketahui menggunakan trigonometri berikut ini:



Gambar 7. Trigonometri

Gerakan pada sumbu x ialah Gerak lurus beraturan (GLBB) dan kecepatan pada arah sumbu x selalu tetap, dengan demikian dapat dituliskan :

$$V_x = V_{0x} = V_0 \cos \alpha$$

Dengan  $\alpha$  yaitu sudut elevasi parabola.

Sedangkan pada sumbu y, yang terjadi ialah Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB), yang disebabkan oleh percepatan gravitasi bumi yang mengarah ke bawah. Dengan demikian kecepatan pada arah y dapat dituliskan :

$$V_t = V_0 - at$$

$$V_y = V_{0y} - gt$$

$$V_{0y} = V_0 \sin \alpha$$

$$V_y = V_0 \sin \alpha - gt$$

### C. Usaha dan Energi

Usaha adalah energi yang diberikan pada suatu benda sehingga dapat menggerakkan benda tersebut dengan gaya tertentu. Secara matematis usaha dapat dinyatakan sebagai “hasil perkalian skalar antara gaya dan perpindahan.” Sehingga untuk mencari besarnya usaha yang terjadi pada suatu benda dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$W = F \cdot s$$

Keterangan:

$W$  = Usaha (Joule)

$F$  = Gaya (N)

$s$  = Perpindahan (m)

Pada saat bermain ketapel, untuk dapat meluncur atau berpindah tempat menuju sasaran, batu atau kerikil harus diberikan suatu gaya. Hal ini adalah salah satu bentuk usaha yang dilakukan oleh ketapel terhadap benda atau kerikil. lalu, saat kita menarik atau memberi gaya pada karet ketapel, karet ketapel yang kita tarik akan meregang dan menimbulkan energi potensial. Karet pada ketapel tersebut akan menyebabkan batu atau kerikil terlempar yang disebabkan oleh energi potensial pada karet yang diregangkan.

Energi potensial adalah energi yang berhubungan dengan gaya-gaya yang mempengaruhi kedudukan benda. Selain ketapel, contoh lain dari energi potensial pada kehidupan sehari-hari yaitu busur panah.



Gambar 8. Busur panah (Malik, 2017)

Saat kita memanah, busur yang ditarik oleh pemanah akan menggerakkan anak panah menuju sasaran. Pada saat busur diregangkan, terdapat energi potensial yang bekerja. Pegas yang ditekan atau diregangkan juga merupakan contoh dari peristiwa energi potensial. Ketiga peristiwa diatas merupakan contoh dari energi potensial elastis. Energi potensial elastis merupakan energi potensial yang terjadi dari benda yang bersifat elastis yang mengalami perubahan bentuk yang disebabkan adanya pengaruh gaya luar, dan mengakibatkan timbulnya gaya yang akan membuat benda tersebut berubah kembali ke bentuk semula

Untuk mengetahui besarnya energi potensial pada benda, dapat menggunakan persamaan berikut ini :

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Keterangan:

$E_p$  = Energi potensial (Joule)

$m$  = Massa Benda (kg)

$g$  = Gravitasi ( $m/s^2$ )

$h$  = Ketinggian (m)

“Usaha dilakukan pada karet oleh gaya yang meregangkannya”. Usaha tersebut tersimpan sampai saat kita melepaskan karet. Saat karet dilepaskan, maka karet akan memberikan energi kinetik pada peluru.

Diketahui bahwa setiap benda yang bergerak memiliki energi. Saat ketapel ditarik kemudian dilepas, maka kerikil yang ada didalamnya akan meluncur dengan kecepatan tertentu. kerikil yang bergerak itu mempunyai energi, yaitu energi kinetik. Energi kinetik ialah energi yang dimiliki suatu benda disebabkan oleh gerak yang dialaminya. Energi kinetik disebut juga dengan energi gerak, untuk itu semua benda yang bergerak memiliki energi kinetik. Benda yang bermassa besar dan memiliki kecepatan besar, maka energi kinetiknya juga besar. Begitu pula sebaliknya, jika benda memiliki massa dan kecepatan kecil maka energi kinetiknya juga kecil.

Energi kinetik pada benda berubah oleh massa ( $m$ ) dan kecepatan ( $v$ ). apabila suatu benda bermassa ( $m$ ) bergerak dengan kecepatan ( $v$ ), maka energi kinetik yang dimiliki oleh benda sebesar:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

Keterangan:

$E_k$  = Energi kinetik

$m$  = Massa benda (kg)

$v$  = Kecepatan benda (m/s)

Energi tidak dapat dimusnahkan, namun dapat berubah menjadi bentuk lain. Saat bermain ketapel, juga terdapat hukum kekekalan energi yang bekerja. Hal ini diketahui ketika anda menarik ketapel dan melontarkan batu ke arah sasaran terjadi perubahan bentuk energi dari energi potensial menjadi energi kinetik. Perubahan energi biasanya melibatkan perpindahan energi dari satu benda ke benda lainnya. Energi potensial yang tersimpan pada ketapel yang diregangkan berubah menjadi energi kinetik benda (batu atau kerikil) saat ketapel dilepas. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa” pada perpindahan energi selalu disertai dengan adanya usaha”, yaitu saat karet ketapel melakukan usaha pada kerikil tersebut.

#### **D. Momentum, impuls, dan tumbukan**

Momentum diartikan sebagai perkalian antara massa benda dengan kecepatan benda. Momentum ialah besaran turunan dari massa, panjang, dan secara matematis dapat dinyatakan:

$$P = m \times V$$

Keterangan:

$P$  = Momentum (kg/ms)

$m$  = massa benda (kg)

$v$  = Kecepatan benda (m/s)

Impuls adalah perkalian antara gaya dengan lama waktu gaya itu bekerja (gaya sesaat). Impuls bekerja di awal, sehingga mengakibatkan benda bisa bergerak dan memiliki momentum. Impuls secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$I = F \times \Delta t$$

Keterangan:

$I$  = Impuls (Nt)

$F$  = gaya (N)

$t$  = waktu (s)

Selain momentum dan impuls, juga ada tumbukan. Tumbukan adalah pertemuan antara dua buah benda yang bergerak. Ketika terjadi tumbukan, maka akan terjadi hukum kekekalan momentum, tetapi tidak terjadi hukum kekekalan energi kinetik, dikarenakan kemungkinan sebagian energi kinetik akan berubah menjadi energi panas karena terjadinya tumbukan. Tumbukan terdiri dari tiga jenis, yaitu “tumbukan lenting sempurna, tumbukan lenting sebagian, dan tumbukan tidak lenting sama sekali”.

Ketika bermain ketapel, peristiwa atau konsep tumbukan terjadi antara batu atau kerikil yang dilontarkan dengan benda yang menjadi sasaran.

### Referensi

- Daryanto, D. (2013). *Media Pembelajaran Peranannya Sangat Penting Dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media
- Awak, U. (2013). *Prinsip dan Cara Kerja Ketapel*. [online]. diakses dari <https://www.matrapendidikan.com/2017/10/perinsip-dan-cara-kerja-ketapel.html>. Tanggal 20 November 2019
- Gadek. (2019). *Teori hukum hooke dan pengaplikasiannya*. [online]. Diakses dari <https://www.ayoksinau.com/teori-hukum-hooke-dan-pengaplikasiannya-lengkap/>. Tanggal 15 November 2019
- KSains. 2018. *Gerak Parabola*. [online]. Diakses dari <https://www.kantinsains.tech/2018/12/gerak-parabola.html>. Tanggal 20 November 2019
- Malik. 2017. *Ciri-ciri energi potensial dan energi kinetik lengkap*. [online]. Diakses dari <https://mengakujenius.com/12-ciri-ciri-energi-potensial-dan-energi-kinetik-lengkap/>. Tanggal 19 November 2019
- Srijaya. 2018. *Elastisitas*. [online]. Diakses dari <https://fisikakontekstual.com/2018/11/13/elastisitas-2/> Tanggal 28 November 2019
- Uttrujah, F. 2016. *Pengembangan Media Pembelajaran*. [online]. Diakses dari [http://fauziahutrujjah.blogspot.com/2016/03/media-pembelajaran\\_11.html](http://fauziahutrujjah.blogspot.com/2016/03/media-pembelajaran_11.html). Tanggal 20 November 2019.

## 14. ADA FISIKA DALAM BALON

Larassakti Kusuma

Apa kalian masing ingat tentang masa kecil kalian? Adakah sesuatu yang sangat dekat dengan kalian? Yaps, masa kecil itu tidak pernah terlepas dari bermain. Segala macam benda dapat digunakan sebagai alat untuk bermain. Salah satu jenis alat bermain yang sangat menarik pada waktu kecil ialah balon. Betul tidak? Ketika kita melihat balon, ingin sekali rasanya kita ajak bermain dikarenakan bentuknya yang sangat unik serta bahannya elastis bukan? Balon, pada awalnya berbentuk bulat, namun sekarang telah bertransformasi menjadi berbagai bentuk. Nah, tahukah kalian sebenarnya balon itu yang seperti apa sih? Serta dari mana dan siapa yang pertama kali menciptakan balon tersebut? Coba simak penjelasan berikut!

Balon sendiri dapat didefinisikan sebagai sebuah kantong elastis yang dapat berisikan macam-macam gas, misalnya, hidrogen, nitrogen monoksida, helium, dan udara. Adapun kegunaan balon yaitu dimanfaatkan sebagai bahan pelengkap dekorasi maupun untuk tujuan-tujuan lainnya. Balon pertama kali dibuat dari bahan mirip membran yang berasal dari hewan. Namun, seiring perkembangan zaman, balon modern dibuat dari bahan semaca lateks, karet, dan nilon. Nah, balon modern inilah yang kemudian ditemukan oleh Michael Faraday.



Gambar 1. Michael Faraday penemu balon ([www.techno.okezone.com](http://www.techno.okezone.com), 2016)

Gimana sih asal-usul balon tercipta?

Balon kali pertama dibuat pada tahun 1824 oleh Michael Faraday. Pria yang lahir pada 22 September 1791 di Newington Butts, London, Inggris itu dikenal sebagai seorang ilmuwan yang mencetuskan teori elektromagnetik.

Saat itu, Faraday sedang melakukan eksperimen dengan gas hidrogen di Royal Institute of London, Inggris. Faraday membuat percobaan membuat balon karet dengan beberapa lembar karet yang masih mentah kemudian melapisinya dengan tepung agar karet-karet tersebut tidak melekat satu sama lain serta memberi ruang agar gas yang dipompa bisa masuk ke dalam bola.

Percobaan itu dapat membuat balon karet mengembang sempurna. Tak lama kemudian, balon itu meledak dan menimbulkan percikan api. Mengapa? Jadi, gas hidrogen yang berada di dalam balon memiliki tekanan tinggi yang mengakibatkan balon mudah meledak. Kemudian, Faraday membuat percobaan lagi dengan mengganti gas hidrogen menjadi gas helium yang secara teori gas tersebut lebih aman.

Percobaan kedua Faraday membuahkan hasil sempurna. Balon yang dipompa dengan gas helium dapat melayang di udara. Kendati demikian, balon yang berisi gas helium tidak mampu bertahan dalam waktu yang begitu lama dikarenakan molekul kecil yang berada pada gas helium lebih cepat menguap.

Pada tahun 1847, J.G. Ingram dari London, Inggris, mulai memproduksi balon yang terbuat dari lateks dalam jumlah terbatas. Awal 1900, di Amerika Serikat banyak dijumpai pedagang yang menjajakan balon di berbagai pameran maupun pertunjukan sirkus. Mulai saat itu, balon mulai dikenal oleh masyarakat di Amerika Serikat.

Perkembangan selanjutnya, di akhir 1970-an, balon yang terbuat dari nilon mulai diproduksi secara massal di New York, Amerika Serikat. Harga balon nilon lebih mahal dari balon lateks. Sejak diproduksi secara massal, balon mulai dikenal oleh masyarakat di seluruh penjuru dunia.

Pada periode selanjutnya, balon mulai digunakan sebagai bahan pelengkap pesta serta alat bermain anak-anak. Sejak saat itulah model balon mulai berkembang. Kini, balon dapat dijumpai dalam beragam bentuk dan warna yang menarik. Kalian tidak perlu repot mencari gas helium untuk memompa balon



karena balon bisa mengembang dengan cara ditiup. Bahkan dalam perayaan Holli di India, balon diisi dengan air warna-warni.

Michael Faraday memang erat hubungannya dengan sejarah penemuan balon karet. Ia adalah seorang ilmuwan besar yang banyak memberikan sumbangsih dalam perkembangan teknologi di dunia. Hingga pada akhirnya, 25 Agustus 1867, Michael Faraday meninggal di Hampton Court Palace, Molesey, Inggris.



Gambar 2. Balon masa kini (<https://commons.wikimedia.org>, 2014)

Apa aja sih macam-macam balon hingga saat ini?

Saat ini, perkembangan zaman mulai pesat diiringi dengan perkembangan teknologi. Hal ini, ternyata juga berpengaruh terhadap daya kreativitas untuk menciptakan penemuan-penemuan baru atau hanya sekedar memodifikasi. Salah satu yang berkembang adalah pembuatan balon. Di era sekarang, balon diciptakan tidak hanya untuk mainan atau kegiatan namun juga untuk kebutuhan khusus dan tujuan-tujuan tertentu. Adapun macam-macam balon yang berkembang hingga saat ini, yaitu:

1. Balon Karet
2. Balon Karakter
3. Balon Gas
4. Balon Light
5. Balon Udara
6. Balon Tiup Sedotan

## 7. Balon Tepuk

Nah, banyak variasi nya ya sekarang! Lalu, tahukah kamu, balon yang diciptakan ini ternyata berhubungan dengan ilmu fisika lho. Pembuatan balon pun tidak serta-merta hanya sekedar diciptakan. Namun, perlu ilmu-ilmu khusus salah satu nya ilmu fisika. Gak percaya? Coba simak hal-hal berikut.

### **SUHU DAN KALOR**

Menurut kalian, mengapa balon ketika didekatkan api atau terkena panas matahari bisa pecah? Lalu apakah balon yang terkena panas bisa tidak pecah? Nah, untuk membuktikannya mari kita lakukan eksperimen berikut.

#### **Yuk, berkesperimen!**

Bahan:

1. Dua buah balon
2. Korek Api
3. Lilin
4. Air secukupnya

#### **Bagaimana caranya?**

1. Dua buah balon ditiup hingga mengembang (usahakan besarnya sedang dan sama besar).
2. Berilah perlakuan yang berbeda antara balon yang ke-1 dan ke-2.
3. Balon pertama dibiarkan tanpa diberi apapun.
4. Balon kedua diisi air secukupnya kemudian digembungkan.
5. Nyalakan lilin dengan korek api.
6. Dekatkan balon ke-1 dengan lilin. Jikalau sudah, kemudian dekatkan balon ke-2 pada lilin
7. Amati apa yang terjadi.

#### **Sudahkan kalian melakukan eksperimen di atas?**

#### **Apa yang terjadi?**

Setelah kalian melakukan percobaan, dapat disimpulkan pada percobaan pertama balon bisa pecah dan pada percobaan kedua balon tidak pecah. Wah keren! Mengapa bisa demikian? Apakah ada hubungannya dengan kalor benda?

### **Gimana sih penjelasannya?**

Balon adalah salah satu benda yang terbuat dari bahan polimer yang mudah ditiup hingga mengembang karena terisi oleh udara. Tipisnya bahan pembuat balon dan sifat karet elastis yang mudah terbakar membuat balon sangat mudah pecah saat terkena api. Apalagi jika udara yang ditiup dalam balon cukup banyak hingga mendekati batas elastisitasnya. Semakin banyak udara, maka kerapatannya akan semakin rendah sehingga balon akan mudah pecah.

Balon ke-1 pada saat didekatkan dengan lilin maka dalam hitungan detik akan langsung pecah dan meledak. Hal ini dikarenakan permukaan balon yang terkena panas api menjadi lumer dan menipis sehingga tekanan udara yang ada di dalam balon menyebabkan balon meledak dan juga tegangan permukaan balon akan menjadi tinggi pada titik jenuh balon akan meledak.



Gambar 3. Balon yang berisi air didekatkan api ([www.duniabelajaranak.id](http://www.duniabelajaranak.id), 2016)

Adapun balon ke-2, ketika didekatkan pada sumber panas api maka balon tersebut tidak akan meledak. Air adalah salah satu unsur yang memerlukan kalor yang sangat besar untuk memuai. Nah, kalian tahu tidak kala kalor itu adalah energi panas yang dimiliki oleh suatu zat? Kalor yang berperan pada eksperimen tadi yaitu api yang terdapat pada lilin. Kadar kalor yang ada pada lilin sangatlah sedikit, sehingga untuk memuai air yang ada pada balon membutuhkan waktu yang sangat lama hingga dapat memecahkan balon. Panas dari api akan dipindahkan ke air sehingga tidak langsung menembus ke balon. Selain itu, kalor yang diberikan pada permukaan balon sebagian direndam dan diserap oleh tegangan air dan penipisan balon semakin kecil sehingga membutuhkan kalor yang besar dan waktu yang relatif lama untuk dapat memecahkan balon.

## **LISTRIK STATIS**

Masih ingatkah kalian materi pelajaran tentang muatan listrik? Menurut kalian nih, apakah balon termasuk ke dalam benda yang memiliki muatan? Apakah benda di seluruh dunia ini juga memiliki muatan? Yaps, untuk teman-teman ketahui, setiap benda di dunia ini memiliki muatan listrik. Nah, apa si muatan listrik itu? Muatan listrik merupakan muatan dasar yang dimiliki suatu benda, yang membuatnya mengalami gaya pada benda lain yang berdekatan dan juga memiliki muatan.

Sebagai contoh, disaat dua zat atau benda contohnya tangan kita dan balon saling digesek-gesekan, material yang memiliki daya tarik lebih lemah yaitu tangan akan ditarik elektronnya dan menempel pd benda yang daya tariknya lebih kuat yaitu balon. Dengan demikian maka kedua zat tersebut jadi punya muatan listrik, dimana material yg elektronnya hilang akan memiliki muatan positif dan material yang mendapat elektron jadi bermuatan negatif.

Tangan maupun balon adalah material dengan muatan listrik netral disaat belum digesek satu sama lainnya, yaitu jumlah muatan negatif dan positifnya sama. Setelah dilakukan pengesekan, tangan jadi memiliki muatan positif yg berlebih dan balon jadi memiliki muatan negatif yg berlebih. Muatan listrik yg tdk sama akan saling tarik-menarik, jadinya muatan negatif dari balon ditarik oleh muatan positif dari tangan. Namun bila dihitung maka sebenarnya jumlah muatan total dari gabungan balon dan tangan tidaklah berubah. Penggesekan yang kita lakukan sebelumnya yang mengakibatkan elektron-elektronnya berpindah dari zat satu ke zat lainnya.

Wow!! Berarti balon juga mempunyai muatan dong? Nah, untuk lebih jelasnya, bisa lho kita lakukan eksperimen sederhana ini!

1. Tiuplah balon dan ikat ujungnya. Tarik leher balon dan tempelkan lubangnyanya di bibir. Tarik napas panjang kemudian embuskan udara ke dalam balon hingga penuh. Setelah itu, ikat ujung balon membentuk simpul agar udara di dalamnya tidak keluar. Dalam percobaan ini, kamu harus menggunakan balon karet. Balon metalik tidak dapat menghantarkan listrik statis saat digosokkan dengan wol.

2. Gosokkan balon dengan wol selama 5 - 10 menit. Pegang balon dengan salah satu tangan dan wol dengan tangan lainnya. Tekan wol ke permukaan balon kemudian gosokkan keduanya kuat-kuat selama 5-10 detik. Jika tidak ada wol di rumah, kamu bisa menggosokkan balon dengan kepala.



Gambar 4. Balon yang digosokkan dengan wol ( [www.id.wikihow.com](http://www.id.wikihow.com) )

3. Pegang balon di dekat kaleng soda horizontal. Untuk mengetes listrik statis, letakkan kaleng soda secara horizontal di permukaan yang halus dan rata. Setelah itu, letakkan balon di dekat kaleng, tetapi jangan sampai keduanya bersentuhan. Jika kaleng soda menggelinding menjauh dari balon, berarti balon menghantarkan listrik.
4. Kamu juga bisa mengetes konduksi listrik dengan meletakkan balon di dekat rambut. Jika batang rambutmu terangkat dan menyentuh balon, berarti kamu berhasil membuat listrik statis.

Unik sekali bukan? Rambut kamu sekarang bisa terangkat! Seperti magic kan? Nah sekarang, apakah muatan listrik yang terdapat pada balon bisa hilang? Ypas, tentu bisa dong. Bagaimana caranya? Caranya adalah dengan melepaskan listrik statis pada balon dengan menggosokkannya ke benda logam. Logam adalah konduktor yang kuat dan dapat menghilangkan muatan listrik pada balon. Sama seperti yang kamu lakukan menggunakan wol, cukup gosokkan logam ke permukaan balon selama sekitar 5-10 detik.



Gambar 5. Balon menarik rambut ([cendekiakids.wordpress.com](http://cendekiakids.wordpress.com), 2012)

### **Lalu, bagaimana bisa balon dapat menarik rambut seperti itu?**

Jadi, ketika balon digosokkan dengan kain wol yang sama kemudian didekatkan ternyata akan saling menjauh. Hal ini dikarenakan balon yang telah digosok dengan kain wol akan menyimpan muatan negatif, jadi jika dua-duanya digosokkan, maka keduanya akan bermuatan negatif sehingga dua muatan yang sama bertemu cenderung akan tolak menolak. Nah, karena balon telah bermuatan listrik negatif maka balon dapat menarik rambut yang bermuatan positif sehingga keduanya saling tarik menarik.

Dari sini dapat disimpulkan bahwa ketika muatan listrik sejenis bertemu maka akan saling tolak-menolak sedangkan muatan listrik berlawanan jenis maka akan saling tarik-menarik. Lalu hubungannya dengan listrik statis apa dong? Nah, dilihat dari eksperimen yang telah dilakukan, listrik statis adalah kumpulan muatan listrik dalam jumlah tertentu yang tetap atau statis. Listrik statis juga mempunyai arti lain yaitu ketidakseimbangan muatan listrik di dalam atau di permukaan benda.

## **ELASTISITAS**

### **Apa itu elastisitas?**

Pasti kalian sering mendengar kata elastis. Yaps! Ada banyak sekali benda yang elastis. Sebagai contoh, karet, pegas, lalu? Bagaimana dengan balon? Apakah balon termasuk benda yang elastis? Secara kasat mata, maka akan dikatakan bahwa balon mempunyai elastisitas. Tapi tahukah kalian apa sebenarnya elastisitas itu?

Apakah balon benar-benar mempunyai elastisitas? Jikalau bingung, yuk lakukan kegiatan berikut.

### **Yuk, berkesperimen!**

Bahan:

1. Balon karet
2. Lilin
3. Air secukupnya
4. Korek Api
5. Selotip
6. Jarum pentul

### **Bagaimana caranya?**

Percobaan pertama:

1. Dua buah balon ditiup hingga mengembang (usahakan besarnya sedang dan sama besar).
2. Beri perlakuan yang berbeda antara balon yang ke-1 dan ke-2.
3. Balon pertama dibiarkan tanpa diberi apapun.
4. Balon kedua diberi tempelan selotip.
5. Kemudian, balon pertama ditusuk sembarang serta balon kedua ditusuk pada bagian yang telah ditempelkan selotip.
6. Amati apa yang terjadi.

Percobaan kedua:

1. Satu buah balon diisi air secukupnya kemudian ditiup.
2. Satu buah balon lainnya ditiup dan dibiarkan tanpa diisi air.
3. Lilin dihidupkan dengan korek api.
4. Kemudian, dekatkan balon yang tidak diisi apapun ke atas lilin.
5. Lakukan lagi langkah nomor 4 untuk balon yang telah diisi air.
6. Amati apa yang terjadi.

**Sudahkah kalian melakukan percobaan di atas?**

**Apa yang terjadi?**

Perlu kalian ketahui, tujuan dilakukan eksperimen ini adalah untuk mengetahui apakah balon karet termasuk benda yang mempunyai elastisitas dan mengetahui apa itu elastisitas.

Setelah kalian melakukan percobaan, dapat disimpulkan pada percobaan pertama balon bisa pecah dan pada percobaan kedua balon tidak pecah. Wah keren! Mengapa bisa demikian?

### **Bagaimana penjelasannya?**



Gambar 6. Balon ditusuk jarum ([www.style.tribunnews.com](http://www.style.tribunnews.com), 2017)

Pada percobaan pertama, balon yang akan digembungkan diberi tempelan selotip. Dilihat dari bahan pembuatan, balon terbuat dari bahan karet yang lentur. Secara tekstur, balon akan mempunyai tekstur rapat sebelum digembungkan, sedangkan balon mempunyai tekstur yang lebih renggang karena proses pengembungan. Balon yang digembungkan akan terisi udara sehingga dinding balon akan tertekan udara akibatnya karet penyusun balon akan semakin regang sehingga mudah pecah bila terkena benda yang tajam. Hal ini karena dinding balon sangat tipis. Pada ujung balon dan bawah, lapisan dindingnya lebih tebal sehingga jika terkena benda tajam tidak mudah pecah. Lapisan dinding balon yang tipis dapat pula diperkuat dengan cara menempelkan selotip. Selotip yang digunakan berfungsi untuk merekatkan lapisan dinding balon agar tidak mudah pecah.

Pada percobaan kedua, bola yang diberi isian berupa air tidak pecah ketika ditusuk atau disentuh ke api yang panas. Hal ini terjadi karena tekstur balon belum sepenuhnya renggang ketika ditusuk. Elastisitas balon masih bisa mempertahankan permukaannya. Beda lagi jika balon ditusuk atau didekatkan lilin pada bagian samping yang elastisitasnya semakin berkurang maka yang terjadi yaitu balon akan mudah pecah.



Sekarang tahu kan kenapa terjadi perbedaan antar kedua percobaan di atas? Jadi, semakin besar balon ditiup maka elastisitas dinding semakin berkurang sehingga dinding akan mengalami keregangan. Apabila dinding menjadi regang akan mudah pecah atau sobek saat terkena benda tajam yang menyebabkan balon pecah.

Hal di atas, sesuai dengan konsep fisika tentang elastisitas, regangan dan tegangan lho!

Suatu benda elastis akan bertambah ukurannya sampai ukuran tertentu ketika ditarik oleh sebuah gaya. Perlu diketahui, besarnya tegangan pada sebuah benda adalah perbandingan antara gaya tarik yang bekerja pada benda terhadap luas penampang benda tersebut. Tegangan menunjukkan kekuatan gaya yang menyebabkan benda berubah bentuk. Tegangan terjadi ketika sebuah balon ditiup hingga mencapai ukuran tertentu sedangkan regangan merupakan perubahan relatif ukuran atau bentuk suatu benda yang mengalami tegangan. Hal ini juga terjadi pada balon yang ditiup hingga dinding balon mengalami peregangan. Regangan dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara penambahan ukuran benda terhadap ukuran benda mula-mula. Selain itu, regangan menjadi tolok ukur seberapa besar benda tersebut berubah bentuk.

Bagaimana dengan elastisitas? Pada dasarnya, semua benda yang ada di bumi dapat mengalami perubahan bentuk apabila diberikan sejumlah gaya. Kemungkinannya seperti saat balon yang ditiup. Yaps! Benda tersebut dapat kembali ke bentuk semula saat gaya yang diberikan dihilangkan atau benda tersebut berubah menjadi bentuk yang baru. Ketika gaya yang diberikan pada benda terlalu besar dan benda telah melewati titik maksimal elastisitasnya untuk meregang, benda tersebut akan pecah sama seperti ketika balon yang ditiup terlalu besar dan melampaui batas elastisitasnya, balon akan pecah.

## **TEKANAN**

### **Apa itu tekanan?**

Apa yang kalian pikirkan ketika mendengar tekanan? Sudahkah kalian mengerti apa yang dimaksud dengan tekanan? Agar kalian lebih paham, lakukan percobaan berikut.

### **Yuk, berkesperimen!**

Bahan:

1. Paku payung / paku biasa secukupnya
2. Balon

### **Bagaimana caranya?**

Percobaan pertama :

1. Tiup balon hingga mengembang menjadi ukuran yang kalian inginkan (sebisa mungkin ukuran sedang) lalu diikat.
2. Letakkan satu buah paku payung di atas meja dalam keadaan terbalik (sisi tajam menghadap ke atas).
3. Kemudian, dekatkan balon yang telah ditiup hingga menempel menjadi satu dengan paku.
4. Amati apa yang terjadi.

Sudahkah kalian melakukan percobaan di atas?

Bagaimana hasilnya?

Pada percobaan pertama, ketika permukaan balon mengenai satu buah paku payung yang diletakkan, maka balon akan pecah. Dooorrr!!!

Kemudian, kali ini kita akan membuat percobaan lagi, bagaimana sih caranya balon agar tidak meletus ketika dikenai paku? Masa sih bisa?



Gambar 7. Balon didekatkan ke paku ([www.pontianak.tribunnews.com](http://www.pontianak.tribunnews.com), 2017)

Percobaan kedua:

1. Tiup balon seperti pada percobaan pertama.
2. Kemudian, letakkan paku payung secukupnya (+- 15 buah) menghadap ke arah atas. Paku payung diletakkan secara berdekatan menempel satu sama lain.
3. Letakkan balon di atas paku payung dan tekan balon ke arah bawah.
4. Amati apa yang terjadi.

Nah, apa yang terjadi pada percobaan kedua ini? Balon tidak meletus sama sekali. Penasaran kan mengapa balon yang dikenai paku yang sangat banyak justru tidak meletus? Ini dia rahasianya!

Tahukan kalian dalam ilmu fisika terdapat materi yang mempelajari tentang tekanan? Nah, berhubungan dengan percobaan kita lho!  
Gimana sih penjelasannya?

Sebelum itu, kita simpulkan dahulu tentang kedua percobaan di atas. Paku pertama dengan permukaan yang lebih kecil daripada paku kedua, dapat membuat balon meletus. Paku pertama dapat menekan balon lebih kuat sehingga balon bisa meletus. Sebaliknya, kumpulan paku payung memiliki permukaan yang lebih luas. Pada akhirnya, ketika paku ditekan pada balon akan membuat balon tidak meletus akibat tekanan yang dihasilkan kecil.

Nah, ini artinya permukaan benda yang kecil akan menghasilkan tekanan yang lebih besar. Dapat disimpulkan bahwa semakin kecil permukaan benda, maka akan menghasilkan tekanan yang semakin besar. Begitu sebaliknya.

Hal ini, sesuai dengan konsep fisika yaitu tekanan!

Secara matematis, dituliskan:

$$P = \frac{F}{A}$$

Di mana P (tekanan) berbanding terbalik dengan A (luas bidang tekan) dan berbanding lurus dengan F (gaya). Gaya yang dimaksud adalah gaya yang tegak lurus dengan permukaan dari suatu objek di mana pada percobaan ini gaya dikenakan pada paku payung. Tekanan berbanding terbalik dengan luas bidang tekan artinya semakin besar luas bidang tekan, maka akan semakin kecil tekanan

yang dihasilkan. Ketika balon ditempelkan pada kumpulan paku payung, maka luas bidang tekannya besar, sehingga tekanan yang dihasilkan oleh paku payung menjadi kecil dan gaya yang dikenakan juga kecil dan membuat balon tidak meletus. Dalam hal ini, untuk dapat membuat balon meletus, maka membutuhkan gaya yang relatif besar. Sedangkan balon yang ditempelkan dengan satu paku payung, akan lebih cepat meletus dikarenakan luas bidang tekannya kecil sehingga tekanan yang diberikan pada balon menjadi besar serta gaya yang dikenakan juga besar. Dalam hal ini, dengan gaya yang hanya sedikit sebenarnya balon dapat meletus.

Oke. Percobaan-percobaan dengan balon **SELESAI**. Itu tadi hal-hal yang bisa kita pelajari hanya dengan sebuah balon. Wow! Seru kan? Ternyata banyak sekali hal di dunia ini yang seringkali tidak kita sadari berhubungan langsung atau lekat dengan apa yang kita pelajari selama ini, yaitu Fisika!

## Referensi

- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika. Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Anonim. 2016. *Ternyata Balon Ditemukan Penemu Listrik Michael Faraday*. [online]. Tersedia <https://techno.okezone.com/read/2016/11/16/56/1543105/ternyata-balon-ditemukan-penemu-listrik-michael-faraday>. [Diakses tanggal 20 November 2019].
- Wagino. 2013. *Balon Warna-Warni*. [online]. Tersedia [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Balon\\_warna-warni\\_\(6\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Balon_warna-warni_(6).jpg). [Diakses tanggal 18 November 2019].
- Zepe. 2016. *Kak Zepe Percobaan Balon Tidak Meledak Saat Dibakar Sifat Api*. [online]. Tersedia <https://www.duniabelajaranak.id/ape/kak-zepe-percobaan-balon-tidak-meledak-saat-dibakar-sifat-api/>. [Diakses tanggal 17 November 2019].
- Anonim. *Membuat Listrik Statis*. [online]. Tersedia <https://id.wikihow.com/Membuat-Listrik-Statis>. [Diakses tanggal 18 November 2019].
- Cendekiakids. 2012. *Menempel di Kamu*. [online]. Tersedia [https://cendekiakids.wordpress.com/2012/06/01/menempel-di-kamu- /](https://cendekiakids.wordpress.com/2012/06/01/menempel-di-kamu-/). [Diakses tanggal 18 November 2019].
- Bramasti, Ika Putri. 2017. *Balon Tidak Pecah Meskipun Ditusuk Kok Bisa? Begini Trik dan Penjelarasannya*. [online]. Tersedia <https://style.tribunnews.com/2017/04/11/balon-ini-tidak-pecah-meskipun->

ditusuk-kok-bisa-begini-trik-dan-penjelasaanya. [Diakses tanggal 18 November 2019].

Mirna. 2017. *Balon Ini Ditusuk Pakai Paku dan Api Tidak Meletus Kok Bisa?* [online]. Tersedia <https://pontianak.tribunnews.com/2017/09/25/balon-ini-ditusuk-pakai-paku-dan-api-tidak-meletus-kok-bisa>. [Diakses tanggal 18 November 2019].



## 15. SISIR RAMBUT PLASTIK SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN

### FISIKA

Leni Pebri Samawanti

Sebelum membahas topik utama dari buku ini apa sih yang muncul di benak kalian saat mendengar kata Fisika? Pasti kalian beranggapan bahwa fisika itu sulit, membosankan, tidak menarik dan sulit untuk dipahami karena berkaitan dengan angka dan rumus-rumus. Aku tidak akan terkejut dengan tanggapan kalian, karena aku duluh juga beranggapan sama seperti kalian bahwa fisika itu sulit, membosankan, sulit dipahami materinya berisi angka dan rumus tetapi setelah aku mempelajari dan mendalami ilmu fisika aku mulai suka dan tertarik dengan pelajaran fisika. Ibaratkan seperti pepatah yang mengatakan tak kenal maka tak sayang ibaratnya seperti cewek dan cowok yang baru ketemu pasti ada rasa tidak suka tetapi setelah ada pendekatan dan pekenalan lama-lama ada rasa suka dan ketertarikan sama dengan halnya kita mempelajari ilmu fisika itu sendiri kenali, pelajari dan dalami dulu dengan sungguh-sungguh maka kita akan suka dan senang mempelajari ilmu fisika. Fisika sangat erat sekali dengan kehidupan sehari-hari. Aktivitas yang sering kamu lakukan sebenarnya tidak bisa jauh-jauh dari konsep ilmu fisika hanya saja sedikit orang yang tahu dan paham dikarenakan mereka selalu mengartikan fisika itu bersifat matematis hal ini dikarenakan *mindset* sehingga menutup akal dan pikiran untuk bisa berpikir kembali. Coba deh mulai dari sekarang rubah *minset* kamu terhadap ilmu fisika lama kelamaan kamu pasti akan merasakan kalau fisika itu sangat erat dengan kehidupan

Sebenarnya tidak butuh waktu yang lama agar bisa senang dan memahami ilmu fisika yang penting niat, mau belajar merubah *mindset*, optimis dengan kemampuan sendiri serta mantapkan niat pasti ada jalan. Jangan mudah menyerah Oh ya perlu perlu diketahui bahwa saking dekatnya fisika dengan kehidupan manusia kita bisa memanfaatkan benda-benda yang ada disekitarmu untuk menjelaskan beberapa fenomena fisika ini yang dinamakan alat bantu dalam pembelajaran atau biasa disebut media. Dalam dunia pendidikan pasti tidak asing lagi mendengar kata fisika bukan oleh karena itu agar siswa senang dan suka fisika

maka guru harus memilih model metode dan media yang akan di gunakan media yang digunakan haruslah konseptual agar semua siswa tahu dan mengalami sendiri yang namanya proses sains.

Itulah pengalaman singkatku langsung saja masuk ke pembahasan utama bebera yang lalu aku melalukan wawancara beberapa orang di daerah tempat tinggalku dengan cara memberikan beberapa pertanyaan

Wawancara pertama

Aku : apakah anda tau ini apa? sambil menunjukan gambar sisir

Dia : iya tahu itu sisir rambut

Aku : apakah anda tau kegunaan dari benda ini?

Dia : untuk merapikan rambut

Aku : selain untuk merapikan rambut digunakan untuk apalagi?

Dia : alat musik

Aku : alat musik apa?

Dia : alat musik tiup

Aku : selain alat musik tiup sisir bisa digunakan untuk apalagi?

Dia : kurang tau lagi

Aku : ok terima kasih

Wawancara kedua

Aku : apakah anda tau ini apa? sambil menunjukan gambar sisir

Dia : iya tahu itu sisir rambut

Aku : apakah anda tau kegunaan dari benda ini?

