



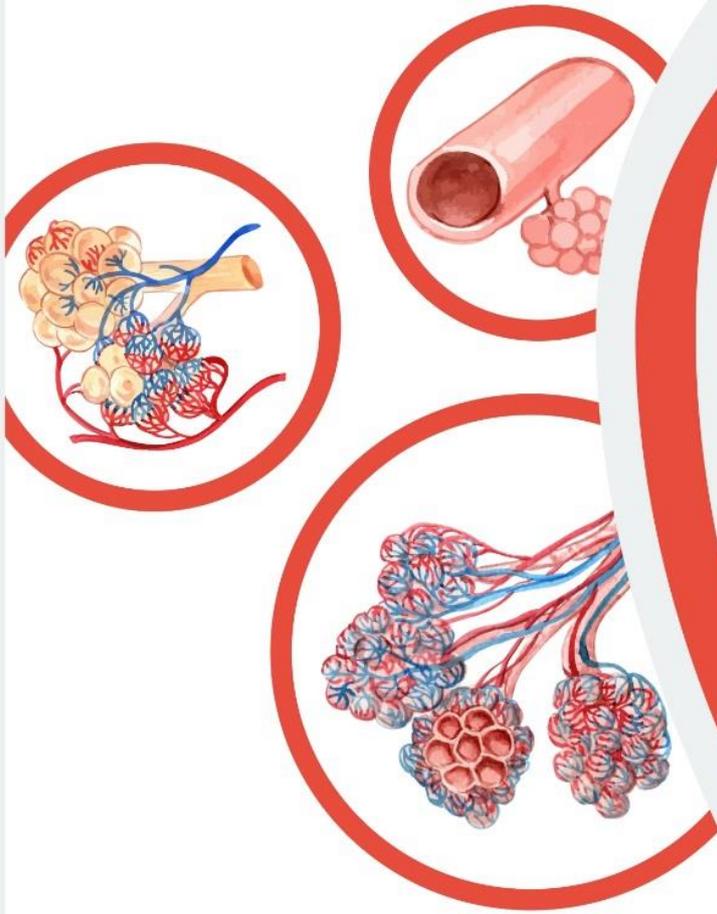
Direktorat Sekolah Menengah Pertama  
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini,  
Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah  
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI

MODUL PEMBELAJARAN JARAK JAUH  
PADA MASA PANDEMI COVID-19  
UNTUK JENJANG SMP

# Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)

Semester Genap

KELAS  
VIII





**MODUL PEMBELAJARAN JARAK JAUH  
PADA MASA PANDEMI COVID-19  
UNTUK JENJANG SEKOLAH MENENGAH PERTAMA**



**Mata Pelajaran  
Ilmu Pengetahuan Alam**

**Kelas VIII  
Semester Genap**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN  
KEBUDAYAAN**

**Hak Cipta © 2020 pada Direktorat Sekolah Menengah Pertama  
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan  
Pendidikan Menengah - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI**

Dilindungi Undang-Undang

MILIK NEGARA  
TIDAK DIPERDAGANGKAN

---

**Pengarah**

Drs. Mulyatsyah, MM (Direktur Sekolah Menengah Pertama)

**Penanggung Jawab**

Dra. Ninik Purwaning Setyorini, MA (Koordinator Bidang Penilaian)

---

**Modul 1**

**"Menyelidiki Tekanan Zat"**

Penulis: Yati Kurniawati, M.Pd.

Penelaah: Dr. Elok Sudibyo, M.Pd.

**Modul 2**

**"Covid-19 Ancaman Sistem Pernapasan Manusia"**

Penulis: Ratna Diah Mustikawati, M.Pd.

Penelaah: Yuni Sri Rahayu, Ph.D.

**Modul 3**

**"Pembuangan Sampah Tubuh Manusia"**

Penulis: Ratna Diah Mustikawati, M.Pd.

Penelaah: Yuni Sri Rahayu, Ph.D.

**Modul 4**

**"Menyelidiki Getaran, Gelombang, dan Bunyi"**

Penulis: Yati Kurniawati, M.Pd.

Penelaah: Dr. Elok Sudibyo, M.Pd.

**Modul 5**

**"Menyelidiki Pembentukan Bayangan pada Cermin dan Lensa"**

Penulis: Yati Kurniawati, M.Pd.

Penelaah: Dr. Elok Sudibyo, M.Pd.

**Editor:** Adhitya Harlan

**Desain dan Tata Letak:**

Devy Larasati, S.Pd.

Choirul Abdul Jabar Malik, S.Pd.

Renaldo Rizqi Yanuar, M.Pd

**Cover Picture:**

Freepik



## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT, karena atas limpahan rahmat-Nya, kami dapat melaksanakan salah satu tugas dan fungsi Direktorat Sekolah Menengah Pertama (SMP) yang tertuang dalam Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor: 9 Tahun 2020, tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor: 45 Tahun 2019, tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, antara lain “pelaksanaan kebijakan penjaminan mutu di bidang penilaian pada sekolah menengah pertama” dan “fasilitasi penyelenggaraan di bidang penilaian pada sekolah menengah pertama”.

Sejalan dengan pelaksanaan tugas dan fungsi tersebut serta beberapa kebijakan dan regulasi terkait lainnya, khususnya kebijakan dan regulasi yang terkait dengan pelaksanaan pendidikan pada masa pandemi Covid-19, kami telah berhasil menyusun sejumlah modul dari sembilan mata pelajaran, yang disesuaikan dengan kebijakan kurikulum kondisi khusus dan pelaksanaan Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ) pada masa pandemi Covid-19 untuk jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP). Selain itu, telah dihasilkan pula buku Pedoman Pengelolaan Pembelajaran Jarak Jauh jenjang SMP pada masa pandemi Covid-19. Penyiapan dokumen-dokumen tersebut dilakukan dalam rangka mendukung pelaksanaan kebijakan penjaminan mutu dan pemberian fasilitasi penyelenggaraan pendidikan, khususnya untuk jenjang SMP pada masa pandemi Covid-19 ini.

Besar harapan kami, agar dokumen-dokumen yang telah dihasilkan oleh Direktorat SMP bersama tim penulis yang berasal dari unsur akademisi dan praktisi pendidikan tersebut, dapat dimanfaatkan secara optimal oleh semua pihak terkait, baik dari unsur dinas pendidikan kabupaten/kota, para pendidik, dan tenaga kependidikan, sehingga pada akhirnya dapat menjadi bagian alternatif yang dapat membantu sekolah dalam penyelenggaraan pendidikan.

Kami menyadari bahwa dokumen yang dihasilkan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak, untuk perbaikan dan penyempurnaan lebih lanjut.

Kami menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya atas peran serta aktif dari berbagai pihak dalam penyusunan semua dokumen yang dikeluarkan oleh Direktorat SMP tahun 2020 ini. Secara khusus diucapkan terima kasih dan penghargaan kepada tim penyusun yang telah bekerja keras dalam menuntaskan penyusunan dokumen-dokumen tersebut.

Jakarta, Desember 2020

Direktur Sekolah Menengah  
Pertama,

Drs. Mulyatsyah, MM

NIP.19640714 199303 1 001





## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>PENDAHULUAN</b> .....	vi
<b>PEMETAAN KOMPETENSI</b> .....	viii
<b>MODUL 1</b> .....	1
PEMBELAJARAN 1 .....	1
PEMBELAJARAN 2 .....	8
<b>MODUL 2</b> .....	36
PEMBELAJARAN 1 .....	36
PEMBELAJARAN 2 .....	47
PEMBELAJARAN 3 .....	59
<b>MODUL 3</b> .....	73
PEMBELAJARAN 1 .....	73
PEMBELAJARAN 2 .....	90
PEMBELAJARAN 3 .....	101
<b>MODUL 4</b> .....	120
PEMBELAJARAN 1 .....	120
PEMBELAJARAN 2 .....	130
PEMBELAJARAN 3 .....	138
PEMBELAJARAN 4 .....	147
<b>MODUL 5</b> .....	158
PEMBELAJARAN 1 .....	158
PEMBELAJARAN 2 .....	170
PEMBELAJARAN 3 .....	185
PEMBELAJARAN 4 .....	197
<b>GLOSARIUM</b> .....	212
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	216



## PENDAHULUAN

Modul ini merupakan bahan ajar berseri yang dirancang untuk Ananda gunakan dalam belajar mandiri. Modul ini akan membantu dan memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi Ananda untuk mencapai kompetensi yang dituju secara mandiri.

Sebagai bahan ajar, unsur-unsur pokok modul ini terdiri atas (a) tujuan pembelajaran, (b) aktivitas pembelajaran, dan (c) evaluasi. Tujuan pembelajaran menjadi sasaran penguasaan kompetensi yang dituju dalam belajar. Aktivitas pembelajaran berupa aktivitas-aktivitas yang Ananda akan lakukan agar memperoleh pengalaman-pengalaman belajar yang bermakna dalam mencapai tujuan pembelajaran. Evaluasi ialah proses penentuan kesesuaian antara proses dan hasil belajar dengan tujuan pembelajaran. Dalam hal ini, evaluasi bertujuan untuk memberikan latihan sekaligus mengukur tingkat ketercapaian kompetensi yang Ananda peroleh sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan pada bagian awal modul.

Modul ini menggunakan pendekatan belajar tuntas. Dalam hal ini Ananda harus mencapai tingkat ketuntasan kompetensi tertentu sebelum Ananda melanjutkan untuk pencapaian kompetensi selanjutnya pada modul berikutnya.

Belajar mandiri ialah proses belajar aktif yang Ananda akan lakukan dengan menggunakan modul ini. Dalam belajar aktif tersebut dibutuhkan dorongan niat atau motif Ananda untuk menguasai kompetensi yang telah ditetapkan pada bagian awal modul. Sasaran utama dalam belajar mandiri tersebut ialah Ananda dapat memperoleh kompetensi yang telah ditetapkan serta memperoleh kemandirian dalam belajar.

Aktivitas pembelajaran dalam modul ini berpusat pada diri Ananda, bukan pada guru maupun materi ajar. Artinya, Ananda merupakan subjek yang aktif dan bertanggung jawab dalam pembelajaran Ananda sendiri sesuai dengan kecepatan belajar Ananda.