Dia : untuk merapikan rambut

Aku : selain untuk merapikan rambut digunakan untuk apalagi?

Dia : kurang tau

Wawancara ketiga

Aku : apakah anda tau ini apa? sambil menunjukan gambar sisir

Dia : iya tahu itu sisir rambut

Aku : apakah anda tau kegunaan dari benda ini?



Dia : untuk merapikan rambut  
Aku : selain untuk merapikan rambut digunakan untuk apalagi?  
Dia : alat musik atau media pembelajaran  
Aku : media pembelajaran apa?  
Dia : media pembelajaran dalam fisika  
Aku : kalau boleh tau pada materi apa iya?  
Dia : pada materi kelistrikan  
Aku : ok terima kasih jawaban anda benar

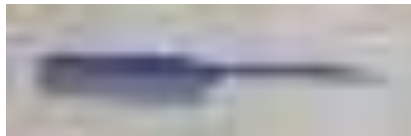
Wawancara ke empat

Aku : apakah anda tau ini apa? sambil menunjukkan gambar sisir  
Dia : iya tahu itu sisir rambut  
Aku : apakah anda tau kegunaan dari benda ini?  
Dia : untuk merapikan rambut  
Aku : selain untuk merapikan rambut digunakan untuk apalagi?  
Dia : alat musik atau media pembelajaran  
Aku : media pembelajaran apa?  
Dia : media pembelajaran dalam fisika  
Aku : kalau boleh tau pada materi apa iya?  
Dia : pada materi kelistrikan  
Aku : maaf pada materi kelistrikan apa?  
Dia : listrik statis  
Aku : terima kasih atas partisipasinya

Dari 10 orang yang akuwawancarai hanya ada satu yang bisa menjawab kegunaan dari sisir itu sendiri kebanyakan orang sisir hanya bisa digunakan untuk merapikan rambut dan alat musik padahal setiap hari mereka menyisir rambut dari peristiwa itu sisir bisa menghasilkan muatan listrik terbukti bukan kalau ilmu fisika itu sangat erat kaitanya dengan kehidupan kita sehari-hari di sini aku akan menjelaskan terlebih dahulu tentang sisir

## 1. Pengertian sisir

Sisir adalah alat yang dibuat dari bahan keras biasanya terbuat dari kayu plastik berbentuk pipi dan bergerigi digunakan untuk menata rambut untuk lebih jelas perhatikan gambar 1 di bawah ini



Gambar 1. Sisir rambut

Sisir sudah sejak lama dikenal oleh umat manusia, benda ini sudah ditemukan 5000 tahun yang lalu dalam bentuk yang sangat maju di sebuah pemukiman yang berasal dari persia. Kemungkinan pada puncak migrasi besar pertama bangsa indo eropa. Sementara dalam kebudayaan cina kuno sisir dikenal sebagai aksesoris yang mencerminkan status sosial seseorang. Sekarang ini sisir tidak asing dan begitu melekat dengan kehidupan kita sehari-hari, sisir juga sudah menjadi barang wajib bahkan selalu dibawa untuk merapikan rambut dimanapun dan kapanpun. Jenis sisirpun semakin beragam seiring dengan perkembangan zaman bahkan bentuknya sekarang lebih unik dibandingkan sisir yang sebelumnya sisir itu bermacam-macam bentuk berdasarkan fungsinya

### 1. Wide Toothed Comb

Sisir dengan bentuk gigi rengang berfungsi untuk merapikan rambut kusut ketika basah dan biasanya sisir bentuk ini digunakan untuk rambut rontok.

### 2. Tail Comb

Sisir dengan bentuk gigi rapat berfungsi untuk menghilangkan parasit pada rambut

Selain untuk merapikan rambut ternyata sisir rambut sudah sangat familiar dalam dunia seni terutama seni musik sisir dapat dimanfaatkan sebagai alat musik tiup dan menghasilkan bunyi yang beragam.

## 2. Pengertian Media Pembelajaran

Media pembelajaran adalah alat bantu yang digunakan untuk menyampaikan materi dalam proses pembelajaran itu sendiri maksudnya segala sesuatu yang bisa digunakan atau dimanfaatkan untuk merangsang akal pikiran, perasaan, perhatian, keterampilan dan kemampuan peserta didik agar bisa terjadi proses belajar dan pembelajaran selain digunakan sebagai alat bantu media pembelajaran digunakan mempermudah guru dalam proses mengajar selain itu media pembelajaran bisa dijadikan alat untuk menarik perhatian siswa agar tercipta suasana pembelajaran yang menyenangkan.

Tujuan media pembelajaran:

1. Memberi kemudahan kepada siswa untuk lebih mudah memahami konsep dalam pembelajaran dengan menggunakan media yang tepat
2. Memberi pengalaman yang berbeda dari biasanya agar siswa termotivasi untuk semangat belajar
3. Meningkatkan kualitas proses pembelajaran
4. Memperjelas materi pembelajaran
5. Melibatkan siswa secara langsung untuk menggunakan media tersebut
6. Menciptakan suasana belajar yang menyenangkan
7. Mempermudah siswa dalam berkonsentrasi

Macam- macam media pembelajaran:

1. Media visual: grafik, diagram, chart, bagan, poster, kartun, komik
2. Media audio: radio, tape recorder, laboratorium bahasa, dan sejenisnya
3. *Projected still media: slide; over head proyektor (OHP), in focus* dan sejenisnya
4. *Projected motion media: film, televisi, video (VCD, DVD, VTR), komputer dan sejenisnya.*

## 3. Pengertian Fisika

Fisika merupakan salah satu bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), yaitu suatu Ilmu yang mempelajari gejala, peristiwa atau fenomena alam, serta mengungkap segala rahasia dan hukum semesta. Objek Fisika meliputi mempelajari karakter, gejala dan peristiwa yang terjadi atau terkandung dalam benda-benda mati

atau benda yang tidak melakukan pengembangan diri (Suparno 2017:12). Pembelajaran Fisika pada hakikatnya merupakan suatu proses belajar fisika, di mana pada pembelajaran ini lebih menekankan kepada fisika sebagai produk sebagai proses dan sebagai sikap. Fisika sebagai produk merupakan kumpulan pengetahuan berupa fakta, konsep, prinsip, hukum dan. Teori mengenai gejala alam substansi ini perlu dikuasai oleh siswa melalui pembelajaran fisika dengan penguasaan fisika, siswa diharapkan dapat mengerti mengaplikasikan sains untuk tujuan pemecahan masalah dan. pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi

Untuk membuktikan apakah benar sisir bisa mengasilakan muatan listrik  
Maka kita perlu melakukan percobaan sederhana

Tujuan: untuk membuktikan apakah sisir rambut mempunyai mautan listri dan mengahsilakan muatan listrik

➤ Alat dan bahan

1. Gunting
2. Kertas
3. Sisir
4. Rambut



➤ Langkah-langkah percobaan

1. Siapkan alat dan bahan
2. Potong kertas berbentuk dadu kecil-kecil
3. Gosok sisir pada rambut kering dengan searah selama 1 menit



4. Dekatkan sisir rambut plastik yang sudah di gosokkan pada rambut kering dengan potongan kertas



5. Amati apa yang terjadi?

- Hasil percobaan

Kertas menempel pada sisir yang telah digosok pada rambut kering



- Pertanyaan

1. Kenapa sisir bisa menarik potongan kertas tersebut?

Karena sisir sudah bermuatan listrik hal ini disebabkan muatan listrik pada rambut sebagian berpindah ke sisir sehingga sisir bermuatan negatif

Apa itu muatan listrik? muatan listrik adalah jumlah muatan dasar yang dimiliki oleh benda tersebut yang dapat membuat benda tersebut mengalami gaya pada benda lain yang berdekatan dan memiliki muatan listrik. Mirip dengan interaksi tari-menarik antara masa, muatan listrik juga dapat dapat saling berinteraksi dengan satu sama lainnya. Namun lain halnya dengan dengan masa yang berinteraksi saling tarik menarik, muatan listrik dapat berinteraksi saling tarik menarik ataupun tolak menolak antar muatan. Sekarang kamu mungkin sedang berpikir pada keadaan yang bagaimana interaksi tarik menarik antar muatan terjadi? dan pada keadaan yang bagaimana terjadi interaksi tolak menolak antar muatan? sebelum menjawab pertanyaan tersebut kamu perlu tahu terlebih dahulu sifat-sifat muatan listrik terlebih dahulu. Pada dasarnya terdapat dua jenis muatan listrik yaitu muatan positif dan negatif.

Muatan yang berlawanan jenis akan terjadi interaksi tarik menarik sedangkan muatan sejenis akan terjadi interaksi tolak menolak. Lalu bagaimana sisir sisir rambut plastik yang digosokkan pada rambut kering dapat menarik potongan kertas kecil tersebut? setelah mengetahui sifat muatan listrik kita dapat dengan mudah memahami sisir rambut plastik yang digosokkan pada rambut kering dengan satu arah sebelum digosokkan pada rambut kering sisir rambut plastik tersebut tidak bermuatan atau nertal (jumlah muatan positif dan negatifnya sama). Itu artinya sisir rambut plastik tidak dapat menarik potongan-potongan kertas

Namun setelah di gosokkan kerambut kering sisir rambut plastik tersebut, muatan negatif pada sisir berpindah ke rambut sehingga muatan positif pada sisir lebih banyak daripada muatan negatifnya. Pada saat tersebut sisi rambut plastik dapat dikatakan sebagai benda bermuatan positif sehingga sisir dapat menarik potongan potongan kertas. Mengapa sisir rambut plastik yang bermuatan listrik mampu menarik potongan potongan kertas yang tidak bermuatan? Secara umum benda yang tidak dapat menghantarkan listrik dengan baik di sebut isolator seperti potongan potongan kertas kecil yang tidak bermuatan netral dengan kata lain jumlah muatan positif dan muatan negatifnya sama. Ketika benda bermuatan listrik positif mendekati benda isolator, yang terjadi pusat muatan positif benda muatan

listrik positif akan menarik pusat muatan negatif benda isolator tersebut sehingga keduanya akan semakin mendekat.

Sedangkan pusat muatan positif benda isolator di dorong untuk menjauhi pusat muatan positif benda yang bermuatan listrik. Namun isolator tetaplah netral pada muatan-muatan positif benda bermuatan dengan muatan-muatan negatif isolator terjadi peristiwa tarik menarik, sedangkan pada muatan muatan positif benda bermuatan dengan muatan- muatan isolator akan terjadi peristiwa tolak menolak. Jarak antara pusat muatan positif dan pusat muatan negatif isolator lebih dekat sehingga keduanya akan terjadi tarik menarik yaitu potongan-potongan kertas akan tertarik oleh sisir rambut plastik hal ini menunjukkan bahwa sisir bisa menghasilkan muatan listrik, ini adalah salah satu peristiwa dari listrik statis masih banyak contoh lainnya dalam kehidupan sehari-hari tapi kali ini fokusnya pada sisir rambut untuk memperdalam pengetahuan tentang listrik statis mari belajar bersama-sama sejarahnya singkat penemuan listrik

#### **4. Sejarah penemuan muatan listrik**

Listrik sudah ada sejak alam semesta ada. Bahkan saat kehidupan belum ada di planet bumi kita, lebih dari milyaran tahun lalu, ledakan petir sudah menghantarkan listrik menerangi langit. Dalam dua abad terakhir para ilmuwan sedikit demi sedikit mulai menggungkap misteri listrik. Kemajuan dalam pengungkapan ini berhubungan erat dengan kemajuan ilmu pengetahuan lain. Para Ilmuwan sudah mengubah energi listrik yang sebelumnya tak terkontrol menjadi sesuatu yang sangat bermanfaat bagi kita

Sejak zaman Yunani kira-kira 2600 tahun yang lalu *Thales of Miletus* telah memperhatikan fenomena sebuah benda fosil yang mirip dengan kaca yang digosokkan dapat menarik benda-benda tertentu secara ajaib seperti misalnya baju yang terbuat dari bulu binatang fenomena ini telah menjadi perhatian banyak kalangan sampai berabad-abad kemudian saat itu fosil tersebut dalam bahasa Yunani dinamakan elektron. Dalam bahasa Inggris dikenal dengan nama batu ambar (amber) yang berasal dari bahasa Arab anbar. Kejadian alam ini belum dapat dijelaskan secara ilmiah kecuali menganggapnya sebagai sebuah “sihir” semata. Pada tahun 1600-an seorang dokter istana Inggris *William Gilbert* meneliti

“keajaiban” batu ambar tersebut secara ilmiah dengan membedakan dari fenomena kemagnetan *Gilbert* menamai gejala batu ambar ini dan gejala apapun yang serupa dengan *electrica* (dalam bahasa Yunani batu ambar disebut *electron*) tetapi dalam bahasa Indonesia disebut listrik, dan tidak disebut elektron. Sekarang istilah elektrik atau listrik dipakai untuk menamai semua gejala yang berhubungan dengan ion (elektron dan proton) serta peristiwa yang terkait dengannya.

Gejala kelistrikan statis baru di pelajari intensif pada tahun 1700-an oleh seorang ilmuwan Perancis bernama *Charles Dufay*. Ia berhasil menjelaskan adanya dua jenis gejala. Pertama bahwa gejala listrik ini dapat menimbulkan efek tarik-menarik pada benda tertentu dan yang kedua dapat menyebabkan tolak-menolak. dalam perkembangan selanjutnya dari dua gejala ini disimpulkan terdapat dua jenis sumber listrik (yang kemudian disebut muatan listrik). Dufay menamakan gejala ini dengan istilah *resinous* (yang bersifat  $-$ ) dan *vitreous* (yang bermuatan  $+$ ) perkembangan selanjutnya ditemukan mesin pembangkit (generator) muatan listrik.

Generator elektrostatis yang pertama kali dikembangkan oleh Francis Hauksbee (1666-1713) 1710, mampu menghasilkan muatan listrik yang semakin besar. Selain dihantarkan, muatan listrik juga berinteraksi satu dengan lainnya. Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) merupakan ilmuwan pertama yang mengukur bagaimana muatan listrik berinteraksi. Seorang ilmuwan, sastrawan, politisi dan terutama salah seorang penggagas deklarasi kemerdekaan Amerika, Benjamin Franklin pada tahun 1752 kemudian menyatakan bahwa fenomena kilat dan batu ambar merupakan gejala yang sama dan menamakan (memberi tanda) kedua jenis listrik (muatan listrik) ini sebagai positif ( $+$ ) dan negatif ( $-$ ). Penamaan ini dipakai hingga saat ini dan amat membantu dalam menjelaskan gaya elektrostatis.

Pada masa awal eksperimen tentang listrik, para ilmuwan belum menemukan baterai untuk menyimpan listrik. Sebagai pengganti listrik itu, mereka membuat sendiri dengan menggosokkan dua benda tertentu. Alessandro Volta pada tahun 1800 membuat sketsa tumpukan volta berbentuk U, yang merupakan baterai berukuran praktis pertama. Satuan potensial listrik yang merupakan kekuatan atau



‘tegangan listrik’ dari muatan yang mengalir dinamakan volt. Sirkuit rumah modern mempunyai 110 atau 220 volt dan jaringan tegangan tinggi yang mempunyai 500.000 volt atau lebih. Robert A. Millikan (1869-1953) kemudian melakukan eksperimen yang bertujuan mencari harga muatan yang paling kecil yang bisa didapatkan.

Percobaan Millikan dikenal sebagai percobaan tetes minyak (*oil drop*). Millikan mengamati bahwa hasil dari muatan listrik yang diperoleh selalu kelipatan dari  $1,602 \times 10^{-19}$  C. Dari “percobaan tetes minyaknya” Millikan mendapatkan harga muatan terkecil sebesar  $1,6 \times 10^{-19}$  C. Harga muatan ini dimiliki oleh partikel terkecil elektron, sehingga bilangan tersebut disebut  $e$  (muatan elektron) atau  $e = -1,602 \times 10^{-19}$  C. Pada *setiap* benda terdapat sejumlah muatan positif (dalam inti atom) dan muatan negatif (sejumlah elektron yang mengelilingi inti atom) yang besarnya merupakan kelipatan dari  $1,602 \times 10^{-19}$  C ( $1e$ ,  $2e$ ,  $3e$ ,  $4e$ ,  $5e$ , dan seterusnya) atau dikenal dengan istilah kuantisasi elektron. Jika jumlah muatan positif lebih besar dari jumlah muatan negatif maka benda tersebut dinamakan bermuatan positif; jika sebaliknya maka benda bermuatan negatif. Sedangkan bila jumlah muatan positif sama dengan jumlah muatan negatif, benda tersebut tidak bermuatan atau netral.

Sepanjang pertengahan abad 19, para ilmuwan mencoba meningkatkan penggunaan muatan listrik itu, antara lain dengan mengembangkan mesin uap, yang ditemukan oleh James Watt (1736-1819), yang memicu revolusi industri, di mana satuan daya listrik menggunakan namanya, watt. Penemuan demi penemuan terus berlangsung. Salah satu yang terpenting adalah telegraf oleh Thomas Alva Edison, yang kemudian juga menemukan lampu pijar. Selama bertahun-tahun mesin Wimhurst digunakan untuk membuat muatan listrik. Mesin ini bekerja dengan menggunakan induksi. Dengan memutar pegangan engkol, bagian logam pada cakram berputar dengan arah berlawanan, serta sisir logam yang menunjuk ke arah cakram tapi tidak menyentuhnya.

Proses ini menggandakan muatan listrik yang menyimpang berulang-ulang. Muatan yang dihasilkan kemudian disimpan dalam guci Leyden. Mesin ini dulunya digunakan untuk membuat listrik statis, sebuah istilah yang digunakan

hingga setidaknya tahun 1960-an. Saat ini, sekitar empat abad sejak pemikiran mengenai listrik dimulai, pemanfaatan energi listrik telah menyentuh pada hampir semua sisi kehidupan manusia. Alat-alat elektronik telekomunikasi, transportasi, yang semua digerakkan oleh listrik, menjadi tak terbayangkan jika seandainya listrik elektrostatis dan elektromagnetis tak pernah ditemukan. Kita tentu banyak berhutang pada ilmuwan-ilmuwan itu. Tapi kadang-kadang kita tak menyadari bagaimana kerja keras mereka telah menghasilkan sesuatu yang manfaatnya dirasakan berbagai lapisan masyarakat sepanjang zaman. Bahkan kita jarang menyadari manfaat listrik itu sendiri. Listrik statis merupakan ketidak seimbangan muatan pada permukaan benda muatan listrik tetap ada sampai benda tersebut kehilangan muatan listrik dengan cara melepaskan muatan arus listrik. Itulah sajarah penemuan ilmu kelistrikan yang bisa dinikmati sampai saat ini semoga bermanfaat terima kasih.

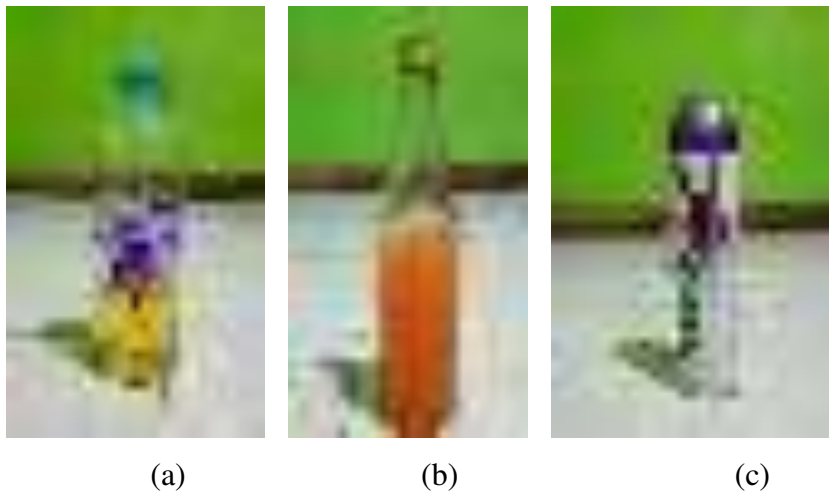
### **Referensi**

Murtini, L. (2013). *Sejarah Listrik*. [Online]. Tersedia: <https://lismurtini270992.wordpress.com/2013/05/01/sejarah-listrik-2/> [Diakses 8 novemver 2019].

## 16. BOTOL AJAIB

Maura Trynovita Sakliressy

Botol merupakan sebuah benda yang selalu kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Setiap orang pasti selalu melihat, memiliki dan menggunakan botol yang pada umumnya digunakan untuk mengisi air minum dan menyimpan obat-obatan. Nah, botol adalah tempat atau wadah yang digunakan sebagai tempat penyimpanan zat cair seperti air, sirup, teh, susu, cairan sabun, shampo, minyak, tinta dan juga benda lainnya seperti obat-obatan. Pada umumnya botol terbuat dari bahan plastik, kaca, atau aluminium. Botol dibuat dengan desain leher yang lebih sempit daripada badannya. Salah satu alasan dibuat sedemikian rupa agar saat kita meletakkan botol itu dapat berdiri dengan seimbang dan tidak mudah jatuh. Selain itu botol juga memiliki tutup yang berfungsi untuk menutup botol agar benda yang disimpan tidak mudah tumpah dan tetap awet. Berikut beberapa jenis botol menurut bahannya:



Gambar.1 (a). Botol plastik, (b) Botol kaca, (c) Botol aluminium

Selain sebagai tempat penyimpanan, dari sebuah botol kita dapat belajar berbagai hal yang mungkin selama ini tidak pernah terpikirkan dibenak kita. Jadi, botol juga dapat digunakan sebagai media atau alat dalam pembelajaran. Media pembelajaran yaitu perantara yang mempunyai fungsi untuk menyalurkan sebuah informasi atau pesan yang dapat merangsang cara berpikir dan menarik perhatian

siswa untuk belajar, sedangkan alat dalam pembelajaran dibuat agar proses pembelajaran lebih efektif dan menyenangkan. Pernahkah kalian mendengar bahwa botol dapat dijadikan sebagai alat musik atau botol dapat mengukur suhu? Ajaib bukan? Nah, penasaran kan apa saja sih keajaiban serta pelajaran yang dapat kita pelajari dari sebuah botol. Marilah simak cerita berikut ini.

Di sebuah kota, tinggallah seorang anak perempuan yang sangat cantik dan mandiri. Anak perempuan itu bernama putri. Sekarang ia baru lulus SMP dan akan melanjutkan SMA di salah satu SMA yang sangat terkenal di kota tersebut. Ia tinggal bersama kedua orang tua dan neneknya. Kesehariannya ia dirawat oleh neneknya karena kedua orang tuanya terlalu sibuk dan sering keluar kota. Di sekolah putri tergolong anak yang cerdas dan memiliki rasa ingin tahu yang tinggi. Ia adalah anak tunggal sehingga di rumahnya ia tidak memiliki teman bicara yang sebaya selain nenek, pembantu dan supirnya. Hal itu yang menyebabkan ia suka berimajinasi sendiri dan belajar dari hal-hal disekitarnya.

Pada suatu hari ia bangun pagi dan tidak sengaja menabrak meja di dalam kamarnya yang menyebabkan kedua botol aqua berukuran kecil terjatuh. Satu botol berisi penuh air dan satu botolnya sudah kosong. Ia kaget tetapi ada hal yang lebih membuatnya bertanya-tanya karena kedua botol tersebut terjatuh hampir bersamaan, padahal satu botol berisi air dan satu botolnya kosong. Putri sangat penasaran sehingga ia mencoba menjatuhkan botol jenis lain yang mempunyai massa benda berbeda, yaitu botol aqua 5 liter yang kosong dan botol yang berisi parfum. Ternyata kedua benda tersebut juga jatuh secara bersamaan. Dari peristiwa tersebut, putri mengambil kesimpulan bahwa jika sebuah benda dijatuhkan akan tetap jatuh bersamaan meskipun massa kedua benda tersebut berbeda. Untuk menguatkan hipotesisnya, putri mencari tahu lewat 'mbah google'. Akhirnya putri mengetahui bahwa hal yang dia alami dapat terjadi karena semua benda memiliki kecepatan gravitasi yang sama, yaitu  $9,8 \text{ m/s}^2$ , sehingga mau seberat apapun bendanya jika dijatuhkan akan tetap jatuh secara bersamaan, hal ini juga berlaku hanya ketika kita mengabaikan hambatan udara. Ini juga telah diuji oleh salah satu ilmuwan, yaitu Galileo Galilei (1564 – 1642) beliau pernah menjatuhkan dua benda dengan massa yang berbeda dari menara Pisa untuk membuktikan ke orang-orang

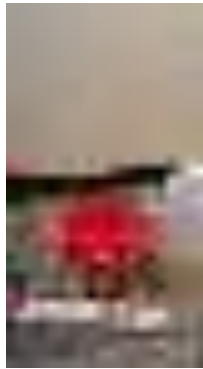
kalau kedua benda itu jatuh secara bersamaan. Dengan mengalami suatu peristiwa dan membaca referensi dari internet akhirnya Putri mengetahui hal yang belum pernah ia ketahui, dan dari peristiwa tersebut ia menyadari bahwa penerapan konsep fisika itu ada di sekitar kita. Putri mulai tertarik dengan fisika dan ia mulai membeli serta mengoleksi berbagai macam buku terkait dengan fisika.

Ketika dua benda dengan massa berbeda dijatuhkan maka kedua benda tersebut akan jatuh bersamaan karena percepatan gravitasi kedua benda sama, yaitu  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Hal ini berlaku jika kita mengabaikan hambatan udara.

Berikut ini beberapa topik tentang fenomena-fenomena fisika yang dapat dijelaskan dan dipelajari dengan menggunakan botol:

### **1. Botol Sebagai Termometer Sederhana**

Botol ternyata dapat digunakan sebagai termometer, dikarenakan cara kerjanya mirip seperti termometer. Nah, kita namakan saja termometer sederhana. Cara membuatnya yaitu: siapkan 2 botol, plastisin, sedotan, pewarna makanan, air dan alkohol atau cairan yang mengandung banyak alkohol misalnya oval yang biasa digunakan untuk membersihkan wajah, minyak goreng, air panas, dan baskom. Nah, rangkailah 2 botol tersebut seperti gambar 13.2 (b). Satu botol berisikan air + alkohol +pewarna dan satu botolnya berisikan minyak goreng. Berilah garis pada sedotan sebagai tanda titik didih maksimum.



Gambar 2 (a). alat dan bahan (b). Botol yang telah dirangkai

Setelah itu masukan kedua botol ke dalam baskon yang berisi air panas, lalu amati. Apakah yang terjadi? Ketika termometer sederhana dimasukkan ke dalam baskon berisi air panas maka cairan di dalam botol akan naik menuju batas atas menandakan suhu tinggi/panas. Larutan akan mengembang bila dipanaskan, hal ini membuat larutan tidak cukup ruang di dasar botol. Ketika botol berisikan mengembang, cairan yang berwarna merah akan bergerak naik melalui sedotan. Jika botol dalam keadaan sangat panas, kemungkinan cairan akan naik keatas dan tumpah melalui ujung sedotan. Hal ini disebabkan karena udara yang terhalang di dalam botol akan memuai saat pemanasan dan menekan permukaan air. Hal ini yang menyebabkan air di dalam sedotan bergerak naik ke dalam sedotan, sehingga kedudukan permukaan air dalam sedotan menunjukkan derajat panas. Dari percobaan ini yang akan terjadi adalah alkohol + air lebih tinggi volume dibandingkan dengan minyak goreng. Hal ini menandakan bahwa alkohol memiliki titik didih lebih rendah dibandingkan dengan minyak goreng, sehingga pada saat termometer yang berisikan alkohol + air akan cepat mengalami tinggi volume lebih besar dibandingkan minyak goreng. Dapat disimpulkan bahwa:

Semakin besar panas (kalor) yang diberikan maka suhu cairan di dalam botol akan semakin tinggi.

## 2. Misteri Koin pada Mulut Botol

Pernahkah kalian mendengar bahwa koin dapat bergerak sendiri tanpa digerakkan oleh apapun? Misterius bukan? Ayo kita sama-sama mencari tahu apa penyebabnya. Nah, pertama-tama siapkan alat dan bahan, yaitu botol kaca (teh botol sosro/sprite), koin, air es. Cara kerjanya: a) masukkan setengah gelas air es ke dalam botol kaca, b) lalu goyangkan botol sampai air es menyentuh seluruh bagian botol, c) tuangkan kembali air es ke dalam gelas, d) setelah itu koin dicelupkan ke dalam air es dan letakkan di atas mulut botol, e) pegangkan permukaan botol dengan kedua telapak tangan (pastikan tangan kalian hangat), tunggulah beberapa saat dan amati apa yang terjadi.

Koin pada mulut botol akan bergerak sendiri. Hal ini karena saat kita menuangkan air es ke dalam botol, maka suhu di dalam botol akan menurun karena energi panas diserap oleh air es dan terjadi penyusutan udara di dalam botol. Pada saat koin diletakkan pada mulut botol, maka tidak ada pertukaran energi dari luar ke dalam maupun sebaliknya. Ketika telapak tangan disentuh pada permukaan botol maka energi panas dari telapak tangan akan ditransferkan ke botol dan menyebabkan suhu botol akan meningkat.



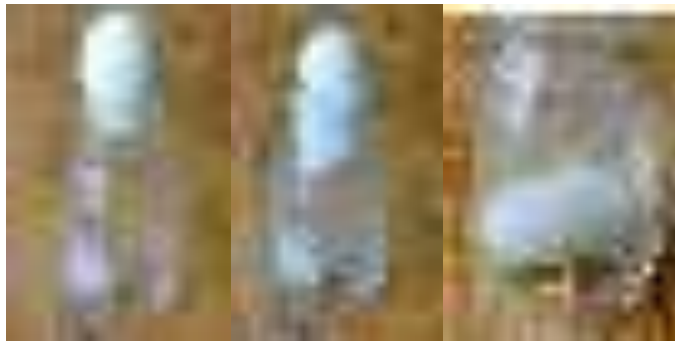
Gambar 3. koin pada mulut botol (Agus Riyanto,2018)

Saat suhu meningkat, udara di dalam botol akan memuai karena partikel-partikel udara di dalam botol akan menerima energi dan akan bergerak secara bebas hingga menumbuk permukaan botol. Pemuaiannya di dalam botol terjadi karena udara di dalam botol memerlukan ruang yang lebih besar, tetapi karena mulut botol ditutup dengan koin maka pergerakan udara tertahan sehingga udara mendesak dan menekan koin sehingga koin bergerak/terangkat. Jadi dapat disimpulkan bahwa:

Adanya perpindahan energi panas dari telapak tangan ke botol yang mengakibatkan suhu di dalam botol meningkat dan terjadi pemuaian sehingga udara di dalam mendesak dan menekan koin dan akhir pada waktu maksimum koin akan terangkat/bergerak.

Kalian juga dapat mencoba hal serupa dengan meletakkan sebuah balon pada mulut botol, lalu celupkan botol ke dalam air hangat. Pada kasus ini perpindahan energi panas terjadi dari air hangat ke botol dan mengakibatkan botol memuai, maka udara di dalam botol akan menerima energi dan bergerak secara bebas hingga menumbuk permukaan botol yang menyebabkan balon mengembang sendiri.

### 3. Telur di dalam Botol



Gambar 4. Siklus telur masuk ke dalam botol (Idho Rahaldi, 2017)

Bagaimanakah cara memasukkan telur ke dalam botol? Padahal kalau dipikir-pikir mana mungkin sebutir telur dapat masuk ke dalam botol karena ukuran mulut botol lebih kecil dibanding ukuran telur. Ternyata sangat mudah memasukkan dan mengeluarkan telur ke dalam botol jika menggunakan konsep fisika.

Marilah mencoba dengan menyiapkan alat dan bahan, yaitu: a) siapkan 1 botol yang mulut botolnya cukup besar (seperti pada gambar 13.4), namun tidak dapat dilalui sebutir telur, b) sebutir telur telah dikupas kulitnya, c) beberapa lembar kertas, d) minyak sayur, e) korek api f) beberapa butir biang es. Percobaan pertama, memasukkan telur ke dalam botol:



- 1) Siapkan telur dan botol.
- 2) Bakar selembar kertas lalu masukan ke dalam botol
- 3) letakkan telur di atas mulut botol saat api masih menyala.
- 4) Berikan sedikit tekanan, agar botol menjadi terisolasi dari udara luar.
- 5) Diamkan beberapa saat hingga telur perlahan-lahan akan masuk ke dalam botol.

Ketika kandungan oksigen di dalam udara banyak maka akan menyebabkan nyala api. Nah, proses pembakaran yang dilakukan akan menghabiskan sejumlah mol oksigen sesuai dengan jumlah yang diperlukan dalam pembakaran tersebut. Saat kertas yang telah terbakar dimasukkan ke dalam botol, api akan terus menyala sambil mereaksikan antara oksigen dengan kertas. Lama-kelamaan jumlah oksigen di dalam botol akan habis. Dapat dirumuskan:  $pV = nRT$  yaitu tekanannya sebanding dengan jumlah mol zat yang bereaksi, maka jumlah mol oksigen dalam botol akan berkurang, tekanan dalam botol pun akan turun. Hal ini menyebabkan tekanan udara dalam botol akan lebih rendah daripada tekanan udara luar, sehingga telur akan mendapat tekanan dari luar sehingga perlahan-lahan telur akan terlihat seolah-olah terhisap ke dalam botol.

Percobaan kedua, mengeluarkan telur dari dalam botol:

- 1) Masukkan beberapa butir dry ice ke dalam botol
- 2) Kemudian balik botol sehingga telur terletak pada mulut botol bagian dalam, usahakan jangan sampai ada dry ice yang keluar botol
- 3) Lalu jaga agar dry ice tidak terlalu lama menyentuh telur, diamkan beberapa saat sampai telur keluar seluruhnya dari dalam botol

Konsep yang digunakan adalah sebaliknya yaitu dengan meningkatkan tekanan di dalam botol sehingga lebih tinggi dari tekanan di luar botol. Ketika dry ice dimasukkan maka tekanan di dalam botol tersebut naik. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa bahan dasar pembuat dry ice adalah semacam gas yang dipadatkan, maka dalam suhu kamar dry ice akan

menyublim dan menghasilkan gas. Nah, gas inilah yang digunakan untuk mendorong telur keluar dari dalam botol. Nah, dapat disimpulkan bahwa:

Telur dapat masuk ke dalam botol jika tekanan di dalam botol rendah. Sebaliknya, telur dapat keluar dari dalam botol jika tekanan di dalam botol tinggi. Telur dapat dimasukkan dan dikeluarkan dari dalam botol karena adanya perbedaan tekanan di dalam dan diluar botol.

#### 4. Model Hidram pada Botol

Topik ini cukup menarik karena pada umumnya kita tahu bahwa air mengalir dari tempat yang kedudukannya lebih tinggi ke tempat yang kedudukannya lebih rendah. Tetapi ternyata air juga dapat mengalir dari tempat yang rendah ke tempat yang tinggi ketika diberi energi dan usaha. Alat yang dapat menunjukkan peristiwa tersebut dinamakan model hidram. Kita dapat membuat model hidram sederhana dengan menggunakan botol. Alat dan bahan yang diperlukan, yaitu 2 buah botol plastik, air, selang transparan, dan papan/tripleks/gabus.

Cara membuat alatnya, yaitu: a) siapkan 2 buah botol (botol aqua) dan kemudian untuk botol 1 sebagai botol penerima lubangi tutup botol dan bagian sisi bawahnya, sedangkan untuk botol 2 sebagai botol pemijat lubangi tutup botolnya saja, b) Pasangkan selang transparan pada penutup botol dan sisi yang telah dilubangi, jadi akan ada 2 selang yaitu selang mendatar dan selang tegak yang dihubungkan antara botol pemijat dan botol penerima secara, c) kemudian isilah air pada botol pemijat d) setelah itu susun dan pasangkan semua alat yang telah dirangkai ke atas papan/gabus/tripleks seperti pada gambar berikut.



Gambar 5. Rangkaian Model Hidram Sederhana

Cara kerja alat, yaitu pijatlah botol pemijat sehingga air dari botol tersebut akan mengalir ke selang mendatar dan selang tegak secara bersamaan. Air pada selang mendatar akan langsung diteruskan langsung ke botol penerima karena perubahan tinggi air antara botol pemijat dengan botol penerima sangat kecil sehingga volume botolnya lebih besar, sedangkan pada selang tegak perubahan tingginya sangat besar sehingga volume pada botolnya kecil. Usaha yang diperlukan untuk menaikkan air pada selang tegak lebih besar dibandingkan selang mendatar, hal ini dipengaruhi oleh perubahan ketinggian. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa:

Air berpindah dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Naiknya air dikarenakan adanya usaha yang diberikan dengan pemijatan pada botol pemijat.

##### 5. Tekanan Hidrostatik pada Botol

Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang dipengaruhi oleh kedalaman dan massa jenis zat cair. Semakin dalam zat cair, semakin besar tekanan yang dihasilkan dan semakin besar massa jenis zat cair, semakin besar pula tekanan yang dihasilkan. Secara matematis, tekanan hidrostatik dirumuskan sebagai berikut.

$$p_h = \rho \times g \times h$$

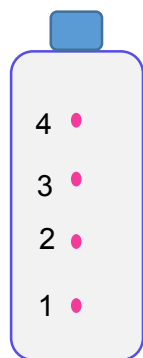
dengan:

$p_h$  = tekanan hidrostatik

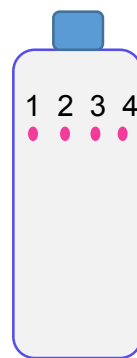
$\rho$  = massa jenis zat

$h$  = ketinggian

Tekanan hidrostatik ini juga dapat kita pelajari dari sebuah botol. Alat dan bahan yang diperlukan yaitu 2 botol aqua, paku, penggaris, selotip, dan air. Cara membuat alat: a) lubangi sebanyak 4 lubang pada botol 1 secara vertikal dengan jarak 3 cm dan botol 2 secara horisontal dengan ketinggian 12 cm dari dasar botol seperti gambar 1.5, b) rekatkan selotip pada lubang dan isilah air hingga penuh pada kedua botol tersebut, c) hitung kembali tinggi air pada kedua botol tersebut, d) setelah itu bukalah selotip pada kedua botol tersebut dan hitunglah jarak pancaran air yang keluar dari masing-masing lubang yang terdapat pada kedua botol. Apakah yang akan terjadi pada kedua botol tersebut? Pada saat selotip dibuka maka air di dalam kedua botol tersebut akan terpancar keluar.



Gambar 6. (a). Botol 1



(b). Botol 2

Pada botol 1 air akan terpancar dari ketinggian yang berbeda-beda sehingga jaraknya pun berbeda. Jarak pada lubang nomor 1 akan lebih jauh dibandingkan lubang nomor 4. Hal ini dikarenakan semakin dalam ketinggian lubang maka jarak pancarannya pun akan semakin jauh, sehingga tekanan hidrostatik pada lubang nomor 1 lebih besar daripada lubang nomor 4. Contoh dalam kehidupan sehari-hari, yaitu seorang penyelam, ketika ia menyelam

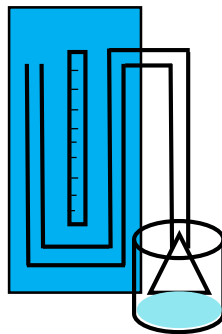
semakin dalam maka telinganya akan terasa sakit dan dadanya akan terasa sesak hal ini dikarenakan tekanan yang ia rasakan semakin besar.

Sedangkan pada botol 2 air akan terpancar dari ketinggian yang sama mulai dari lubang 1 sampai lubang 4 sehingga jarak pancarannya pun sama, maka tekanan hidrostatis pada botol 2 pun sama. Sebagai contoh, pada botol 1 jarak lubang nomor 1 dari dasar botol dimisalkan 7 cm, karena jarak antar lubang 3 cm maka jarak lubang nomor 2 sampai 4 berturut-turut yaitu 10 cm, 13 cm, dan 16 cm. Massa jenis air, yaitu  $1.000 \text{ kg/m}^3$  dan percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ , maka tekanan hidrostatis pada lubang 1 adalah sebagai berikut.

$$p_{h1} = \rho \times g \times h$$
$$p_{h1} = 1.000 \times 10 \times 0,07$$
$$p_{h1} = 700 \text{ N/m}^2$$

Mudah bukan? Silahkan menghitung tekanan hidrostatis pada lubang nomor 2 sampai 4 dan juga tekanan hidrostatis pada botol 2!

Untuk mengetahui pengaruh massa jenis terhadap tekanan hidrostatis, dapat dicoba dengan menggunakan manometer. Manometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan udara di dalam ruang tertutup.



Gambar 7. Manometer

Mari simak percobaan dengan menggunakan manometer sederhana. Alat dan bahan yang diperlukan: botol yang telah dipotong setengah sehingga membentuk corong, selang transparan, penggaris, 2 wadah, dudukan jika perlu, pewarna makanan, air, dan minyak goreng. Rangkailah seperti gambar 1.6.

Jangan lupa tutup corongnya dengan karet balon atau kain sampai tidak ada celah.

Isilah air yang telah dicampurkan pewarna makanan pada selang transparan hingga selang sebelah kanan dan kiri tingginya sama. Isilah wadah 1 dengan air dan wadah 2 dengan minyak goreng. Cara kerjanya: masukan corong ke dalam air dengan kedalaman yang berbeda (dasar wadah, tengah, dan mendekati permukaan wadah) lalu amati air yang berada pada selang transparan. Hitunglah tinggi air tersebut. Lakukan hal yang sama pada wadah ke 2. Apakah yang terjadi? Ketika corong dimasukkan pada wadah 1 dengan kedalaman yang berbeda air yang berada di dalam selang transparan akan naik. Semakin dalam corong dimasukkan, maka air pada selang transparan akan naik lebih tinggi dibandingkan kedalaman pada tengah wadah. Pada wadah 2 pun terjadi demikian. Tetapi jika dibandingkan ketinggian air pada saat corong dimasukkan ke air dan minyak goreng maka hasil pada wadah 1 akan tinggi lebih tinggi dibandingkan pada saat corong dimasukkan ke dalam wadah 2. Hal ini dikarenakan massa jenis air dan minyak goreng berbeda. Massa jenis air lebih tinggi daripada massa jenis minyak goreng. Dapat disimpulkan bahwa:

Semakin dalam zat cair, semakin besar tekanan yang dihasilkan dan semakin besar massa jenis zat cair, semakin besar pula tekanan yang dihasilkan.

## 6. Gaya Gesek pada Botol

Gaya gesek adalah gaya yang bergerak melawan arah gerak sebuah benda yang muncul ketika dua benda saling bersentuhan. Terdapat dua jenis gaya gesek, yaitu gaya gesek statis dan kinetis. Ada pula gaya gesek untuk benda yang menggelinding disebut gaya gesek menggelinding dan yang berputar disebut gaya gesek spin. Gaya gesek antara benda padat dan fluida disebut sebagai gaya Coriolis-Stokes atau gaya viskos. Dari sebuah botol juga kita dapat belajar aplikasi dari gaya gesek. Ayo untuk belajar bersama, mari siapkan alat dan bahannya, yaitu 2 buah botol aqua sedang, papan, penggaris, stopwatch. Pertama-tama, isilah air pada botol 1 dan botol 2 kosong. Buatlah

bidang miring menggunakan papan yang telah disiapkan. Peganglah kedua botol pada posisi yang sama. Lalu gelindingkan kedua botol secara bersamaan. Usahakan gaya yang diberikan sama pada kedua botol. Hitung waktu (stopwatch) yang digunakan ketika kedua botol digelindingkan. Apakah yang terjadi teman-teman? Nah, pasti botol yang berisi air bergerak sangat lambat dibandingkan botol yang kosong. Hal ini terjadi karena air di dalam botol juga mengikuti pergerakan. Pada saat digelindingkan terjadi kontak antara air dan permukaan dalam botol yang mengakibatkan adanya gesekan, sehingga menghambat pergerakan botol. Berlaku juga untuk gaya berat, yaitu air memberikan tekanan sehingga membuat gaya gesek antara permukaan luar botol dan permukaan lintasan menjadi lebih besar, dan mengakibatkan botol berisi air pergerakannya lebih lambat. Dapat disimpulkan bahwa:

Pada botol yang kosong gaya geseknya lebih besar sehingga pergerakannya lebih lambat. Jadi, gaya gesek sebuah benda pada bidang miring dipengaruhi oleh gaya berat. Semakin berat sebuah benda akan mengakibatkan terjadinya gesekan, sehingga menghambat laju benda tersebut untuk bergerak.

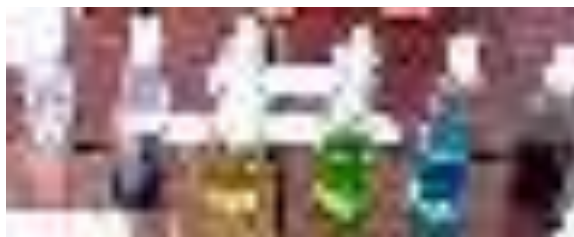
## 7. Botol Sebagai Alat musik

Ternyata botol dapat digunakan sebagai alat musik sederhana yang akan dijelaskan menggunakan konsep fisika bunyi yaitu pipa organa. Menurut Fitriana, pipa organa adalah alat yang menggunakan kolom udara sebagai sumber bunyi. Pipa organa terbagi menjadi dua, yaitu pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup. Pipa organa terbuka merupakan sebuah kolom udara yang kedua ujung penampangnya terbuka dan berfungsi sebagai perut gelombang karena bebas bergerak dan ditengahnya ada simpul. Kolom udara dapat beresonansi atau dapat bergetar. Sedangkan pipa organa tertutup merupakan sebuah kolom udara yang salah satu ujung penampangnya tertutup sehingga menjadi simpul karena tidak bebas bergerak dan ujung lainnya terbuka sehingga menjadi perut.

Nada adalah bunyi yang memiliki frekuensi getaran yang teratur. Kita tahu bahwa nada ada tujuh dalam satu tangga nada dan masing-masing nada memiliki frekuensinya masing-masing. Frekuensinya yaitu: Nada Do sekitar 264 Hz, nada Re sekitar 297 Hz, nada Mi sekitar 330 Hz, Nada Fa sekitar 352 Hz, nada Sol sekitar 396 Hz, nada La sekitar 440 Hz, dan nada Si sekitar 495 Hz, sementara nada Do tinggi sekitar 528 Hz. Jadi, tinggi atau rendahnya nada bergantung pada besar kecilnya frekuensi yang dihasilkan. Semakin besar frekuensinya, semakin tinggi nadanya dan sebaliknya, semakin kecil frekuensinya semakin rendah nadanya.

Bagaimana cara botol menghasilkan nada dengan teratur dan dapat dijadikan sebagai alat musik sederhana dan apa saja faktor-faktor yang mempengaruhinya, mari kita akan mempelajarinya melalui percobaan pipa organa tertutup. Pertama-tama, siapkan alat dan bahan yaitu: 8 botol kaca (botol sirup) dengan ukuran sama, penggaris, plastik/kain, karet, sendok, air. Cara kerjanya adalah sebagai berikut.

- a. Isilah botol dengan air sebanyak: Untuk nada sol (5) rendah sebanyak 22 cm, untuk nada la (6) rendah sebanyak 20 cm, untuk nada si (7) rendah sebanyak 18 cm, untuk nada do (1) sebanyak 16 cm, untuk nada re (2) sebanyak 14 cm, untuk nada mi (3) sebanyak 12 cm, untuk nada fa (4) sebanyak 10 cm, untuk nada sol (5) sebanyak 8 cm



Gambar 8. Botol sebagai pipa organa tertutup

- b. Kemudian tutuplah mulut botol dengan plastik/kain lalu ikat dengan karet
- c. Ujilah frekuensi pada setiap botol, lalu mainkan lagu yang nadanya terdapat di botol-botol tersebut. Misalnya, lagu balonku ada lima.



Lalu bagaimana dengan pipa organa terbuka? Nah, kalian dapat mencobanya pada botol kaca yang tutupnya dibuka atau pada gelas kaca.

Dapat disimpulkan bahwa:

- Nada pada botol dipengaruhi oleh volume air, semakin besar volume air yang diisi ke dalam botol, maka nada yang dihasilkan akan semakin rendah dan frekuensinya pun rendah dan sebaliknya.
- Frekuensi berbanding lurus dengan nada. Tinggi rendah nada diketahui berdasarkan frekuensinya.
- Sumber bunyi akan berbeda karena perbedaan bentuk dan ukurannya.
- Frekuensi berbanding lurus dengan lamda.

Bagaimana seru kan? Itulah beberapa topik ajaib dan misterius tentang botol dan teman-temannya yang dapat kita pelajari bersama. Ternyata konsep fisika itu ada di sekitar kita. Pasti banyak dari kalian yang baru mengetahui bahwa konsep fisika itu ternyata dapat diterapkan pada sebuah botol atau benda-benda lain yang ada di sekitar kita, misalnya karet gelang, sedotan, sepatu, pintu, dan sebagainya.

*“Jika ingin perubahan dalam hidup kalian, maka jangan banyak gaya tetapi perbanyaklah usaha”*



## Referensi

- Amir. (2016a). *Koin Ajaib. Berbagi Ilmu*. [Online]. Tersedia: <http://www.guruamir.com/2016/10/koin-ajaib.html> [Diakses 14 Oktober 2016].
- Amir. (2016b). *Bermain Bersama Fisika Telur Maska Masuk Labu Erlenmeyer. Berbagi Ilmu*. [Online]. Tersedia: <http://www.guruamir.com/2016/04/bermain-bersama-fisika-telurnya-maksa.html> [Diakses 27 April 2016].

- Anonim. (2012). *Galeri Fisika*. [Online]. Tersedia: <http://galeri-fisika.blogspot.com/2012/11/alat-peraga-fisika-sederhana.html> [Diakses 23 November 2012].
- Anonim. (2014). *Percobaan IPA Sederhana SD "Pengaruh Air dalam Botol Ketika digelindingkan" Gaya Gesek*. [Online]. Tersedia: <http://percobaanipasederhanasd.blogspot.com/2014/05/percobaan-ipa-sederhana-sd-pengaruh-air.html> [Diakses 8 Mei 2014].
- Anonim. (2015). *Contoh Laporan Tugas Fisika Tekanan Hidrostatik*. Sekolah SMA. [Online]. Tersedia: <http://kerjaan-sekolah.blogspot.com/2015/05/contoh-laporan-tugas-fisika-tekanan.html>
- Cahaya A. B. (2016). *Percobaan Galileo: Percobaan Pikiran*. *Majalah 1000 Guru*. [Online]. Tersedia: <http://majalah1000guru.net/2016/08/percobaan-galileo/> [Diakses Agustus 2016].
- Cryptocurrencies. *Eksperimen Sederhana. Belajar Fisika dengan Animasi*. [Online]. Tersedia: <https://temanfisika.blogspot.com/p/masalah-umum-tentang-fisika.html>
- Djohan, S. *Laporan praktikum Pipa Organa Tertutup Sederhana*. Course Hero. [Online]. Tersedia: <https://www.coursehero.com/file/40549011/pipa-organa-tertutup-sederhanadocx/>
- Fitriana, *et al.* (2012). *Alat Musik Botol Bekas*. [Online]. Tersedia: <https://www.slideshare.net/FitriyanaMigumi/konsep-pipa-organa-terbuka-pada-alat-musik-botol-bekas> [Diakses 19 Oktober 2012].
- Ramadhan, S. (2010). *Percobaan Fisika Asyik: Termometer Sederhana*. *Berbagi Ilmu Fisika*. [Online]. Tersedia: <http://budakfisika.blogspot.com/2010/05/membuat-termometer-sederhana.html>
- Rahaldi, I. (2017). *7 Pertunjukkan Sulap Rumahan*. Dream. [Online]. Tersedia: <https://www.dream.co.id/unik/8-pertunjukkan-sulap-yang-bisa-dibuat-di-rumah-171023x.html> [Diakses 24 Oktober 2017].
- Riyanto, A. (2018). *Percobaan Sains Sederhana Mengetahui Tekanan Udara dengan Koin Ajaib*. *Among Guru*. [Online]. Tersedia: <https://www.amongguru.com/percobaan-sains-sederhana-mengetahui-tekanan-udara-dengan-koin-ajaib/> [Diakses 13 April 2018].
- Utami, E. (2015). *Laporan Praktikum Pipa Organa Terbuka dan Tertutup*. [Online]. Tersedia: <http://eviutami12.blogspot.com/2015/03/laporan-praktikum-fisika-pipa-organa.html> [Diakses 18 Maret 2015].

## 17. ES TEH MANIS DI MUSIM TAK TENTU

Utoro Romadhon

Es teh merupakan minuman yang sering diminum orang saat suasana gerah. Apakah kamu menyadari bahwa ada ilmu fisika yang dapat kamu pelajari dari es teh? es teh? serius? iya, serius pake es teh buat mengajarkan ilmu fisika. Pernahkah gurumu menggunakan es teh sebagai media untuk mengajarkan ilmu fisika? Jika belum, mari kita membaca bab ini untuk menguak ilmu fisika yang terdapat pada es teh. Dalam bab ini, ilmu fisika yang terdapat pada es teh akan dikemas dalam sebuah cerita yang menarik dan dapat dipahami dengan mudah oleh kalian. Selamat dan semangat membaca!



Gambar 1. Kota tempat kos ku (Anonim, 2012)

“Cetek!” kunyalakan kipas angin tuaku untuk mengusir gerahnya hari ini. Maklum saja, saat ini dikotaku sedang musim tak tentu layaknya sebuah hubungan yang tak berkomitmen. Seharusnya saat ini adalah musim hujan namun terik matahari hari ini dapat mengeringkan jemuran ibu kos dengan waktu yang singkat. Kamar kos 3 x 3,5 meter menjadi saksi bisu atas setiap usahaku mengusap keringat yang berkucuran dengan tisu yang ku beli di salah satu toko yang menjamur di Indonesia sebut saja indoapril.

Hal yang kurasakan saat ini hanyalah panas dan yang kuinginkan hanyalah mandi, namunnnn berhubung kosku dilanda kekeringan, dengan sangat terpaksa hal yang bisa kulakukan hanyalah rebahan, scrolling twitter, sambil menungu centang

abu-abu berubah menjadi biru diwhatsapp ku. Ada yang bilang biru itu menyenangkan tapi bagiku biru itu menyebalkan karena apa? karena chatku yang sudah centang biru tak kunjung dapat balasan darinya hehe.

Pernah dehidrasi? Rasanya tidak enakkan? Nah dehidrasi adalah sebuah pilihan kata yang paling tepat untuk menggambarkan kondisiku saat ini. Keadaan dimana tenggorokan keringku bergejolak layaknya konser fiersa besari yang selalu penuh dengan lengkingan-lengkingan kaum hawa yang terpukau dengan makna dalam setiap baris lirik lagunya. Kurogoh kantong bajuku untuk membeli es teh cap mbak nul yang berada tepat di depan kosku. Setelah kurogoh kantong bajuku, ternyata yang kutemukan hanyalah Rp 5000. “yaa ahli kantong ternyata ini tanggal tua” Ucapku lirih. Dikarenakan sudah tidak tahan lagi dengan dehidrasi, tanpa pikir akupun langsung menuju ke balkon lantai 3 dan berteriak ke penjual es teh cap mbak nul yang ada dibawah “lek haus nih, beli es teh jumbo dua ya, ngutang tapi lek!”, “sorry mas, es tehnya sudah habis, sekarang waktunya balek ketemu anak bojo” sahut penjual es teh cap mbak nul, “Oke lek ndak pa-pa” balasku.

“Duh harus cari es teh dimana ini? apa mungkin aku disuruh untuk berhedon ria gunain salah satu aplikasi GLAB, tapi kan uangku tinggal sedikit, apa aku harus membongkar, membedah, merusak celenganku?” gumamku sendiri. Kubuka lemariku, kuambil celengan babiku lalu kuhempaskan ke lantai. Setelah kuhempaskan ke lantai celengan babinya tidak pecah dan aku baru sadar kalau ternyata celengan babi itu terbuat dari plastic hehe. Layaknya seorang dokter aku pun mulai membedah celengan babi kesayanganku dengan *cutter*. Setelah kuhitung uangnya, segenap syukur aku panjatkan karena total uang yang telah terkumpul sekitar Rp 200.000. dan fikirku bisa buat beli es teh selama sebulan wkwk.

Melalui salah satu aplikasi Ojek *online*, aku memesan 1 es teh dengan harga satuannya Rp 3000 dan untuk biaya ongkirnya yaitu Rp 7000, “sungguh pintar aku ini, harga es tehnya lebih murah daripada biaya ongkirnya, tapi tak apalah” ucapku dengan lirih. Sambil menunggu orderan yang tak kunjung datang, tetap kulanjutkan aktivitas rutinku yaitu *scrolling* dan mencari kabarnya di *twitter*.

Pukul 13.20 WIB dering teleponku berbunyi, kukira itu telepon darinya yang telah kunantikan tetapi setelah kuangkat teleponku, ternyata yang kudengar

adalah suara berat dari seorang laki-laki yang mengabarkan bahwa pesananku telah datang, dan bagiku itu cukup untuk membuatku bahagia meskipun itu bukan telepon dari yang kuinginkan.

Saat melakukan transaksi didepan kos, tiba-tiba kota ini diguyur tanpa diawali dengan gerimis syahdu. “Mas, masuk dulu saja ndak papa, hujan nih” kupersilahkan tukang ojek online tersebut masuk ke ruang tamu kos-kosanku. Sambil menunggu hujan reda, kami berbincang-bincang mengenai banyak hal. Tukang ojek *online* itu namanya Bima dan statusnya saat ini adalah mahasiswa di program S1 Pendidikan Fisika di Universitas sekitar wilayah kotaku. Sambil menunggu hujan reda, kami berbincang bincang mengenai banyak hal. Di sela-sela perbincangan, Bima bertanya kepadaku “Kenapa di luar gelas es teh tersebut ada butiran-butiran airnya?”, “air es tehnya merembes keluarlah” jawabku, “Masak iya partikel air dapat melewati partikel penyusun gelas es teh itu” sahutnya, lalu aku menjawab “Mungkin saja, lha nyatanya itu ada butiran-butiran airnya”, ”Wah salah kaprah ini hehe” jawabnya. Setelah itu Bima menerangkan alasan kenapa peristiwa tersebut terjadi.



Gambar 2. Butiran-butiran air di gelas es teh (Yudono: 2014)

Kira-kira begini penjelasannya, Materi adalah segala hal yang bermassa dan mendiami suatu ruangan. Contoh meja, kursi, kayu, busa, dan lain-lain. Materi/zat adalah istilah untuk sejumlah partikel atau materi yang sifatnya spesifik (khusus). Berdasarkan bentuk wujudnya, materi/zat digolongkan menjadi tiga macam, antara lain:

1. Gas adalah kumpulan partikel yang pergerakannya tidak beratur, acak, atau *random*, saat bergerak kecepatannya akan bertambah jika suhu lingkungannya dinaikkan. Partikel-partikel dari gas terpisah jauh satu

sama lain. Berhubung sudah ku jelaskan ciri-cirinya hayoo coba sebutkan contoh-contoh zat gas yang ada disekitarmu!

---

---

---

2. Cair adalah kumpulan partikel yang memiliki volume konstant dan mengikuti bentuk dari wadahnya, adapun jarak antar partikelnya lebih rapat dibandingkan zat gas. Berhubung sudah ku jelaskan ciri-cirinya hayoo coba sebutkan contoh-contoh zat cair yang ada disekitarmu!

---

---

---

3. Padat adalah materi/ zat yang bentuk dan volumenya tetap dimana partikel penyusunnya teratur dan sangat rapat. Gaya tarik-menarik antara partikel penyusunnya sangatlah kuat sehingga partikel-partikel penyusunnya sulit bergerak dengan bebas, serta bersifat mempertahankan bentuk dan volumenya. Berhubung sudah ku jelaskan ciri-cirinya hayoo coba sebutkan contoh-contoh zat padat yang ada disekitarmu!

---

---

---

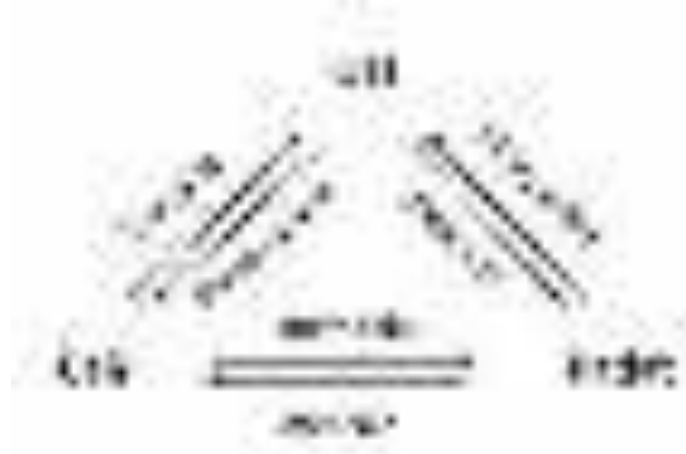


Gambar 3. Molekul zat padat, cair, dan gas (Herdianto:2010)

Agar mudah dipahami mari kita lihat tabel perbedaan zat berikut ini.

Tabel 1. Tabel perbedaan zat

Zat Padat	Zat Cair	Zat Gas
Susunan partikelnya rapat dan teratur	Susunan partikelnya berdekatan, namun tidak teratur	Susunan partikelnya renggang sehingga berubah-ubah dengan mudah
Gerakan partikel-partikelnya terbatas dikarenakan gaya Tarik menarik antara partikel sangatlah kuat	Gerakan partikel-partikelnya lebih leluasa karena gaya Tarik menariknya lebih lemah	Gerakan partikel-partikelnya bebas karena gaya Tarik menarik antar partikel sangat lemah
Dikarenakan tarik menarik sangatlah kuat maka sulit untuk diceraiberaikan	Dikarenakan gerakan partikel-partikelnya lebih leluasa sehingga, lebih mudah diceraiberaikan.	Partikel-partikelnya mudah sekali diceraiberaikan.
Memiliki bentuk dan volume yang tidak berubah-ubah, dan tetap.	Memiliki bentuk dan volume yang mengikuti wadahnya	Memiliki bentuk dan volume yang mengikuti wadahnya



Gambar 4. Diagram Perubahan Wujud (Riyanto:2017)

Tahukah kamu, kalau panas dapat merubah wujud suatu zat. Seperti yang kita tahu wujud zat dibedakan menjadi 3, yaitu padat, gas, dan cair. Perubahan wujud suatu zat tergantung pada panas/ kalor yang diterima atau dilepaskan oleh suatu benda.

- a. Membeku (pembekuan/ pepadatan) yaitu perubahan wujud zat dari cair menjadi padat. Ayo coba sebutkan contoh peristiwa pembekuan/ pepadatan!

---

---

---

- b. Mencair (pelelehan/ pencairan) adalah perubahan wujud yang semula padat menjadi cair. Ayo coba sebutkan contoh peristiwa pelelehan/ pencairan!

---

---

---

- c. Menguap yaitu perubahan wujud zat yang semula wujudnya cair menjadi wujud padat. Ayo coba sebutkan contoh peristiwa penguapan!

---

---

---

- d. Mengembun merupakan peristiwa perubahan wujud zat yang semula wujud gas ke cair. Ayo coba sebutkan contoh peristiwa pengembunan!

---

---

---

- e. Menyublim yaitu perubahan wujud zat yang semula berwujud gas menjadi benda cair. Ayo coba sebutkan contoh peristiwa penyubliman!

---

---

---

- f. Mengkristal yaitu perubahan wujud zat yang semula berwujud gas menjadi padat. Ayo coba sebutkan contoh peristiwa pengkristalan!



---

---

---

Agar mudah dipahami, berikut adalah skema perubahan zat yang telah disampaikan diatas

Nah, Butiran air di dinding gelas yang dingin adalah peristiwa yang sangat sering terjadi saat kamu memesan minuman dingin, namun kebanyakan orang menganggap bahwa air meresap melewati dinding gelas. Padahal kenyataannya peristiwanya tidaklah seperti itu. Jika memang itu penyebabnya, lantas mengapa jika air yang kita taruh di dalam gelas adalah air panas, tidak timbul butiran-butiran air di dinding luar gelas? Proses yang terjadi di atas sebenarnya merupakan salah satu jenis perubahan zat/wujud yaitu proses pengembunan. Proses pengembunan adalah proses perubahan wujud zat yang semula berwujud gas menjadi cair. Pengembunan adalah proses perubahan zat yang disebabkan karena benda tersebut melepaskan kalor/ panas. Terjadinya proses pengembunan atau dikarenakan saat uap air di udara yang lebih panas bersentuhan dengan permukaan gelas yang lebih dingin, sehingga uap air ini akan mengembun dan menjadi butiran-butiran air. Lalu embun yang kita lihat dipagi hari terjadi karena udara yang berada di atas permukaan tanah mengandung uap air dan mendingin mendekati titik embun, kemudian uap air tersebut berubah menjadi embun.

Nah pada kasus es teh, udara disekeliling gelas yang terdapat uap air didalamnya. Ketika es dimasukkan dalam gelas, gelas menjadi dingin. Udara yang ada di sekitar gelas mengandung uap air. Udara yang berkontak langsung dengan gelas dingin ini akan melepas panas sehingga suhunya turun. Suhu uap air yang ada di udara akan menurun. Ketika suhunya mencapai pada titik tertentu, uap air akan berubah mejadi embun atau butiran-butiran air di bagian luar gelas.

Untuk membuktikan apakah butiran-butiran air itu bukan berasal dari air dalam gelas atau tidak ayo lakukan eksperimen berikut.

1. Siapkan sirup, air gelas, tisu dan es batu
2. Lalu tuangkan air dan sirup dan aduk hingga rata
3. Campurkan es batu kedalamnya

4. Biarkan beberapa waktu hingga muncul butiran-butiran air di dinding gelas
5. Usap butiran-butiran air tersebut dengan tisu
6. Lalu peraslah di mejamu
7. Amati apakah butiran tersebut warnanya sama dengan warna air sirup
8. Coba tuliskan apa yang kalian amati, lalu analisislah dan Tarik kesimpulan mengenai apakah butiran-butiran air tersebut berasal dari air dalam gelas di bawah ini

---

---

---

---

---

---

---

---

“Lalu ada berapa jenis perubahan wujud dalam es teh jika peristiwa tadi juga dihitung?” tanya bima padaku, “ya saya tidak tau kan saya anak IPA yang berjiwa IPS hehe, itupun waktu SMA sering bolos pas Fisika” jawabku. “Ya sudah sekarang coba ambil satu es batu, lalu taruhlah dimeja dan amati apa yang terjadi pada es batu tersebut” ucap bima. Lalu kubuka segelnya, kuambil satu es batu, dan kutaruh diatas meja. Beberapa waktu kemudian kuamati bentuk dari es batu tersebut, dan hasilnya es batu yang semula padat berubah menjadi seperti air.



Gambar 5. Es batu mencair (Anonim: 2012)

Lalu Bima menjelaskan bahwa peristiwa tersebut merupakan perubahan wujud zat dari wujud padatan ke wujud cair, sehingga disebut mencair. Ketika suatu zat dipanaskan dalam peristiwa tersebut ada perbedaan suhu es batu dengan lingkungan dimana suhu lingkungan lebih tinggi daripada suhu es batu, sehingga partikel-partikel penyusun es batu tersebut akan menerima panas (kalor). Dan partikel-partikel ini bergerak saling menjauh dan bergetar sehingga pada saat tertentu es batu itu akan mencair.

“Kira-kira apakah ada lagi perubahan fisika dalam es teh?” tanya Bima, “Kalau saat mengaduk gula itu perubahan fisika bukan sih?” tanyaku balik, lalu Bima menjelaskan peristiwa larutnya gula dalam air, kurang lebih seperti ini. Perubahan yang terjadi di alam dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu perubahan fisika dan perubahan kimia.

Perubahan yang tidak menghasilkan zat baru disebut dengan perubahan fisika. Adapun ciri-cirinya adalah:

- Tidak menghasilkan zat jenis baru;
- Biasanya, zat yang berubah dapat kembali ke wujud semula;
- Perubahannya diikuti perubahan sifat fisik.

Beberapa contoh perubahan fisika, yaitu:

- Es batu yang mencair
- Crayon yang diraut
- Beras yang dihaluskan
- Kertas yang telah dipotong-potong
- Mentega yang dilelehkan



Gambar 6. Mentega yang dicairkan (Anonim: 2017)

Perubahan yang menghasilkan zat baru disebut perubahan kimia. Perubahan kimia memiliki sifat kekal Adapun ciri-ciri perubahan kimia adalah:

- Terbentuk zat baru;
- Zat yang mengalami perubahan tidak akan kembali ke bentuk semula;
- Massa zat sebelum reaksi dan sesudah reaksi akan sama saat terjadi perubahan kimia
- Perubahan sifat kimia mengikuti perubahan kimia

Ciri-ciri yang menyertai terjadinya reaksi kimia, antara lain: perubahan warna, suhu, timbulnya gas, dan terbentuknya endapan. Contoh Perubahan kimia yaitu:

- Tomat membusuk
- Mangga yang berubah matang
- Kembang api yang dinyalakan
- Kayu yang dibakar
- Fermentasi singkong



Gambar 7. Fermentasi singkong (Anwar: 2013)

Apa kalian sudah paham mengenai perubahan fisika dan perubahan kimia? Lalu manakah yang perubahan fisika? Gula yang dicairkan atau gula ya dibakar? Yaa betul, gula yang dicairkan adalah contoh dari perubahan fisika. Gula yang dicairkan tidak terjadi perubahan senyawa, tidak terjadi reaksi kimia pada saat pencairannya, dan dapat kembali menjadi gula lagi setelah dicairkan. Lalu kalau pembakaran gula, pembakaran gula merupakan salah satu contoh perubahan fisika, kenapa??? Karena saat pembakaran gula akan timbul yang namanya karbon

dioksida dan uap air, kemudian saat gula dibakar akan timbul zat yang berwarna hitam, dan zat tersebut tidak dapat kembali menjadi gula lagi. Itulah mengapa pembakaran gula merupakan salah satu jenis perubahan kimia.

“Lalu kira-kira dari es teh kita bisa belajar apalagi?”, tanya Bima. “apa ya bim?” tanya aku balik, “Kamu tau kenapa teh yang semula suhunya normal, menjadi dingin saat dimasukkan es kedalamnya?”, tanya bima. Lalu aku berfikir sebentar dan menjawab “mmm, apa mungkin karena ada perpindahan kalor?”, “iya betullll nanti ada kaitannya dengan asas black” jawab Bima dan disertai dengan penjelasan yang kurang lebih seperti ini,

Hukum kekekalan energi mengungkapkan bahwa “energi tidak dapat dimusnahkan dan tidak dapat diciptakan melainkan hanya dapat diubah dari suatu bentuk energi ke bentuk energi lain”, contohnya:

- Pada setrika, energi panas diubah dari energi listrik
- Pada aki, energi listrik diubah dari energi kimia
- Pada kipas angin, energi gerak diubah dari energi listrik

Lalu apakah kamu tahu kalor/panas? Kalor merupakan bentuk energi yang dapat bergerak dari benda yang memiliki suhu tinggi ke zat yang memiliki suhu yang lebih rendah ketika terdapat zat yang saling bersentuhan. Zat yang menyerap kalor/panas suhunya akan naik dan sebaliknya zat yang melepas kalor/panas akan mengalami penurunan suhu.

Besarnya kalor yang diterima atau dilepas oleh benda yang bersentuhan dipengaruhi oleh:

1. Massa benda (m)

Massa merupakan banyaknya materi yang terdapat dalam **benda** tersebut dan tidak bergantung dengan gravitasi. Banyak yang menyamakan antara massa, dan berat, tetapi dua hal tersebut sangatlah berbeda. Perbedaan keduanya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Perbedaan massa dan berat

No	Faktor Pembeda	Berat	Massa
1	Pengertian	Berat merupakan sejumlah gaya gravitasi yang ada pada benda tersebut	Massa merupakan jumlah materi dalam benda terbebas dari volume atau gaya yang ada padanya.
2	Pengaruh dari gravitasi	Berat berubah-ubah tergantung pada gravitasi di lokasi itu	Massa selalu tetap/ konstan di manapun dan kapanpun
3	Satuan Ukuran	Berat memiliki satuan Newton (N)	Massa memiliki satuan kilogram (kg)
4	Alat yang digunakan untuk mengukur	Berat dapat diukur menggunakan alat yang dinamakan neraca pegas.	Massa dapat diukur dengan menggunakan beberapa alat, antara lain: neraca 2 lengan, neraca tuas dan timbangan elektronik timbangan digital
5	Tipe Besaran	Besaran vektor	Besaran skalar

## 2. Perubahan Suhu ( $\Delta T$ )

Kalor didefinisikan sebagai energi yang berpindah dari benda yang suhunya lebih tinggi ke benda yang suhunya lebih rendah ketika kedua benda bersentuhan. Benda yang menerima kalor, suhunya akan naik atau wujudnya berubah. Benda yang melepas kalor suhunya akan turun atau wujudnya berubah. Pengertian kalor berbeda dengan suhu, jika suhu adalah ukuran derajat panas dan dinginnya suatu benda, sedangkan kalor adalah ukuran banyaknya panas.

## 3. Kalor jenis benda (c)

Kalor jenis merupakan karakteristik dari benda yang menunjukkan kemampuan untuk menyerap panas/kalor. Benda yang memiliki kalor jenis tinggi membutuhkan kalor/panas yang lebih banyak

agar dapat menaikkan suhu zat itu sendiri dibandingkan dengan zat yang memiliki kalor jenis rendah. Kalor jenis adalah bilangan yang menunjukkan berapa kalori panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu tiap satu satuan massa zat dalam satu derajat.

Berikut adalah daftar kalor jenis beberapa zat

Tabel 3. Kalor jenis beberapa zat

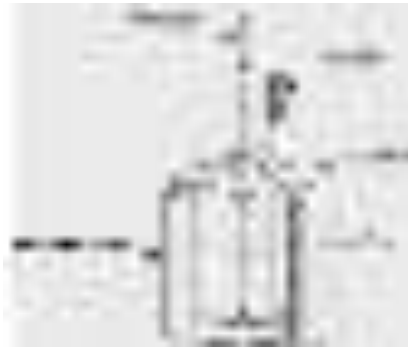
Zat	Kalor Jenis (J/kg K)
Aluminium	900
Kaca	670
Tembaga	390
Baja	130
Besi atau	450
Marmer	230
Timah hitam	860
Kayu	2.400
Perak	1.700
Raksa	2.100

Jika terdapat dua zat yang suhunya berbeda dicampurkan peristiwa yang terjadi selanjutnya adalah adanya perpindahan panas/kalor dari zat memiliki suhu tinggi menuju zat memiliki suhu rendah. Saat dicampurkan, ada zat yang berperan sebagai pelepas dan penyerap panas/kalor. Besar panas/kalor yang dilepaskan oleh suatu zat akan sama dengan panas/kalor yang diserap oleh zat lain. Konsep tersebut dijelaskan dalam Azas Black berikut ini:

“Jumlah kalor yang diserap benda sama dengan jumlah kalor yang dilepas benda”. Dalam persamaan matematis dapat ditulis sebagai berikut ini:

$$Q_{\text{serap}} = Q_{\text{lepas}}$$

Azas Black dapat digunakan untuk menghitung kalor jenis suatu zat tertentu dengan bantuan alat yang namanya kalorimeter.