Strategi pembelajaran dalam modul ini memfasilitasi pengalaman belajar bermakna. Selain memperoleh kompetensi utama, yaitu kompetensi yang ditetapkan pada tujuan pembelajaran, Ananda juga akan memperoleh pengalaman belajar terkait dengan pengembangan karakter, literasi, berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi efektif.

Modul ini juga dapat digunakan oleh orang tua Ananda secara mandiri untuk mendukung aktivitas belajar Ananda di rumah. Dukungan orang tua sangat diharapkan agar Ananda benar-benar memiliki kebiasaan belajar yang mandiri dan bertanggungjawab. Orang tua juga diharapkan menyediakan diri untuk berdiskusi dan terlibat dalam aktivitas belajar jika Ananda membutuhkannya.

Aktivitas-aktivitas belajar Ananda dalam modul ini ini sedapat mungkin memaksimalkan potensi semua sumber belajar yang ada di lingkungan sekitar Ananda. Amatilah dan manfaatkanlah.

Setiap aktivitas pembelajaran dapat disesuaikan dengan kondisi Ananda, orang tua, guru, sekolah, dan lingkungan sekitar. Bagaimana pun utamakan kesehatan. Jangan melakukan hal-hal yang membahayakan kesehatan diri sendiri, keluarga, guru, sekolah, dan lingkungan Ananda.

Tetap semangat dan selamat belajar!



## PEMETAAN KOMPETENSI

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
3.8 Menjelaskan tekanan zat dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Menganalisis hubungan antara gaya dan luas permukaan terhadap besarnya tekanan zat padat</li><li>2. Menjelaskan hukum Archimedes</li><li>3. Menerapkan hukum Pascal dalam kehidupan sehari-hari</li><li>4. Menjelaskan prinsip tekanan gas</li><li>5. Menjelaskan penerapan tekanan pada makhluk hidup</li></ol>
4.8 Menyajikan data hasil percobaan untuk menyelidiki tekanan zat cair	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Menyajikan data hasil percobaan untuk menyelidiki tekanan zat cair</li></ol>
3.9 Menganalisis sistem pernapasan pada manusia dan memahami gangguan pada sistem pernapasan, serta upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Menelaah definisi pernapasan</li><li>2. Mendiferensiasikan fungsi organ pernapasan</li><li>3. Menganalisis mekanisme pernapasan perut dan pernapasan dada</li><li>4. Menganalisis volume pernapasan</li><li>5. Mendiagnosis gangguan sistem pernapasan</li></ol>
4.9 Menyajikan karya tentang upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Mendesain poster untuk kampanye kesehatan sistem pernapasan</li></ol>
3.10 Menganalisis sistem ekskresi pada manusia dan memahami gangguan pada sistem ekskresi serta upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Menganalisis pengertian ekskresi</li><li>2. Memerinci bagian-bagian organ ekskresi</li><li>3. Menelaah fungsi ekskresi pada organ ekskresi</li><li>4. Membuat diagram proses pembentukan urine</li><li>5. Mengaitkan pengeluaran keringat dan urin sebagai fungsi homeostasis</li><li>6. Mendiagnosis gangguan pada organ-organ ekskresi</li></ol>
4.10 Membuat karya tentang sistem ekskresi pada manusia dan penerapannya dalam menjaga kesehatan diri	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Menulis artikel tentang kesehatan sistem ekskresi</li></ol>

<b>Kompetensi Dasar</b>	<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>
3.11 Menganalisis konsep getaran, gelombang, dan bunyi dalam kehidupan sehari-hari termasuk sistem pendengaran manusia dan sistem sonar pada hewan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menganalisis konsep getaran.</li> <li>2. Menganalisis konsep gelombang.</li> <li>3. Mengidentifikasi besaran-besaran pada gelombang</li> <li>4. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi rendah nada.</li> <li>5. Menjelaskan resonansi bunyi</li> <li>6. Menjelaskan sistem sonar pada hewan</li> <li>7. Menjelaskan pemanfaatan bunyi dalam teknologi</li> </ol>
4.11 Menyajikan hasil percobaan tentang getaran, gelombang, atau bunyi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menyajikan data hasil percobaan getaran dan gelombang</li> <li>2. Menyelidiki terjadinya bunyi</li> <li>3. Menyajikan data hasil percobaan bunyi</li> <li>4. Menyelidiki sistem pendengaran manusia</li> </ol>
3.12 Menganalisis sifat-sifat cahaya, pembentukan bayangan pada bidang datar dan lengkung serta penerapannya	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menganalisis sifat-sifat cahaya</li> <li>2. Menganalisis pembentukan bayangan pada cermin</li> <li>3. Menganalisis pembentukan bayangan pada lensa</li> <li>4. Mengidentifikasi alat-alat optik</li> </ol>
4.12 Menyajikan hasil pengamatan tentang pembentukan bayangan pada cermin dan lensa	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menyajikan hasil pengamatan pembentukan bayangan pada cermin dan lensa</li> </ol>





# MODUL 1 MENYELIDIKI TEKANAN ZAT

## Pembelajaran 1

### A. Tujuan Pembelajaran

Melalui penyelidikan, Ananda dapat menganalisis hubungan antara gaya dan luas permukaan terhadap besarnya tekanan zat padat

### B. Peran Orang Tua dan Guru

Ananda bisa meminta bantuan dari orang tua dan guru untuk:

- memahami bahan ajar dari guru tentang kegiatan yang akan Ananda lakukan.
- memahami konsep dan gambar yang ada dalam bahan ajar ini jika menemui kesulitan saat mempelajarinya.
- menyiapkan media/alat, bahan dan sumber belajar yang Ananda butuhkan untuk kegiatan pembelajaran setiap hari.
- menyelesaikan tugas yang diberikan dan menyerahkannya kepada guru sesuai dengan jadwal yang ditentukan, baik secara langsung atau mengirim melalui link yang diberikan.

### C. Aktivitas Pembelajaran

#### Aktivitas 1

Menyelidiki Tekanan pada Zat Padat

Menurut Ananda, jenis sepatu manakah yang lebih tepat untuk digunakan di jalanan berlumpur saat musim hujan, sepatu boot atau sepatu hak tinggi? Perhatikan Gambar 1.1 berikut!



Sumber: Dok. Kemdikbud

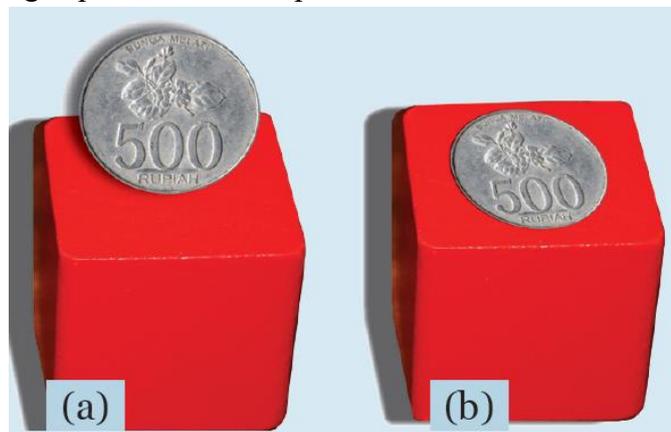
Gambar 1.1. (a) Jalanan Berlumpur, (b) Sepatu Boot, (c) Sepatu Hak Tinggi

Tepat sekali jika Ananda memilih sepatu boot. Dengan menggunakan sepatu boot, Ananda akan lebih mudah melewati jalanan yang berlumpur dan tidak mudah terjebak masuk ke dalam lumpur. Mengapa hal ini dapat terjadi? Coba amati luas

permukaan bagian bawah sepatu. Sepatu boot memiliki permukaan pijakan lebih luas dibandingkan dengan sepatu hak tinggi. Sepatu yang memiliki permukaan pijakan lebih luas tidak mudah terjebak masuk ke dalam lumpur karena menghasilkan tekanan yang lebih kecil.

Faktor-faktor apakah yang mempengaruhi tekanan pada suatu benda? Bagaimana hubungan antar faktor tersebut dengan tekanan? Bersama-sama dengan guru, teman, atau orang tua, lakukan kegiatan penyelidikan berikut untuk memahami tekanan pada zat padat. Pastikan Ananda mengerjakan dengan teliti dan penuh tanggung jawab.

1. Siapkan alat dan bahan berikut:
  - a. 2 buah plastisin ukuran besar (jika tidak tersedia plastisin, Ananda dapat mengganti plastisin dengan tanah liat atau tepung terigu)
  - b. 2 keping uang logam yang sama (misalnya Rp 500).
2. Letakkan uang logam pertama pada plastisin dengan posisi horisontal dan uang logam kedua dengan posisi vertikal seperti Gambar 1.2!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.2 Posisi Uang Logam pada Plastisin, (a) Vertikal, (b) Horisontal

3. Amati kedua uang logam tersebut.
4. Posisi uang logam yang manakah yang memiliki luas permukaan pijakan (tempat gaya bekerja) yang lebih kecil  
.....
5. Dengan kekuatan yang sama, doronglah kedua uang logam tersebut!  
(Ananda juga dapat menggunakan dua benda yang sama sebagai beban, sehingga gaya dorong yang diberikan dapat sama besar.)
6. Ambil kedua uang logam tersebut dari plastisin, kemudian amati kedalaman jejak uang logam itu!  
Posisi uang logam yang menghasilkan jejak lebih dalam adalah .....  
.....  
Mengapa demikian?  
.....  
.....

7. Siapkan kembali plastisin dan uang logam.  
Letakkan uang logam di atas masing-masing plastisin dengan posisi vertikal!
8. Berilah dorongan pada uang logam pertama dengan kuat (gaya besar) dan pada uang logam kedua dengan lemah (gaya kecil)!
9. Ambil kedua uang logam tersebut dari plastisin, kemudian amati kedalaman jejak uang logam itu!  
Uang logam yang memiliki jejak lebih dalam adalah .....  
.....  
Mengapa demikian?  
.....  
.....
10. Kedalaman jejak uang logam menunjukkan besar tekanan pada plastisin. Jejak yang lebih dalam berarti plastisin mendapatkan tekanan yang lebih besar.
  - a. Pada perlakuan pertama (uang logam pada posisi horisontal dan vertikal), manakah yang mampu menghasilkan tekanan yang lebih besar?  
.....
  - b. Pada perlakuan kedua (kedua uang logam pada posisi vertikal dengan gaya dorong yang berbeda), manakah yang mampu menghasilkan tekanan yang lebih besar?  
.....
11. Kesimpulan apa yang dapat Ananda tarik dari kegiatan ini terkait dengan hubungan antara luas permukaan, gaya, dan tekanan?  
.....  
.....  
.....