Gambar 8. Kalorimeter sederhana (Basya, 2017)

Ketika kita sudah mengetahui kalor jenis zat tertentu, maka kita dapat menghitung kalor jenis zat lain dengan menggunakan Azas Black. Dapat dilihat dari persamaan dan teori di atas yang disampaikan oleh Joseph Black dapat kita ketahui hubungan dari peristiwa ketika benda yang berbeda suhunya dicampurkan, antara lain berikut;

1. Ketika dua buah benda yang bersuhu berbeda dicampurkan, benda yang suhunya tinggi akan melepas panas/kalor pada benda bersuhu dingin dan akan mencapai suhu yang sama.
2. Besarnya panas/kalor yang diserap oleh benda yang bersuhu rendah akan sama dengan besar panas/kalor yang dilepas oleh benda yang bersuhu tinggi.

Hubungan di atas akan menjawab fenomena mengapa air mendidih saat dicampur dengan air es akan terasa tidak panas? Dan mengapa saat keluar dari ruangan yang terdapat fasilitas AC kita akan merasakan panas atau gerah. Kenapa hal tersebut bisa terjadi?? Peristiwa tersebut dapat dijelaskan dengan Azas Black yang menyatakan bahwa "kalor yang dilepas sama dengan kalor yang diterima", pada peristiwa pertama terjadi karena saat dua yang berbeda suhunya dicampurkan maka akan terjadi perpindahan panas/ kalor dari zat yang bersuhu tinggi ke zat yang bersuhu rendah, hal itu berarti panas dari air mendidih akan menuju ke air es sehingga suhu air mendidih akan turun, dan sebaliknya dikarenakan air es menerima panas maka suhunya akan naik. Lalu pada peristiwa kedua, saat keluar dari ruangan yang terdapat fasilitas AC kita akan merasakan panas atau gerah, hal ini dikarenakan kita yang semula bersuhu rendah akan menyerap kalor dari lingkungan luar sehingga kita akan merasakan panas.



Berikut ini adalah beberapa contoh penerapan asas Black dalam kehidupan sehari-hari.

1. Penentuan nilai pembakaran bahan bakar.
2. Penentuan kapasitas beban mesin pendingin.
3. Penentuan temperatur kesetimbangan termal insulasi reaktor atau engine atau sistem apa saja yang menerapkan pemakaian insulasi termal.
4. Ketika kita menyedu teh dengan air panas, lalu mencampurkan es batu, suhu air teh panas tersebut akan menurun karena terjadinya kontak termal antara air teh panas dengan es batu.

Tak terasa hujan pun reda, dan Bima pamit izin pulang padaku, lalu kuucapkan “Terimakasih atas ilmu fisiknya Bim, ternyata fisika sangat dekat dengan kita ya”, “Sama-sama, memang kok fisika itu dekat dengan kita” Jawab Bima.

## Referensi

- Anonim. (2012). *Es Batu Mencari*. [Online]. Tersedia: <https://alasidek.wordpress.com/2012/12/28/sifat-dan-perubahan-wujud-benda/es-batu-mencari/>. [Diakses 4 Desember 2019]
- Anonim. (2012). *ICT Ambassador*. [Online]. Tersedia: <http://judynafotografi.net/tag/black-white-17/>. [Diakses 4 Desember 2019]
- Anonim. (2017). *Benda dan Sifat-Sifat Benda*. [Online]. Tersedia: <http://turochibar.blogspot.com/2017/01/benda-dan-sifat-sifat-benda.html>. [Diakses 4 Desember 2019]
- Anwar, M. (2013). *Pengolahan Tapai Singkong*. [Online]. Tersedia: <https://bengkeltip.wordpress.com/2013/01/23/pengolahan-tapai-singkong/>. [Diakses 21 November 2019]
- Basya, M., R. (2017). *Kalorimeter*. [Online]. Tersedia: <https://oktetkimiagmail.com/2017/12/09/kalorimeter/>. [Diakses 21 November 2019]
- Herdinato, W. (2010). *Wujud Zat (States of Matter)*. [Online]. (<https://wawanfisika.wordpress.com/2010/09/30/wujud-zat-states-of-matter/>). [Diakses 4 Desember 2019]
- Jewett, S. (2010). *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Kanginan, M. (2010). *Physics for Senior High School Grade XI*. Jakarta: Erlangga.
- Riyanto, A. (2017). *Pembahasan tentang Wujud Zat Beserta Contoh Soal*. [Online]. Tersedia: <https://www.amongguru.com/pembahasan-tentang-wujud-zat-beserta-contoh-soal/>. [Diakses 4 Desember 2019]

Yudono, A., D. (2014). *Mengapa Dinding Gelas Es Teh Menjadi Basah*. [Online].  
Tersedia: <http://detektif-fisika-doni.blogspot.com/2014/01/mengapa-dinding-gelas-es-teh-menjadi.html>. [Diakses 5 Desember 2019]

## 18. PERMAINAN BILLIARD SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN

### FISIKA

Wahdania Eka Putri

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memberi dampak yang luas untuk kehidupan manusia, salah satunya di bidang pendidikan. Pendidikan dituntut mampu mencetak generasi penerus yang memiliki kompetensi utuh yang dikenal dengan kompetensi abad 21. Fisika merupakan cabang ilmu pengetahuan alam, yang artinya ilmu fisika didapat dari berbagai fenomena disekitar kita. Ilmu fisika diperoleh berlandaskan proses penyelidikan yang dilakukan oleh ilmuwan selama beberapa waktu. Hakikatnya ilmu Fisika terbagi menjadi 3 yaitu fisika sebagai *a body of knowledge* (produk), *a way of investigating* (proses), dan *a way of thinking* (sikap). Salah satu mata pelajaran yang sulit dikalangan siswa sekolah menengah adalah Fisika. Hal ini menyebabkan siswa malas dan kurang bersemangat untuk mempelajarinya. Dampak yang ditimbulkan adalah hasil belajar yang menurun, sehingga salah satu pemicu yang mempengaruhi hasil belajar siswa adalah penggunaan media pembelajaran. Media berfungsi sebagai alat bantu siswa untuk memahami suatu materi ajar. Media adalah alat yang harus tersedia jika ingin mempermudah sesuatu dalam pekerjaan. Setiap individu pasti menginginkan pekerjaan yang dilakukan dapat terselesaikan dengan baik dan mendapat hasil yang memuaskan. Media juga menjadi sebuah wahana penyalur informasi belajar atau pesan. Salah satu alat komunikasi pada kegiatan menyampaikan pesan tentunya sangat berguna jika diterapkan kedalam proses belajar mengajar, media yang digunakan dalam proses belajar mengajar disebut media pembelajaran disebut media.

Media pembelajaran merupakan salah satu serangkaian proses pembelajaran yang mempunyai peran penting sebagai penunjang keberhasilan suatu proses belajar mengajar. Media pembelajaran merupakan teknologi pembawa informasi atau pesan yang dapat digunakan untuk keperluan belajar mengajar; media pembelajaran merupakan sarana fisik sebagai penyampai materi pelajaran; media pembelajaran merupakan sarana komunikasi dalam bentuk cetak (Rusman,

2017). Alat yang secara fisik digunakan untuk menyampaikan isi materi pengajaran yang terdiri atas kaset, buku, film, *tape recorder*, *slide* (gambar), foto, *video recorder*, komputer, grafik, gambar, dan televisi.

Media pembelajaran mempunyai beberapa fungsi, diantaranya sebagai berikut:

1. Mengamati peristiwa atau objek yang sukar dikunjungi.
2. Mendengarkan suara yang sulit atau tidak dapat ditangkap oleh telinga secara langsung.
3. Memperoleh pandangan atau gambaran yang jelas mengenai suatu objek atau hal yang sulit diamati secara langsung.
4. Mengamati fenomena yang berbahaya atau jarang terjadi untuk didekati dengan bantuan film, *slide* atau video (Hamdani, 2011).

Awalnya, media pembelajaran berfungsi sebagai alat bantu bagi pendidik atau guru untuk mengajar dan media yang digunakan hanya sebatas alat bantu visual. Sekitar pertengahan abad ke-20, selain berfungsi untuk membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa, media pembelajaran juga dapat membantu siswa untuk memudahkan penafsiran data, meningkatkan pemahaman, memadatkan informasi, serta menyajikan data dengan terpercaya secara menarik. Terlebih lagi jika media pembelajaran tentang konsep fisika dikaitkan dengan benda disekitar kita atau objek yang biasa kita temui dalam kehidupan nyata. Media pembelajaran mempunyai manfaat sebagai berikut:

1. Digunakan sebagai stimulus untuk menarik perhatian siswa.
2. Digunakan untuk memperjelas informasi agar tidak terlalu verbalistik.
3. Digunakan untuk mengatasi keterbatasan ruang, tenaga, dan panca indera serta mengefisienkan waktu.

Kali ini, kita akan membahas tentang benda yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari sebagai media pembelajaran untuk menjelaskan konsep fisika yang salah satunya yaitu permainan billiard yang dapat digunakan untuk menjelaskan beberapa konsep fisika.

## Sejarah Permainan Billiard



Gambar 1. Permainan billiard (Dellyzar, 2015)

Permainan billiard berasal dari Italia, Prancis, Spanyol, atau Cina. Sejarah permainan billiard sebenarnya masih belum diketahui secara jelas. Beberapa sumber menyatakan bahwa permainan billiard adalah permainan yang biasanya dimainkan di sebuah taman seperti permainan kriket yang populer dimainkan di Prancis dan Eropa Timur sekitar abad ke-15. Akhirnya, permainan ini dipindahkan ke dalam sebuah ruangan dengan meja beralaskan kain berwarna hijau yang serupa dengan rumput serta diberi pembatas kecil yang ditambahkan ditepian meja. Bola putih didorong dengan kayu panjang yang biasa disebut “*mace*”. Kata billiard berasal dari kata “*bille*” yang berarti bola (*billart*) yang memiliki arti tongkat kayu. Permainan billiard awalnya dimainkan menggunakan 2 bola pada meja yang memiliki lubang sejumlah 6 sebagai gawang seperti dalam permainan kriket yang menggunakan *mace* (tongkat lurus) sebagai sasaran pantul.

Pada tahun 1800 permainan billiard banyak dimainkan oleh kaum bangsawan dan dikenal dengan sebutan “*Noble Game of Billiards*”, namun beberapa bukti menunjukkan bahwa permainan tersebut sudah banyak dimainkan oleh orang-orang dari berbagai kalangan sosial. Tahun 1600, Shakespeare menyebutkan permainan billiard dalam karyanya “*Antony and Cleopatra*” yang

pada waktu itu disebut “*old egyptian sport*”. Perkembangan billiard di Inggris tahun 1675, selain billiard populer, pada tahun tersebut diterbitkan juga buku mengenai peraturan billiard. Kemudian billiard dipopulerkan sebagai sebuah olahraga *scientific* oleh *Captain Mingaud*, seorang tahanan politik pemerintah ketika terjadi revolusi Prancis.

Sejarah perkembangan permainan billiard di Indonesia muncul pertama kali dari orang-orang kalangan bawah. Orang-orang tersebut sebagian besar merupakan orang-orang yang tidak memiliki pekerjaan, kemudian tempat bermain billiard ini identik dengan tempat yang kumuh, sehingga pandangan negatif melekat pada permainan tersebut. Peristiwa ini bertolak belakang dengan asal sejarah perjalanan billiard yang ditemukan abad ke-15 di Eropa Utara yang mengalami kemajuan pesat, sehingga menjadi permainan yang dilakukan oleh semua kalangan baik raja, presiden, pengusaha, dan anggota masyarakat lainnya.

Saat Negara Eropa menjajah Negara di daerah Asia, mereka (orang Eropa) membawa kebiasaan bermain billiard ke lingkungan tempat mereka menjajah yang diantaranya Indonesia, Philipina dan Negara Asia lainnya. Hal tersebut justru membuat permainan billiard sangat populer di Asia dibandingkan di Negara Eropa, bahkan pemain profesional billiard justru didominasi oleh orang-orang Asia. Hal ini terlihat dari munculnya pemain Asia yang sering menjuarai pertandingan billiard bergengsi di Dunia. Seperti Fransisco Bustamante yang berasal dari Philipina dan Cho Fong Pang yang berasal dari Taiwan. Bahkan pada tahun 2005 juara dunia billiard bola 8 dan bola 9 yaitu Wu Chia Ching, anak dengan umur 16 tahun yang berasal dari Taiwan. Serta masih banyak pemain-pemain Asia yang menjadi juara dunia atau menjadi pemain billiard professional. Beberapa uraian tersebut merupakan sejarah dari permainan billiard di Dunia dan di Indonesia (Pratomo, 2012).

Permainan billiard sudah tidak terdengar asing lagi ditelinga kita. Cara bermainnya yang mudah dipahami, tetapi tidak semudah cara mempraktekannya. Jenis permainan bola billiard dibedakan atas 3 jenis yaitu *eight ball* atau bola delapan, *nine ball* atau bola sembilan, dan bola limabelas. Pada permainan billiard ini, bola putih polos digunakan sebagai patokan dalam permainan. Komponen yang

dibutuhkan dalam permainan ini adalah bola putih polos, tongkat kayu untuk menggerakkan bola, dan ‘bola warna sebanyak 9 yang masing-masing bola memiliki angka/nomor. Aturan pokok dari permainan billiard ini adalah setiap pemain harus memasukkan semua bola yang memiliki nomor sesuai dengan urutan. Bola putih polos tidak bisa dipindahkan dan harus mengikuti permainan sebelumnya saat bola putih polos tersebut berhenti. Pemain pada permainan bola 9 ini berjumlah dua orang. Pemain pertama mengarahkan tongkat pada bola putih polos dan harus memasukkan bola bernomor satu (sesuai urutan) dengan cara menyodok atau mendorong bola putih polos dengan tongkat kayu sehingga bola putih polos dan bola bernomor satu saling terpantul (bertumbukan). Apabila masuk, dilanjutkan pada bola bernomor dua (sesuai urutan) dan apabila tidak masuk akan digantikan oleh pemain kedua. Jika pemain salah memasukkan bola yakni bola yang masuk tidak sesuai dengan urutan selanjutnya maka akan terkena *foul* dan harus digantikan dengan pemain selanjutnya yang boleh memindahkan bola putih polos sesuai keinginan. Pemenang adalah orang yang berhasil memasukkan bola nomor 9 paling akhir. Permainan billiard juga dimainkan dengan bola 8. Peraturannya sedikit berbeda dengan permainan billiard dengan menggunakan 9 bola. Permainan billiard bola 8 dimainkan oleh 4 orang (2 lawan 2) atau biasa disebut Doubles. Bola-bola billiard dibagi menjadi 2 kategori yaitu bola dengan warna solid (nomor 1-7) dan bola stripes (nomor 9-15), bola dengan nomor 8 adalah bola yang dimasukkan terakhir.



Gambar 2. Bola-bola dalam permainan billiard (Endardi, 2015)

Pemain kelompok pertama ditentukan dengan salah satu pemain melakukan *break*, jika ada bola yang masuk maka tim yang melakukan *break* boleh menembak bola lagi. Jika tidak maka tim lawan yang menembak. Jika bola 8 masuk

lubang saat pemain melakukan *break*, pemain dapat memilih antara mengulang kembali *break* atau menaruh bola 8 pada *footspot* dan melanjutkan permainan, Pemain yang menembak setelah *break*, dapat memilih bola solid/stripes dengan cara memasukkan bola solid/stripes. Misalnya, apabila dia memasukkan bola 11 maka untuk selanjutnya dia harus memasukkan bola 9-15 (bola *stripes*). Apabila dia memasukkan bola 2 maka untuk selanjutnya dia harus memasukkan bola 1-7 (bola solid). Pelanggaran yang terjadi akan menyebabkan pergantian pemain oleh pemain selanjutnya. Pelanggaran pada permainan billiard antara lain seperti bola putih polos masuk lubang, bola yang dipukul bukan miliknya, bola putih polos atau bola berwarna melompat dan keluar dari meja permainan, memukul bola 8 padahal bolanya belum habis, saat bola sasaran dipukul tidak ada yang menyentuh *cushion*, dan jika bagian tubuh maupun pakaian pemain menyentuh bola yang ada di dalam meja permainan.



Gambar 15.3. Komponen permainan billiard (Setiawati, 2019)

Setelah terjadinya pelanggaran tim lawan berhak mendapatkan *Free Ball*. Jika pemain tak sengaja memasukkan bola tim lawan, maka pada saat itu juga ganti giliran dengan tidak mengubah posisi bola putih. Kemudian, saat pemain tidak sengaja memasukkan bola 8 sebelum bola miliknya habis, maka dianggap kalah. Setelah memasukkan seluruh bola, maka bola 8 harus dimasukkan pada salah satu lubang. Pemain yang akan menembak bola 8, harus memilih salah satu lubang. Jika pemain salah memasukkan bola 8 pada lubang, maka pemain itu dianggap kalah. Sebuah tim dinyatakan sebagai pemenang apabila:

- 1) “Memasukkan bola 8 pada lubang yang dipilihnya setelah seluruh bola miliknya habis.



- 2) Tim lawan memasukkan bola 8 padahal bola miliknya belum habis.
- 3) Tim lawan tidak berhasil memasukkan bola 8 pada lubang yang dipilihnya.
- 4) Tim lawan menembak dan mengakibatkan keluarnya bola 8 dari meja.
- 5) Tim lawan melakukan *foul* saat memasukkan bola 8.”

### Penerapan dalam Fisika



Gambar 15.4. Permainan billiard (Stevens, 2018)

Pernahkan kalian melihat permainan billiard? Jika kalian perhatikan dengan teliti kecepatan bola billiard yang didorong menuju bola billiard target menjadi berkurang atau melambat setelah kedua bola bertumbukan. Tumbukan yang terjadi antara dua bola yang sebelumnya telah diarahkan pada posisi tertentu agar menumbuk bola bernomor yang ingin dimasukkan. Setelah bola bertumbukan, bola yang awalnya diam menjadi bergerak. Karena bola yang disodok mengalami pengurangan kecepatan setelah terjadi tumbukan, maka momentumnya berkurang. Kemanakah perginya momentum? jawabannya berpindah pada bola yang diam. Dengan kata lain momentum bola yang disodok berpindah ke bola billiard target. Pada saat sebelum tumbukan, bola billiard target diam memiliki momentum 0, sedangkan bola billiard yang disodok memiliki nilai momentum lebih dari 0, dikarenakan massa bola billiard selalu sama.

Maka, dari peristiwa bola billiard tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa jumlah momentum dari kedua bola billiard sebelum tumbukan = jumlah momentum dari kedua bola billiard setelah tumbukan.

Penjelasan tersebut merupakan inti pokok bahasan dari **Hukum Kekekalan Momentum** yang bunyinya apabila tidak ada gaya luar yang bekerja maka jumlah momentum benda sebelum dan sesudah tumbukan adalah tetap.

Permainan billiard akan selalu diawali dengan sebuah pukulan (*shot*) pada bola putih. Pemain dapat mengatur kecepatan dan arah pukulan sesuai dengan keinginannya. Pada kasus ini, peristiwa gerak menarik tongkat ke belakang diasumsikan sama dengan menarik sebuah pegas ke belakang. Artinya jarak kita menarik tongkat ke belakang akan berbanding langsung dengan kekuatan yang akan dihasilkan. Dengan menggunakan **hukum Hooke**, yang menjelaskan gerakan pegas dengan persamaan:

$$F = -kx$$

Keterangan:

F = gaya yang bekerja pada pegas (*N*)

k = konstanta pegas (*N/m*)

x = pertambahan panjang pegas (*m*)

Kita dapat menghitung gaya bekerja pada bola putih berdasarkan jarak dari tarikan tongkat. Saat gaya yang diberikan terhadap bola putih, terdapat dua besaran yang bisa dihitung. Besaran tersebut adalah kecepatan awal gerak benda setelah dipukul dengan tongkat dan hukum dua Newton.

Permainan billiard mengandung konsep **momentum**. Saat bola putih polos yang mengenai bola target dengan kecepatan yang dihasilkan dari gaya luar yang diberikan. Momentum merupakan hasil perkalian massa dengan kecepatan. Momentum termasuk dalam besaran vektor yang arahnya sama dengan arah gerak benda. Oleh karena itu, jika terdapat beberapa vektor momentum yang dijumlahkan, maka harus dijumlahkan secara vektor pula.”

Permainan billiard ini juga mengandung konsep fisika berupa **impuls**. Benda yang diam dapat bergerak apabila benda tersebut diberi gaya. Pada kasus permainan billiard kali ini dapat dilihat bahwa bola putih polos yang mula-mula diam akan bergerak ketika pemain billiard memberikan gaya dorongan dengan

tongkat kayu. Pada saat tongkat kayu memberikan gaya dorongan pada bola putih polos maka terjadi gaya kontak yang bekerja dalam waktu yang singkat, gaya yang seperti inilah yang disebut impuls. Impuls merupakan hasil perkalian gaya tersebut dengan selang waktu gaya yang bekerja pada benda. Saat tongkat kayu melepaskan gaya luar untuk mendorong bola putih polos, maka menghasilkan kecepatan awal bola. Pada kasus ini muncul konsep Hukum I Newton dan Hukum II Newton.

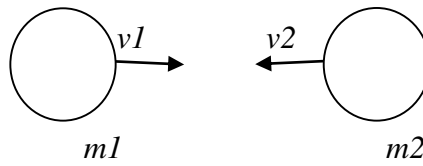
Hukum I Newton dengan bunyi “apabila gaya yang bekerja pada suatu benda adalah nol, maka benda tersebut akan tetap diam atau bergerak lurus beraturan dengan kecepatan konstan”.

Dalam permainan billiard, disaat bola putih polos diam, menunjukkan bahwa tidak ada gaya yang bekerja pada bola, yang menyebabkan bola tidak bergerak sampai ada gaya luar berupa dorongan dari tongkat kayu.

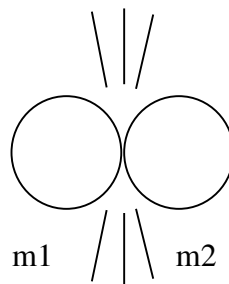
Hukum II Newton, yang berbunyi “percepatan dari sebuah benda berbanding lurus dengan gaya total yang bekerja pada benda dan berbanding terbalik dengan massa benda tersebut”.

Pada kasus ini (permainan billiard) kita anggap ada dua bola yang masing memiliki massa  $m_1$  dan  $m_2$  serta memiliki kecepatan  $v_1$  dan  $v_2$ . Setelah bola-bola billiard bertumbukan, maka bola-bola tersebut akan bergerak dan memiliki momentum. Momentum merupakan hasil perkalian massa dengan kecepatan ( $p = mv$ ) dan termasuk kedalam besaran vektor yang memiliki arah sama dengan arah gerak benda. Oleh karena itu, jika terdapat beberapa vektor momentum yang dijumlahkan, maka harus dijumlahkan secara vektor pula. Sehingga momentum bola putih polos yang didorong oleh tongkat kayu akan mengenai bola billiard target yang akan menghasilkan perubahan momentum pada kedua bola billiard setelah terjadi tumbukan. Tumbukan bola billiard mengandung konsep fisika berupa macam-macam tumbukan. Gambar berikut menjelaskan tentang proses tumbukan yang kita asumsikan sebagai bola-bola billiard.

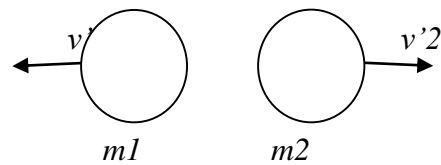
*Sebelum bertumbukan*



*bertumbukan*



*sesudah bertumbukan*



Gambar 5. Proses tumbukan

Tumbukan dalam fisika dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu tumbukan lenting sempurna, tumbukan lenting sebagian, dan tumbukan tak lenting sempurna.”

### **Tumbukan lenting sempurna**

Permainan billiard menunjukkan peristiwa tumbukan dalam konsep fisika. Tumbukan pada kasus ini dikategorikan pada tumbukan lenting sempurna. Hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi kinetik berlaku pada tumbukan lenting sempurna ini, yaitu besarnya momentum sesaat sebelum tumbukan ( $p$ ) dan sesudah tumbukan ( $p'$ ) adalah sama. Begitu juga dengan energi kinetik.”

Apabila diuraikan dari kedua syarat tersebut, didapatkan:

a. Hukum kekekalan momentum

$$“m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'”$$

$$“m_1 v_1 - m_1 v_1' = m_2 v_2' - m_2 v_2”$$

$$“m_1 (v_1 - v_1') = m_2 (v_2' - v_2)”$$

b. Hukum kekekalan energi kinetik

$$“\frac{1}{2}m_1(v_1)^2 + \frac{1}{2}m_2(v_2)^2 = \frac{1}{2}m_1(v_1')^2 + \frac{1}{2}m_2(v_2')^2”$$

$$“m_1(v_1)^2 - m_1(v_1')^2 = m_2(v_2')^2 - m_2(v_2)^2”$$

$$“m_1(v_1 - v_1')^2 = m_2(v_2' - v_2)^2”$$

$$“m_1(v_1 - v_1') (v_1 + v_1') = m_2(v_2' - v_2)(v_2' + v_2)”$$

Apabila persamaan (3) dibagi dengan persamaan (2) diperoleh:

$$(v_2 - v_1) = (v_2' - v_1')$$

“Dengan kata lain kecepatan relatif kedua benda/bola sebelum tumbukan sama dengan harga minus dari kecepatan relatif kedua benda/bola setelah tumbukan.”

Didefinisikan sebagai:

$$e = \frac{-(v_2' - v_1')}{(v_2 - v_1)}$$

Berlaku jika  $v_1, v_1', v_2, v_2'$  pada satu arah sumbu yang sama. Harga  $v$  yang dimasukkan disini harus memperhatikan arah (tanda + atau -).

“e ini yang kemudian disebut koefisien restitusi

- Untuk tumbukan lenting (sempurna)  $e = 1$
- Untuk tumbukan tidak lenting sebagian  $0 < e < 1$
- Untuk tumbukan tidak lenting sempurna  $e = 0$ ”

### **Tumbukan lenting sebagian**

Dalam tumbukan tak lenting hanya berlaku hukum kekekalan momentum saja. Untuk nilai koefisien resistusinya adalah  $0 < e < 1$ .

### Tumbukan tak lenting sempurna

Dalam tumbukan tak lenting hanya berlaku hukum kekekalan momentum saja. Setelah tumbukan terjadi kemudian kedua benda tersebut menjadi satu dan bergerak secara bersamaan. Koefisien restitusi  $e = 0$ .

Ketika bola-bola billiard bergerak, bola-bola tersebut memiliki **energi kinetik** yakni energi yang timbul saat benda bergerak. Energi kinetik dari sebuah bola/benda yang bergerak sebanding dengan setengah dari hasil kali massa dan kecepatan kuadrat. Sederhananya energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh sebuah benda karena gerakanya (memiliki kecepatan). Energi kinetik dapat dirumuskan seperti berikut:

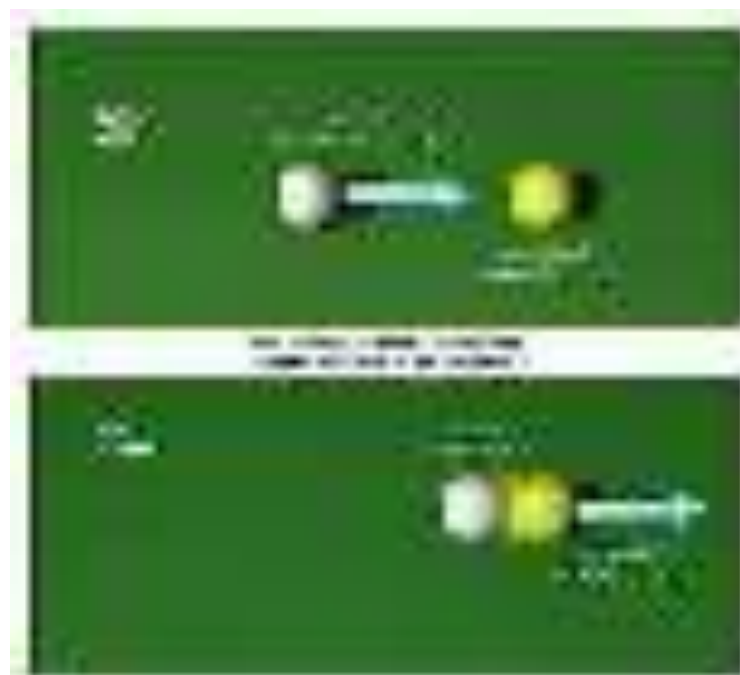
$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

Keterangan:

$E_k$  = energi kinetik (J)

$m$  = massa (kg)

$v$  = kecepatan (m/s)

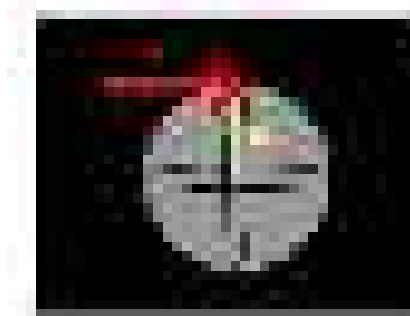


Gambar 6. Energi kinetik pada bola billiard (Eka, 2010)

**Energi kinetik** dari permainan billiard ini terjadi karena adanya gerakan yang ditimbulkan oleh bola putih polos yang mendorong bola target yang akhirnya menyebabkan bola target memiliki kecepatan dari yang semula diam.

Pada permainan billiard ini juga terjadi **gaya gesek**. Gaya gesek merupakan gaya tolak-menolak antara dua permukaan yang saling bersentuhan secara langsung. Gaya gesek berpengaruh pada pergerakan bola saat diatas meja billiard. Apabila tidak ada gaya gesek yang bekerja, maka bola billiard yang bergerak tidak akan pernah berhenti atau bergerak secara terus menerus sebelum bertumbukan dengan bola-bola billiard yang lainnya, yang nantinya mungkin akan berhenti setelah terjadi tumbukan. Terdapat dua macam gaya gesek, yaitu gaya gesek statik dan gaya gesek kinetik. Gaya gesek statik merupakan gaya gesek yang mempertahankan benda agar tetap dalam keadaan diam atau sederhananya gaya gesek statik merupakan batas minimal gaya yang diperlukan dalam keadaan diam. Gaya gesek kinetik adalah gaya gesek yang ditimbulkan saat benda bergerak.”

Bola-bola billiard juga mengandung konsep *Torque*. *Torque* adalah tenaga putaran atau gaya utama dalam gerak rotasi. *Torque* merupakan hasil dari jari-jari, gaya luar, dan  $\sin \theta$ . Supaya diperoleh nilai *torque* maksimum untuk gaya yang dikenakan pada suatu bola/benda dengan jari-jari sebesar  $r$ , maka bola harus dipukul dengan sudut  $90^\circ$  antara gaya dan jari-jari bola. Kita ketahui bahwa  $\sin 90^\circ$  bernilai 1, dimana hal tersebut memungkinkan untuk memperoleh nilai  $\sin$  paling maksimum.”



Gambar 7. *Torque* pada bola (Saptinus, 2011)

Beberapa uraian tersebut merupakan pemanfaatan benda dalam kehidupan nyata yang mengandung beberapa konsep fisika dan dapat digunakan dalam

pembelajaran di kelas saat mata pelajaran fisika. Penggunaan benda dalam kehidupan nyata sebagai media pembelajaran dapat menjadikan siswa lebih bersemangat karena siswa mengetahui benda tersebut secara nyata dan tidak abstrak. Dampak yang diharapkan siswa tidak lagi menganggap mata pelajaran fisika sebagai mata pelajaran yang sulit dan membosankan serta diharapkan hasil belajar fisika siswa menjadi meningkat.

### Referensi

- Dellyzar. (2015). *Artikel Billiard*. [Online]. Tersedia: <http://olahragabiliard.blogspot.com/2015/11/artikel-billiard.html>. [Diakses 22 November 2019].
- Hamdani. (2011). *Strategi Belajar Mengajar*. Bandung: CV Pustaka setia.
- Eka. (2010). *Momentum, Impuls dan Tumbukan*. [Online]. Tersedia: <http://ekokoont-eka.blogspot.com/2010/03/momentumimpuls-dan-tumbukan.html>. [Diakses 22 November 2019].
- Endardi. (2015). *Billiard*. [Online]. Tersedia: <https://frenscorsmapat.wordpress.com/2015/05/30/billiard/>. [Diakses 22 November 2019].
- Pratomo. (2012). *Sejarah Billiard*. [Online]. Tersedia: <https://iqbalpratomo.wordpress.com/2012/11/26/sejarah-billiard/>. [Diakses 22 November 2019].
- Rusman. (2017). *Belajar dan Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana.
- Saptimus, I. (2011). *Analisis Fisika Mekanis Sederhana pada Permainan Billiard*. [Online]. Tersedia: <https://isingup.files.wordpress.com/2011/03/mekanika-billiard.pdf>. [Diakses 22 November 2019].
- Setiawati. (2019). *Istilah Bahasa Inggris yang digunakan dalam Permainan Billiard*. [Online]. Tersedia: <https://www.ilmubahasainggris.com/istilah-bahasa-inggris-yang-digunakan-dalam-permainan-billiard/>. [Diakses 22 November 2019].
- Stevens. (2018). *The Baller Women of The Billiards Tour*. [Online]. Tersedia: <https://longreads.com/2018/03/07/the-baller-women-of-the-billiards-tour/>. [Diakses 22 November 2019].



## 19. BELAJAR FISIKA DENGAN KERTAS

Wayan Sudarsana

Belajar dapat diartikan sebagai perubahan perilaku seseorang yang disebabkan oleh pengalaman yang dilalui (Dahar, 1989: 21). Dalam suatu proses belajar individu atau seseorang akan memperoleh pengalaman berupa keterampilan dan pengetahuan baru. Dengan belajar, individu pelajar akan mengalami perubahan penambahan ilmu pengetahuan atau wawasan seiring dengan berubahnya tingkah laku, sikap, pola pikir, minat, keterampilan menjadi lebih baik dari sebelumnya.

Pembelajaran fisika bertujuan untuk mengantarkan pemahaman siswa tentang konsep dan keterkaitannya dalam memecahkan masalah kehidupan sehari-hari. Pembelajaran saat ini telah berorientasi pada pembelajaran abad 21 dimana siswa dituntut untuk menghadapi tantangan dengan menerapkan keterampilan *life skill*. Salah satu pembelajaran abad 21 yaitu berorientasi pada pemberdayaan kreativitas siswa dalam memecahkan suatu permasalahan khususnya pada pembelajaran fisika yang sangat erat berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.

Media memiliki peranan yang penting dalam belajar (Smaldino, Lowther, & Russel, 2011:14). Ketika pembelajaran terpusat pada guru, Media berperan dalam mendukung penyajian pembelajaran. Disisi lain, ketika pembelajaran yang terpusat pada siswa, siswa akan menjadi pengguna media untuk menyajikan hasil pemikiran, hasil penelitian dan lain sebagainya. Namun pada umumnya, media pada saat pembelajaran terpusat pada guru. Salah satu peranan dari media adalah untuk mendukung lingkungan pembelajaran agar ilmu yang disampaikan oleh guru dapat diterima dengan baik oleh siswa.

Pembelajaran yang menarik merupakan salah satu faktor penentu terciptanya motivasi siswa sehingga siswa akan merasa nyaman dan senang ketika mempelajari materi atau mata pelajaran tertentu. Pembelajaran akan menarik jika menggunakan media seperti gambar, video, atau alat peraga ketika menyampaikan materi pada proses pembelajaran. Sangat banyak benda yang dapat dimanfaatkan untuk alat peraga berfungsi sebagai media pembelajaran. Khususnya dalam menjelaskan suatu konsep Fisika dalam suatu pembelajaran. Benda yang sederhana

dapat digunakan sebagai alat bantu atau peraga yang dapat berfungsi sebagai media pembelajaran fisika. Selain sederhana, benda-benda yang digunakan sangat mudah dijumpai pada kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran fisika dianggap sebagai pembelajaran yang abstrak oleh siswa karena siswa hanya melihat fisika sebagai pembelajaran tentang rumus-rumus dan hitungan. Siswa terbiasa menghafal rumus tanpa mengetahui makna dari konsep materi yang diajarkan dalam pembelajaran. Guru dapat memanfaatkan benda sebagai media dalam pembelajaran fisika sehingga siswa dapat mempelajari sifat fisis dari konsep yang diajarkan. Artinya siswa dapat mengamati suatu benda yang berhubungan dengan perubahan benda tersebut. Misalnya bentuk, keadaan, atau pergerakan suatu benda. Benda yang digunakan sebagai media dalam pembelajaran fisika sangat banyak kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari tetapi terkadang tidak menyadari benda yang sederhana dapat menjadi alat bantu dalam menerangkan konsep fisika misalnya saja kertas.

Bab ini akan menjelaskan mengenai kertas yang dapat digunakan sebagai media belajar fisika. Kertas, sebagai salah satu benda yang kita gunakan sehari-hari, dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran fisika lebih dari yang dibayangkan, seperti mempelajari materi mekanika yang didalamnya terdapat Konsep Kinematika dan Dinamika, Gravitasi, Hukum 1 Newton, dan Hukum Bernoulli tentang penerapan gaya angkat pesawat.

### **Mengapa Kertas?**

Jika kita menggunakan obyek dan foto sebagai media pembelajaran dapat membuat siswa lebih siap merespons terhadap obyek nyata dibandingkan bahan pembelajaran yang abstrak, kertas juga merupakan benda yang mudah ditemukan dalam keseharian kita dan dapat didaur ulang, tidak dapat digunakan? Bila kita mengetahui sifat-sifat dari kertas maka kita dapat memanfaatkannya sebagai media pembelajaran, yang dalam tulisan ini akan digunakan untuk mempelajari fisika.



Gambar 1. Selembar kertas

Kertas yang digunakan adalah kertas HVS berukuran A4 dengan satuan grammage ( $g/m^2$ ) 80 g. Ukuran kertas A4 adalah  $210 \text{ mm} \times 297 \text{ mm}$  yang bermassa  $5 \text{ g}$  ( $80 \text{ g} \times 1/16 \text{ m}^2$ ) setiap lembarnya. Dengan informasi ini maka satu lembar kertas HVS A4 80 g dapat digunakan sebagai suatu standar, misalnya saja luas ataupun massa.

Sebelum mempelajari konsep fisika yang dipelajari dengan menggunakan kertas, sebaiknya kita mengenal terlebih dahulu apa itu kertas? Tentu saja kertas sangat sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Kertas merupakan media menulis ketika kita belajar disekolah, bahkan kita telah mengenal kertas sejak pertama kali kita belajar menulis. Kertas adalah bahan yang tipis dan rata, yang dihasilkan dengan kompresi serat yang bermula dari *pulp*. *Pulp* merupakan campuran bahan selulosa, seperti kayu, kertas, kain kertas yang dilumatkan dan dimasukkan kedalam air untuk membuat kertas atau bubur kertas (Septiawan, 2019). Keberadaan kertas ditemukan pertama kali pada saat Peradaban Mesir Kuno yang disebut *papyrus*. Mesir kuno menggunakan *papyrus* sebagai media tulis menulis pada masa Firaun. Sekarang kita mengenal kertas dengan nama *paper* dalam Bahasa Inggris. Seiring berjalannya waktu pada saat itu, kertas menjadi media yang sangat penting dalam menyampaikan pesan. Kemudian pada peradaban China kertas ditemukan oleh Yaitu Tsai Lun yang dapat dibuat dari bahan bambu di seantero China pada tahun 101 Masehi. Penyebaran kertas keseluruh dunia melalui masa penjajahan antara beberapa negara-negara yang jatuh pada masa itu.

Pembelajaran merupakan suatu kegiatan yang dilakukan oleh seorang pendidik (guru) guna menyampaikan informasi atau ilmu pengetahuan kepada

siswa. Pada proses pembelajaran pemilihan model, strategi, metode, dan teknik menjadi sangat penting saat berlangsungnya proses pembelajaran sehingga lenih terarah kedalam pembelajaran yang lebih efektif dan menyenangkan. Selain komponen tersebut, media yang digunakan dalam pembelajaran juga berperan penting sebagai alat untuk menyampaikan pesan kepada siswa yang ada dikelas. Dalam pembelajaran fisika kita juga dapat memanfaatkan kertas sebagai alat bantu untuk menyampaikan pesan mengenai konsep fisika kepada siswa.

Sebagai guru, dituntut dapat menciptakan kegiatan pembelajaran yang menarik sehingga siswa merasa nyaman dan mengikuti proses pembelajaran secara aktif. Upaya yang dapat dilakukan guru untuk memancing perhatian serta motivasi siswa yaitu dengan menggunakan media pembelajaran fisika. Dalam bab ini akan memaparkan konsep Fisika yang dijelaskan melalui pemanfaatan kertas.

### **1. Mekanika (Konsep Kinematika dan Dinamika)**

Gerak merupakan perubahan suatu kedudukan benda terhadap titik acuan tertentu. Kemudian, pertanyaan yang timbul bagaimana hubungan antara gerak dengan konsep mekanika, kinematika, serta dinamika?



Gambar 2. Pohon kelapa (Fisikabc, 2017)

Coba perhatikan ilustrasi gambar diatas!

Apakah kalian pernah melihat atau mendengar bunyi saat buah kelapa yang jatuh dari pohonnya? Lalu, apa yang menyebabkan buah kelapa tersebut jatuh

dari pohonnya? Jika kalian menjawab karena buah kelapa tersebut sudah tua, jawaban tersebut benar tetapi belum tepat. Dan jika kalian menjawab buah kelapa yang jatuh disebabkan oleh adanya gaya gravitasi bumi, jawaban tersebut benar dan tepat. Buah kelapa yang jatuh dari pohonnya merupakan gerak jatuh bebas. Nah, jika dikaji dalam fisika fisika gerak jatuhnya buah kelapa akan dibahas dalam mekanika.

Mekanika adalah ilmu fisika yang mempelajari mengenai gerak suatu benda. Apakah kalian mengetahui hubungan antara kinematika dan dinamika? Kinematika dan dinamika merupakan dua cabang ilmu fisika yang masuk dalam ruang lingkup mekanika.

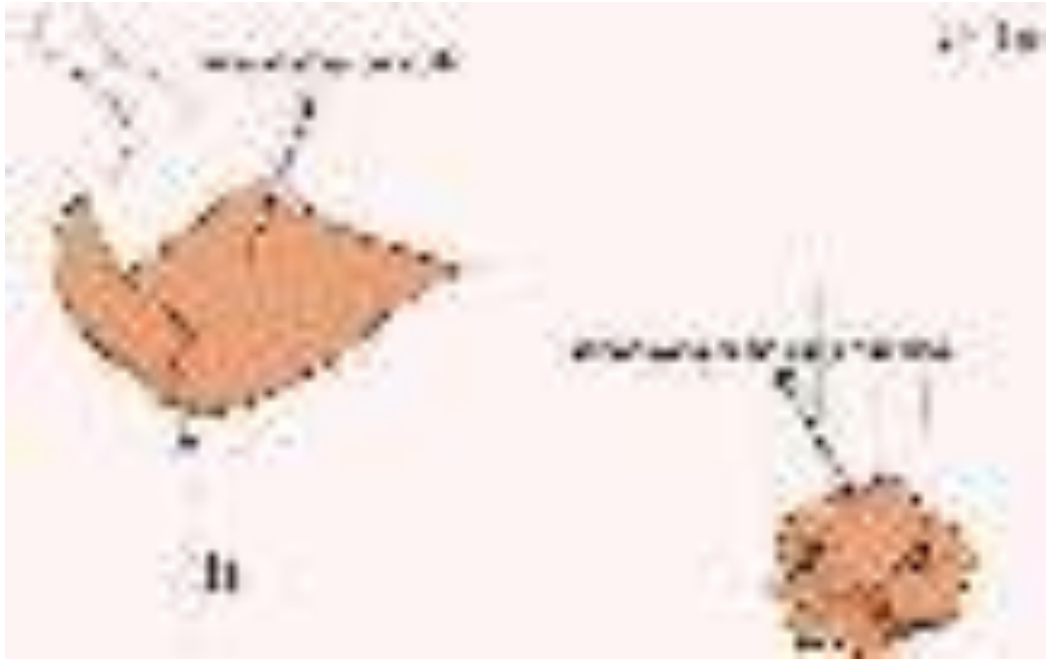
Kinematika merupakan suatu cabang ilmu fisika yang mempelajari gerak suatu benda tanpa memperhatikan penyebab terjadinya gerakan pada benda tersebut. Sedangkan dinamika adalah ilmu fisika yang mempelajari bagaimana gerak suatu benda dengan memperhatikan apa penyebab terjadinya gerakan benda tersebut.

Coba simak penjelasan berikut!

Contoh kasus buah kelapa diatas, jika kita kaji dalam kinematika jatuhnya buah kelapa dari pohonnya dengan kecepatan tertentu dari ketinggian serta waktu yang diutuhkan untuk sampai ke tanah tanpa memperhatikan gaya gesekan yang disebabkan oleh hambatan udara. Kemudian jika kita kaji dalam dinamika, buah kelapa yang jauh dari pohonnya dengan kecepatan tertentu akan mengalami perlambatan yang diakibatkan oleh gaya gesek dalam hal ini merupakan hambatan udara. Sebenarnya buah kelapa jatuh dari pohonnya disebabkan oleh adanya gaya gravitasi bumi. Dalam fisika, gaya gravitasi bumi sebesar  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Jadi dapat disimpulkan bahwa gaya dapat menyebabkan suatu benda dapat bergerak.

Untuk lebih dapat memahami perbedaan antara kinematika dan dinamika coba perhatikan gambar dibawah ini.

Dua buah kertas dijatuhkan pada ketinggian yang sama, dimana keadaan kertas pertama berbentuk lembaran kertas yang utuh dan keadaan kertas kedua yang diremas berbentuk bulatan.



Gambar 3. Dua buah kertas yang dijatuhkan (Fisikabc, 2017)

Coba simak penjelasan berikut!

Angga bahwa dua buah kertas yang dijatuhkan dari ketinggian yang sama memiliki berat sama dengan keadaan kertas terlihat seperti Gambar 16.3. Kemudian jatuhkan kertas dalam waktu yang bersamaan. Apa yang terjadi? Setelah kertas diujatuhkan dan waktu selama 1 sekon, ternyata kertas kedua lebih dahulu sampai ke lantai daripada kertas pertama.

Berdasarkan kasus kertas diatas, apakah kalian mengetahui mengapa kertas kedua yang dahulu sampai ke lantai? Untuk menjawab hal tersebut, kita dapat menggunakan konsep dinamika dimana kertas yang diremas kecepatannya akan lebih besar lebih besar dibandingkan dengan kertas selembat utuh, meskipun kedua kertas tersebut dijatuhkan pada ketinggian yang sama dan memiliki berat yang sama. Hal ini disebabkan oleh adanya gaya gesek karena hambatan udara yang mempengaruhi kedua kertas tersebut.

Kemudian jika kita kaji dengan menggunakan konsep kinematika kertas kedua memiliki kecepatan yang lebih besar dibandingkan kertas pertama tanpa memperhatikan gaya gesekan yaitu hambatan udara yang mempengaruhi

kedua kertas tersebut. Namun bagaimana jika kertas pada Gambar 16.3. Dijatuhkan dalam ruang hampa (tidak ada hambatan udara)? Maka kedua kertas tersebut akan sampai ke lantai atau dasar secara bersamaan.

## 2. Gaya Gravitasi

Gaya gravitasi bumi merupakan gaya tarik bumi terhadap benda-benda yang ada di bumi. Dalam sejarahnya kalian pernah membaca bahwa tentang Galileo yang bereksperimen menjatuhkan benda dengan bentuk yang berbeda dari menara pisa dan kedua benda tersebut jatuh secara bersamaan ditanah. Mengapa hal tersebut bisa terjadi? Sekarang kita akan menjatuhkan benda dengan bentuk yang berbeda pula tetapi jatuhnya kedua benda tidak bersamaan. Mengapa? apakah eksperimen yang dilakukan Galileo salah? Untuk dapat menjawab pertanyaan tersebut, buatlah percobaan sederhana dengan langkah sebagai berikut.

Apa yang kalian perlukan?

Selembar kertas utuh

Sebuah buku

Coba lakukan hal berikut!

Peganglah lembaran kertas utuh dan sebuah buku dengan kedua tanganmu. Kemudian secara bersamaan jatuhkan lembaran kertas utuh dan sebuah buku dari ketinggian yang sama, lalu amati apa yang akan terjadi? Kemudian, ulangi percobaan sebelumnya dengan meletakkan lembaran kertas utuh diatas sebuah buku dan peganglah dengan erat. Lalu jatuhkan lembaran kertas utuh yang berada diatas sebuah buku, kemudian amati apa yang terjadi pada saat lembaran kertas utuh dan sebuah buku dijatuhkan?

Coba simak penjelasan ini!

Kasus pertama, ketika lembaran kertas utuh dan sebuah buku yang dijatuhkan secara bersamaan pada ketinggian yang sama, sebuah buku akan lebih dulu sampai ke lantai dibandingkan lembaran kertas utuh. Mengapa hal

tersebut bisa terjadi? Jika kita melihat konsep gaya gravitasi, kedua benda tersebut dapat sampai kelantai karena adanya tarikan dari gaya gravitasi. Tetapi jika kita kaji lagi dalam konsep dinamika gerak benda, lembaran kertas utuh dan sebuah buku mendapatkan gaya gesekan yaitu hambatan udara yang bekerja pada kedua benda itu. Tetapi berat antara lembaran kertas utuh dan sebuah buku berbeda sehingga akan mempengaruhi kecepatan jatuhnya kedua benda. Tetapi jika ditinjau dari berat kedua benda, berat yang dimiliki sebuah buku lebih besar dibandingkan berat yang dimiliki lembaran kertas utuh sehingga sebuah buku tersebut mampu mempengaruhi gaya gesekan udara dan akan lebih dulu sampai ke lantai.

Kasus yang kedua, ketika lembaran kertas utuh yang diletakkan di atas sebuah buku kemudian dijatuhkan, maka kedua benda tersebut akan jatuh secara bersamaan. Mengapa hal itu dapat terjadi? Hal ini dikarenakan pada saat lembaran kertas utuh diletakkan di atas sebuah buku dan dijatuhkan, lembaran kertas utuh tidak akan menerima hambatan udara yang dipengaruhi oleh gaya gesekan. Hal ini disebabkan oleh berat dari sebuah buku membantu mengurangi gaya gesekan yang bekerja pada lembaran kertas utuh. Sehingga pada saat lembaran kertas utuh dan sebuah buku dijatuhkan gaya gravitasi akan menarik kedua benda tersebut sebagai satu kesatuan.

### **3. Hukum 1 Newton**

Gerak suatu benda pada prinsipnya dipengaruhi oleh gaya. Dalam fisika gaya merupakan suatu konsep penting. Hubungan suatu gerak benda yang dipengaruhi oleh benda di bahas pada hukum Newton tentang gerak. Misalnya dalam Hukum 1 Newton yang menyatakan bahwa setiap benda memiliki kecenderungan untuk mempertahankan kedudukannya. Misalnya ketika benda dalam keadaan diam, maka benda tersebut memiliki kecenderungan akan tetap diam, begitu pun sebaliknya ketika benda tersebut bergerak maka benda tersebut memiliki kecenderungan untuk tetap bergerak. Sifat seperti ini dinamakan sifat kelembaman atau inersia.



Sifat kelembaman dapat kalian rasakan ketika kita didalam mobil yang sedang bergerak, kemudian secara tiba-tiba mobil yang kita tumpangi direm sehingga kita akan terdorong kedepan. Hal ini terjadi karena ketika mobil sebelum direm, kita dalam keadaan bergerak kedepan sama dengan kecepatan mobil yang kita tumpangi sehingga ketika direm kita terdorong kedepan karena kita memiliki kecenderungan untuk tetap bergerak. Apa yang akan kita alami ketika mobil mulai bergerak kembali? Mengapa hal bias terjadi?

Sifat kelembaman benda dinyatakan oleh Isaac Newton sebagai Hukum 1 Newton. Hukum 1 Newton menyatakan bahwa jika sebuah resultan gaya yang bekerja pada suatu benda yang sama dengan nol ( $\Sigma F = 0$ ) maka benda tersebut akan tetap diam atau bergerak lurus dengan kecepatan konstan. Coba perhatikan gambar dibawah ini!



Gambar 4. Eksperimen Hukum 1 Newton

Apa yang terjadi ketika kertas ditarik secara perlahan dan secara cepat?

Simak penjelasan dibawah ini!

Kasus yang pertama

Sebuah spidol diletakkan diatas meja. Dibawah spidol ditaruh selembar kertas. Kemudian ketika kita menarik kertas secara perlahan maka posisi spidol akan berpindah. Apa yang menyebabkan hal itu terjadi? Posisi spidol yang berpindah dari posisi semula disebabkan oleh gaya yang diberikan ketika kita menarik kertas dalam waktu cukup lama sehingga spidol tersebut tidak dapat mempertahankan keadaan diamnya.

Kasus yang kedua

Sebaliknya dengan kasus yang pertama, ketika kita menarik kertas dengan cepat maka posisi spidol akan tetap. Hal ini disebabkan oleh gaya yang diberikan ketika menarik kertas dengan cepat dalam waktu singkat (tidak ada gaya yang bekerja). Sehingga spidol dapat mempertahankan keadaan tetap diam.

Berdasarkan dua eksperimen yang dilakukan diatas, ketika kertas ditarik secara perlahan dan berhenti menarik, maka spidol akan terus bergerak. Sebaliknya ketika kertas ditarik dengan cepa, maka spidol akan tetap diam. Hal ini sesuai dengan Hukum 1 Newton. Jadi, dapat disimpulkan bahwa Bergeraknya suatu benda bergantung terhadap gaya yang diberikan.

#### 4. Prinsip Hukum Bernoulli Pada Gaya Angkat Pesawat Terbang

##### Asas Hukum Bernoulli:

“Asas Bernoulli adalah **tekanan fluida di tempat yang kecepatannya tinggi lebih kecil daripada di tempat yang kecepatannya lebih rendah**. Jadi semakin besar kecepatan fluida dalam suatu pipa maka tekanannya makin kecil dan sebaliknya makin kecil kecepatan fluida dalam suatu pipa maka semakin besar tekanannya. Hukum ini diterapkan pada zat cair yang mengalir dengan kecepatan berbeda dalam suatu pipa”.

Prinsip Bernoulli merupakan istilah yang digunakan dalam mekanika fluida yang dinyatakan bahwa pada suatu aliran fluida, jika kecepatan fluida mengalami peningkatan maka akan menyebabkan adanya penurunan tekanan dalam aliran fluida tersebut. Prinsip Bernoulli digunakan sebagai penyederhanaan dari persamaan Bernoulli yang dinyatakan bahwa energi yang dimiliki pada titik di dalam suatu aliran tertutup akan sama besar dengan energi yang dimiliki pada titik yang lainnya.

### **Penerapan Hukum Bernoulli**

Pernahkah kalian berpikir bahwa apa yang menyebabkan pesawat terbang bisa terbang? Jika kita amati, bentuk sayap pesawat terbang didesain seperti gambar dibawah? Jawabanya adalah pesawat terbang dapat terbang karena adanya gaya dorong yang dihasilkan oleh mesin pesawat. Apa hubungannya dengan desain sayap pesawat? Penerapan dari hukum Bernoulli digunakan di dalam mendesain sayap pesawat sehingga pesawat dapat terbang. Coba perhatikan gambar dibawah ini!



Gambar 5. Garis-garis arus di sekitar sayap pesawat terbang (Nurachmandani, 2009: 299)

Coba perhatikan gambar ilustrasi seseorang yang memegang kertas dibawah ini.



Gambar 6. Eksperimen sederhana Hukum Bernoulli

Agar dapat memahami konsep Fisika mengenai prinsip Bernoulli tentang penerapan gaya angkat pesawat, kita dapat memanfaatkan kertas A4 atau HVS yang sering kita temui di sekolah dan melakukan eksperimen seperti yang terlihat pada gambar diatas.

Ketika kertas ditiup, kertas tersebut justru terangkat ke atas. Hal ini membuktikan bahwa Prinsip Bernoulli benar dimana ketika kertas ditiup pada permukaan bagian atas, akan terdapat kelajuan yang mengalir yang disebabkan oleh tiupan seseorang tersebut. hal ini akan menyebabkan tekanan pada bagian bawah kertas menjadi besar sehingga kertas akan terangkat keatas. Kemudian pada saat kertas selesai ditiup, maka kelajuan pada permukaan atas kertas akan berkurang dan tekanan pada bagian bawah kertas akan kembali pada keadaan normal sehingga kertas kembali pada keadaan semula.

Coba simak penjelasan dibawah ini!

Hal tersebut dapat terjadi karena adanya pengaruh fluida yang bergerak. Pada saat anda meniup bagian atas permukaan kertas maka akan terdapat kelajuan yang mengalir dibagian atas permukaan kertas karena adanya tiupan tersebut. Kemudian ketika anda meniup pada bagian permukaan atas, akan terdapat tekanan udara yang bekerja pada kertas tersebut, karena aliran udara dibagian atas permukaan kertas lebih cepat dibandingkan bagian bawah permukaan kertas, maka tekanan udara dibagian atas permukaan kertas akan menjadi kecil dan tekanan dibagian permukaan bawah kertas akan menjadi lebih besar. Hal ini akan menyebabkan kertas terangkat keatas. Dari percobaan yang dilakukan diatas maka dapat disimpulkan bahwa fluida bergerak akan berpengaruh terhadap tekanan udara bergantung pada kecepatan pergerakan fluida tersebut. Ketika pergerakan fluida memiliki kecepatan yang tinggi maka tekanan udara yang dihasilkan akan kecil, dan begitupun sebaliknya ketika pergerakan fluida memiliki kecepatan yang rendah maka tekanan udara yang dihasilkan akan lebih besar.

Kemudian untuk mengamati pengaruh fluida yang bergerak, lakukanlah percobaan sederhana seperti dibawah ini. Dekatkan dua buah kertas ke mulut anda, lalu tiup pada bagian tengah antara kedua kertas tersebut.



Gambar 7. Dua buah kertas yang ditiup

Dapat dilihat ketika dua buah kertas yang di dekatkan kemudian kita meniup di antara kertas tersebut, dua buah kertas akan saling mendekati. Apa yang menyebabkan hal tersebut terjadi? Hal ini disebabkan oleh ketika meniup di antara kertas terdapat suatu kelajuan pergerakan fluida (aliran udara) yang menyebabkan tekanan di antara kertas menjadi rendah dan bagian diluar kertas memiliki tekanan yang lebih besar. Dapat diketahui bahwa adanya kelajuan pergerakan fluida (aliran udara) di antara dua buah kertas sehingga kertas justru akan saling mendekati.

**Nah, dari kedua eksperimen diatas dapat disimpulkan:**

Bentuk sayap pesawat terbang memiliki penampang lebih tajam pada bagian belakang dan bagian atas permukaan sayap pesawat memiliki sisi yang lebih melengkung dibandingkan bagian bawah pesawat terbang. Bentuk sayap dari pesawat terbang yang menyebabkan aliran udara pada bagian atas sayap pesawat memiliki kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan kecepatan aliran udara pada bagian atau dapat dituliskan bahwa ( $v_2 > v_1$ ).

Kemudian sayap bagian depan pesawat terbang di rancang dengan melengkung keatas. Hal ini menyebabkan aliran udara yang mengalir pada bagian atas sayap pesawat memiliki kecepatan yang lebih cepat dan tekanan yang akan dihasilkan menjadi kecil karena udara yang mengalir pada bagian bawah memiliki aliran udara yang rendah dan mengakibatkan tekanan pada

bagian bawah sayap pesawat lebih besar karena aliran udara tidak berdesak-desakan. Perbedaan tekanan yang dimiliki pada bagian atas dan bawah pesawat menyebabkan sayap pesawat terdorong keatas karena pada bagian atas memiliki tekanan yang lebih rendah. Terdorongnya sayap pesawat yang menempel pada badan pesawat menyebabkan badan pesawat akan ikut terdorong keatas dan pesawat dapat terbang.

Berdasarkan persamaan Bernoulli, dapat kita tuliskan seperti berikut:

$$P_1 + \rho \cdot v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \rho \cdot v_2^2 + \rho g h_2$$

Dengan menganggap bahwa ketinggian yang dimiliki kedua sayap tersebut sama atau dapat kita tuliskan ( $h_1 = h_2$ ), maka akan diperoleh persamaan  $\rho g h_1 = \rho g h_2$ . Dengan demikian, persamaan diatas akan menjadi:

$$P_1 + \rho \cdot v_1^2 = P_2 + \rho \cdot v_2^2$$

$$P_1 - P_2 = \rho \cdot v_2^2 - \rho \cdot v_1^2$$

$$P_1 - P_2 = \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

Berdasarkan persamaan diatas, jika aliran udara bagian atas pada sayap pesawat lebih besar dibandingkan aliran udara pada bagian bawah atau ( $v_2 > v_1$ ), maka tekanan yang dihasilkan pada bagian bawah sayap pesawat lebih besar dibandingkan tekanan pada bagian atas atau ( $P_1 > P_2$ ). Dimana untuk gaya yang dihasilkan dari tekanan dapat dituliskan dengan  $F_1 = P_1 A$  dan  $F_2 = P_2 A$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa gaya bagian bawah sayap pesawat lebih besar dibandingkan gaya bagian atas atau ( $F_1 > F_2$ ). Nah, setelah kita memperoleh gaya yang bekerja pada sayap pesawat kita dapat mencari selisih gaya antara bagian bawah dan atas pesawat dengan menggunakan persamaan ( $F_1 - F_2$ ). Dengan demikian, kita dapat merumuskan gaya angkat pesawat terbang sebagai berikut:

$$F_1 - F_2 = \frac{1}{2} \rho A (v_2^2 - v_1^2)$$

Berdasarkan penjelasan mengenai konsep-konsep Fisika, ditunjukkan bahwa belajar fisika bukan hanya sekedar pada menghafalan rumus tetapi belajar fisika merupakan belajar mengenai bagaimana sifat fisis sehingga terjadi konsep

Fisika yang dihasilkan. Sifat fisis merupakan perubahan yang terjadi pada suatu benda misalnya perubahan gerak, bentuk, warna, dan sebagainya. Untuk memahami konsep dasar Fisika kita juga dapat memanfaatkan benda-benda yang ada dilingkungan sekitar kita. Sehingga belajar Fisika tidak lagi susah seperti yang dipikirkan pada umumnya. Belajar fisika dengan menggunakan benda sederhana akan menciptakan kegiatan belajar mengenai konsep Fisika yang lebih menarik dan menyenangkan.

### Referensi

- Dahar, W., R. (1989). *Teori-Teori Belajar*. Bandung: PT. Gelora Aksara Pratama
- Fisikabc. (2017). *Pengertian dan Konsep Mekanika, Kinematika dan Dinamika dalam Fisika*. [Online]. Tersedia: <https://www.fisikabc.com/2017/05/mekanika-kinematika-dinamika.html>. [diakses 29 november 2019].
- Nurachmandani, S. (2009). *Fisika 2: Untuk SMA/MA XI*. Jakarta: Grahardi.
- Smaldino, E., S., Lowther, L., D., & Russel, D., J. (2011). *Teknologi Pembelajaran dan Media untuk Belajar*. Terjemahan. Jakarta: Kencana.
- Septiawan, A. (2019). *KKBI Online*. [Online]. Tersedia: <https://kkbi.web.id> [diakses 12 desember 2019]
- Sumarsono, J. (2009). *Fisika: Untuk SMA/MA X*. Jakarta: CV Teguh Karya.
- Viridi, S. & Fauzi, F. (2015). *Belajar Fisika dengan Kertas*. Launching Program Openlab Lpp Salman Itb, 5 September 2015, Bandung, Indonesia. Doi: 10.13140/Rg.2.1.2176.5844.





## 20. CAKRAWALA BOLA

Wirdiyatusyifa

### A. Pendahuluan

Pembelajaran yang menarik merupakan sebuah pembelajaran yang membuat siswa merasa nyaman serta senang sehingga siswa menjadi tertarik atau terpancing dalam belajar. Rasa senang dan nyaman selama proses pembelajaran dapat membuat siswa tidak merasakan bahwa mereka sedang belajar suatu materi tertentu. Pembelajaran menjadi lebih menarik bila menggunakan media pembelajaran seperti gambar, benda atau alat peraga dalam proses penyampaian materi pembelajaran. Media pembelajaran dapat digunakan untuk mempermudah dalam penyampaian materi pembelajaran dan menggambarkan suatu kejadian atau fenomena pada materi pembelajaran. Selain itu, penggunaan media pembelajaran dapat menumbuhkan motivasi dan semangat siswa dalam belajar sehingga siswa lebih memahami materi pembelajaran.

Bola merupakan salah satu benda yang umum dimiliki oleh setiap orang. Bola dapat digunakan untuk bermain maupun berolahraga. Hampir semua orang pernah berolahraga dengan menggunakan bola. Ternyata, melalui penggunaan bola dalam olahraga yang sederhana terdapat banyak konsep Fisika yang jarang diketahui oleh setiap orang khususnya siswa. Peristiwa ketika bola ditendang kemudian melambung tinggi di udara dapat menjelaskan suatu konsep Fisika dan ketika melakukan gerakan *dribbling* pada permainan bola basket juga dapat menjelaskan sebuah konsep Fisika sehingga melalui permainan bola dapat menjelaskan berbagai macam konsep Fisika. Bola dapat digunakan sebagai media pembelajaran Fisika. Pada bab buku ini akan membahas lebih lanjut mengenai bola sebagai media pembelajaran Fisika.

### B. Bola dan Kegunaannya

Setiap orang pasti sudah tidak asing lagi bila mendengar kata “bola”. Bola merupakan sebuah benda padat yang berbentuk bulat yang didalamnya berisi gas. Bola pada umumnya terbuat dari karet dan bagian luarnya berupa

bungkusan yang berbahan kulit atau bahan sejenisnya dan bersifat elastis. Bola dapat digunakan sebagai alat untuk berolahraga maupun digunakan sebagai alat dalam permainan.

Bola pertama kali ditemukan pada 3000 tahun yang lalu saat peradaban kuno. Di Tiongkok bola dibuat dari kulit hewan yang dibalut hingga berbentuk bundar. Pada zaman ini bola yang dipakai dalam permainan disebut *cuiju*. Selain itu, bola yang dibuat oleh suku Maya dan suku Indian Aztec di Amerika Tengah sudah terbuat dari bahan karet yang dibentuk dari lateks. Sedangkan di Mesir, bola terbuat dari bahan dasar kain dan dari bahan dasar kulit hewan. Kulit hewan digunakan untuk meningkatkan daya pantulnya. Di Italia, bola dibuat dengan bahan kantong kemih babi. Namun bola tersebut memiliki banyak kekurangan yaitu mudah tertusuk dan bentuknya tidak beraturan. Untuk mengatasi kelemahan itu, bola berbahan kantong kemih babi dilapisi oleh kulit agar berbentuk lebih bulat dan tidak mudah rusak. Pada tahun 1950, sudah ditemukan bola yang tahan air, dilapisi cat sintesis dan jahitannya sudah lebih halus. Pada saat ini, bola sudah terbuat bahan karet namun bola berbahan kulit masih tetap ada.

Ada bermacam - macam jenis bola berdasarkan fungsinya, yaitu:

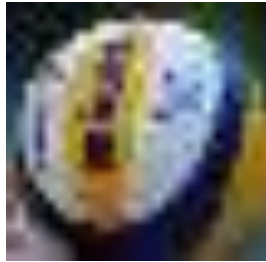
- Bola sepak



Gambar 1. Bola sepak (Dewinta, 2015)

Bola sepak adalah bola yang dipakai pada permainan sepak bola. Bola sepak ini memiliki sifat elastis dan dapat memantul. Bola sepak dimainkan dengan cara ditendang dengan kaki.

- Bola voli



Gambar 2. Bola voli (Sugiarto, 2016)

Bola voli adalah bola yang digunakan dalam permainan voli. Bola yang digunakan ini memiliki sifat elastis dan dapat memantul. Bola voli dimainkan dengan cara melambungkan bola ke atas dengan tangan.

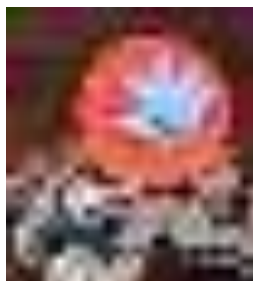
- Bola basket



Gambar 3. Bola basket (Sibuea, 2013)

Bola basket adalah bola bola yang dipakai pada dalam permainan basket. Bola basket ini memiliki sifat elastis dan dapat memantul. Bola basket dimainkan dengan cara melambungkan bola dan menggiring bola dengan tangan.

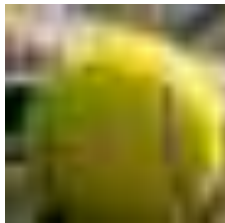
- Bola bekel



Gambar 4. Bola bekel (Tryani, 2018)

Bola bekel adalah bola yang dipakai pada dalam permainan bekel. Bola bekel ini memiliki sifat elastis dan dapat memantul. Bola bekel dimainkan dengan cara melambungkan bola keatas dan memantulkannya sebanyak 1 kali.

- Bola tenis



Gambar 5. Bola tenis (Ahmad, 2019)

Bola tenis adalah bola yang dipakai pada dalam permainan tenis lapangan. Bola tenis dimainkan dengan cara melambungkan bola ke atas dan memukul bola tersebut dengan raket.

### C. Bola dan Hubungannya dengan Konsep Fisika:

- **Konsep Gerak Parabola**

Apakah kalian pernah mendengar olahraga American Football? Jika belum pernah mendengar yuk simak cerita di bawah ini!



Gambar 6. *American football* (Kempski, 2019)

*American Football* merupakan salah satu olahraga yang dalam permainannya, para pemain menggunakan pelindung khusus disertai helm karena dalam beberapa kondisi para pemain diharuskan menabrakkan diri ke

tubuh pemain lawan. Permainan ini masih menggunakan bola sebagai alat untuk bermain namun bola yang digunakan ini berbentuk lonjong dan ujungnya runcing. Permainan ini menggunakan gerakan lemparan dan tendangan. Salah satu pemain terbaik dalam permainan *American Football* adalah Craig Hentrich yang bertugas sebagai *punter*. Seorang *punter* bertugas untuk menendang bola. Tendangan yang dilakukan *punter* ini dinamakan *punt*. *Punt* adalah salah satu tendangan pada permainan *American Football* yang dilakukan dengan cara melepaskan bola dari tangan ke kaki lalu menendangnya ke arah tengah lapangan sebelum bola tersebut menyentuh tanah. Bentuk lintasan bola yang dihasilkan dari tendangan *punt* Hentrich ketika membelah udara merupakan lintasan yang parabola.

Saat Hentrich menendang bola, maka bola akan bergerak melengkung seperti lintasan parabola dan membentuk sudut tertentu terhadap tanah. Sudut terbentuk dalam gerak ini disebut dengan sudut elevasi. Gerak parabola merupakan gerak dua dimensi suatu benda yang membentuk sudut elevasi terhadap sumbu x dan sumbu y. Sumbu x (horizontal) adalah gerak lurus beraturan (GLB) dan sumbu y (vertikal) adalah gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Kedua gerak ini membentuk suatu gerak parabola.



Gambar 7. Gerak parabola

Ketika menendang bola dengan kecepatan awal ( $V_0$ ) tertentu akan membentuk lintasan parabola dengan sudut elevasi tertentu terhadap

horizontal. Maka kecepatan awal ( $v_0$ ) bola saat ditendang dapat diperoleh dengan trigonometri yaitu:



Berdasarkan perhitungan trigonometri diperoleh bahwa:

$$\cos \alpha = \frac{v_{0x}}{v_0} \text{ dan } \sin \alpha = \frac{v_{0y}}{v_0}$$

Sehingga didapatkan:

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

Gerakan bola pada sumbu x adalah gerak lurus beraturan (GLB) sehingga kecepatan bola di sumbu x (horizontal) memiliki nilai yang sama pada setiap titik. Untuk gerakan bola pada sumbu y (vertikal) adalah gerak lurus berubah beraturan (GLBB) sehingga besarnya kecepatan bola pada sumbu y berbeda. Kecepatan bola di sumbu y dipengaruhi oleh gravitasi bumi yang menarik bola yang arahnya menuju ke bawah. Dapat diperoleh kecepatan bola pada sumbu y :

$$v_t = v_0 - at$$

$$v_y = v_{0y} - gt$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt$$

Bagaimanakah posisi bola setelah ditendang? Apakah posisi bola sebelum dan sesudah ditendang sama? Tentunya berbeda bukan?

Setelah bola ditendang, bola berpindah posisi dari posisi semula. Posisi bola saat berada diudara akan berbeda – beda.

Kedudukan atau posisi horizontal bola:

$$x = v_x \cdot t$$

$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

Kedudukan atau posisi vertikal bola:

$$y = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

Keterangan:

$v_0$  = kecepatan awal bola (m/s)

$v_t$  = kecepatan saat waktu tertentu (m/s)

$v_x$  = kecepatan pada sumbu x (m/s)

$x$  = jarak lintasan (m)

$\alpha$  = sudut elevasi ( $^\circ$ )

Bola yang bergerak akibat tendangan *punt* akan bergerak ke atas dan arahnya melawan gravitasi. Gravitasi memiliki arah yang selalu menuju ke pusat bumi sedangkan bola yang bergerak memiliki arah ke atas sehingga arah gerakan bola dan arah gravitasi saling berlawanan. Karena gerakan bola melawan gravitasi sehingga nilai kecepatan bola semakin lama akan berkurang. Gravitasi ini akan menyebabkan bola berhenti sejenak saat menuju ke atas pada waktu tertentu. Posisi bola saat bola berhenti sejenak dikenal dengan ketinggian maksimum. Menariknya, ketika bola sudah mencapai ketinggian maksimum, bola ini tidak memiliki kecepatan sama sekali! Wow. Jadi, kecepatan bola ketika berada di titik puncak lintasan nilainya adalah nol. Kemudian, bola mulai bergerak turun dari kecepatan nol hingga jatuh dengan laju bola yang sangat cepat. Gravitasi inilah yang menyebabkan bola dapat bergerak kembali turun ke permukaan tanah. Semakin ke bawah, kecepatan bola pun semakin bertambah dan arah kecepatan vertikal bola kini berlawanan.

Selain dalam permainan *American Football*, konsep gerak parabola juga dapat dijelaskan dalam permainan sepak bola. Saat kita menendang bola, maka bola akan bergerak keatas membentuk lintasan yang melengkung seperti sebuah parabola dan membentuk sudut tertentu terhadap tanah. Sudut terbentuk dalam gerak ini disebut dengan sudut elevasi. Gerakan melengkung saat menendang bola disebabkan adanya gravitasi bumi. Jika tidak ada

gravitasi bumi maka bola akan bergerak lurus keatas. Setelah mencapai titik tertinggi, bola akan berhenti sejenak dan karena terdapat gravitasi bumi akan membuat bola bergerak jatuh ke permukaan tanah. Lintasan parabola yang terbentuk tergantung pada kecepatan dan sudut elevasi yang diberikan.