**Petunjuk**

Mintalah bimbingan dari guru atau orang tua jika Ananda mengalami kesulitan dalam mengerjakan aktivitas ini.

Tunjukkan kepada guru, hasil pekerjaan yang telah Ananda kerjakan untuk mendapatkan masukan. Jika disampaikan saat pembelajaran daring, maka buatlah foto dan laporan kegiatanmu tersebut dan kirimkan melalui link yang ditentukan oleh guru mata pelajaranmu untuk mendapat masukan dari guru dan teman-temanmu.

Ketika Ananda mendorong uang logam di atas plastisin, berarti Ananda telah memberikan gaya pada uang logam. Besarnya tekanan yang dihasilkan uang logam pada plastisin tergantung pada besarnya dorongan (gaya) yang Ananda berikan dan luas permukaan pijakan atau luas bidang tekannya.

Konsep tekanan sama dengan penyebaran gaya pada luas suatu permukaan. Sehingga, apabila gaya yang diberikan pada suatu benda (F) semakin besar, maka tekanan yang dihasilkan akan semakin besar. Sebaliknya, semakin luas permukaan suatu benda, tekanan yang dihasilkan semakin kecil. Secara matematis, besaran tekanan dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut.

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

dengan:

p = tekanan (N/m<sup>2</sup> atau pascal (Pa))

F = gaya (newton)

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

Maha Besar Tuhan yang telah menciptakan manusia dengan gigi sesuai dengan fungsinya dengan luas permukaan yang berbeda sesuai dengan besarnya tekanan yang diperlukan. Tuhan juga memberikan akal budi kepada manusia sehingga mampu memahami dan menerapkan konsep tekanan dalam kehidupan sehari-hari. Paku, jarum, pisau, dan kapak dirancang runcing untuk memperbesar tekanan. Tuhan pula yang merancang struktur kaki angsa yang dilengkapi selaput sehingga angsa dapat dengan mudah mencari makan di tempat yang berlumpur. Sudah sepatutnya kita mensyukuri anugerah Tuhan kepada kita.

#### D. Latihan

Lengkapi tabel berikut dengan memberi tanda  $\checkmark$  pada kolom memperbesar tekanan atau memperkecil tekanan dan tuliskan alasannya pada kolom alasan.

No	Peristiwa	Tujuan		Alasan
		Memperbesar tekanan	Memperkecil tekanan	
1.	Struktur kaki angsa dilengkapi selaput			
2.	Sol sepatu sepak bola dibuat tidak rata (berupa tonjolan-tonjolan) agar dapat semakin kokoh saat berdiri dan berlari dengan lebih cepat, bahkan saat hujan.			

No	Peristiwa	Tujuan		Alasan
		Memperbesar tekanan	Memperkecil tekanan	
3.	Palu dengan desain kepala yang besar dan berat untuk memukul baji saat membelah kayu			
4.	Permukaan gigi geraham bentuknya agak membesar pada bagian atas dengan permukaan bergelombang dan lebih lebar			
5.	Jarum dibuat runcing di bagian ujungnya			

### E. Rangkuman

Tekanan berbanding lurus dengan besar gaya dan berbanding terbalik dengan luas bidang tekan. Semakin besar dorongan (gaya) yang diberikan, semakin besar pula tekanan yang dihasilkan. Sebaliknya, semakin besar luas bidang tekan suatu benda maka semakin kecil tekanan yang dihasilkan. Secara matematis, tekanan dapat dituliskan dalam persamaan:

$$P = F / A$$

### F. Refleksi

#### Petunjuk:

Isilah kolom-kolom berikut untuk melakukan refleksi dan penilaian diri atas pencapaian hasil yang telah Ananda peroleh. Tunjukkan kepada orang tua dan guru untuk mendapat persetujuan. Jika tidak memungkinkan untuk bertemu dengan gurumu secara langsung, sampaikan hasil refleksimu kepada guru mata pelajaran melalui link yang diberikan.

#### ☛ Refleksi pemahaman materi

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi baru Ananda pelajari tentang Tekanan Pada Zat Padat pada kolom-kolom berikut.

Yang sudah saya pelajari pada materi ini adalah

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

Hal baru yang saya pelajari adalah

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

☛ Refleksi proses belajar

Lingkari atau beri tanda  $\surd$  pada angka yang sesuai untuk menggambarkan kesungguhan Anda untuk mempelajari Tekanan Pada Zat Padat.

Upaya yang telah saya lakukan untuk mempelajari materi ini:

Tidak belajar      ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩      Belajar dengan sungguh-sungguh

☛ Refleksi sikap

Tuliskan tanda  $\surd$  pada kolom yang sesuai dengan sikap yang Anda tunjukkan selama belajar tentang Tekanan Pada Zat Padat

Mensyukuri anugerah Tuhan			
Teliti			
Tanggung jawab			

**G. Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran**

Kunci Jawaban

No	Peristiwa	Tujuan		Alasan
		Memperbesar tekanan	Memperkecil tekanan	
1.	Struktur kaki angsa dilengkapi selaput		v	Luas permukaan bidang tekan yang semakin besar menghasilkan tekanan yang semakin kecil
2.	Sol sepatu sepak bola dibuat tidak rata (berupa tonjolan-tonjolan) agar dapat semakin kokoh saat berdiri dan berlari dengan lebih cepat, bahkan saat hujan.	v		Luas permukaan bidang tekan yang semakin kecil menghasilkan tekanan yang semakin besar

No	Peristiwa	Tujuan		Alasan
		Memperbesar tekanan	Memperkecil tekanan	
3.	Palu dengan desain kepala yang besar dan berat untuk memukul baji saat membelah kayu	v		Gaya tekan yang semakin besar menghasilkan tekanan yang semakin besar
4.	Permukaan gigi geraham bentuknya agak membesar pada bagian atas dengan permukaan bergelombang dan lebih lebar		v	Luas permukaan bidang tekan yang semakin besar menghasilkan tekanan yang semakin kecil
5.	Jarum dibuat runcing di bagian ujungnya	v		Luas permukaan bidang tekan yang semakin kecil menghasilkan tekanan yang semakin besar

Pedoman Penskoran

Skor pada masing-masing bagian bernilai 10

Jumlah skor maksimal = 100

**Nilai = jumlah skor**

## Pembelajaran 2

### A. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui penyelidikan, Ananda dapat menyajikan data hasil percobaan tekanan zat cair pada kedalaman tertentu.
2. Melalui penyelidikan, Ananda dapat menjelaskan hukum Archimedes
3. Melalui penyelidikan, Ananda dapat menerapkan hukum Pascal dalam kehidupan sehari-hari

### B. Peran Orang Tua dan Guru

Ananda bisa meminta bantuan dari orang tua dan guru untuk:

- memahami bahan ajar dari guru tentang kegiatan yang akan Ananda lakukan.
- memahami konsep dan gambar yang ada dalam bahan ajar ini jika menemui kesulitan saat mempelajarinya.
- menyiapkan media/alat, bahan dan sumber belajar yang Ananda butuhkan untuk kegiatan pembelajaran setiap hari.
- menyelesaikan tugas yang diberikan dan menyerahkannya kepada guru sesuai dengan jadwal yang ditentukan, baik secara langsung atau mengirim melalui link yang diberikan.

### C. Aktivitas Pembelajaran

#### Aktivitas 1

Menyelidiki Tekanan Zat Cair pada Kedalaman Tertentu

Indonesia merupakan negara yang memiliki lautan yang sangat luas. Tuhan telah menganugerahkan pesona bawah laut Indonesia yang sangat indah sehingga kita patut mensyukuri dan menjaganya. Pernahkah Ananda menyelam ke dalam laut untuk melihat biota bawah laut?

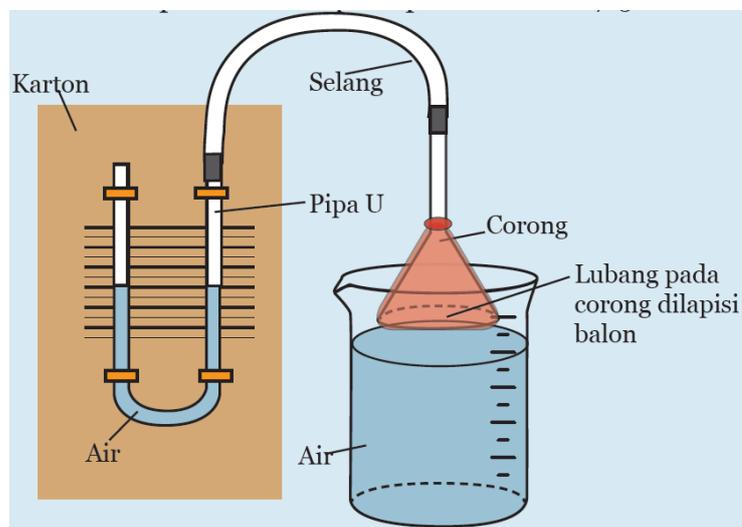


Sumber: Dok. Kemdikbud  
Gambar 1.3 Menyelam di Bawah Laut

Jika pernah, ketika Ananda menyelam, bagaimanakah kondisi telinga yang Ananda rasakan? Apakah terasa tertekan? Semakin dalam Ananda menyelam, Ananda akan merasakan tekanan yang lebih besar. Mengapa hal ini dapat terjadi?

Bersama-sama dengan guru, teman, atau orang tua, lakukan kegiatan penyelidikan berikut untuk memahami tekanan zat cair pada kedalaman tertentu. Jangan lupa lakukan percobaan ini dengan cermat dan teliti!

1. Siapkan alat dan bahan berikut:
  - a. 2 buah gelas kimia (jika tidak ada, Ananda dapat menggunakan gelas biasa yang ada di rumah)
  - b. Pipa U atau selang berbentuk U
  - c. Corong
  - d. Air berwarna
  - e. Minyak kelapa atau minyak goreng
  - f. Balon untuk menutup corong
  - g. Karton
  - h. Klem/solasi/penjepit
  - i. Penggaris
2. Susunlah alat percobaan seperti pada Gambar 1.4 berikut.