- **Konsep Gerak Vertikal**

*Pernahkan kalian bermain bola tenis lapangan? Dalam bermain bola tenis tentu membutuhkan raket bukan?*

Ya betul sekali permainan tenis merupakan salah satu olahraga yang memakai raket selama permainannya dan raket ini digunakan untuk memukul bola.



Gambar 8. Permainan bola tenis (Rio, 2016)

Simaklah cerita dibawah ini!

Dani terpilih menjadi perwakilan sekolah untuk mengikuti Perlombaan Olahraga Tenis antar siswa se-Provinsi. Agar lebih siap dalam mengikuti perlombaan tenis, Dani dan teman – temannya melakukan latihan rutin bersama pelatih satu minggu sekali setiap akhir pekan. Pada hari pertama latihan rutin, pelatih mengajarkan Dani dan teman – temannya teknik – teknik dasar dalam permainan tenis.

*Bagaimanakah teknik – teknik dasar dalam permainan tenis? Penasaran? yuk simak penjelasan selengkapnya dibawah ini!*

Teknik – teknik dasar dalam bermain tenis lapangan:

- 1) Servis

Gerakan servis merupakan gerak melempar bola ke udara dan kemudian bola yang telah melambung di udara dipukul menggunakan



raket. Ternyata tahapan melempar bola dari gerakan servis ini merupakan contoh konsep Fisika yaitu gerak vertikal keatas. *Mengapa bisa terjadi demikian?* Karena pada tahap ini, bola dilemparkan secara vertikal dengan kecepatan awal tertentu.

Saat bola tenis dilemparkan ke atas dengan kecepatan awal tertentu. Bola tenis akan melambung di udara dan bola akan dipukul kembali oleh pemain tenis agar bola dapat bergerak dan melambung ke daerah lawan. Kecepatan awal saat bola dilempar memengaruhi tinggi maksimum yang ditempuh oleh bola tersebut. Kecepatan bola yang setelah dipukul dengan raket akan terus berkurang sampai mencapai titik nol yaitu pada titik tertinggi. Arah gerak bola adalah keatas sehingga  $a = -g$  karena  $a$  berlawanan arah dengan gravitasi bumi.

## 2) Lemparan bola ke bawah

Gerakan melempar bola tenis kebawah juga merupakan contoh dari konsep Fisika gerak vertikal ke bawah. **Gerak vertikal ke bawah** adalah gerak suatu bola saat bola dilempar tegak lurus ke bawah dengan kecepatan awal tertentu. Jika arah gerak bola tenis ke bawah, maka  $a = g$  karena searah dengan gravitasi bumi sehingga percepatan gravitasi ( $g$ ) bernilai positif (+) dan bola tenis mengalami percepatan.

- **Konsep Dinamika rotasi**

Di sore hari yang cerah, Andika sedang bermain tenis lapangan bersama Ryan. Saat Ryan melakukan teknik servis dengan melambungkan bola tenis ke atas dan memukulnya dengan raket, Andika mengamati pergerakan bola tenis tersebut. Bola akan berputar di udara dan akan bergerak menuju arah Andika. Andika bertanya – tanya, mengapa setelah Ryan melakukan servis, bola tenis bergerak berputar (rotasi)? Mengapa lintasan bola tenis itu berbentuk parabola? Yuk simak penjelasannya dibawah ini!

Setelah bola dipukul dengan raket, bola akan bergerak berputar (berotasi) dan bola akan mendapat gaya hambat dari gravitasi bumi dan hambatan udara sehingga walaupun bola bergerak dengan melingkar maka

akan menghasilkan gerakan yang mirip dengan gerak parabola. Bola yang berputar akan menimbulkan aliran udara di sekitar bola, semakin besar udara yang mengalir semakin kecil tekanannya. Sehingga menimbulkan perbedaan tekanan yang dapat menyebabkan gaya dapat menekan bola untuk berbelok ke bawah.

- **Konsep Hukum Newton**

Basket merupakan salah satu olahraga maupun permainan yang disukai oleh setiap kalangan manusia dari mulai anak – anak sampai dewasa. Cara memainkannya pun cukup mudah dengan menjatuhkan bola ke lantai sehingga bola akan terpantul kembali ke atas kemudian memasukkan bola ke dalam ring basket. Permainan basket hanya membutuhkan bola basket dan ring basket. Tahukah kamu jika dalam permainan basket dapat menjelaskan suatu konsep Fisika Hukum Newton? Simak lebih lanjut penjelasan dibawah ini!

1. **Hukum I Newton**

Dalam permainan bola basket, ada teknik yang dinamakan *dribbling*. *Dribbling* merupakan cara menggiring bola basket menuju ke daerah dekat ring basket dengan menjatuhkan bola basket ke lantai kemudian bola akan memantul kembali ke permukaan. Teknik *dribbling* dilakukan menggunakan satu tangan atau dengan tangan yang bergantian dengan berlari atau berjalan. Selama teknik *dribbling*, bola dijatuhkan ke bawah sehingga bola basket akan memantul ke atas dan akan terus bergerak atau berputar jika bola dipantul – pantulkan menggunakan tangan. Pada saat bola basket di tangkap, secara otomatis bola basket akan berhenti bergerak atau berputar. Fenomena ini sesuai dengan bunyi Hukum I Newton.

Hukum pertama Newton menyatakan bahwa sebuah benda dalam keadaan diam atau bergerak dengan kecepatan konstan akan tetap diam atau akan terus bergerak dengan kecepatan konstan kecuali ada gaya eksternal yang bekerja pada benda itu (Tipler,1998: 88).

Untuk memasukan bola ke dalam ring basket, pemain basket mula – mula melakukan gerakan *dribbling* hingga mendekati daerah ring basket. Setelah mendekati daerah ring, pemain basket melakukan lompatan dan melepaskan bola ke atas menuju ring basket. Gerakan melompat dan melepaskan bola basket ke atas menuju ring basket dinamakan *lay up*. Kecepatan bola basket saat gerakan *dribbling* dan *lay up* sama dengan kecepatan pemain basket saat berlari menggiring bola dan melompat. Bola basket yang bergerak akan terus bergerak dengan kecepatan semula sehingga ketika bola basket dilepaskan, bola bergerak meluncur masuk ke dalam ring basket.

## 2. Hukum II Newton

Pernahkah kalian menonton pertandingan basket? Hampir semua orang pernah melakukannya bukan? Bagaimana cara pemain basket memasukan bola basket ke dalam ring? Tepat sekali, pemain bola basket dapat memasukkan bola basket ke dalam ring dengan cara melompat dan melepaskan bola basket sehingga bola basket akan bergerak menuju ring basket. Gerakan saat bola basket dimasukkan ke dalam ring disebut dengan gerakan *shooting*.

Pada saat melakukan *shooting*, pemain basket memerlukan gaya untuk memasukkan bola ke dalam ring. Agar bola basket masuk dengan tepat ke dalam ring harus memperhatikan jarak antara ring dengan pemain basket saat melempar bola. Apabila jarak ring dan pemain basket dekat maka gaya yang diperlukan untuk memasukan bola ke dalam ring harus kecil sehingga percepatan bola menjadi lambat. Sebaliknya jika jarak ring dan pemain basket jauh maka gaya yang dibutuhkan untuk memasukan bola ke dalam ring besar sehingga percepatan bola menjadi besar. Peristiwa ini dapat menjelaskan konsep Hukum II Newton. Hukum II Newton berbunyi “Percepatan sebuah benda berbanding lurus dengan gaya total yang bekerja padanya dan berbanding terbalik dengan massanya”.

### 3. Hukum III Newton



Gambar 9. Gerakan *dribbling* bola basket (Pedia, 2019)

Gerakan *dribbling* juga dapat menjelaskan konsep Hukum III Newton yang membahas mengenai gaya aksi – reaksi. Ketika pemain basket melakukan gerakan *dribbling*, bola akan dilepaskan dan bergerak menuju ke lantai. Gerakan bola menuju ke lantai disebabkan adanya gaya gravitasi bumi. Ketika bola besentuhan dengan lantai, bola memberikan gaya pada lantai. Gaya ini disebut gaya aksi sehingga lantai memberikan reaksi dengan memberikan gaya yang melawan gaya aksi bola. Gaya yang diberikan lantai ke bola disebut gaya reaksi. Gaya aksi dan gaya reaksi yang diberikan lantai memiliki nilai yang sama besar namun arah gaya reaksi berlawanan dengan aksi sehingga gaya reaksi diberi tanda negatif (-). Gaya reaksi yang diberikan lantai menyebabkan bola dapat memantul ke atas namun besarnya ketinggian pantulan bola lebih rendah dari ketinggian semula karena sebagian energi pada bola diserap oleh lantai. Untuk mengganti energi yang telah diserap oleh lantai maka pemain basket harus memberikan gaya dorongan yang lebih besar pada bola ke arah bawah. Gaya dorongan pada bola ini akan diteruskan pada lantai. Karena gaya dorongan yang lebih besar maka lantai akan memberikan gaya reaksi yang lebih besar pula sehingga bola akan memantul ke atas lebih keras.

Konsep Hukum III Newton juga dapat dijelaskan melalui peristiwa menendang bola sepak saat permainan sepak bola. Saat pemain

sepak bola menendang bola menuju ke gawang, kaki pemain tersebut memberikan gaya kepada bola sehingga bola memiliki percepatan dan bola dapat bergerak menuju gawang. Pada saat yang bersamaan, bola juga memberikan gaya yang sama besar kepada pemain tersebut dengan arah yang berlawanan. Gaya yang diberikan oleh bola kepada pemain bola menyebabkan timbulnya perlambatan sehingga kecepatan pada kaki pemain berkurang. Gaya yang diberikan oleh kaki pemain terhadap bola dapat disebut “gaya aksi” dan gaya yang diberikan bola terhadap kaki pemain disebut dengan “gaya reaksi”. Gaya aksi dan reaksi ini mempunyai nilai yang sama besar namun arah gaya reaksi berlawanan dengan aksi sehingga gaya reaksi diberi tanda negatif (-).

- **Gaya Gesek**

Simaklah cerita dibawah ini!



Gambar 10. Bola basket yang membentur papan ring (Surya, 2018)

Arya merupakan seorang atlet basket. Hampir setiap hari, Arya dan teman – temannya latihan basket. Pada suatu hari, saat permainan basket berlangsung, Arya akan melemparkan bola basket ke dalam ring. Sementara itu, jarak antara posisi Arya dan ring basket cukup jauh. Arya melemparkan bola ke dalam ring basket dengan penuh tenaga dan bola basket tersebut berputar searah arah gerakkannya. Akibatnya bola basket tersebut membentur papan ring basket. Ajaibnya setelah membentur papan ring, bola basket akan memantul kemudian jatuh dan bergerak masuk menuju ke dalam ring. Mengapa bisa terjadi demikian? Aneh sekali bukan Apakah ini sihir atau kekuatan supranatural?

Tentu saja bukan, hal ini dapat terjadi karena adanya konsep gaya gesek. Bola yang dilemparkan oleh Arya berputar searah dengan arah gerak

bolanya. Hal ini disebut juga dengan *backspin*. Ketika bola basket berputar secara *backspin*, bola akan membentur papan penyangga ring basket, sehingga timbulah gaya gesekan antara bola basket dengan papan penyangga ring. Gaya gesekan ini memiliki arah yang berlawanan dengan arah gerak bola basket sehingga menimbulkan gaya gesekan antara bola basket dengan papan penyangga ring akan menghambat pergerakan bola. Hal tersebut akan menyebabkan kecepatan bola basket berkurang dan pergerakan bola basket menjadi lambat.



Gambar 11. Arah Gaya Gesekan (Surya, 2018)

- **Konsep Tumbukan**

Tumbukan adalah peristiwa bertemunya dua buah benda yang bergerak. Sebagai contohnya dua bola yang sedang bergerak dengan kecepatan tertentu, bola pertama bergerak ke kanan dan bola kedua bergerak ke kiri. Setelah beberapa detik bola tersebut akan bertemu dan bertumbukan (bertabrakan). Tumbukan tersebut dapat mengubah kecepatan benda dan arah gerak bola. Saat terjadi tumbukan selalu berlaku hukum kekekalan momentum. Konsep tumbukan ini dapat dijelaskan dalam permainan bola yang sering ditemui dalam kehidupan sehari – hari.

Tumbukan dibedakan berdasarkan koefisien restitusinya. Koefisien restitusi adalah nilai perbandingan kecepatan kedua benda sebelum terjadinya tumbukan. Berdasarkan koefisien restitusinya, jenis – jenis tumbukan yang perlu kita ketahui ada 3, yaitu:

1. **Tumbukan Lenting Sempurna**

Tumbukan lenting sempurna merupakan tumbukan yang memiliki koefisien restitusi  $e = 1$ . Dalam tumbukan lenting sempurna,

kecepatan bola sebelum dan sesudah tumbukan nilainya sama. Contoh peristiwa tumbukan lenting sempurna yaitu saat permainan bola bekel. Bola bekel dapat dimainkan dengan cara menjatuhkan bola bekel ke lantai dan pada saat yang bersamaan kita harus mengambil biji – biji bekelnya. Saat bola bekel dijatuhkan ke lantai dengan kecepatan tertentu maka bola bekel akan memantul di udara kembali dengan besar kecepatan yang sama.

## 2. Tumbukan Lenting Sebagian

Tumbukan lenting sebagian merupakan tumbukan yang memiliki koefisien restitusi antara 0 sampai 1 ( $0 \leq e \leq 1$ ). Dalam tumbukan lenting sebagian, kecepatan benda sesudah tumbukan nilainya lebih kecil daripada kecepatan sebelum tumbukan. Contoh peristiwa tumbukan lenting sebagian yaitu saat bermain bola basket. Dalam permainan bola basket, terdapat gerakan menggiring bola atau sering dikenal dengan nama gerakan *dribbling*. *Dribbling* merupakan cara menggiring bola basket menuju ke daerah dekat ring basket dengan menjatuhkan bola basket ke lantai kemudian bola akan memantul kembali ke permukaan. *Dribbling* dilakukan menggunakan satu tangan atau dengan tangan yang bergantian dengan berlari atau berjalan.

Ketika kita melakukan menjatuhkan bola basket dengan ketinggian  $h_1$  maka bola basket akan memantul kembali dengan ketinggian  $h_2$ . Ketinggian  $h_2$  lebih kecil dibandingkan dengan ketinggian  $h_1$ . Jika gerakan ini dilakukan secara berulang, lama - kelamaan kecepatan bola basket akan berkurang. Peristiwa ini merupakan contoh tumbukan lenting sebagian karena ketika kita menjatukan bola basket, bola basket akan bertumbukkan dengan lantai. Jika gerakan ini dilakukan berulang – ulang maka lama kelamaan kecepatan bola basket akan berkurang.

## 3. Tumbukan Tidak Lenting Sama Sekali

Tumbukan tidak lenting sama sekali adalah jenis tumbukan yang mempunyai koefisien restitusi  $e = 0$ . Dalam tumbukan tidak lenting sama

sekali menyebabkan benda – benda bersatu setelah terjadi tumbukan sehingga kecepatan kedua benda tersebut sesudah tumbukan nilainya sama. Contoh peristiwa tumbukan tidak lenting sama sekali yaitu saat bermain sepak bola. Ketika seorang pemain sepak bola menendang bola menuju ke gawang. Bola tersebut ternyata ditangkap atau dihentikan oleh penjaga gawang. Ketika bola sedang bergerak kemudian bola dihentikan penjaga gawang dengan kaki maka terjadilah tumbukan antara kaki dengan bola. Setelah kaki dan bola bertumbukkan, kaki dan bola memiliki kecepatan yang sama besar.

Permainan tenis juga dapat menjelaskan peristiwa tumbukan tidak lenting sama sekali. Pemain memukul bola tenis menggunakan raket agar bola dapat menuju ke daerah lawan. Pemain tenis lawan juga akan memukul bola tenis yang menuju ke daerahnya. Saat pemain lawan memukul bola tenis, bola tenis akan menempel pada raket dan menyebabkan peristiwa tumbukan tidak lenting sama sekali. Sehingga kecepatan sesudah tumbukan antara raket dan bola tenis memiliki nilai yang sama.

Berdasarkan penjelasan dan contoh – contoh diatas, ditunjukkan bahwa untuk belajar Fisika bisa menggunakan media dengan benda - benda sederhana yang banyak ditemui dalam kehidupan sehari – hari seperti contohnya seperti bola. Benda – benda sederhana yang banyak di temukan dalam kehidupan sehari – hari ternyata dapat mengajarkan banyak hal konsep – konsep Fisika karena Fisika merupakan salah satu pelajaran yang berkaitan erat dengan kehidupan sehari – hari. Penggunaan media pembelajaran dapat menambah ketertarikan, minat dan motivasi siswa dalam proses pembelajaran. Jika siswa sudah tertarik dan termotivasi belajar Fisika maka akan tercipta pembelajaran yang menyenangkan dan materi pembelajaran akan dapat diserap oleh siswa.



## Referensi

- Ahmad. (2019). *Tenis Lapangan: Pengertian, Sejarah, Kejuaraan, Teknik*. [online]. Tersedia: <https://www.yuksinau.id/tenis-lapangan/> [Diakses tanggal 28 November 2019].
- Dewinta. (2015). *Sejarah Penemu Sepak Bola Pertama Kali*. [online]. Tersedia: <https://biografi-penemu-terkenal-dunia.blogspot.com/2015/01/sejarah-penemu-sepak-bola-pertama-kali.html> [Diakses 11 Desember 2019].
- Kempski. (2019). *Three Alliance of American Football Players Who Could Interest the Eagles*. [online]. Tersedia: <https://www.phillyvoice.com/three-allegiance-american-football-players-who-could-interest-eagles/> [Diakses 10 Desember 2019].
- Pedia, J. (2019). *Pengertian Dribbling dalam Permainan Basket dan Cara Melakukannya*. [online]. Tersedia: <https://jasmanipedia.blogspot.com/2019/03/pengertian-dribbling-dalam-bola-basket.html> [Diakses 28 November 2019].
- Rio. (2016). *Ingin Jago Main Tenis? Ketahui Dulu Istilah Dasar Tenis Berikut ini*. [online]. Tersedia: <https://www.blibli.com/friends/blog/ingin-jago-main-tenis-ketahui-dulu-istilah-dasar-tenis-berikut-ini/> [Diakses 28 November 2019].
- Sibuea, V. (2013). *Sepak Bola, Bola Basket dan Bola Voli serta Peraturannya*. [online]. Tersedia: <http://valensibuea99.blogspot.com/2013/08/sepak-bola-bola-basket-dan-bola-voli.html> [Diakses 28 November 2019].
- Sugiarto, B. (2016). *Turnamen Bola Voli Hary Tanoesodibjo Cup Digelar di Jember*. [online]. Tersedia: <https://sports.okezone.com/read/2016/10/14/43/1514290/turnamen-bola-voli-hary-tanoesodibjo-cup-digelar-di-jember> [Diakses 10 Desember 2019].
- Surya, Y. (2018). *Fisika VS Yohanes Surya*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Tipler, P.A. (1998). *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Terjemahan Prasetio & Rahmad W. Adi. Jakarta: Erlangga.
- Tryani, N. 2018, *Bola Bekel, Permainan Jadul yang Mulai Terlupakan*. [online]. Tersedia: <https://www.kabarsidia.com/bola-bekel-permainan-jadul-yang-mulai-terlupakan/> [Diakses 28 November 2019].



## 21. PERMAINAN LOMPAT TALI (*SKIPPING*) SEBAGAI MEDIA

### BELAJAR FISIKA

Yayu marnah

#### A. Lompat Tali Sebagai Permainan Tradisional Nusantara

Menurut (Pontjopoetro, *dkk*, 1999) Permainan adalah bagian dari studi pendidikan jasmani yang mempunyai banyak sekali kegiatan. Seperti halnya kegiatan olahraga Jasmani pada umumnya permainan dapat mengembangkan kemampuan yang bisa membuat kesehatan jasmani lebih sehat, dan dalam permainan juga bisa membuat seseorang berinteraksi sesama teman lingkungan kehidupan sosial. Permainan tradisional merupakan permainan yang telah dimainkan oleh anak-anak pada suatu daerah secara tradisi. Secara tradisi ini ialah permainan telah diwarisi dari generasi yang satu ke generasi berikutnya. Jadi permainan tersebut telah dimainkan oleh anak-anak dari suatu jaman ke jaman berikutnya (Sukintaka, 1992).

Permainan tradisional Indonesia sangatlah banyak, tetapi permainan tersebut mulai punah dikarenakan perkembangan zaman yang semakin berkembang. Permainan-permainan tradisional memiliki nilai positif, misalnya anak menjadi banyak bergerak sehingga terhindar dari masalah obesitas anak.

Permainan lompat tali merupakan sebuah permainan yang dominan dilakukan oleh seorang anak perempuan, namun laki-laki juga bisa bermain, dalam permainan lompat tali tidak menggunakan tali melainkan dengan menggunakan karet gelang yang dirangkaikan. Lompat tali dapat dimainkan sendiri atau dilakukan secara beregu (berkelompok), Dan permainan lompat bisa membuat seseorang bersosialisasi dengan orang lain.

Permainan lompat tali sangat bagus karena dapat membuat seseorang bisa aktif dan berinteraksi sesama teman-teman karena dalam permainan lompat tali lebih seru kalau dimainkan minimal 3 anak atau lebih banyak anak-anak yang memainkan suatu permainan tambah bagus dan menyenangkan. Selain itu dalam permainan juga anak-anak akan berpikir dan berkerja sama satu tim untuk menentukan strategi untuk memenangkan permainan tersebut.



Gambar 1. Permainan lompat tali (Syarif fasha, 2017)

#### **a. Perkembangan Permainan lompat tali di masyarakat Indonesia**

Permainan lompat tali pernah populer di masyarakat Indonesia dikalangan anak pada tahun 70-an sampai pada tahun 2008 permainan lompat tali ini menjadi favorit saat anak-anak keluar bermain di sekolah atau pada saat sore hari setelah anak selesai mandi di depan perkarangan rumah atau lapangan yang kosong. Permainan lompat tali dimainkan secara bersama-sama oleh 3 orang atau 6 orang.

Kapan dan dari mana permainan ini bermula sulit diketahui secara pasti, dari mana permainan itu sendiri muncul tapi dapat nama permainan itu diduga pada saat zaman penjajahan sebenarnya di daerah Indonesia juga banyak ditemukan permainan ini hanya nama-namanya berbeda setiap daerah masing-masing pada saat zaman itu.

##### **a) Permainan lompat tali kegemaran anak-anak**

Permainan lompat tali sangat digemari anak-anak karena sangat mudah dimainkan dibandingkan olahraga lainnya dan manfaatnya cukup banyak bagi kesehatan dan bisa menambah pertumbuhan tubuh anak-anak lebih tinggi. Permainan tradisional sesungguhnya memiliki banyak manfaatnya seperti lompat tali.

Bagi seorang anak-anak selain tidak mengeluarkan biaya banyak untuk membeli peralatan, permainan lompat tali sebenarnya sangat baik untuk melatih fisik dan mental seorang anak. Secara tidak langsung anak-anak akan dirangsang kreatifitas, ketangkasan, melatih jiwa kepemimpinan, kecerdasan, dan keluasan wawasannya melalui permainan lompat tali, para psikolog menilai bahwa

sesungguhnya permainan tradisional mampu membentuk motorik anak, baik kasar maupun halus. Salah satu permainan yang mampu membentuk motorik anak adalah lompat tali.

b) Permainan lompat tali sebagai olahraga dewasa

Permainan lompat tali bukan hanya anak-anak kecil saja yang disukai tapi orang yang dewasa lebih suka bermain lompat tali karena manfaatnya cukup banyak bagi kesehatan. Sesuai dengan namanya, kaki akan banyak melompat-lompat dan sangat berkhasiat mengencangkan mulai dari betis, hamstring atau paha belakang hingga bokong

Olahraga yang paling efektif menurunkan berat badan atau membakar kalori karena kalau mainnya 1 jam bermain lompat tali diperkirakan bisa membakar 861-1.074 kalori.

Bermain lompat tali tangan akan sangat aktif bergerak demikian juga untuk menjaga postur tubuh tetap tegak selama bermain lompat tali dan bisa merampingkan lengan dan perut yang berlebihan lemaknya.

c) Permainan lompat tali sebagai kearifan lokal daerah

Permainan lompat tali adalah salah satu permainan tradisional nusantara yang ada di daerah Indonesia dan sekarang banyak yang berminat dengan permainan ini baik termasuk anak-anak maupun orang yang dewasa.

d) Permainan lompat tali dalam perlombaan HUT Kemerdekaan RI 17 Agustus

Permainan lompat tali adalah salah satu permainan tradisional yang menjadi salah satu ciri khas lomba dalam memperingati hari kemerdekaan Indonesia pada tanggal 17 Agustus. Lomba lompat tali adalah lomba berkelompok yang diikuti oleh dua kelompok yang berbeda, satu kelompok terdiri dari 2 sampai 3 orang beranggotakan. Saat aba-aba dimulai lomba, kedua kelompok harus mempersiapkan diri untuk melakukan permainan lompat tali dan siapa yang banyak melompati talinya dan yang kuat akan menjadi pemenang dalam suatu permainan.

### **b. Pengertian permainan lompat tali**

Lompat tali adalah sebuah permainan yang dianggap mudah dimainkan tapi banyak kelebihan manfaatnya membuat kesehatan lebih baik. Permainan ini dilakukan satu orang atau lebih dari 3 orang melompati sebuah tali yang berkibas-kibaskan sehingga kibasan tali tersebut melintas mulai dari bagian bawah kaki mereka atau sampai diatas kepala mereka dan peralatan permainan juga menggunakan alat sederhana dan mudah temukan dimana-mana.

### **c. Jenis-jenis permainan lompat tali**

Didalam permainan lompat tali terdapat banyak sekali jenis lompat tali yang meliputi, gaya bebas tunggal, kecepatan tunggal pasangan, kecepatan tiga orang, gaya gravitasi lompat, gaya permainan, gaya jatuh dan beserta gaya bebas tiga orang. Contoh-contoh gambar gaya permainan sebagai berikut:

#### **a. Gaya bebas tunggal**

Gaya bebas tunggal adalah suatu gaya jatuh bebas seseorang yang dilakukan dalam permainan lompat tali, contoh gambar sebagai berikut:



Gambar 2. gaya bebas tunggal (Shutter Stock, 2019)

#### **b. Kecepatan tunggal pasangan**

Kecepatan tunggal pasangan adalah kecepatan seseorang dalam permainan melompat seuntai tali yang digerakkan oleh pasangan dua orang, seperti gambar dibawah sebagai berikut



Gambar 3. Kecepatan tunggal pasangan (Sparkle Themes, 2019)

c. kecepatan tiga orang

kecepatan tiga orang yang dimaksud di permainan ini, kecepatan seseorang yang melompat, dengan kecepatan seseorang yang mengerakkan seuntai tali seperti gambar sebagai berikut:



Gambar 4. kecepatan tiga orang (Shutter Stock, 2019)

d. gaya gravitasi lompat

gaya gravitasi lompat adalah gaya jatuh bebas seseorang dari ketinggian seuntai tali permainan seperti gambar sebagai berikut:



Gambar 5. gaya gravitasi lompat (Shutter Stock, 2019)

e. gaya permainan beserta gaya

gaya permainan beserta gaya yang maksud di permainan ini adalah gaya yang dilakukan diberikan seseorang dalam permainan ini agar mudah dalam permainan, sebagai gambar berikut:



Gambar 6. Gaya permainan beserta gaya (Sparkle Themes, 2019)

f. Gaya jatuh dan bebas tiga orang

Gaya jatuh dipergunakan ini adalah gaya yang dikasi seseorang untuk melompat dan melakukan jatuh bebas seperti sebagai berikut:



Gambar 7. Gaya jatuh dan bebas tiga orang (shutter stock, 2019)

**d. Pelaksanaan permainan Lompat Tali**

Langkah-langkah dalam permainan lompat tali adalah bagai berikut:

- a) Badan berdiri dengan kaki rapat.
- b) Kedua tangan memegang ujung tali dengan posisi tali berada di belakang tubuh.
- c) Kedua tangan mengayun memutar tali ke atas kepala, ke depan, ke bawah hingga kembali ke belakang.
- d) Ketika tali akan mengenai kaki, lakukan gerak melompat melangkahi tali.
- e) Lakukan gerakan ini berulang-ulang

Jika Pelaksanaan permainan Lompat Tali dengan secara berkelompok langkah-langkahnya sebagai berikut:



- a) Mencari teman untuk diajak bermain.
- b) Menentukan dimana tempat bermain dan mencari lapangan kosong.
- c) Menyiapkan alat permainan dan mempersiapkan anggota kelompok yang duluan untuk bermain dengan melakukan hompipah atau suit.
- d) Untuk menentukan dua kelompok yang mana duluan. Untuk bermain dengan menunjuk perwakilan satu orang dari masing-masing kelompok, dan menentukan kelompok mana yang akan mendapatkan giliran bermain terlebih dahulu. Permainan lompat tali harus melompatinya satu persatu. Ketinggian karet mulai dari setinggi mata kaki, lalu naik ke lutut, paha, hingga pinggang. Pada tahap-tahap ketinggian ini, pemain harus melompat tanpa menyentuh tali karet. Jika ada pemain yang menyentuh tali karet ketika melompat, gilirannya bermain selesai dan ia harus menggantikan pemain yang memegang tali.
- e) Posisi tali karet dinaikan ke dada, lalu dagu, telinga, ubun-ubun, tangan yang diangkat ke atas dengan kaki berjinjit. Pada tahap-tahap ketinggian ini, pemain boleh menyentuh tali karet ketika melompat, asalkan pemain dapat melewati tali dan tidak terjerat. Pemain juga diperbolehkan menggunakan berbagai gerakan untuk mempermudah lompatan, asalkan tidak memakai alat bantu.
- f) Pemain yang tidak berhasil melompati tali harus menghentikan permainannya dan menggantikan posisi pemegang tali. Jika semua tanggap ketinggian telah berhasil diselesaikan oleh para pemain, tali karet kembali diturunkan dan permainan dimulai dari awal. Begitu seterusnya hingga para pemain memutuskan untuk mengakhiri permainan ini.

#### **e. Peralatan dan Persiapan dalam Melakukan Lompat tali**

Peralatan yang digunakan dalam permainan lompat tali sangatlah sederhana mudah di temukan dimana-mana, yaitu hanya membutuhkan area yang kosong atau lapangan, dan karet gelang yang banyak untuk dijalin atau dirangkai hingga panjangnya mencapai ukuran yang dibutuhkan dan membuat seseorang mudah bermain, biasanya sekitar 2 meter sampai 3 meter saja, sudah bisa dijadikan

permainan dan permainan lompat tali juga tidak membutuhkan orang yang banyak, 3 orang aja bisa bermain atau lebih banyak lebih baik, contoh gambar peralatan permainan karet sebagai berikut:

- a. Gambar karet yang dijadikan sebagai peralatan bermain lompat tali.



Gambar 8. karet yang dirangkai tali (Novita Joseph, 2017)

- b. Gambar tali yang modern dijadikan permainan lompat tali.



Gambar 9. tali buat bermain lompat tali (Novita Joseph, 2017)

## **B. Gaya dalam Lompat Tali**

- a. Pengertian Gaya

Gaya dapat mempengaruhi gerak sebuah benda, misalnya pada permainan lompat tali, pada saat seseorang berlari maka akan terjadi perpindahan, dimana seseorang berpindah dari satu tempat ke tempat lain. Dan Perpindahan posisi seseorang dari tempat asalnya karena adanya gaya.

- b. Jenis-jenis gaya

- a. Gaya otot

Gaya otot yang dimaksudkan dengan permainan lompat tali ini adalah seseorang melakukan mulai melompat dengan percepatan suatu gaya karena membutuhkan gaya berbanding lurus dengan penyebabnya. Semakin cepat dan semakin besar tenaga yang kita berikan pada kelajuan dalam melakukan awalan permainan lompat tali maka akan semakin besar pula kecepatan lari kita. Awalan yang maksimal nanti akan menghasilkan lompatan yang maksimal. Permainan lompat tali bisa melatih otot motorik anak, dengan melompat seluruh otot akan digunakan hingga kelincahan motoriknya terlatih.

b. Gaya gesek

Gaya gesek dalam permainan ini adalah suatu gaya timbul karena persinggungan antara dua permukaan yang merupakan hambatan terhadap gerak. Terjadi ketika berlari awal lompatan dan mendarat. Bahkan saat melompat seuntai tali posisi diatas udara pun terjadi gaya gesek antara tubuh dengan udara. Hal ini relatif kecil pengaruhnya terhadap hasil lompatan. Namun demikian angin yang berhembusan berlawanan arah lompat, sedikit banyak mempengaruhi jauhnya dan tinggi hasil lompatan gaya gesek yang terjadi, awal lari dan mendarat memberikan keuntungan kepada pelompat.

Contoh Gerak vertikal ke atas (GVA)

Ciri-ciri

- Mempunyai kecepatan awal ( $V_0 \neq 0$ )
- Arah percepatan gravitasi ke atas dan bertanda negative ( $a = -g$ )
- Pada titik tertinggi, kecepatan benda = 0  $\rightarrow (v_t = 0)$

Rumus :

$$V_t = v_0 - g \cdot t$$

$$h = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$v^2 = v_0^2 - 2gh$$

$$h_{\text{maks}} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$t_p \text{ (di titik tertinggi) } = \frac{v_0}{g}$$

$$T_B = 2TP$$



### c. Gaya Gravitasi

Gaya gravitasi ialah salah satu jenis gaya yang dipengaruhi oleh gaya tarik sebuah benda ke pusat benda tersebut. Maka dari itu pengertian gaya gravitasi bumi ialah gaya tarik menarik sebuah benda menuju pusat bumi. Dan benda yang ada di bumi akan dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi, inilah yang menjadi penyebab mengapa setiap benda yang akan bergerak keatas akan berhenti dan kembali ketitik permukaan tanah karena adanya gaya gravitasi bumi.

Gaya gravitasi dalam permainan lompat tali adalah gaya yang di berikan seseorang saat melompat keatas meski pun memberikan gaya besar dan akan kembali ke titik permukaan tanah karena di pengaruhi dengan gaya gravitasi bumi selalu benda akan jatuh ke permukaan.

Rumus gaya normal pada lantai datar (N)

$$N = W = M \cdot G$$

Keterangan:

N: Gaya Normal

W: Gaya Berat

M: Massa Benda

G: Gravitasi Bumi

Rumus Gaya berat

$$W = M \times G$$

Keterangan:

W : Gaya berat (N)

m : massa benda (kg)

g : gravitasi bumi ( $m/s^2$ )

Contoh soal

1. Seseorang melompat seuntai tali dengan massa 20 gram jatuh bebas dari ketinggian 10 m diatas tanah. Jika gesekan seseorang dengan udara diabaikan ( $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ ), berapakah kecepatan seseorang saat sampai tanah?

Jawab :

$$M = 20 \text{ gram} = 0,02 \text{ kg}$$

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

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

$$v_t = \dots\dots\dots?$$

$$v_t^2 = v_0^2 + 2 g h$$

$$= 0 + 2 g h$$

( ingat pada gerak jatuh bebas  $v_0 = 0$  )

$$V_t = 2 g h$$

$$V_t^2 = \sqrt{2 \cdot 9 h}$$

$$= \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 10}$$

$$= \sqrt{200}$$

$$= \sqrt{100, 2}$$

$$= 10 \sqrt{2} \frac{m}{s}$$

Jadi, kecepatan kapur sampai ditanah  $10 \sqrt{2} \frac{m}{s}$

### C. Jarak dalam Lompat Tali

Jarak yang dimaksud pada permainan lompat tali ini, jarak antara kedua seseorang yang memegang tali diujung titik A dan titik B, jaraknya harus panjang yang cukup agar kepala dapat masuk melewati tali berputar. Kedua pemain yang memegang tali mulai memutar tali setinggi mungkin, dan putaran dilakukan dengan memutar lengan dalam posisi lurus searah jarum jam, ketika tali berada di ketinggian maksimal.

Pemain yang melompat mulai akan masuk dengan cara membungkukkan badan untuk bersiap melompat, sambil melihat bagian bawah kaki, ketika tali akan melewati kaki, pemain harus melakukan lompatan dengan mengangkat semua kaki beserta badan agar melewati tali tersebut.



Gambar 10. jarak dalam lompat tali (Wikihow)

#### **D. Gerak dalam Permainan Lompat Tali**

- a. Lompat depan dasar
- b. Lompat belakang dasar
- c. Lompat hop kedepan, kebelakang dan kesamping
- d. Gallop ke samping
- e. Lengan menyilang
- f. Langkah lari
- g. Ayunan lengan dan kaki

#### **E. Jarak dan Panjang tali**

Jarak adalah panjang lintasan yang ditempuh oleh suatu benda dalam selang waktu tertentu. Dalam ilmu Fisika, jarak dan panjang lintasan memiliki pengertian yang sama. Panjang lintasan dan jarak keduanya merupakan besaran skalar, yaitu besaran yang hanya memiliki nilai saja. Oleh karena itu jarak tidak memiliki arah, dan jarak selalu bernilai positif. Dalam hal ini, jarak termasuk besaran skalar. Perpindahan adalah perubahan kedudukan suatu benda setelah bergerak selama selang waktu tertentu. Perpindahan merupakan

besaran vektor sehingga selain memiliki nilai juga memiliki arah. Oleh karena itu, perpindahan dapat berharga positif atau negatif.

Dalam olahraga permainan lompat tali memerlukan area seluas 1 kali 2 meter, dan sekitar 30 cm tinggi ruang diatas kepala anda, perhatikan juga lantai permukaan saat berlatih. Pemula disarankan tidak melakukan olahraga ini dikarpet, rumput, lantai beton, atau aspal. Sepatu yang anda gunakan bisa selip dan mengakibatkan cedera pergelangan kaki atau lutut. Berlatihlah di atas lantai kayu, potongan kayu lapis, atau alas tikar yang dibuat untuk berolahraga. Penting juga untuk memberikan 3-4 cm kelonggaran tali, untuk memberi ruang agar kaki Anda dan tali tidak saling menyentuh dan ini bisa menyebabkan tergelincir. Jaga siku tetap stabil ke samping saat Anda memutar tali.



Gambar 11. panjang tali (Novita Joseph, 2017)

#### **F. Energi dan Kalori dalam Permainan Lompat Tali**

Seseorang yang melakukan permainan lompat tali, dapat membakar kalori atau membakar lemak di dalam tubuh manusia, maupun keseluruhan otot tubuh manusia. Bermain selama 1 jam saja sudah mampu membakar kalori dalam tubuh hingga kurang lebih 1.000 kalori.

#### **G. Kekurangan dan kelebihan menggunakan media Permainan lompat tali dalam Pembelajaran fisika**

1. kelebihan menggunakan media Permainan lompat tali dalam Pembelajaran fisika
  - a. dengan menggunakan media permainan dalam pembelajaran, dapat menumbuhkan daya ingat pengetahuan pembelajaran atau meningkatkan motivasi seseorang dalam mengikuti pembelajaran fisika.

- b. pembelajaran dengan menggunakan media permainan dapat menciptakan kondisi interaktif, mengikutsertakan siswa dalam suatu pembelajaran, menimbulkan siswa lebih aktif dalam kelas.
- c. Pembelajaran menggunakan media permainan membuat siswa lebih aktif dan membuat siswa tidak takut untuk menanyakan apa saja kendala dalam suatu pembelajaran, serta siswa merasakan lebih dekat dengan guru menggunakan media permainan dalam pembelajaran.
  - a. Dapat mengurangi kejenuhan dan kebosanan para pembaca dalam proses pembelajaran fisika.
  - b. Dapat menarik perhatian pembaca dalam proses pembelajaran, sehingga seseorang yang membaca buku tidak akan bosan, jenuh dalam suatu materi pembelajaran
  - c. Pembelajaran dengan menggunakan media permainan dapat meningkatkan nilai siswa karena dapat membuat daya tarik belajar.
  - d. Dapat mempermudah pembaca untuk menangkap materi yang ada dibuku. Gambar-gambar yang ada dibuku membuat siswa lebih cepat memahami isi pembelajaran, serta membuat siswa tidak cepat lupa dalam suatu pembelajaran yang disampaikan oleh guru.
  - e. Media yang ada dalam pembelajaran menggunakan alat-alat sederhana sehingga siswa mudah didapat dimana-mana.
  - f. Lebih menghemat waktu guru untuk menjelaskan karena gambar, grafik atau diagram yang akan digunakan sebagai media pembelajaran telah tersedia sehingga guru tidak perlu menggambar di papan tulis
- 2. kelebihan menggunakan media Permainan lompat tali dalam Pembelajaran fisika
  - a. menggunakan media permainan dalam pembelajaran, dikhawatirkan siswa lebih aktif dalam permainan, sehingga siswa susah berpikir dan malas untuk pembelajaran yang disampaikan oleh guru karena siswa lebih senang dan tertarik permainan dari pada pembelajaran.



- b. menggunakan media permainan membuat siswa menimbulkan kecemburuan sosial karena dalam suatu pembelajaran, menggunakan media tidak mungkin mengikutsertakan semua siswa karena waktu yang tidak memungkinkan semuanya merasakan media pembelajaran.
- c. Menggunakan media permainan dapat membuat siswa lebih malas menulis, mencatat hal-hal yang dijelaskan oleh guru. Pada awalnya pembelajaran siswa lebih memperhatikan gambar permainan dari pada yang di tulis oleh guru.
- d. Waktu yang diperlukan dalam menggunakan media ini cukup banyak

### Referensi

- Diah. R dan Rosalia, D. (2016). *Aku Pintar dengan Bermain*. Solo. PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
- Pontjopoetro, S., dkk. (1999). *Permainan Anak*. Pusat Penerbitan Universitas Terbuka
- Sukintaka. (1991). *Permainan dan Metodik*. Jakarta: Depdikbud.
- \_\_\_\_\_ (1992). *Teori Bermain*. Jakarta: Depdikbud.
- [https://www.tribunnews.com/internasional/\(2019\)/11/19/3-anak-kecil-di-vietnam-main-lompat-tali-dengan-tubuh-ular-yang-mati-kreatif-atau-terlalu-berani](https://www.tribunnews.com/internasional/(2019)/11/19/3-anak-kecil-di-vietnam-main-lompat-tali-dengan-tubuh-ular-yang-mati-kreatif-atau-terlalu-berani).
- <https://id.wikihow.com/Melompat-Tali>
- <https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjcb2C7rHmAhUG8XMBHSuvAboQMwgyKAAwAA&url=https%3A%2F%2Fkumparan.com%2Fkumparanmom%2F6-manfaat-yang-didapat-anak-dari-bermain-lompat-tali-otai&psig=AOvVaw0x8rqVba0SRAh3-4Qgkkoi&ust=1576300211744850&ictx=3&uact=3>



## 22. “GELAS ASIK” FISIKA

Yurike Margaret Takus

Fisika merupakan salah satu materi pelajaran yang sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari. Namun sebagian besar orang khususnya siswa menganggap Fisika hanya sekedar materi yang berkaitan dengan persamaan dan eksperimen di laboratorium. Nah sekarang, jika Anda saat ini adalah seorang siswa, apakah Anda merasakan hal tersebut? Jika Anda seorang pendidik, apakah Anda merasa bahwa selama ini siswa Anda merasakan hal tersebut? Pernahkah Anda membawa Fisika dekat dengan kehidupan siswa? Jika belum, marilah sebagai seorang pendidik mulai belajar mendekati Fisika dengan kehidupan siswa. Tidak perlu memikirkan cara yang sulit terlebih dahulu, mulailah dari hal yang sederhana yaitu dengan mengajarkan Fisika melalui benda-benda yang dekat dengan kehidupan mereka. Salah satu benda yang dapat digunakan yaitu gelas. Dengan menggunakan gelas, kita dapat belajar Fisika dengan efisien dan menyenangkan karena gelas adalah benda yang sangat mudah ditemukan di sekitar kita. Oleh karena itu sekarang kita akan belajar dengan gelas yang dinamakan “Gelas Asik” Fisika.

Sebelum kita mengenal konsep-konsep Fisika yang dapat dipelajari dengan “Gelas Asik” Fisika, mari terlebih dahulu kita kenali lebih dekat tentang gelas itu sendiri. Siapa yang tidak tahu dengan gelas? Semua orang pasti pernah melihat bahkan menggunakannya. Gelas merupakan salah satu benda yang cukup kuat dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari contoh sebagai wadah untuk minuman. Keberadaan gelas saat ini tidak terlepas dari sejarah pembentukan gelas dari zaman dahulu sampai saat ini dapat digunakan sebagai salah satu . Gelas merupakan salah satu benda yang telah dikenal dan populer pada bangsa Mesir Kuno mulai pada abad 3000 SM. Sejarah pembentukan gelas diawali pada abad permulaan, dimana pada saat itu para pelaut dari Vanesia sedang berlabuh di suatu pulau. Para pelaut membuat tungku perapian untuk menghangatkan tubuh dan mengatasi kegelapan di malam hari. Tungku tersebut dibuat dengan memakai bongkahan soda abu yang mereka miliki dan diletakkan di atas pasir. Pada keesokan harinya, para pelaut menemukan sebuah gumpalan bening yang terdapat pada sisa

pembakaran tersebut. Berdasarkan hal tersebut maka diketahui bahwa ketika pasir dan soda berada pada suhu tinggi maka akan melebur dan membentuk gumpalan bening

Penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa pada gumpalan bening tersebut mengandung unsur-unsur yaitu kalsium oksida, silika oksida, dan natrium oksida. Berdasarkan proses terbentuknya gumpalan bening yaitu pada perapian di atas pasir putih dimana di dalamnya banyak terdapat kulit kerang serta adanya bongkahan soda abu, diketahui bahwa peleburan kulit kerang (sumber kapur), campuran pasir pantai (sumber silika), dan soda abu sebagai sumber natrium dapat menghasilkan bahan gumpalan bening atau gelas tersebut. Penemuan ini mendasari bangsa Asiria dan Mesir Kuno membuat gelas dengan menggunakan arang kayu, pasir kuarsa, dan kulit kerang. Percobaan yang dilakukan kali ini tidak berhasil karena gelas yang dihasilkan sangat kental sehingga sulit untuk dibentuk. Hal ini disebabkan kandungan dari bahan yang mereka gunakan yaitu arang kayu bukan mengandung unsur natrium oksida melainkan kalium oksida. Pengembangan pembuatan gelas selanjutnya dilakukan oleh bangsa Venesia dengan menggunakan arang rumput laut sebagai sumber natrium oksida. Mereka mendapatkan hasil yang baik karena gelas yang dihasilkan lebih encer sehingga mudah dibentuk (Thartika, 2016).

Keberhasilan penemuan bangsa Venesia ini menjadi awal pembuatan gelas sampai menjadi seperti yang digunakan saat ini sebagai wadah minuman. Penemuan ini juga menjadi awal perkembangan pembuatan gelas dengan menggunakan bahan lainnya seperti batu kapur, pasir kuarsa, dan bahan-bahan kimia lainnya. Sampai saat ini gelas yang dijadikan sebagai wadah minuman tidak hanya terbuat dari bahan kaca. Produksi gelas saat ini juga telah dilakukan untuk gelas dari bahan plastik, kayu dan tanah liat. Namun, yang sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari sebagai wadah minuman adalah gelas dari bahan kaca dan plastik. Gelas dengan bahan yang sama juga memiliki bentuk yang beragam. Setiap gelas memiliki karakteristik yang berbeda-beda sesuai dengan bahan penyusunnya. Jenis-jenis gelas berdasarkan bahan penyusun dan ragam bentuknya ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



(a)



(b)

Gambar 1. Jenis gelas dengan bahan dan bentuk yang berbeda  
gelas kaca (a), Gelas plastik (b)

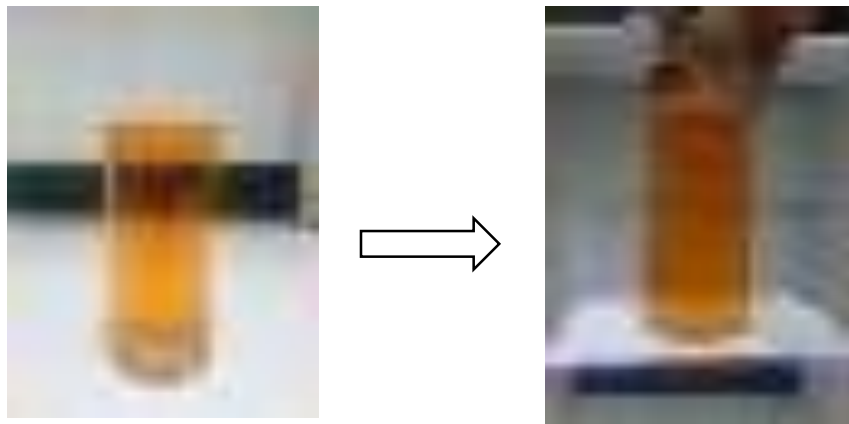
Nah, kita sekarang sudah mengetahui sejarah singkat dari gelas yang selama ini sering digunakan. Ternyata, selain bermanfaat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, gelas yang mudah ditemukan dimana saja ini memiliki manfaat lainnya yaitu dapat juga digunakan sebagai media pembelajaran salah satunya pada pelajaran Fisika. Dengan menggunakan gelas sebagai alat utama, kita dapat memahami beberapa konsep dalam Fisika. “Gelas Asik” Fisika ini akan menjelaskan tentang penggunaan gelas untuk menjelaskan konsep-konsep dalam Fisika antara lain seperti tekanan udara, pembiasan, bunyi, kalor, optik, dan kondensasi. Gelas yang digunakan kali ini yaitu gelas yang terbuat dari bahan kaca dan plastik. Mari kita mulai membahas satu per satu konsep tersebut.

### 1. Tekanan Udara

Pernahkah Anda berpikir jika zat cair dan zat padat memiliki tekanan, apakah udara juga memiliki tekanan? Jika menjawab ya, Anda memberikan jawaban yang tepat, karena udara juga memiliki tekanan. Tekanan udara disebabkan oleh berat atmosfer yang diberikan kepada semua benda yang dapat dijangkau oleh udara, termasuk tubuh manusia. Nah jika demikian, bagaimana tubuh manusia dapat menahan tekanan besar yang berasal dari udara tersebut sehingga tidak merusak tubuh manusia, terutama fungsi-fungsi organ? Hal ini dikarenakan pada saat yang bersamaan dengan tekanan udara

luar, di dalam tubuh kita terdapat sel-sel hidup yang mempertahankan tekanan dalam yang hampir sama dengan tekanan luar.

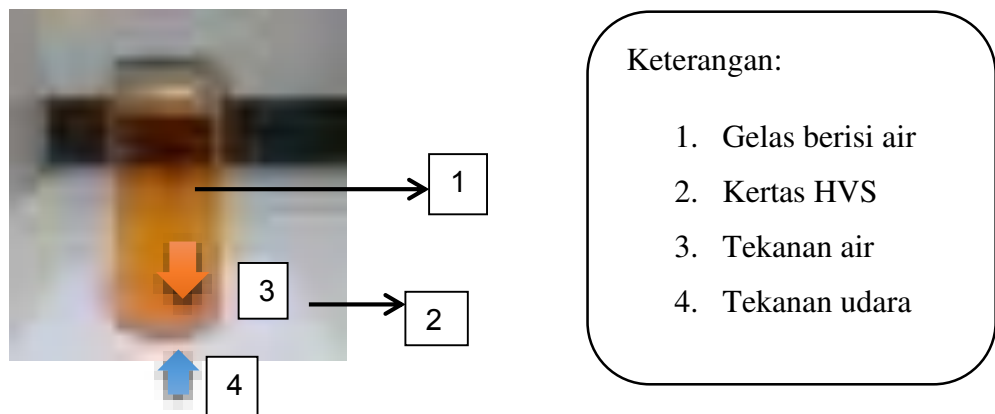
Untuk lebih mudah memahami konsep tentang tekanan udara, mari kita gunakan “Gelas Asik” Fisika. Mulailah dengan mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan yaitu gelas, air, dan sebuah kertas. Mulailah melakukan percobaan sampai diperoleh hasil seperti gambar di bawah ini. Gambar yang dihasilkan seperti kita sedang melakukan sulap dalam ilmu Fisika bukan? Mari kita melihat hasilnya.



Gambar 2. Percobaan 1 tekanan udara

Bagaimana hal ini dapat terjadi? Mengapa air tidak tumpah dan gaya gravitasi seolah tidak bekerja pada percobaan tersebut?

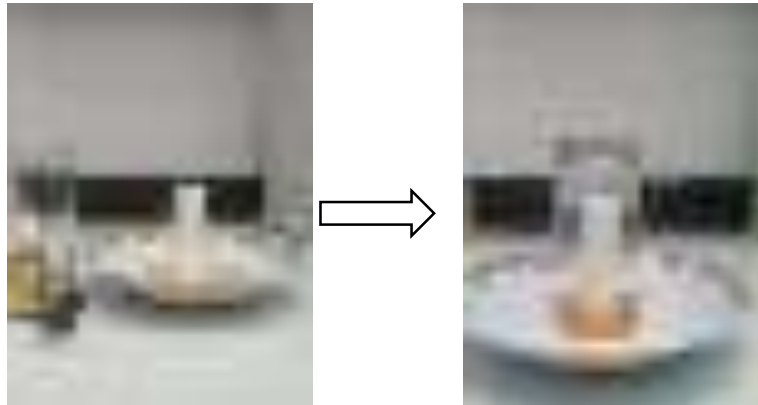
Pertanyaan tersebut pasti timbul dipikiran kita, karena adanya ketidakwajaran yang terjadi. Peristiwa di atas berkaitan dengan tekanan udara. Udara sebagaimana zat cair dan zat padat juga memiliki tekanan yang biasa disebut tekanan udara atau tekanan atmosfer. Udara di bumi memberikan tekanan pada semua benda yang bersentuhan/berinteraksi dengannya (Giancoli, 2001). Percobaan di atas dapat dipahami dengan memperhatikan gambar berikut.



Gambar 3. Tekanan udara pada gelas berisi air

Air dalam gelas pada percobaan 1 tidak tumpah karena pada saat gelas di tutup dengan kertas (mengakibatkan tidak ada udara yang keluar masuk gelas) dan dibalikkan, udara yang berada diluar gelas lebih besar dibandingkan dengan tekanan yang diberikan oleh air di dalam gelas. Tekanan udara di luar yang lebih besar menekan kertas HVS sehingga menyebabkan air tidak tumpah. Dengan melakukan percobaan ini siswa dapat melihat secara langsung bagaimana tekanan udara bekerja pada benda-benda yang berinteraksi dengannya. Percobaan ini menjadi percobaan pertama untuk mempelajari konsep Fisika dengan “Gelas Asik” Fisika.

Selain percobaan di atas, terdapat satu lagi percobaan dengan menggunakan “Gelas Asik” Fisika yang dapat membantu memahami tentang tekanan udara. Pada percobaan ini alat dan bahan yang diperlukan selain gelas yaitu lilin, air, piring, dan korek api. Air yang digunakan berwarna sehingga mempermudah untuk diamati. Percobaan dilakukan sampai diperoleh hasil seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Percobaan 2 tekanan udara

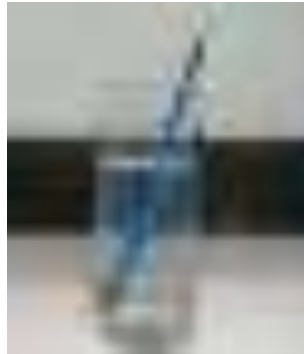
Bagaimana hal ini dapat terjadi? Mengapa air pada piring dapat masuk dalam gelas?

Air pada piring dapat masuk dalam gelas karena pada saat lilin dinyalakan dan di tutup dengan gelas, api memanaskan udara yang ada di sekitarnya. Ketika dipanaskan, udara disekitarnya memuai sehingga volumenya bertambah. Volume udara di dalam gelas yang bertambah mengakibatkan tekanan udaranya berkurang. Hal ini mengakibatkan tekanan udara di dalam gelas lebih kecil dari tekanan di luar gelas, sehingga pada saat itu air yang ada di sekitar gelas terhisap masuk ke dalam gelas. Nah, ini adalah contoh pertama penggunaan “Gelas Asik” Fisika untuk menjelaskan konsep-konsep dalam ilmu Fisika. Selanjutnya, mari kita lanjut pada konsep kedua.

## 2. Pembiasan

Pernahkah Anda melihat pensil ketika dimasukkan ke dalam gelas berisi air tiba-tiba patah? Mungkin sebagian orang berpikir hal itu sebuah kebetulan atau bahkan menganggap itu hal yang berbau sihir. Namun ternyata, hal ini bisa dijelaskan dengan ilmu Fisika. Untuk memahaminya mari kita membuat rangkaian terkait bahasan ini dengan menggunakan “Gelas Asik” Fisika. Alat dan bahan yang perlu disiapkan yaitu gelas kaca, pensil dan air. Percobaan dilakukan seperti gambar di bawah ini.





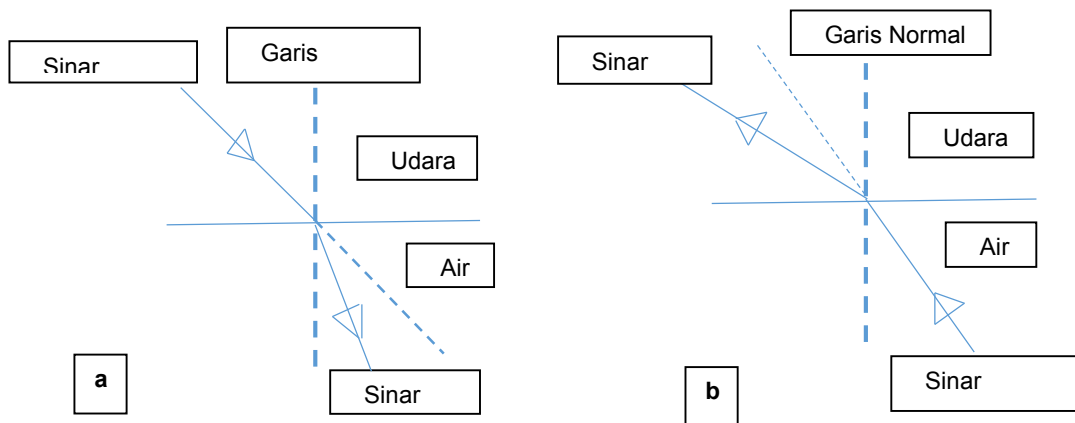
Gambar 5. Percobaan pembiasan cahaya

Mengapa pensil ketika dimasukkan ke dalam air terlihat patah?

Pembiasan merupakan sebuah peristiwa terjadinya pembelokkan arah rambatan cahaya ketika cahaya melalui dua medium kerapatannya berbeda. Nah, untuk menjelaskan peristiwa pensil patah dan kaitannya dengan pembiasan cahaya maka digunakan hukum dalam pembiasan cahaya, yaitu hukum Snellius. Bunyi hukum Snellius tentang pembiasan berbunyi:

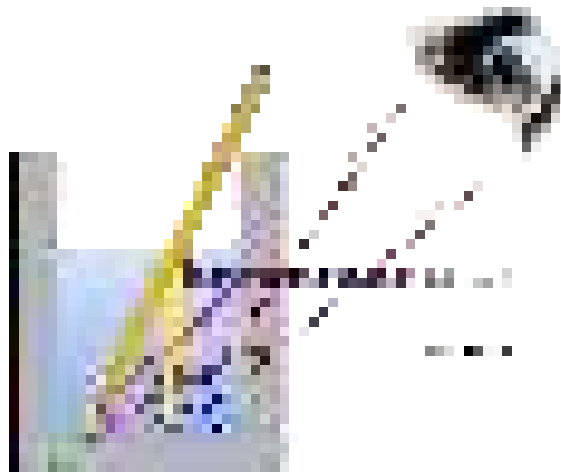
- a. Sinar datang, sinar bias, dan garis normal terletak pada satu bidang datar.
- b. Sinar datang dari medium yang kurang rapat menuju medium yang lebih rapat maka sinar tersebut akan dibiaskan mendekati garis normal. Sedangkan sinar datang dari medium yang lebih rapat menuju medium yang kurang rapat maka sinar akan dibiaskan menjauhi garis normal.

Sinar datang, garis normal, dan sinar bias pada hukum Snellius di atas digambarkan sebagai berikut.



Gambar 6. (a) Sinar datang dari medium yang kurang rapat, (b) Sinar datang dari medium yang lebih rapat

Pembiasan yang membuat pensil terlihat patah yang diamati oleh mata pengamat ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 7. Proses pembiasan pada pensil dalam gelas berisi air (MIPA, 2017)

Pensil terlihat patah karena saat dicelupkan ke dalam gelas berisi air karena sinar datang yang berasal dari pensil pada saat itu melewati tiga medium yang berbeda yaitu air, gelas kaca, dan udara sebelum sampai pada mata subyek yang mengamati. Sinar datang pertama dari pensil yang tercelup di dalam air

yang merambat melalui medium air, sampai ketika sampai pada medium gelas kaca sinar dibiaskan mendekati garis normal karena kerapatan air lebih kecil dari kaca. Selanjutnya dari kaca, sinar kemudian melewati medium udara. Karena kerapatan udara lebih kecil dari kaca maka sinarnya dibiaskan menjauhi garis normal. Sinar inilah yang sampai pada mata pengamat. Hal ini berlaku juga untuk sinar datang kedua. Kedua sinar bias inilah yang diperpanjangnya berpotongan pada satu titik yang merupakan titik bayangan semu dari batang pensil yang tercelup. Bayangan yang terlihat oleh mata pengamat adalah bayangan semu dari pensil, dan posisi bayangan ini posisinya sedikit bergeser dari pensil tersebut sehingga terlihat seolah-olah pensil itu patah. Sekarang mari kita berlanjut pada konsep ketiga yang dapat dipelajari dengan “Gelas Asik” Fisika.

### 3. Bunyi

Konsep Fisika selanjutnya yang dapat dipelajari dengan “Gelas Asik” Fisika yaitu bunyi. Untuk mempelajari konsep ini siapkanlah sebuah gelas, air bening/berwarna (mudah diamati), penggaris, dan sebuah sendok. Buatlah percobaan seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 8. Percobaan bunyi

Gambar di atas menunjukkan gelas yang diisi dengan air yang jumlahnya berbeda. Dengan menggunakan penggaris terlebih dahulu mengukur tinggi kelas pada keadaan kosong, kemudian isilah gelas dengan air seperti pada gambar 19.8(a). Cobalah memukul bibir gelas dengan menggunakan sendok, apakah Anda mereka mendengar sesuatu? Jika iya, bagaimana bunyinya?

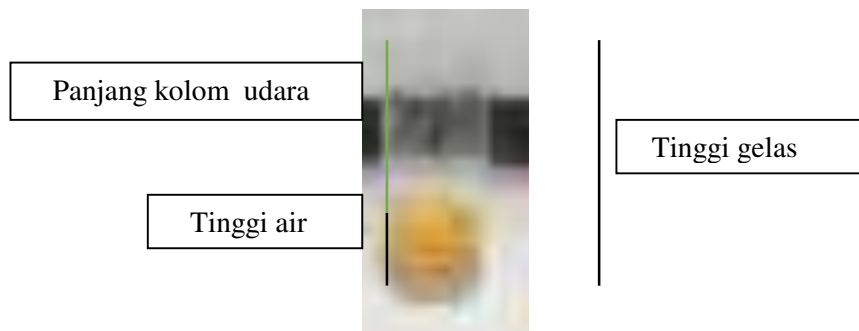
Lakukanlah langkah yang sama mengikuti gambar 19.8(b) sampai gambar 19.8(e), kemudian berikan komentar tentang apa yang di dengar. Apakah ada persamaan dan perbedaan? Mari menganalisis bersama.

Percobaan “Gelas Asik” Fisika kali ini menjelaskan tentang bunyi khususnya resonansi dan frekuensi bunyi. Resonansi bunyi merupakan peristiwa bergetarnya suatu benda yang diakibatkan oleh getaran benda lain. Resonansi dapat terjadi ketika. Resonansi dapat terjadi ketika beberapa syaratnya terpenuhi yaitu adanya sumber bunyi dan benda lain sebagai penerima, terdapat medium perantara, dan frekuensi dari getaran benda tersebut sama dengan frekuensi benda lain yang berperan sebagai penerima. Nah, pada gelas berisi air, resonansi terjadi saat getaran yang dihasilkan saat sendok mengenai bibir gelas, udara di dalam gelas juga ikut bergetar, sehingga dihasilkan bunyi. Bunyi dapat kita dengar karena bunyi merambat menuju telinga kita dengan melalui udara sebagai medium perambatannya. Namun, mengapa bunyi yang dihasilkan pada setiap gelas yang berisi air berbeda ya? Hal ini berkaitan dengan frekuensi yang dihasilkan. Seperti kita ketahui bahwa frekuensi mempengaruhi tinggi rendahnya nada yang dihasilkan.

Dalam hal ini, saat gelas terisi air sedikit seperti pada gambar 19.8(e), bunyi terdengar nyaring (tinggi), kemudian ketika air diisi pada gelas seperti pada gambar 19.8(a) sampai 19.8(d) bunyi terdengar lebih pelan (rendah). Hal ini terjadi karena adanya perbedaan frekuensi yang dihasilkan. Frekuensi bunyi pada gelas berisi air ini berkaitan dengan konsep bunyi pada pipa organa tertutup. Persamaan pada pipa organa tertutup adalah sebagai berikut

$$f_n = n \frac{v}{4L}, \quad ; L_n = n \frac{\lambda_n}{4}$$

dimana  $L_n$  adalah panjang kolom udara ke-n,  $f_n$  adalah frekuensi bunyi ke-n  $\lambda$  adalah panjang gelombang dan  $v$  adalah cepat rambat bunyi, dengan satuan keempatnya masing-masing adalah meter, Hertz, meter, dan meter/sekon (Tipler, 1998). Pada percobaan dengan “Gelas Asik” Fisika panjang kolom udara yang dimaksud adalah sebagai berikut.



Gambar 9. Penentuan panjang kolom udara

Panjang kolom udara dari gelas berisi air merupakan hasil pengurangan dari ketinggian gelas dan ketinggian cairan yang ada di gelas tersebut. Dengan pengetahuan ini kita dapat dijelaskan mengapa bunyi pada gelas yang berisi sedikit air lebih nyaring dibandingkan dengan gelas yang terisi lebih banyak air. Hal ini dapat terjadi karena pada saat air dalam gelas sedikit, contohnya pada gambar 19.8(e), kolom udara dalam gelas semakin besar, sedangkan ketika airnya semakin banyak seperti pada gambar 19.8(a) maka kolom udaranya semakin kecil. Besar kecilnya kolom udara inilah yang mempengaruhi frekuensi bunyi tersebut. Semakin besar kolom udaranya maka frekuensinya juga semakin besar, sedangkan semakin kecil kolom udaranya maka frekuensinya semakin kecil. Ketika frekuensinya semakin besar maka bunyinya terdengar lebih tinggi atau nyaring, sedangkan ketika frekuensinya kecil maka bunyi yang terdengar lebih pelan. Nah sekarang mari kita lanjutkan pada konsep ketiga yang dapat dipelajari dengan “Gelas Asik” Fisika.

#### 4. Kalor

Pernahkah Anda membakar sampah seperti, botol, pembungkus makan, kantong yang terbuat dari bahan plastik? Jika pernah maka Anda pasti melihat bahwa benda-benda tersebut akan meleleh ketika terkena panas dari api. Namun ada beberapa kondisi dimana benda berbahan plastik tidak meleleh meskipun dipanasi dengan api. Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk melihat peristiwa ini yaitu gelas plastik, air, pewarna makanan, korek api, dan lilin. Buatlah seperti gambar di bawah ini.



Gambar 10. Percobaan kalor

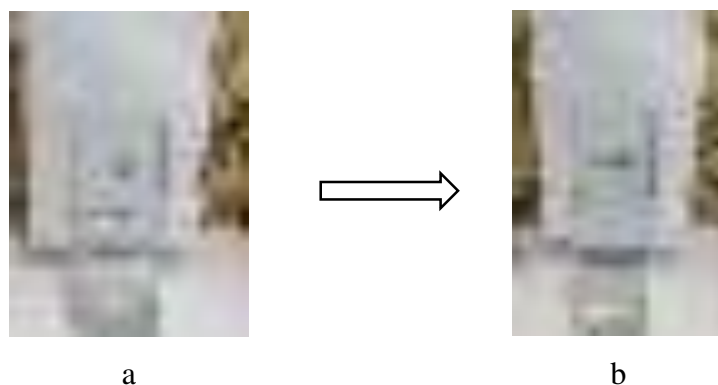
Pada percobaan di atas ditunjukkan bahwa pada perlakuan benda berbahan plastik contohnya gelas tidak akan meleleh seketika saat dipanasi dengan api. Mengapa hal ini dapat terjadi? Hal ini menunjukkan sesuatu yang tidak sesuai dengan apa yang biasanya terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Untuk mengerti akan hal ini, penjelasan dengan konsep Fisika dapat membantu kita. Konsep Fisika yang dapat menjelaskan hal ini adalah kalor. Kalor merupakan suatu energi yang ditransfer dari satu benda ke benda lainnya karena adanya perbedaan temperatur (Giancoli, 2001). Kalor dapat menaikkan temperatur suatu benda atau bahkan merubah wujud dari benda tersebut. Suatu benda dapat menerima atau melepaskan kalor. Ketika benda menerima kalor maka temperatur benda tersebut akan naik, sedangkan ketika benda tersebut melepaskan kalor maka temperaturnya akan turun.

Percobaan di atas menunjukkan bahwa ketika gelas berisi air dipanaskan, kalor yang berasal dari sumber panas (dalam hal ini api dari lilin yang menyala) menyentuh permukaan gelas. Jika posisi gelas kosong, kalor yang diberikan pada gelas, dapat lebih cepat melelehkan gelas karena saat menerima kalor temperatur gelas berubah dan melebihi titik leleh ambang gelas plastik tersebut. Namun, pada saat gelas terisi air, sebelum kalor tersebut melelehkan gelas, kalor tersebut dihantar ke air sehingga menyebabkan temperatur air meningkat. Seperti diketahui air memiliki kalor jenis air yang cukup tinggi yaitu  $4.200 \text{ Joule/kg}^\circ\text{C}$ , sehingga ketika dipanaskan kalor tersebut

terserap dan digunakan terlebih dahulu untuk menaikkan temperatur air. Hal ini mengakibatkan waktu untuk mencapai titik leleh ambang gelas plastik lebih lama, sehingga gelas plastik yang berisi air tidak mudah meleleh. Jadi, tidak melelehnya gelas plastik berisi air bukan diakibatkan karena gelas tersebut istimewa, tetapi hal tersebut disebabkan karena adanya kondisi tertentu yang dapat dijelaskan dengan konsep Fisika. Nah, karena sudah memahami bagian ini, mari kita lanjut pada konsep Fisika selanjutnya yang dapat dijelaskan dengan “Gelas Asik” Fisika.

## 5. Optik

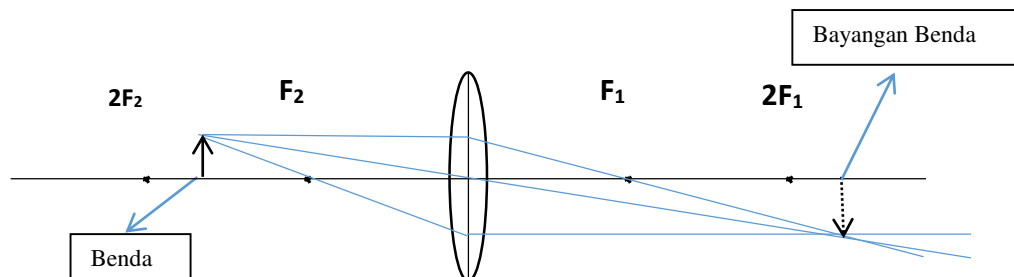
Konsep selanjutnya yang dapat dijelaskan dengan “Gelas Asik” Fisika adalah tentang fenomena optik. Sudah pasti kita tidak asing lagi dengan contoh alat-alat optik seperti lensa. Pada kehidupan sehari-hari lensa biasanya ditemui penggunaannya pada mikroskop, kaca pembesar (lup), kacamata, dan lain sebagainya. Pada penggunaan kaca pembesar (lup) dan mikroskop lensa yang digunakan yaitu lensa cembung. Setiap jenis lensa memiliki karakteristik tersendiri, sehingga fenomena optik yang terjadi pada penggunaan lensa juga berbeda. Nah, kali ini kita akan coba melihat fenomena optik pada lensa cembung dengan menggunakan bantuan gelas. Untuk itu kita memerlukan alat dan bahan seperti gelas kaca, air, kertas HVS, dan spidol. Hal pertama yang dilakukan adalah menggambar dua buah anak panah pada kertas HVS, selanjutnya alat dan bahan seperti gambar di bawah ini.



Gambar 11. Percobaan fenomena optik

Pada kondisi a, kertas yang berisi gambar anak panah diletakkan di belakang gelas pada jarak tertentu. Terlihat anak panah menunjuk ke arah yang sama. Namun ketika gelas diisi dengan air sampai sedikit melewati anak panah pertama, terlihat bahwa arah anak berubah dan ukurannya menjadi lebih besar. Hal ini diakibatkan karena ketika gelas kaca diisi dengan air, gelas tersebut akan memiliki karakteristik seperti lensa cembung. Lensa cembung atau biasa disebut lensa positif merupakan lensa yang bagian tengahnya lebih tebal dibandingkan bagian tepi. Ketika gelas berisi air bertindak sebagai lensa cembung, maka karakteristik yang dimiliki lensa cembung juga berlaku pada gelas tersebut. Salah satunya yaitu karakteristik pembentukan bayangan pada lensa cembung. Seperti kita ketahui bahwa lensa cembung memiliki dua titik fokus dan disepakati bahwa bagian datangnya sinar adalah bagian depan lensa dan bagian sinar dibiaskan adalah bagian belakang lensa. Sifat bayangan yang dibentuk oleh lensa cembung dipengaruhi oleh sinar-sinar istimewa, dimana sinar tersebut berasal dari benda. Sinar datang tersebut sejajar sumbu utama atau garis yang tegak lurus dengan bagian tengah dari permukaan lensa, melalui titik fokus, dan melalui pusat lensa. Terdapat tiga sinar istimewa pada lensa cembung yaitu sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan melalui titik fokus ( $F_2$ ) di belakang lensa, sinar datang melalui titik fokus di depan lensa ( $F_1$ ) dibiaskan sejajar sumbu utama, sinar datang melalui pusat lensa akan diteruskan.

Berdasarkan sinar-sinar istimewa tersebut, mari kita memperhatikan gambar di bawah ini untuk memahami pembentukan bayangan pada gelas berisi air di atas.