Sumber: Dok. Kemdikbud  
Gambar 1.4 Rangkaian Alat Percobaan Tekanan Zat Cair

3. Isilah gelas kimia dengan air berwarna. Isi juga pipa U dengan air berwarna.
4. Masukkan corong ke dalam gelas kimia sedalam 2 cm. Apakah yang terjadi pada air berwarna dalam pipa U?  
.....

- Amatilah selisih permukaan air ( $\Delta h$ ) yang terdapat pada pipa U, ukur  $\Delta h$  dan catat hasilnya ke dalam Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Data Percobaan Tekanan Zat Cair

No.	Kedalaman (h) (cm)	Selisih Ketinggian Air ( $\Delta h$ ) (cm)	
		Air Berwarna	Minyak Goreng
1.	2		
2.	4		
3.	6		
4.	8		
5.	10		

- Ubahlah kedalaman corong, ukur selisih permukaan air ( $\Delta h$ ). Lakukan secara berulang sampai kedalaman 10 cm. Pastikan Ananda mencatat hasilnya di Tabel 1.1.
- Ulangi kembali percobaan di atas dengan mengganti air berwarna dalam gelas kimia dengan minyak kelapa atau minyak goreng! Tuliskan hasil pengamatan Ananda pada Tabel 1.1.
- Jawablah pertanyaan berikut berdasarkan percobaan yang telah Ananda lakukan. Ananda dapat berdiskusi dengan teman, tetapi pastikan Ananda mematuhi protokol kesehatan saat melakukan diskusi.
  - Manakah yang lebih besar, massa jenis air atau massa jenis minyak goreng?  
.....
  - Bagaimana selisih ketinggian air pada pipa U jika corong dimasukkan semakin dalam pada gelas kimia?  
.....
  - Coba bandingkan selisih ketinggian air pada pipa U pada setiap kedalaman corong ketika dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi air dan ketika berisi minyak goreng! Manakah yang memiliki selisih ketinggian lebih besar?  
.....
  - Penyebab selisih ketinggian adalah adanya tekanan dari cairan (air dan minyak) yang diteruskan melalui corong dan selang. Faktor apa sajakah yang memengaruhi besarnya tekanan dari percobaan ini?  
.....
- Kesimpulan apa yang dapat Ananda tarik dari percobaan ini?  
.....  
.....  
.....

### Petunjuk

Mintalah bimbingan dari guru atau orang tua jika Ananda mengalami kesulitan dalam mengerjakan aktivitas ini. Tunjukkan kepada guru, hasil pekerjaan yang telah Ananda kerjakan untuk mendapatkan masukan.

Tekanan zat cair disebut tekanan hidrostatis. Kedalaman zat cair dan massa jenis zat cair memengaruhi tekanan zat cair. Semakin dalam zat cair, semakin besar tekanan yang dihasilkan. Semakin besar massa jenis zat cair, semakin besar pula tekanan yang dihasilkan.

Pada zat cair, gaya ( $F$ ) disebabkan oleh berat zat cair ( $w$ ) yang berada di atas benda, sehingga:

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

Karena:

$$w = m \times g$$

$$m = \rho \times V$$

$V = h \times A$  maka tekanan pada zat cair dapat ditulis:

$$p = \frac{\rho \times g \times h \times A}{A}$$

$$p = \rho \times g \times h$$

dengan:

$p$  = tekanan hidrostatis ( $\text{N/m}^2$ )

$\rho$  = massa jenis zat cair ( $\text{kg/m}^3$ )

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

$h$  = kedalaman zat cair (m)

Tekanan hidrostatis ini penting untuk diperhatikan dalam merancang berbagai struktur bangunan dalam penampungan air, misalnya pembangunan bendungan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).



Sumber: Dok. Kemdikbud  
Gambar 1.5 Struktur Bendungan Air

Para arsitek kapal selam juga memperhitungkan tekanan hidrostatis air laut agar kapal selam mampu menyelam ke dasar laut dengan kedalaman ratusan meter tanpa mengalami kebocoran atau kerusakan akibat tekanan hidrostatis.

## Aktivitas 2

Menjelaskan Hukum Archimedes

Apakah Ananda pernah berenang di kolam? Apa yang Ananda rasakan ketika di dalam air? Ketika berada di dalam air, Ananda akan merasa tubuh lebih ringan dibandingkan saat di darat. Ketika di dalam kolam, Ananda dapat mengangkat tubuh temanmu namun tidak mampu jika di darat. Gaya apa yang membantu Ananda mengangkatnya? Berasal dari manakah gaya ini?

Ketika benda dimasukkan ke dalam air, beratnya seolah-olah berkurang. Hal ini disebabkan karena adanya gaya ke atas yang dialami benda yang tercelup di dalam air. Archimedes melakukan percobaan untuk menyelidiki gaya ke atas (gaya apung) yang dialami benda di dalam air.

Bersama-sama dengan guru, teman, atau orang tua, lakukan kegiatan penyelidikan berikut untuk memahami hukum Archimedes. Pastikan Ananda melakukan percobaan ini dengan cermat dan teliti.

1. Siapkan alat dan bahan untuk percobaan:
  - a. Gelas kimia
  - b. Gelas ukur
  - c. Neraca pegas
  - d. Benda dari logam atau batu (sebagai beban)
  - e. Air
2. Isilah gelas kimia dengan air hingga  $\frac{3}{4}$  bagian.
3. Kaitkan beban dengan neraca pegas, catatlah berat beban ketika di udara ( $w_{bu}$ ) dengan membaca skala yang ditunjukkan pada neraca pegas!
4. Masukkan rangkaian beban dan neraca pegas ke dalam air, kemudian catatlah berat beban ketika berada di dalam air ( $w_{ba}$ )!
5. Hitunglah besar gaya apung ( $F_a$ ) pada beban tersebut.
6. Timbanglah berat air yang tumpah ( $w_{ap}$ )!
7. Catatlah hasil percobaan pada Tabel 1.2. Lakukan kegiatan ini dengan cermat dan teliti agar Ananda mendapatkan data yang benar.

Tabel 1.2 Data Percobaan Hukum Archimedes

No	Berat Beban di Udara ( $w_{bu}$ )	Berat Beban di Air ( $w_{ba}$ )	Gaya Apung ( $F_a$ )	Berat Air yang Tumpah ( $w_{ap}$ )
1.				
2.				
3.				
4.				

8. Ulangilah langkah kegiatan 1–4 sebanyak 3 kali dengan menggunakan beban yang sejenis tetapi volumenya berbeda.
9. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, apa yang dapat Ananda simpulkan?  
 .....  
 .....  
 .....

**Petunjuk**

Ananda boleh meminjam peralatan dari Laboratorium IPA kepada guru. Mintalah bimbingan dari guru atau orang tua jika Ananda mengalami kesulitan dalam mengerjakan aktivitas ini. Tunjukkan kepada guru, hasil pekerjaan yang telah Ananda kerjakan untuk mendapatkan masukan.

Dari percobaan yang telah dilakukan, Ananda dapat mengetahui bahwa ketika suatu benda dimasukkan ke dalam air, beratnya seolah-olah berkurang. Peristiwa ini bukan berarti ada massa benda yang hilang. Berat benda berkurang saat dimasukkan ke dalam air, disebabkan oleh adanya gaya apung ( $F_a$ ) yang mendorong benda ke atas atau berlawanan dengan arah berat benda.

Secara matematis, dapat dituliskan:

$$F_a = w_{bu} - w_{ba}$$

sehingga,

$$w_{ba} = w_{bu} - F_a$$

dengan:

$F_a$  = Gaya apung (N)

$w_{ba}$  = Berat benda di air (N)

$w_{bu}$  = Berat benda di udara (N)

Fenomena ini dinyatakan sebagai hukum Archimedes:

“Jika benda dicelupkan ke dalam zat cair, maka benda itu akan mendapat gaya ke atas (gaya apung) yang sama besar dengan berat zat cair yang didesak (dipindahkan) oleh benda tersebut”.

Menurut Archimedes, benda menjadi lebih ringan bila diukur dalam air daripada di udara karena di dalam air benda mendapat gaya ke atas. Ketika di udara, benda memiliki berat mendekati yang sesungguhnya.

Berat zat cair yang didesak atau dipindahkan benda adalah:

$$w_{cp} = m_{cp} \times g \text{ dan } m_{cp} = \rho_c \times V_{cp}$$

sehingga berat air yang didesak oleh benda adalah:

$$w_{cp} = \rho_c \times g \times V_{cp}$$

Berarti, menurut hukum Archimedes, besar gaya ke atas adalah:

$$F_a = \rho_c \times g \times V_{cp}$$

dengan:

$F_a$  = Gaya apung (N)

$\rho_c$  = Massa jenis zat cair ( $\text{kg/m}^3$ )

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

$V_{cp}$  = Volume zat cair yang dipindahkan ( $\text{m}^3$ )

Manusia menggunakan akal karunia Tuhan untuk merancang teknologi berdasarkan Hukum Archimedes, diantaranya kapal selam, hidrometer, jembatan ponton, dan balon udara.

### Aktivitas 3

#### Menerapkan Hukum Pascal dalam Kehidupan Sehari-hari

Pernahkah Ananda mengamati pengangkat mobil di tempat pencucian kendaraan? Mobil di tempat pencucian kendaraan diangkat dengan menggunakan alat pengangkat yang disebut pompa hidrolik seperti pada Gambar 1.6 berikut.



Sumber: Dok. Kemdikbud

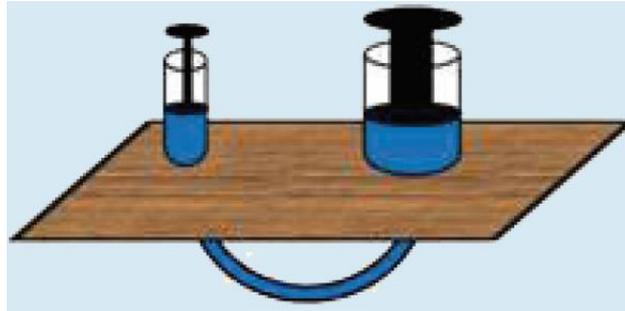
Gambar 1.6 Pompa Hidrolik Pengangkat Mobil

Bagaimana alat pengangkat tersebut dapat mengangkat mobil yang sangat berat padahal di dalam pompa hidrolik tersebut hanya berisi udara atau dapat berupa minyak?

Bersama-sama dengan guru, teman, atau orang tua, lakukan kegiatan penyelidikan berikut untuk memahami prinsip kerja pompa hidrolik. Pastikan Ananda melakukan percobaan dengan cermat dan teliti.

1. Siapkan alat dan bahan untuk percobaan:
  - a. Selang plastik kecil sekitar 50 cm
  - b. 2 buah alat suntik, 1 ukuran besar, 1 ukuran kecil
  - c. Papan tripleks atau karton ukuran  $25 \times 35$  cm
  - d. Air yang telah diberi pewarna makanan
  - e. Beban

2. Rangkailah selang plastik dan dua alat suntik seperti pada gambar berikut.



Sumber: sukasains.com

Gambar 1.7 Model Percobaan Pompa Hidrolik

3. Isilah selang plastik dengan air berwarna sampai penuh.
4. Doronglah pengisap alat suntik kecil, lalu amati yang terjadi pada pengisap alat suntik besar. Amati pula aliran air berwarna makanan yang ada dalam selang!
5. Letakkan beban pada pengisap alat suntik besar, lalu doronglah pengisap alat suntik kecil. Apakah yang terjadi?

.....

6. Ulangi kegiatan tersebut dengan cara menempatkan beban di pengisap kecil dan dengan memberikan dorongan pada pengisap besar.
7. Bandingkan besar dorongan (gaya) yang Ananda berikan, ketika mendorong pengisap alat suntik kecil dan pengisap alat suntik besar.
8. Bagaimanakah dorongan (gaya) yang Ananda berikan ketika beban diletakkan pada pengisap besar dan ketika beban diletakkan pada pengisap kecil?

.....

Mana yang memerlukan dorongan lebih mudah?

.....

Mengapa?

.....

.....

9. Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat Ananda simpulkan?

.....

.....

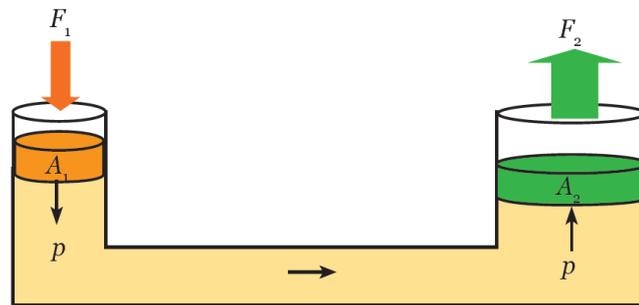
.....

.....

### Petunjuk

Mintalah bimbingan dari guru atau orang tua jika Ananda mengalami kesulitan dalam mengerjakan aktivitas ini. Tunjukkan kepada guru, hasil pekerjaan yang telah Ananda kerjakan untuk mendapatkan masukan.

Dari rangkaian percobaan, Ananda dapat mengetahui bahwa gaya yang lebih kecil dapat mengangkat beban di suntikan besar. Fenomena pada percobaan tersebut dapat dijelaskan dengan Hukum Pascal yang berbunyi tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan besar yang sama.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.8 Diagram Pompa Hidrolik

Jika pada penampang dengan luas  $A_1$  diberi gaya dorong  $F_1$ , maka akan dihasilkan tekanan  $p$ . Menurut hukum Pascal tekanan  $p$  tersebut diteruskan ke segala arah dengan sama besar, termasuk ke luas penampang  $A_2$ . Pada penampang  $A_2$  muncul gaya angkat  $F_2$  dengan tekanan  $p$ .

Secara matematis dirumuskan:

$$p = p$$
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$
$$F_2 = F_1 \cdot \frac{A_1}{A_2}$$

dengan:

$p$  = tekanan ( $\text{N/m}^2$ )

$F_1$  dan  $F_2$  = gaya (newton)

$A_1$  dan  $A_2$  = luas penampang ( $\text{m}^2$ )

Jika  $A_2$  lebih besar dari  $A_1$  maka akan diperoleh gaya angkat  $F_2$  yang lebih besar dari  $F_1$ . Hal ini menjelaskan mengapa dengan gaya yang lebih kecil dapat mengangkat beban yang besar. Prinsip dari Hukum Pascal banyak diterapkan dalam teknologi seperti pompa hidrolik, rem hidrolik, kempa hidrolik, dll.

#### Aktivitas 4

##### Menyajikan Data Hasil Percobaan Tekanan Zat Cair

Susunlah laporan hasil percobaan tekanan zat cair pada Aktvitas 1, 2, dan 3 yang sudah Ananda lakukan. Siapkan bahan presentasi berdasarkan laporan tersebut.

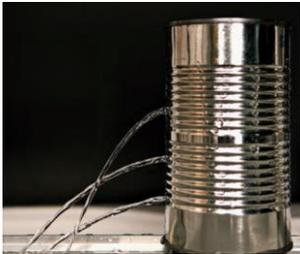
Ananda dapat menyajikannya secara langsung di depan kelas atau sajikan dalam bentuk video presentasi saat tatap muka daring atau kirimkan video presentasi laporan hasil percobaan ini melalui link yang ditentukan oleh guru.

Penilaian dilakukan pada presentasi (laporan hasil percobaan) dan teknik presentasi. Pastikan Ananda menyajikan hasil percobaan dengan penuh percaya diri.

#### D. Latihan

##### Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

1. Lengkapi tabel berikut dengan memberi tanda v pada kolom Benar atau Salah. Benar jika antara kejadian dengan penyebab sesuai, salah jika penyebab tidak benar.

No.	Kejadian	Penyebab	Benar	Salah
a.	Aliran air dari lubang pada bagian lebih bawah gelas memancar lebih kuat.  Sumber: Griffith (2009)	Bertambahnya tekanan seiring dengan bertambahnya kedalaman zat cair		
b.	Dinding bendungan dirancang semakin bawah semakin tebal  Sumber: <a href="https://id.wikipedia.org/">https://id.wikipedia.org/</a>	Karena bagian bawah bendungan memperoleh tekanan lebih besar daripada bagian atasnya		

No.	Kejadian	Penyebab	Benar	Salah
c.	 <p>Sumber: Dok. Kemdikbud</p>	Kapal selam yang menyelam terlalu dalam di lautan dindingnya dapat melesak (ringsek) ke dalam karena tekanan air yang amat besar.		
d.	 <p>Sumber: freepik.com</p>	Penyelam yang menyelam terlalu dalam bisa mendapatkan masalah serius akibat bertambahnya tekanan air.		

2. Sebuah batu ketika ditimbang di udara beratnya 50 N, ketika ditimbang di dalam air beratnya menjadi 45 N. Berapa gaya ke atas yang dialami batu?
3. Jelaskan bagaimana kapal selam dapat berada dalam tiga keadaan: terapung, melayang, dan tenggelam!
4. Mengapa pompa hidrolis mampu mengangkat mobil yang sangat berat dengan menggunakan gaya yang kecil padahal di dalam pompa hidrolis tersebut hanya berisi minyak?
5. Sebuah alat pengangkat mobil memiliki luas penampang kecil 10 cm<sup>2</sup> dan luas penampang besar 50 cm<sup>2</sup>. Berapakah gaya yang harus diberikan pada alat agar dapat mengangkat mobil yang beratnya 20.000 N?

### E. Rangkuman

1. Kedalaman zat cair dan massa jenis zat cair memengaruhi tekanan yang dihasilkan oleh zat cair atau disebut dengan tekanan hidrostatis. Semakin dalam zat cair maka tekanan yang dihasilkan semakin besar. Semakin besar massa jenis zat cair, semakin besar pula tekanan yang dihasilkan. Tekanan suatu zat cair sebanding dengan kedalaman dan besarnya massa jenis. Secara matematis, dapat dituliskan dalam persamaan  $p = \rho g h$ .

2. Hukum Archimedes menyatakan bahwa “Jika suatu benda dicelupkan ke dalam suatu zat cair, maka benda itu akan memperoleh gaya ke atas yang sama besarnya dengan berat zat cair yang didesak oleh benda tersebut”. Besarnya gaya apung ini dapat dirumuskan:  $F_a = \rho \times g \times V$
3. Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan yang diberikan kepada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan besar yang sama. Secara matematis, dapat dituliskan dalam persamaan:  $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$

## F. Refleksi

### Petunjuk:

Isilah kolom-kolom berikut untuk melakukan refleksi dan penilaian diri atas pencapaian hasil yang telah Ananda peroleh. Tunjukkan kepada orang tua dan guru untuk mendapat persetujuan. Jika tidak memungkinkan untuk bertemu dengan gurumu secara langsung, sampaikan hasil refleksimu kepada guru mata pelajaran melalui link yang diberikan.

#### ☛ Refleksi pemahaman materi

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi baru Ananda pelajari tentang Tekanan pada Zat Cair pada kolom-kolom berikut.

Yang sudah saya pelajari pada materi ini adalah

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

Hal baru yang saya pelajari adalah

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

❁ Refleksi proses belajar

Lingkari atau beri tanda  $\surd$  pada angka yang sesuai untuk menggambarkan kesungguhan Ananda untuk mempelajari Tekanan pada Zat Cair.

Upaya yang telah saya lakukan untuk mempelajari materi ini:

Tidak belajar    ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩    Belajar dengan sungguh-sungguh

❁ Refleksi sikap

Tuliskan tanda  $\surd$  pada kolom yang sesuai dengan sikap yang Ananda tunjukkan selama belajar tentang Tekanan pada Zat Cair

	👍	👍👍	👍👍👍
Cermat			
Teliti			
Percaya diri			

**G. Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran**

Kunci Jawaban

- a. benar      b. benar      c. benar      d. benar
- 5 N
- Pada kapal selam terdapat bagian yang dapat diisi dengan udara dan air. Ketika kapal selam ingin terapung maka bagian tersebut diisi udara, ketika ingin melayang sebagian udara dikeluarkan diganti dengan air, ketika ingin tenggelam maka diisi dengan air
- Karena tekanan zat cair di ruang tertutup diteruskan ke segala arah sama besar sehingga pemberian gaya kecil pada penampang kecil menghasilkan gaya yang besar pada penampang besar.
- 4.000 N

Pedoman Penskoran

Skor pada masing-masing bagian bernilai 4

Jumlah skor maksimal = 20

**Nilai = jumlah skor x 5**

### PEMBELAJARAN 3

#### A. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui penyelidikan, Ananda dapat menjelaskan prinsip tekanan gas.
2. Melalui pengamatan, Ananda dapat menjelaskan penerapan tekanan pada sistem transportasi.

#### B. Peran Orang Tua dan Guru

Ananda bisa meminta bantuan dari orang tua dan guru untuk:

- memahami bahan ajar dari guru tentang kegiatan yang akan Ananda lakukan.
- memahami konsep dan gambar yang ada dalam bahan ajar ini jika menemui kesulitan saat mempelajarinya.
- menyiapkan media/alat, bahan dan sumber belajar yang Ananda butuhkan untuk kegiatan pembelajaran setiap hari.
- menyelesaikan tugas yang diberikan dan menyerahkannya kepada guru sesuai dengan jadwal yang ditentukan, baik secara langsung atau mengirim melalui link yang diberikan.

#### C. Aktivitas Pembelajaran

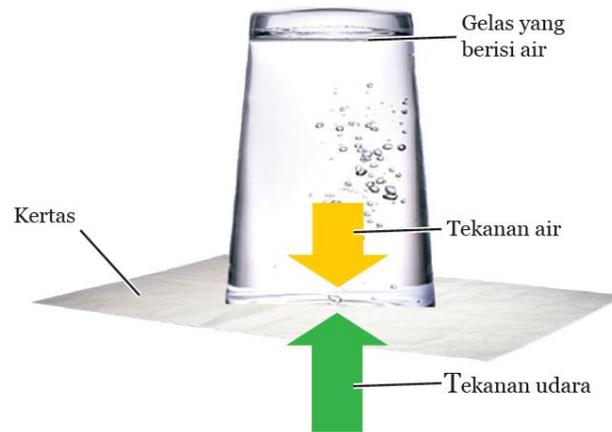
##### Aktivitas 1

Menyelidiki Prinsip Tekanan Gas

Pada pembelajaran sebelumnya Ananda telah mempelajari bahwa zat padat dan zat cair memiliki tekanan. Bagaimana dengan gas? Apakah gas juga memiliki tekanan? Lakukan kegiatan penyelidikan berikut untuk memahami prinsip tekanan gas.

1. Siapkan alat dan bahan untuk percobaan:
  - a. Gelas minum
  - b. Air
  - c. Kertas HVS
2. Isilah gelas dengan air sampai penuh, kemudian tutuplah dengan selembar kertas HVS.
3. Tahan kertas HVS tersebut dengan telapak tangan, kemudian baliklah gelas dengan cepat (usahakan jangan sampai tumpah).
4. Lepaskan tangan secara perlahan.
5. Amati apa yang terjadi pada air dan kertas HVS.  
Apakah air tumpah? Apakah kertas HVS dapat menahan air?  
.....
6. Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah dilakukan, apa yang dapat Ananda simpulkan?  
.....  
.....

Percobaan menunjukkan bahwa gas juga memiliki tekanan. Ketika gelas yang berisi air dibalik, ternyata kertas HVS dapat menahan air di dalam gelas. Hal ini terjadi karena HVS mendapatkan tekanan dari udara luar yang besarnya lebih besar daripada tekanan air dalam gelas.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.9 Tekanan Udara pada Kertas HVS Mampu Menahan Air

Prinsip tekanan gas dimanfaatkan untuk mengembangkan balon udara.



Sumber: [www.usaballoon.com](http://www.usaballoon.com)

Gambar 1.10 Balon Udara

Ketika bara api dari pembakar memanaskan udara dalam balon, berat balon menjadi lebih kecil dari gaya ke atas sehingga balon akan bergerak ke atas karena udara panas lebih ringan dari udara dingin. Jika ingin turun, maka pemanasan udara dalam balon dikurangi atau dihentikan sehingga suhu udara dalam balon menurun. Gaya ke atas pada balon adalah sama dengan berat udara dingin yang dipindahkan oleh balon tersebut.

Bumi kita diselimuti lapisan udara, yang disebut atmosfer. Tekanan atmosfer bervariasi, berubah sesuai dengan ketinggian dari atas tanah. Semakin tinggi suatu tempat, maka tekanan udaranya semakin rendah. Pada tempat yang lebih tinggi tekanan di dalam tubuh menjadi lebih besar daripada di luar tubuh sehingga dapat menyebabkan rasa sakit pada gendang telinga. Pada tempat yang sangat tinggi, misalnya seperti di puncak Himalaya, tekanan udara menjadi sangat kecil dan dapat menimbulkan munculnya sindrom kekurangan oksigen karena ketinggian, yang dikenal dengan istilah hipoksi.

## Aktivitas 2

### Menjelaskan Penerapan Tekanan pada Makhluk Hidup

Tekanan juga terdapat pada sistem makhluk hidup. Apakah Ananda telah mengetahui penerapan tekanan pada makhluk hidup? Lakukan kegiatan literasi TIP (Tahu, Ingin Tahu, Pelajari) berikut untuk meningkatkan pemahaman Ananda terhadap penerapan tekanan pada makhluk hidup.

#### Petunjuk

- Sebelum Ananda membaca, tuliskan pada Tabel 1.3 hal-hal yang telah Ananda ketahui tentang Penerapan Tekanan pada Makhluk Hidup pada kolom Yang Saya Tahu.
- Kemudian tuliskan pertanyaan-pertanyaan Ananda tentang Penerapan Tekanan pada Makhluk Hidup pada kolom Yang Saya Ingin Tahu.
- Setelah Ananda membaca, tuliskan informasi-informasi penting dan jawaban atas pertanyaan Ananda pada kolom Yang Baru Saya Pelajari.

Tabel 1.3. Literasi TIP

Yang Saya Tahu	Yang Saya Ingin Tahu	Yang Baru Saya Pelajari

## Bahan Bacaan

### Tekanan pada Makhluk Hidup

Tekanan juga terdapat pada sistem makhluk hidup, misalnya pada mekanisme pengangkutan air dan nutrisi pada tumbuhan, tekanan darah manusia, dan sistem pernapasan.

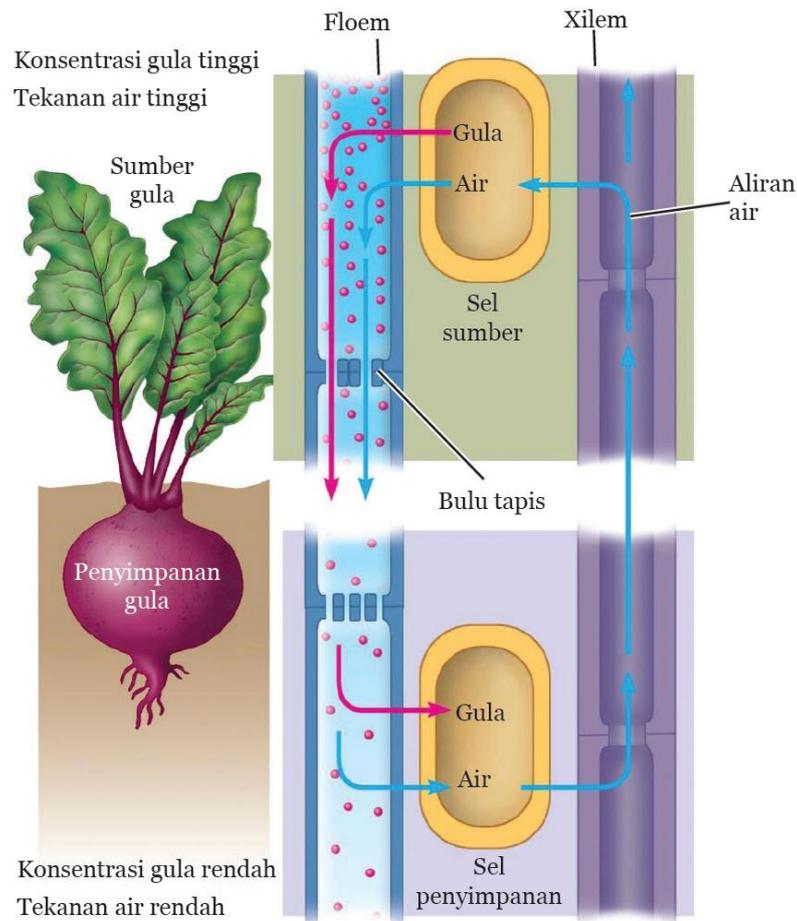
#### 1. Pengangkutan Air dan Nutrisi pada Tumbuhan

Air dapat diangkut naik dari akar ke bagian tumbuhan lain yang lebih tinggi dan diedarkan ke seluruh tubuh tumbuhan karena adanya daya kapilaritas batang. Sifat ini seperti yang terdapat pada pipa kapiler, apabila salah satu ujung pipa kapiler dimasukkan ke dalam air, air yang berada pada pipa tersebut akan lebih tinggi daripada air yang berada di sekitar pipa kapiler. Begitu pula pada batang tanaman, air yang berada pada batang tanaman akan lebih tinggi apabila dibandingkan dengan air yang berada pada tanah.

Daya kapilaritas batang dipengaruhi oleh adanya gaya kohesi dan adhesi. Melalui gaya adhesi, molekul air membentuk ikatan yang lemah dengan dinding pembuluh. Melalui gaya kohesi akan terjadi ikatan antara satu molekul air dengan molekul air lainnya. Hal ini akan menyebabkan terjadinya tarik-menarik antara molekul air yang satu dengan molekul air lainnya di sepanjang pembuluh xilem.

Selain disebabkan oleh gaya kohesi dan adhesi, naiknya air ke daun disebabkan oleh penggunaan air di bagian daun atau yang disebut dengan daya isap daun. Air dimanfaatkan oleh tumbuhan dalam proses fotosintesis. Pada daun, air juga mengalami penguapan/transpirasi. Penggunaan air oleh bagian daun akan menyebabkan terjadinya tarikan terhadap air yang berada pada bagian xilem sehingga air yang ada pada akar dapat naik ke daun.

Pengangkutan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan terjadi melalui pembuluh floem. Pengangkutan zat-zat hasil fotosintesis dimulai dari sumbernya, yaitu daun (daerah yang memiliki konsentrasi gula tinggi) ke bagian tanaman lain yang dituju (daerah yang memiliki konsentrasi gula rendah) dengan dibantu oleh sirkulasi air yang mengalir melalui pembuluh xilem dan floem.



Sumber: Reece et al, 2012

Gambar 1.11 Pengangkutan Nutrisi Hasil Fotosintesis pada Tumbuhan

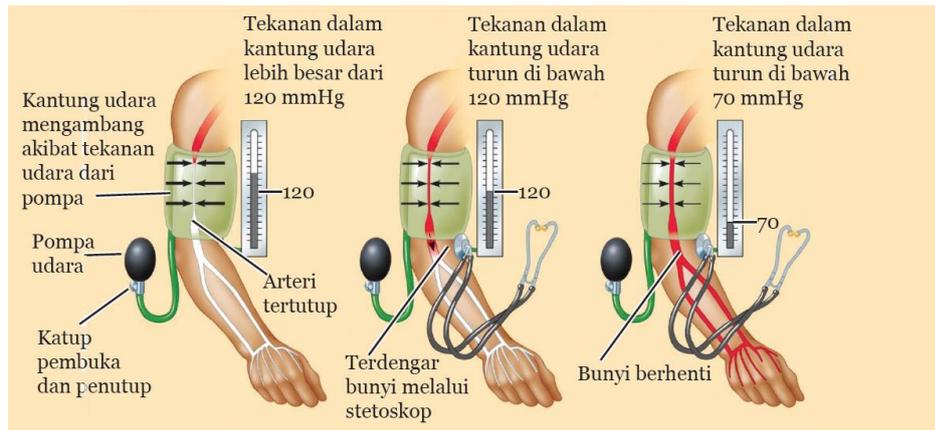
## 2. Tekanan Darah pada Sistem Peredaran Darah Manusia

Tekanan yang terdapat pada pembuluh darah memiliki prinsip kerja hukum Pascal karena merupakan tekanan yang berada pada ruang tertutup. Pada saat jantung memompa darah, darah akan mendapatkan dorongan sehingga mengalir melalui pembuluh darah. Saat mengalir dalam pembuluh darah, darah memberikan dorongan pada dinding pembuluh darah yang disebut dengan tekanan darah.

Agar tekanan darah tetap terjaga, maka pembuluh darah harus terisi penuh oleh darah. Bila terjadi kehilangan darah akibat kecelakaan atau penyakit, tekanan darah dapat hilang, sehingga darah tidak dapat mengalir menuju sel-sel di seluruh tubuh. Akibatnya, sel-sel tubuh akan mati karena tidak mendapatkan pasokan oksigen dan nutrisi.

Tekanan darah diukur di dalam pembuluh nadi (arteri) besar yang biasanya dilakukan di tangan bagian lengan atas. Tekanan darah yang normal berkisar antara 120/80 mmHg. Angka pertama menunjukkan tekanan saat bilik

berkontraksi dan darah terdorong keluar dari bilik jantung melalui pembuluh arteri disebut angka sistol. Angka kedua, yaitu yang lebih rendah adalah hasil pengukuran tekanan saat bilik relaksasi dan darah masuk menuju bilik jantung, tepat sebelum bilik-bilik ini berkontraksi lagi, disebut angka diastol. Pada proses pengukuran tekanan darah juga berlaku hukum Pascal. Tekanan darah yang berada pada bagian aorta sama dengan tekanan yang ada pada arteri atau pembuluh nadi yang ada di lengan atas atau di bagian tubuh yang lainnya karena tekanan yang diberikan kepada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan besar yang sama.



Sumber: Campbell et al, 2008

Gambar 1.12 Cara Pengukuran Tekanan Darah

### 3. Tekanan Gas pada Proses Pernapasan Manusia

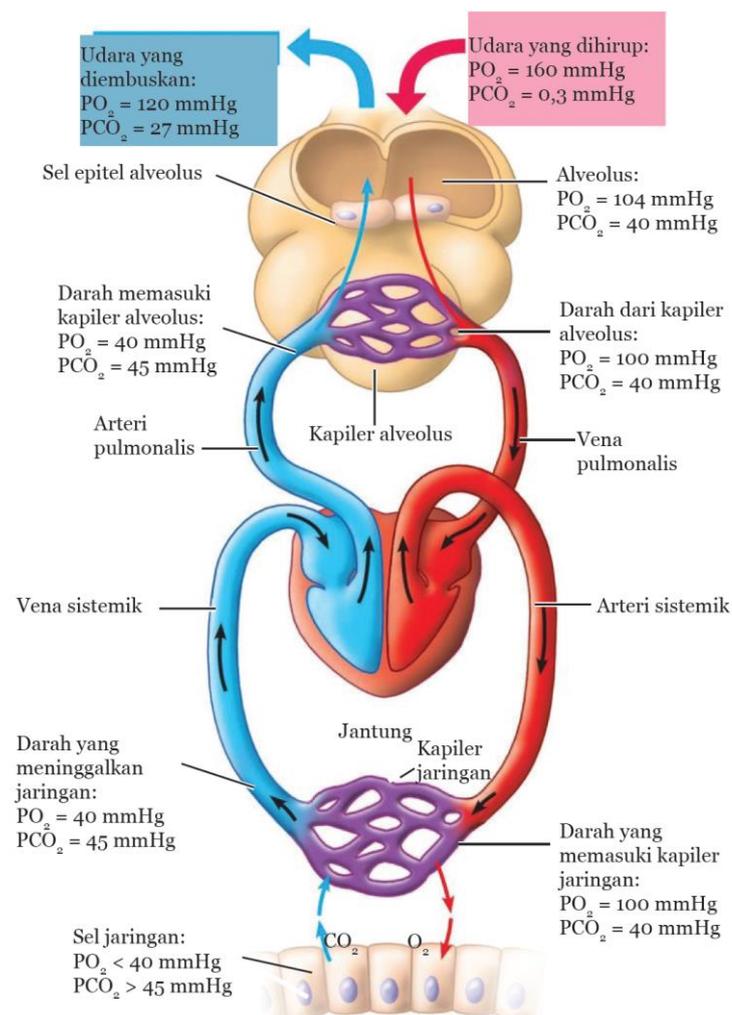
Di dalam paru-paru tepatnya di alveolus terjadi pertukaran antara oksigen ( $O_2$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ). Proses pertukaran antara  $O_2$  dengan  $CO_2$  terjadi secara difusi, yaitu proses perpindahan zat terlarut dari daerah yang memiliki konsentrasi dan tekanan parsial tinggi ke daerah yang memiliki konsentrasi dan tekanan parsial rendah.

Tekanan parsial adalah tekanan yang diberikan oleh gas tertentu dalam campuran gas tersebut. Pada bagian ini yang dimaksud dengan tekanan parsial adalah tekanan  $O_2$  dan  $CO_2$  yang terlarut di dalam darah. Tekanan parsial  $O_2$  diberi simbol  $PO_2$ , sedangkan tekanan parsial  $CO_2$  diberi simbol  $PCO_2$ . Pada sistem peredaran darah, tekanan parsial antara  $O_2$  dan  $CO_2$  bervariasi pada setiap organ.

Darah yang masuk ke paru-paru melalui arteri pulmonalis memiliki  $PO_2$  yang lebih rendah dan  $PCO_2$  yang lebih tinggi daripada udara di dalam alveoli. Pada saat darah memasuki kapiler alveoli,  $CO_2$  yang terkandung dalam darah berdifusi menuju alveoli dan  $O_2$  yang terkandung dalam udara di alveoli berdifusi ke dalam darah. Akibatnya  $PO_2$  dalam darah menjadi naik (banyak

mengandung oksigen) dan  $PCO_2$  dalam darah menjadi turun (sedikit mengandung karbondioksida).

Darah tersebut selanjutnya menuju ke jantung, kemudian dipompa ke seluruh bagian tubuh. Pada saat darah tiba di jaringan tubuh,  $O_2$  dalam darah tersebut mengalami difusi menuju jaringan tubuh. Kandungan  $CO_2$  dalam jaringan tubuh lebih besar dari pada kandungan  $CO_2$  dalam darah, sehingga  $CO_2$  dalam jaringan tubuh mengalami difusi ke dalam darah. Setelah melepaskan  $O_2$  dan membawa  $CO_2$  dari jaringan tubuh, darah kembali menuju jantung dan dipompa lagi ke paru-paru.



Sumber: Reece et al, 2012

Gambar 1.13 Difusi Gas Pada Proses Pernapasan dan Sirkulasi

Maha besar Tuhan yang telah menciptakan tekanan pada makhluk hidup. Marilah kita senantiasa bersyukur karena diberi sistem tubuh yang baik dan diberi kesempatan untuk mempelajari materi tekanan.

#### D. Latihan

1. Setiap naik 100 m, tekanan udara akan berkurang 1 cmHg. Jika tekanan udara di permukaan air laut adalah 76 cmHg maka berapa tekanan udara di sebuah tempat wisata yang memiliki ketinggian 600 meter dari permukaan air laut?
2. Bagaimana tumbuhan yang tinggi dapat mengangkut air yang ada di dalam tanah menuju daun yang letaknya lebih dari 10 m dari akar?
3. Mengapa pengukuran tekanan darah cukup di satu tempat saja padahal luasan tubuh manusia cukup besar?

#### E. Rangkuman

1. Gas memiliki tekanan.
2. Semakin tinggi suatu tempat, maka tekanan udaranya semakin rendah.
3. Penerapan konsep tekanan zat pada makhluk hidup dapat ditemui pada pengangkutan air dan nutrisi pada tumbuhan, tekanan darah pada pembuluh darah manusia, dan tekanan gas pada proses pernapasan.
4. Air dapat diangkut naik dari akar ke bagian tumbuhan lain yang lebih tinggi dan diedarkan ke seluruh tubuh tumbuhan karena adanya daya kapilaritas batang dan daya isap daun.
5. Pengangkutan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan terjadi melalui pembuluh floem. Perjalanan zat-zat hasil fotosintesis dimulai dari sumbernya, yaitu daun (daerah yang memiliki konsentrasi gula tinggi) ke bagian tumbuhan lain yang dituju (daerah yang memiliki konsentrasi gula rendah).
6. Pada tekanan darah di pembuluh darah manusia berlaku hukum Pascal. Tekanan pada pembuluh darah merupakan tekanan yang berada pada ruang tertutup.
7. Pertukaran gas  $O_2$  dan  $CO_2$  di dalam tubuh manusia terjadi melalui proses difusi. Difusi gas dapat terjadi ketika terdapat perbedaan tekanan parsial dari suatu gas tertentu dalam campuran gas. Tekanan parsial adalah tekanan yang diberikan oleh gas tertentu dalam campuran gas tersebut.

#### F. Refleksi

##### **Petunjuk:**

Isilah kolom-kolom berikut untuk melakukan refleksi dan penilaian diri atas pencapaian hasil yang telah Ananda peroleh. Tunjukkan kepada orang tua dan guru untuk mendapat persetujuan. Jika tidak memungkinkan untuk bertemu dengan gurumu secara langsung, sampaikan hasil refleksimu kepada guru mata pelajaran melalui link yang diberikan.

##### ☛ Refleksi pemahaman materi

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi baru Ananda pelajari tentang Tekanan pada Gas dan Penerapan Tekanan Zat dalam Kehidupan Sehari-hari pada kolom-kolom berikut.

Yang sudah saya pelajari pada materi ini adalah

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

Hal baru yang saya pelajari adalah

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

❁ Refleksi proses belajar

Lingkari atau beri tanda  $\checkmark$  pada angka yang sesuai untuk menggambarkan kesungguhan Ananda untuk mempelajari Tekanan pada Gas dan Penerapan Tekanan Zat dalam Kehidupan Sehari-hari.

Upaya yang telah saya lakukan untuk mempelajari materi ini:

Tidak belajar    ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩    Belajar dengan sungguh-sungguh

❁ Refleksi sikap

Tuliskan tanda  $\checkmark$  pada kolom yang sesuai dengan sikap yang Ananda tunjukkan selama belajar tentang Tekanan pada Gas dan Penerapan Tekanan Zat dalam Kehidupan Sehari-hari.

			
Mensyukuri anugerah Tuhan			
Rasa ingin tahu			
Semangat belajar			

❁ Refleksi tindak lanjut

Setelah Ananda mempelajari tekanan baik pada zat padat, cair, dan gas, serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, apakah Ananda sudah bersyukur kepada Tuhan dan menjaga kesehatan sebagai wujud syukur?

Tuliskan tanda  $\surd$  pada kolom yang sesuai dengan tindakan yang akan Ananda lakukan sebagai wujud syukur atas karunia Tuhan.

No	Upaya	Ya	Tidak
1	Mensyukuri karunia Tuhan berupa jantung dan pembuluh darah		
2	Menjaga kesehatan sistem peredaran darah dengan berolah raga secara teratur		
3	Menjaga kesehatan sistem peredaran darah dengan mengonsumsi makanan yang bergizi		
4	Menjaga kesehatan sistem peredaran darah dengan tidak bergadang		

### G. Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran

Kunci Jawaban

- 70 cmHg
- Air dapat diangkut naik dari akar ke bagian tumbuhan lain yang lebih tinggi dan diedarkan ke seluruh tubuh tumbuhan karena adanya daya kapilaritas batang dan daya isap daun.
- Karena tekanan yang diberikan kepada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan besar yang sama. Dengan demikian, tekanan darah yang berada pada bagian aorta, akan sama dengan tekanan yang ada pada arteri atau pembuluh nadi yang ada di lengan atas atau di bagian tubuh yang lainnya.

Pedoman Penskoran

Skor pada masing-masing bagian bernilai 10

Jumlah skor maksimal = 30

$$\text{Nilai} = \text{jumlah skor} \times 10 / 3$$

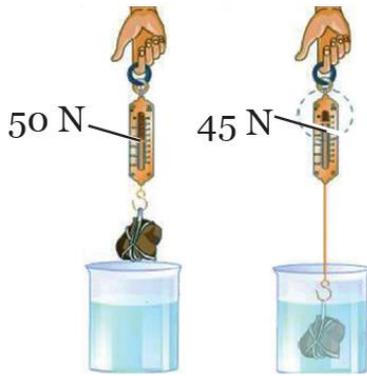


## Evaluasi

**Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!**

1. Faktor-faktor yang memengaruhi besarnya tekanan adalah ....
  - A. gaya tekan dan massa benda
  - B. gaya tekan dan gaya gravitasi
  - C. luas bidang tekan dan gaya tekan
  - D. luas bidang tekan dan gaya gravitasi
2. Upaya yang dapat dilakukan untuk mendapatkan tekanan yang besar adalah ....
  - A. mengurangi gaya tekan dan memperbesar luas bidang
  - B. mengurangi gaya tekan dan memperkecil luas bidang
  - C. meningkatkan gaya tekan dan memperbesar luas bidang
  - D. meningkatkan gaya tekan dan memperkecil luas bidang
3. Seorang penyelam menyelam dengan kedalaman 3 m, massa jenis air  $1.000 \text{ kg/m}^3$ , percepatan gravitasi pada tempat tersebut adalah  $10 \text{ N/kg}$ . Besar tekanan hidrostatisnya adalah ....
  - A.  $3.000 \text{ N/m}^2$
  - B.  $30.000 \text{ N/m}^2$
  - C.  $40.000 \text{ N/m}^2$
  - D.  $50.000 \text{ N/m}^2$
4. Sebuah drum besi dapat mengapung di dalam air disebabkan oleh ....
  - A. massa jenis seluruh drum lebih kecil daripada massa jenis air
  - B. massa jenis seluruh drum lebih besar daripada massa jenis air
  - C. massa jenis bahan pembuat drum lebih kecil daripada massa jenis air
  - D. massa jenis bahan pembuat drum lebih besar daripada massa jenis air
5. Teknologi berikut ini yang **tidak** menggunakan prinsip Archimedes adalah ....
  - A. hidrometer
  - B. balon udara
  - C. dongkrak mobil
  - D. jembatan ponton

6. Perhatikan gambar berikut!

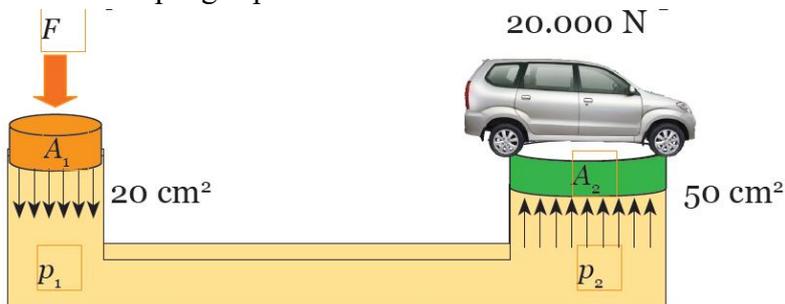


Sumber: Dok. Kemdikbud

Sebuah benda memiliki berat 50 N, ketika ditimbang di dalam air beratnya hanya 45 N, maka gaya ke atas yang menekan benda sebesar ....

- A. 5 N
- B. 25 N
- C. 45 N
- D. 50 N

7. Sebuah alat pengangkat mobil memiliki luas penampang pengisap kecil A1 sebesar  $20 \text{ cm}^2$  dan pengisap besar A2 sebesar  $50 \text{ cm}^2$ .



Gaya yang harus diberikan untuk mengangkat mobil  $20.000 \text{ N}$  adalah ....

- A.  $2.000 \text{ N}$
- B.  $4.000 \text{ N}$
- C.  $5.000 \text{ N}$
- D.  $8.000 \text{ N}$

8. Perhatikan tabel berikut!

Ketinggian (m)	Tekanan (cmHg)
7.000	6
5.000	26
3.000	46
1.000	66
Di permukaan laut	76

- Berdasarkan tabel tersebut pernyataan yang benar mengenai hubungan tekanan udara dengan ketinggian adalah ....
- A. ketinggian tempat menghambat tekanan udara
  - B. semakin rendah tempat maka tekanan udaranya terhambat
  - C. semakin tinggi tempat maka tekanan udaranya semakin besar
  - D. semakin tinggi tempat maka tekanan udaranya semakin kecil
9. Pada tumbuhan, air dari akar dapat naik sampai ke daun disebabkan oleh daya kapilaritas batang. Pernyataan yang benar terkait peristiwa tersebut adalah ....
- A. di dalam sel-sel akar terjadi peristiwa osmosis sehingga menyebabkan daya kapilaritas batang meningkat
  - B. jaringan xilem memiliki diameter yang sangat kecil sehingga memiliki tekanan yang besar untuk menaikkan air ke daun
  - C. jaringan floem memiliki diameter yang sangat kecil sehingga memiliki tekanan yang besar untuk menaikkan air ke daun
  - D. air dari dalam tanah dapat naik karena daya isap daun yang rendah sehingga tekanan osmosis dalam sel meningkat
10. Pada saat mengukur tekanan darah dengan tensimeter, berlaku hukum ....
- A. Boyle
  - B. Pascal
  - C. Newton
  - D. Archimedes

## Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran

### Kunci Jawaban

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

### Pedoman Penskoran

Nilai = jumlah benar x 10

Berapakah pencapaianmu?		
		
100 – 80	70 – 50	<50

Rencana saya untuk mencapai hasil maksimal pada pembelajaran berikutnya.	
--	--



## MODUL 2

# COVID-19 ANCAMAN SISTEM PERNAPASAN MANUSIA

### Kompetensi Dasar

- 3.9 Menganalisis sistem pernapasan pada manusia dan memahami gangguan pada sistem pernapasan, serta upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan.
- 4.9 Menyajikan karya tentang upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan.

### Pembelajaran 1

#### A. Tujuan Pembelajaran

1. Setelah mengamati gambar, Ananda dapat menelaah pengertian pernapasan.
2. Setelah mempelajari proses bernapas, Ananda mampu menganalisis pentingnya menggunakan masker untuk mencegah penularan Covid-19.
3. Melalui pengamatan gambar, Ananda dapat mendiferensiasi fungsi organ pernapasan.
4. Setelah membaca