Gambar 12. Pembentukan bayangan pada lensa cembung



Gambar di atas menunjukkan salah satu contoh pembentukan bayangan yang terjadi pada lensa cembung. Dengan melihat gambar di atas maka diketahui bahwa saat percobaan benda diletakkan diantara fokus lensa dan dua kali fokus lensa, dimana bayangan yang terbentuk (anak panah dengan garis putus-putus) ukurannya lebih besar dari benda aslinya (anak panah dengan garis lurus) dan terbalik. Karakteristik bayangan yang terbentuk bergantung pada posisi benda terhadap gelas tersebut. Jadi, sudah dapat dipahami mengapa fenomena terbaliknya arah anak panah pada percobaan di atas. Selanjutnya mari kita beralih pada konsep lain yang dapat dijelaskan dengan “Gelas Asik” Fisika.

## 6. Kondensasi

Minum es teh di siang hari adalah sesuatu yang menyenangkan. Namun, pernahkah Anda menemukan hal unik saat meminum es teh? Apakah Anda mengamati dinding luar gelas yang berisi es teh beberapa waktu kemudian basah. Mungkinkah air di dalam gelas tersebut menembus keluar? Ternyata tidak demikian ya, hal ini dapat dijelaskan dengan konsep Fisika yaitu kondensasi. Untuk memahami peristiwanya mari kita belajar dengan “Gelas Asik” Fisika.



Gambar 13. Percobaan peristiwa kondensasi

Peristiwa timbulnya titik-tik air diluar gelas seperti gambar itu berkaitan dengan konsep Fisika yaitu kondensasi atau pengembunan. Kondensasi merupakan proses terjadinya perubahan wujud dari zat gas menjadi cair.

Seperti yang kita ketahui air yang ada di bumi ini tidak hanya berupa cairan yang kita lihat secara kasat mata. Perlu diketahui bahwa udara di sekitar kita juga mengandung uap air. Pada peristiwa kondensasi yang terjadi pada gelas es teh yaitu ketika gelas terisi air es, gelas menjadi dingin. Udara yang mengandung uap air selanjutnya juga akan berinteraksi dengan gelas yang telah dingin. Udara yang lebih tinggi temperaturnya kemudian melepaskan kalor kepada es dalam gelas. Penurunan temperatur inilah yang mengakibatkan uap air di udara terkondensasi dan membentuk titik-titik air di luar gelas. Jadi, alasan timbulnya titik-titik air tersebut bukan karena air dalam gelas menembus sampai keluar gelas tetapi karena terjadi peristiwa kondensasi. Nah, ternyata dengan menggunakan “Gelas Asik” Fisika kita dapat memahami konsep tentang kondensasi.

Berdasarkan contoh-contoh di atas, ditunjukkan bahwa ternyata belajar Fisika bukan hanya sekedar menghafalkan persamaan tetapi juga kita harus memahami konsep dasar dari setiap materi dan pembelajaran tidak selalu bergantung pada keberadaan laboratorium canggih. Kita dapat memahami konsep Fisika dengan menggunakan benda-benda di sekitar kita, contohnya gelas. Selain gelas, masih banyak lagi benda-benda di sekitar yang dapat membantu kita belajar Fisika. Dengan menggunakan benda-benda di sekitar maka Fisika dapat dipelajari dimana saja dan kapan saja. Oleh karena itu, mari mulai sekarang jika kita seorang pendidik buatlah pembelajaran Fisika yang sederhana namun mengajarkan banyak hal tentang konsep Fisika sekaligus menciptakan situasi yang menyenangkan agar menambah minat dalam belajar. Jika Anda seorang siswa, marilah mulai mencintai Fisika, karena Fisika itu asik dan menyenangkan.

## Referensi

- Giancoli, Douglas C. (2001). *Fisika. Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- MIPA, S.B. (2017). *Kenapa Pensil Tampak Patah Dalam Gelas Berisi Air?* [Online]. Tersedia: <https://www.fisikabc.com/2017/12/penjelasan-pensil-tampak-patah-dalam-gelas.html> [Diakses 6 Desember 2017].
- Thartika, Utami A. C. (2016). *Sejarah Perkembangan Gelas*. [Online]. Tersedia: <https://www.scribd.com/doc/305863730/SEJARAH-PERKEMBANGAN-GELAS>. [Diakses 24 Maret 2016].
- Tipler, P. A. 1998. *Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 1*. Jakarta: Erlangga



## 23. KELERENG DALAM FISIKA

Nurlaili Wisda Agustin

Bab buku ini akan membahas mengenai penggunaan kelereng sebagai media dalam pembelajaran Fisika pada konsep energi kinetik, energi potensial, hukum kekekalan energi mekanik dan osilasi. Kelereng yang digunakan sebagai media adalah kelereng yang biasa digunakan pada permainan kelereng. Pemilihan kelereng bertujuan agar pembelajaran Fisika menjadi lebih interaktif karena siswa terlibat langsung dalam pembelajaran, misalnya pada kegiatan percobaan. Selain itu agar siswa lebih mengenal mainan tradisional yang sudah mulai diabaikan karena maraknya permainan yang lebih modern seperti *mobile legend*. Sebelum membahas lebih lanjut mengenai penggunaan kelereng sebagai media pembelajaran Fisika, mari kita bahas terlebih dahulu tentang Fisika, pembelajaran Fisika, media dan kelereng.

Fisika merupakan bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam yang mempelajari tentang gejala dan fenomena alam. Mata pelajaran Fisika dianggap penting untuk dipelajari siswa sebagai sarana menumbuhkan kemampuan berfikir dalam memecahkan masalah dan membekali siswa pengetahuan untuk memasuki jenjang pendidikan selanjutnya.

Pembelajaran Fisika sendiri sebaiknya menekankan pada tiga aspek pembelajaran, yaitu pengetahuan, sikap dan keterampilan. Aspek pengetahuan berupa pemahaman dalam menganalisis konsep Fisika. Aspek sikap berkaitan dengan sikap siswa terhadap lingkungan sesuai dengan konsep yang telah dipelajari.

Media merupakan alat yang dapat digunakan dalam menyampaikan materi pelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran yang sudah ditentukan oleh guru. Dengan penggunaan media, siswa menjadi lebih aktif dan termotivasi dalam mengikuti kegiatan pembelajaran. Media terdiri dari media audio, visual, audio visual dan multimedia. Dalam penggunaan media harus memperhatikan beberapa hal, yaitu perangkat pembelajaran, lingkungan belajar, tempat belajar, ekonomi, sosial dan budaya.

Kelereng adalah bola pejal yang dibuat dari tanah liat, marmer atau kaca untuk permainan anak-anak. Ukuran kelereng sangat bervariasi, umumnya 1,25 cm dari ujung ke ujung. Kelereng biasanya dikoleksi untuk tujuan nostalgia dan warnanya yang estetik.



Gambar 1. Kelereng (Sari, 2014)

Kelereng sudah dikenal hampir di seluruh penjuru tanah air hingga manca negara. Di Indonesia kelereng memiliki nama yang berbeda untuk setiap daerah. Kelereng dikenal dengan istilah “nèker” di Jawa, “gundu” di Betawi, “kaleci” di Sunda, “ekar” di Palembang dan “kleker” di Banjar.

Kelereng adalah mainan yang sudah berusia cukup tua. Kelereng sudah dikenal sejak peradaban Mesir Kuno sekitar tahun 3000 SM. Kelereng tertua ditemukan pada tahun 2000-7000 SM yang sekarang disimpan di London. Kelereng dikenal di Perancis dengan istilah “bille” yang berarti bola kecil pada abad ke-12. Selanjutnya, kelereng dikenal di Inggris dengan sebutan “marble” pada tahun 1694. Saat ini, kebanyakan kelereng terbuat dari kaca. Teknologi pembuatan kelereng dari kaca pertama kali ditemukan di Jerman pada tahun 1864. Pada awalnya kelereng hanya terdiri dari satu warna kemudian berkembang menjadi berbagai warna seperti permen.

Permainan kelereng sudah dimainkan sejak masa Romawi dan menjadi bagian pada festival Saturnalia. Permainan kelereng biasanya identik dengan anak laki-laki. Namun, tidak jarang anak perempuan juga mengkoleksi kelereng atau bermain kelereng. Permainan kelereng sudah tidak sepopuler jaman dulu tetapi di New Jersey setiap tahun diadakan turnamen nasional mengenai permainan kelereng. Permainan kelereng biasa dimainkan oleh dua orang atau lebih. Permainan kelereng dapat dilakukan di tanah. Permainan kelereng bermanfaat

untuk melatih konsentrasi, kemampuan berpikir, motorik, kejujuran, membentuk semangat untuk berkompetensi dan mengembangkan kemampuan berkomunikasi serta kecerdasan sosial sehingga anak dapat belajar bekerja sama dengan temannya.

Cara bermain kelereng diawali dengan membuat gambar lingkaran di atas tanah. Semua pemain menaruh kelereng pada lingkaran yang sudah dibuat, kemudian berdiri lima langkah dari lingkaran dan melempar kelereng yang disebut “gacuk” untuk mengeluarkan kelereng dari lingkaran. Jika kelereng dilempar tetapi tidak ada kelereng yang keluar dari garis, pemain yang posisinya paling dekat dengan lingkaran berhak untuk bermain pertama. Pemain tersebut melanjutkan permainan dengan membidik kelereng lain pada lingkaran. Jika berhasil mengeluarkan kelereng maka kelereng tersebut menjadi miliknya. Sebaliknya, jika gagal maka pemain tersebut dianggap mati dan pemain lain yang berhak untuk bermain. Pemenang dari permainan adalah yang berhasil mendapatkan kelereng paling banyak.



Gambar 2. Permainan kelereng (Yuniar, 2017)

Setelah kita membahas mengenai Fisika, pembelajaran Fisika, media dan kelereng selanjutnya mari kita bahas penggunaan kelereng itu sebagai media pembelajaran Fisika pada konsep energi potensial, energi kinetik, hukum kekekalan energi mekanik dan osilasi.

**Perhatikan gambar di bawah ini!**



Gambar 3. Buah apel (Astawan, 2016)

Mengapa buah apel bisa jatuh?

Untuk dapat menjawab pertanyaan tersebut, mari kita lakukan percobaan beriku ini!

**A. Alat dan Bahan**

1. Kelereng kecil (1 buah)
2. Kelereng besar (2 buah)
3. Plastisin (secukupnya)
4. Mistar (1 buah)

**B. Langkah Kerja**

1. Siapkanlah alat dan bahan yang diperlukan yaitu kelereng kecil dan besar, plastisin serta mistar.
2. Percobaan pertama
  - a. Jatuhkan kelereng besar dan kelereng kecil pada ketinggian sama yaitu 100 cm.
  - b. Lihatlah dan bandingkan cekungan pada plastisin!
3. Percobaan kedua
  - a. Jatuhkan kelereng besar pada ketinggian yang berbeda yaitu 100 cm dan 125 cm.
  - b. Lihatlah dan bandingkan cekungan pada plastisin!



### C. Data Pengamatan

1. Percobaan pertama

Manakah cekungan yang paling dalam pada plastisin ?  
(kelereng besar)

2. Percobaan kedua

Manakah cekungan yang paling dalam pada plastisin ? (jarak 125 cm)

### D. Hasil Pengamatan

1. Percobaan pertama

- a. Semakin besar benda, cekungan pada plastisin semakin .... (dalam)
- b. Semakin besar benda, energi potensialnya semakin .... (besar)
- c. Besarnya energi potensial ... dengan massa benda (dipengaruhi)

2. Percobaan kedua

- a. Semakin tinggi ketinggian benda, cekungan pada plastisin semakin .... (dalam)
- b. Semakin tinggi ketinggian benda, energi potensialnya semakin .... (besar)
- c. Besarnya energi potensial ... dengan ketinggian benda (dipengaruhi)

3. Benda yang jatuh pada ketinggian tertentu dipengaruhi oleh ....

(percepatan gravitasi bumi)

Setelah melakukan percobaan seperti diatas, siswa dapat menjawab pertanyaan dan menyimpulkan bahwa energi potensial merupakan energi yang dimiliki suatu benda karena kedudukannya dengan persamaan matematis:

$$E_p = m g h$$

Keterangan:

$E_p$  = energi potensial (J)

$m$  = massa (kg)

$g$  = percepatan gravitasi bumi ( $m/s^2$ )

$h$  = ketinggian (m)

**Apa yang kalian ketahui mengenai gambar di bawah ini?**



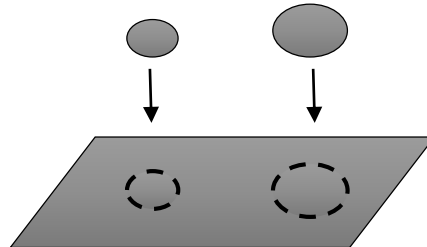
Gambar 4. Orang berlari (Fajrul, 2019)

Untuk mengetahui hal tersebut, mari kita lakukan percobaan seperti berikut ini:

**A. Alat dan Bahan**

1. Plastisin secukupnya
2. Kelereng besar sebanyak 1 buah
3. Kelereng kecil sebanyak 2 buah
4. Mistar

**B. Langkah Kerja**



Gambar 5. Energi kinetik

1. Letakkan lempengan plastisin di atas bidang datar seperti gambar 5.
2. Jatuhkan secara bebas kelereng besar dan kecil dengan jarak 100 cm dari permukaan plastisin.
3. Amati perubahan bentuk palstisin setelah terbentur beban.
4. Ulangi langkah pertama, kemudian jatuhkan kelereng kecil dengan gaya yang lemah dan satu lagi dengan gaya yang kuat.
5. Amati perubahan plastisin setelah terbentur kelereng.
6. Bandingkan 2 percobaan di atas.

### C. Analisa Data

#### Kegiatan 1

Berdasarkan hasil percobaan, analisislah data yang telah diperoleh!

1. Ketika dua benda dengan massa yang berbeda dijatuhkan pada plastisin dari ketinggian yang sama dengan kelajuan yang sama pula maka ....  
(kelereng besar memberikan cekungan pada plastisin lebih besar)
2. Benda yang massanya besar akan menimbulkan bekas yang dalam dibandingkan benda yang massanya kecil, hal ini menunjukkan bahwa ....  
(massa mempengaruhi energi kinetik)
3. Dari jawaban pernyataan nomer 2, pengaruh massa terhadap besarnya energi kinetik benda adalah ... (berbanding lurus)

#### Kegiatan 2

Isilah tabel di bawah ini berdasarkan hasil eksperimen!

Berdasarkan hasil percobaan, analisislah data yang telah diperoleh!

1. Ketika dua benda dengan massa yang sama dijatuhkan pada plastisin dengan kelajuan yang berbeda maka ....  
(kelereng dengan kelajuan besar, memberikan cekungan lebih dalam)
2. Benda yang dijatuhkan dengan kelajuan besar akan menimbulkan bekas yang dalam dibandingkan benda yang dijatuhkan dengan kelajuan lemah, hal ini menunjukkan bahwa .... (kelajuan mempengaruhi energi kinetik)
3. Dari jawaban pernyataan nomer 2, pengaruh kelajuan terhadap besarnya energi kinetik benda adalah .... (berbanding lurus)

Berikut ini kita akan menurunkan persamaan untuk menghitung besarnya energi kinetik sebuah benda bermassa  $m$  yang sedang bergerak dengan kelajuan  $v$ . Kita mulai dari persamaan untuk jarak yang ditempuh benda yang bergerak dengan kelajuan awal  $v_0$  percepatan  $a$ , dalam waktu  $t$  adalah:

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

Untuk  $v_0 = 0$  maka  $s = \dots$  ( $1/2 at^2$ )

Kelajuan benda pada saat  $t$  dapat ditentukan dengan persamaan:

$$v = v_0 + at$$

Untuk  $v_0 = 0$  maka  $v = \dots$  (at)      maka  $t = v/a$

Dengan mensubstitusikan  $t$  pada persamaan ke-2 ke persamaan 1 maka diperoleh:

$$s = \dots = \dots \quad (1/2 \cdot a \cdot v/a^2 = 1/2 \cdot v/a)$$

Usaha yang diperlukan untuk melawan inersia benda adalah sebesar  $W = Fs$

Sesuai dengan Hukum II Newton,  $F = ma$

Dengan menggabungkan pers. 3,  $W$  dan  $F$  diperoleh  $W = \dots$  (m a s)

$$W = F s = m a ( \dots ) = \dots \quad (1/2 \cdot v/a = 1/2 m v^2)$$

Usaha di atas merupakan usaha yang diperlukan untuk menghasilkan perubahan kelajuan benda, yang berarti sama dengan energi kinetik benda yang bergerak dengan kelajuan  $v$ .

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa persamaan matematis energi kinetik adalah:

$$E_k = 1/2 m v^2$$

Keterangan:

$E_k$       = energi kinetik (J)

$m$         = massa (kg)

$v$         = kecepatan (m/s)

**Pasti kalian sudah tidak asing lagi dengan di bawah ini!**



Gambar 6. Permainan bilyard (Meyszahida, 2015)



Gambar 7. Permainan ayunan (Nugraheni, 2017)

Apa yang ada dibenak kalian dari gambar di atas?

Untuk menjawab pertanyaan diatas, mari kita lakukan percobaan seperti di bawah ini :

#### A. Alat dan Bahan

1. Kelereng
2. Stopwatch
3. Mistar

#### B. Langkah Kerja

1. Jatuhkan kelereng secara bebas dari ketinggian 100 cm
2. Hitunglah waktu yang diperlukan kelereng hingga jatuh ke lantai
3. Catatlah data hasil percobaan pada tabel pengamatan
4. Ulangi langkah 1 s. d. 3 untuk ketinggian 125 cm dan 150 cm

#### C. Hasil Percobaan

##### Tabel Pengamatan

No	Ketinggian (m)	Kecepatan (m/s)
1		
2		
3		

Info :

Dengan menerapkan gerak jatuh bebas, dimana persamaannya :

$$v_t^2 = v_0^2 + 2gh$$

Saat kelereng di atas kecepatan awalnya adalah nol dan kecepatan kelereng saat berada di lantai adalah :

$$v_t^2 = 2gh \quad ; \quad \text{dimana } g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

### Analisa Data

#### *Kegiatan 1*

- 1) Saat kelereng berada di atas, kelereng memiliki energi ... (potensial) sedangkan energi kinetiknya .... (nol)
- 2) Saat kelereng jatuh menuju ke lantai, energi ... (potensial) mengecil karena ketinggiannya berkurang dan berubah menjadi energi ... (kinetik) karena kelereng bergerak dengan kelajuan makin besar.
- 3) Saat kelereng tepat jatuh di tanah, kelereng memiliki energi ... (kinetik) sedangkan energi potensialnya .... (nol)
- 4) Saat berada di atas, kelereng hanya memiliki energi ... (potensial) setelah tepat sampai di permukaan lantai hanya memiliki energi .... (kinetik)

#### *Kegiatan 2*

Berdasarkan materi yang sudah dipelajari, dapat diketahui bahwa:

- 1) Persamaan matematis energi potensial adalah .... ( $E_p = mgh$ )
- 2) Persamaan matematis energi kinetik adalah .... ( $E_k = \frac{1}{2} mv^2$ )
- 3) Dari kegiatan 1 dan 2 yang telah kalian lakukan, perbandingan energi mekanik benda adalah .... ( $E_{m1} = E_{m2}$ )

Sehingga dapat disimpulkan bahwa, energi mekanik merupakan jumlah energi potensial dan energi kinetik yang dimiliki oleh suatu benda. Besarnya energi mekanik suatu benda selalu tetap, sedangkan energi kinetik dan energi potensialnya dapat berubah-ubah. Secara matematis dapat dituliskan:

$$E_m = E_p + E_k$$

Keterangan:

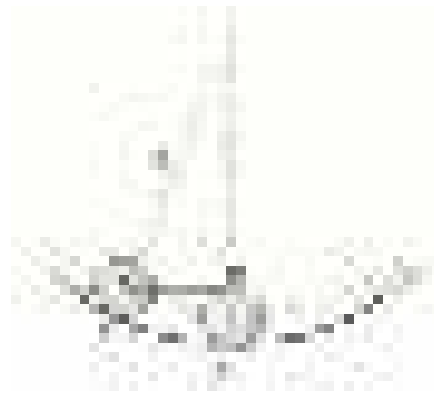
- $E_m$  : Energi mekanik (J)  
 $E_p$  : Energi Potensial (J)  
 $E_k$  : Energi kinetik (J)

Tentu kalian pernah mendengar kata osilasi namun osilasi yang akan kita bahas disini adalah osilasi kelereng.

Apa itu osilasi kelereng?

Untuk menjawab pertanyaan tersebut perhatikan penjelasan berikut ini:

Menurut Suprayitno (2011), Model osilasi kelereng bisa digunakan untuk menentukan nilai percepatan gravitasi bumi (g). Kita misalkan, suatu bola pejal dalam hal ini kelereng dilepas pada lintasan yang lengkung akan mengalami gerak bolak-balik. Kelereng berjari-jari  $a$  diletakkan pada rel melengkung yang berjari-jari  $R$ . Gerakan kelereng mirip seperti gerakan ayunan bandul sederhana dengan panjang tali  $(R-a)$ .



Gambar 8. Model osilasi kelereng (Suprayitno, 2011)

Dengan memakai hubungan translasi energi, dimisalkan kelereng awalnya berada diposisi A, kemudian kelereng ketika kedudukan seimbang berada di B. Kelereng kehilangan energi karena gerak dengan kecepatan linier bola yang bergerak dari A ke B adalah  $Mgh$  dimana  $h$  merupakan tinggi OD. Energi yang hilang kemudian berubah menjadi energi kinetik dengan persamaan energi sebagai berikut :

$$Mgh = \frac{1}{2}Mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

$$Mgh = \frac{1}{2}Mv^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{2}{5}M(R - a)^2\right)\left(\frac{v}{(R-a)}\right)^2$$

$$Mgh = \frac{1}{2}Mv^2 + \frac{7}{10}Mv^2$$

$$2gh = \frac{7}{5}v^2$$

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

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

$$\frac{7}{5}\frac{4\pi^2}{T^2}(R - a)^2 = g(R - a)$$

$$g = \frac{28\pi^2(R - a)}{5T^2}$$

Model osilasi kelereng ini biasanya digunakan sebagai alat praktikum yang dapat digunakan untuk menentukan percepatan gravitasi bumi di suatu tempat dengan prinsip pendulum sederhana. Cara memperoleh waktu bisa dengan manual menggunakan stopwatch maupun tidak, yaitu dengan menggunakan sensor proximity yang diletakkan di bawah rel osilasi. Kelereng yang digunakan dan jumlah getaran dari kelereng dianggap sebagai variabel bebas. Sedangkan waktu kelereng ketika berosilasi yang nantinya digunakan untuk menentukan periode osilasi dianggap sebagai variabel terikat.

Karena yang akan dibahas disini adalah model osilasi kelereng dengan sensor proximity maka alat praktikum ini terdiri dari rel osilasi yang terbuat dari selang plastik sebagai bagian pokoknya, kemudian dibawahnya terdapat sensor proximity yang berfungsi untuk mendeteksi kelereng ketika berosilasi.



Gambar 9. Alat praktikum rel osilasi kelereng



Keterangan gambar:

1. Rel osilasi
2. Sensor Proximity
3. Papan penyangga
4. Black box
5. Kabel penghubung

Untuk menentukan percepatan gravitasi bumi dengan prinsip pendulum sederhana menggunakan alat rel osilasi kelereng yang dilengkapi sensor proximity adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan seluruh alat dan bahan yang dibutuhkan.
2. Merangkai seluruh alat seperti pada skema rangkaian Gambar 9.
3. Memasang kabel sensor proximity ke black box.
4. Menancapkan stop kontak ke catu daya.
5. Menyalakan saklar pada black box.
6. Memperhatikan layar LCD, jika sudah menyala dan menunjukkan angka 0 maka alat sudah siap digunakan.
7. Kelereng diletakkan pada salah satu ujung selang
8. Mengamati pergerakan kelereng pada selang
9. Memperhatikan layar LCD, akan muncul besar waktu dari hasil osilasi kelereng
10. Mencatat data berupa angka pada LCD ke dalam tabel pengamatan.
11. Mengulangi langkah-langkah di atas dengan mengganti kelereng yang berbeda-beda

Setelah didapatkan beberapa data lalu kita masukkan pada tabel pengamatan seperti dibawah ini:

Jari – jari lintasan = . . . m

No	Jari-jari Kelereng (m)	N	t (s)
1.			
2.			

Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis kuantitatif. Adapun langkah-langkah analisis data sebagai berikut:

1. Mencari Periode Osilasi

$$T = \frac{t}{n}$$

2. Mencari Percepatan Gravitasi Bumi

$$g = 4\pi^2 \frac{7}{5} \frac{(R-a)}{T^2}$$

Keterangan:

g = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

R = jari-jari lintasan rel (m)

a = jari-jari kelereng (m)

T = periode (s)

$\pi = 3,14$

Pada percobaan pertama digunakan kelereng dengan jari-jari sebesar 0,0045 m. Kelereng berosilasi sebanyak 5 getaran. Waktu kelereng berosilasi dapat terbaca di layar LCD, sehingga dapat dengan mudah untuk diketahui. Kemudian hasil yang muncul pada layar LCD dimasukkan pada tabel pengamatan. Waktu kelereng ketika berosilasi pada sensor proximity dan muncul pada LCD adalah sebesar 5,8 s.

Setelah percobaan pertama selesai, kelereng dikeluarkan dari selang dan pastikan LCD sudah menunjukkan angka nol. Kemudian meletakkan kelereng dengan jari-jari sebesar 0,006 m pada salah satu ujung selang, kemudian kelereng berosilasi sebanyak 5 getaran. Waktu kelereng berosilasi yang muncul pada LCD adalah sebesar 5,9 s.

Dari hasil percobaan yang sudah dilakukan di bengkel Fisika FKIP UNS, data yang diperoleh dituliskan dalam tabel pengamatan. Kemudian mencari periode dari setiap kelereng. Untuk kelereng pertama dihasilkan

$T = 1,16$  s sedangkan untuk kelereng kedua dihasilkan  $T = 1,18$  s. Setelah itu, mencari percepatan gravitasi bumi. Untuk percobaan pertama didapatkan nilai  $g = 10,07 \text{ m/s}^2$  dan percobaan kedua menghasilkan  $g = 9,67 \text{ m/s}^2$ .

Percepatan gravitasi bumi sebenarnya tidak selalu tetap, karena dipengaruhi dimana benda itu berada. Nilai percepatan gravitasi bumi akan berkurang seiring dengan bertambahnya ketinggian. Nilai percepatan gravitasi

bumi di daerah khatulistiwa adalah sekitar  $9,77 \text{ m/s}^2$ . Sedangkan di daerah kutub sekitar  $9,83 \text{ m/s}^2$ . Berdasarkan teori yang ada, besarnya percepatan gravitasi bumi rata-rata adalah sebesar  $9,81 \text{ m/s}^2$  (Tipler, 1991).

Rohmawari (2011), melakukan pengukuran percepatan gravitasi bumi di Semarang menggunakan alat penentu gravitasi bumi dengan metode gerak jatuh bebas, hasil yang didapatkan adalah  $9,709 \text{ m/s}^2$  untuk bola besar, bola sedang maupun bola kecil karena massa dan ukuran benda tidak mempengaruhi. Sedangkan Fatihatul (2013), menghitung percepatan gravitasi bumi di daerah Jebres menggunakan pegas braille, hasil percobaan untuk orang tunanetra adalah  $g = (10 \pm 0,25) \text{ m/s}^2$  dan nilai  $g = (9,73 \pm 0,05) \text{ m/s}^2$  untuk orang normal. Elfira (2016), menghitung nilai percepatan gravitasi bumi dengan model osilasi di SMA Negeri 1 Porong menghasilkan nilai percepatan gravitasi, untuk kelereng yang kecil nilainya  $g = 8,13 \pm 0,5 \text{ m/s}^2$  dan untuk kelereng yang lebih besar  $g = 8,1 \pm 0,43 \text{ m/s}^2$ .

Dari hasil perhitungan, didapatkan bahwa besarnya percepatan gravitasi bumi yang dihasilkan dari alat rel osilasi kelereng kurang sesuai dengan teori yang ada. Seharusnya nilainya mendekati dari nilai percepatan gravitasi di Bengkel Fisika FKIP UNS yaitu sekitar  $9,82 \text{ m/s}^2$ .

Perbedaan ini terjadi karena beberapa faktor yang menyebabkan kesalahan, seperti berikut:

1. Lintasan untuk kelereng berosilasi kurang licin, sehingga masih dipengaruhi oleh gaya gesek.
2. Dalam melepaskan kelereng antar percobaan berbeda, sehingga mempengaruhi data yang diperoleh.
3. Kurang teliti dalam melakukan pengukuran
4. Proses perhitungan hasil percobaan yang kurang teliti
5. Mengasumsikan benda mengalami gerak harmonik sederhana seperti pada pendulum sederhana
6. Ketidaktepatan pada alat praktikum.
7. Kesalahan praktikan.

Dari beberapa penjelasan diatas berkaitan dengan penggunaan kelereng sebagai media pembelajaran Fisika dalam beberapa konsep Fisika, diharapkan kegiatan belajar mengajar khususnya pada mata pelajaran Fisika menjadi lebih menarik dan bermakna untuk siswa. Peran guru sebagai fasilitator dan siswa terlibat aktif dan interaktif dalam pembelajaran, sehingga pembelajaran dapat berlangsung lancar. Informasi yang akan disampaikan guru kepada siswa tersampaikan dengan baik melalui media pembelajaran berupa kelereng.

## Referensi

- Astawan, M. (2016). *Energi Potensial Gravitasi*. [Online]. Tersedia: <http://ilmuhitung.com/energi-potensial-gravitasi/>. [diakses 28 November 2019]
- Elfira, D. (2016). Pengembangan Alat Peraga Rel Osilasi Kelereng untuk Menentukan Percepatan Gravitasi dalam Menunjang Pembelajaran Fisika pada Materi Getaran Harmonis. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 5(3): 64-68.
- Fajrul. (2019). *Rumus Energi Kinetik Beserta Penjelasan dan Contoh Soal Lengkap*. [Online]. Tersedia: <https://saintif.com/rumus-energi-kinetik/>. [diakses 28 November 2019]
- Fatihatul, R. (2013). *Pembuatan Media Pembelajaran Berupa Kit Percobaan Penentuan Percepatan Gravitasi dengan Menggunakan Neraca Pegas Braille untuk Siswa Tunanetra Kelas VIII*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Meyzahida. (2015). *Billiard dan Impuls-Momentum*. [Online]. Tersedia: <http://meyzahida.blogspot.com/2015/12/billiard-dan-impuls-momentum-banyakayang.html>. [diakses 28 November 2019]
- Nugraheni. (2017). *Ternyata Anak Bisa Belajar Sosialisasi Lewat Main Ayunan*. [Online]. Tersedia: <https://parenting.dream.co.id/ibu-dan-anak/ternyata-anak-bisa-belajar-sosialisasi-lewat-main-ayunan-1705168.html>. [diakses 28 November 2019]
- Rohmawati, L. (2011). *Pembuatan Alat Penentu Percepatan Gravitasi Bumi dengan Metode Gerak Jatuh Bebas Berbasis Personal Computer pada Praktikum Fisika Dasar I*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Sari, I. K. (2014). *Kelereng ala Fisika*. [Online]. Tersedia: <http://ikekartikasari31.blogspot.com/2014/12/kelereng-ala-fisika.html>. [diakses 28 November 2019]
- Suparno, P. (2007). *Metodologi Pembelajaran Fisika*. Yogyakarta: Universitas Sanata Darma.

- Suprayitno, T. (2011). *Pedoman Pembuatan Alat Peraga Fisika*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas Direktorat Jenderal Pendidikan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Tipler, P. A. (1991). *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Yuniar, R. E. 2017. *Bermain Kelereng dengan Belajar Fisika*. [Online]. Tersedia: <http://risaekayuniar.blogspot.com/2017/05/bermain-kelereng-dengan-belajar-fiska.html>. [diakses 28 November 2019]



## **Penutup**

Pengelolaan pembelajaran Fisika memberikan pengetahuan bahwa sebuah pembelajaran yang baik perlu dikelola dengan baik agar dapat mencapai tujuan pembelajarannya. Dalam pengelolaan pembelajaran Fisika, salah satu langkah yang dilakukan adalah mempersiapkan materi pembelajaran beserta media pembelajarannya.

Penggunaan media pembelajaran dari lingkungan sekitar akan memudahkan peserta didik lebih mudah memahami materi dan lebih mudah menerima karena mereka dapat mengalaminya sendiri peristiwa tersebut, tentunya diperlukan pengawasan jika membahayakan. Dua puluh tiga contoh media pembelajaran yang digunakan para penulis untuk menjelaskan Fisika diharapkan dapat membantu pembelajaran Fisika. Media pembelajaran tersebut sebagian besar dapat ditemui peserta didik dalam rumahnya masing-masing atau dapat dijumpai oleh peserta didik di kehidupan sehari-harinya.





## **Biodata Penulis**



### **Dr. Daru Wahyuningsih, S.Si., M.Pd.**

Dosen Program Studi S1 Pendidikan Fisika, S1 Pendidikan IPA, dan S2 Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Sebelas Maret (UNS).

Kepala Pusat Pengembangan Teknologi Informasi untuk Pembelajaran,  
Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan UNS.

Alamat surel: [daruwahyuningsih@staff.uns.ac.id](mailto:daruwahyuningsih@staff.uns.ac.id)

### **Budi Legowo, S.Si., M.Si.**

Dosen Program Studi S1 Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNS

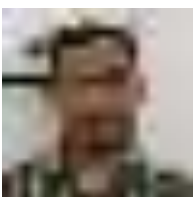
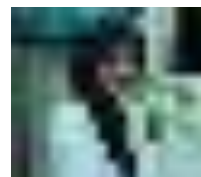


### **Delisma Wisnu Adi, S.Pd., M.Pd.**

Dosen Program Studi S1 Pendidikan Fisika FKIP UNS

### **Ana Melia Wahyanti, S.Si.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS  
Pengajar Fisika Ganesha Operation



### **Asep Dwi Purwoto, S.Pd.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS  
Online math tutor at Snapask (Holding) Inc.

**Chomsatin Amalia, S.Si.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS



**Chyta Anindhyta, S.Pd.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS



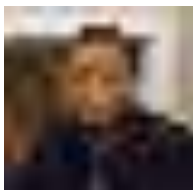
**Dina Lestari Pamungkas, S.Pd.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS



**Dwikie Mahendra Sani, S.Pd.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS



**Fitri Rahmawati, S.Pd.**

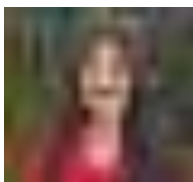
Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS

Guru IPA SMP IT Assalam Masaran, Sragen



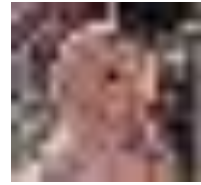
**Happy Utami Ambarsih, S.Pd.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS



**Hazrina Nur Hanifati, S.Pd.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS

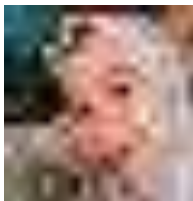


**Ilvi Maulida Nurdiana, S.Pd.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS

**Larassakti Kusuma, S.Pd.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS

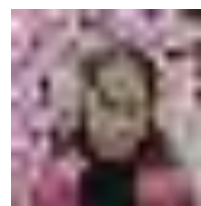


**Leni Pebri Samawanti, S.Pd.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS

**Maura Trynovita Sakliressy, S.Pd.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS

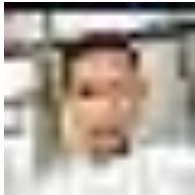
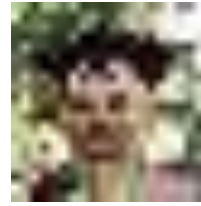


**Utoro Romadhon, S.Pd.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS

**Wahdania Eka Putri, S.Pd.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS



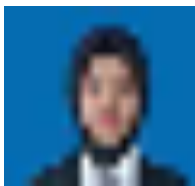
**Wayan Sudarsana, S.Pd.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS

Tentor Online

**Wirdiyatusyifa, S.Pd.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS

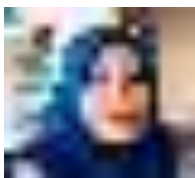


**Yuyu Marnah, S.Pd.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS

**Yurike Margaret Takus, S.Pd.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS



**Nurlaili Wisda Agusin, S.Pd.**

Mahasiswa S2 Pendidikan Fisika FKIP UNS

Guru IPA SMP Pesantren









## **FISIKA DI SEKITAR KITA**

Fisika ada di sekitar kita dalam kehidupan sehari-hari. Fisika kita kenal sejak kita anak-anak dalam bermain walaupun saat itu kita tidak mengetahui istilah Fisika. Tempat tidur bayi yang berayun menidurkan, petikan instrumen musik yang menenangkan, sepeda roda tiga, permainan lompat tali, ataupun permainan sepak bola. Buku ini dapat membawa pembaca tersadar bahwa kapan saja dan dimana saja kita bisa belajar.

Buku rampai FISIKA DI SEKITAR KITA ditulis oleh 23 penulis. Penulis pertama mengantarkan pengelolaan pembelajaran Fisika sebagai hal yang harus dipelajari pengajar sebagai upaya untuk mencapai tujuan pembelajaran. Dua puluh dua penulis selanjutnya memaparkan pembelajaran dan contoh materi Fisika yang dapat dipelajari dari lingkungan sekitar.

**Penerbit:**  
Program Studi Fisika FMIPA  
Universitas Sebelas Maret  
Gedung B Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta

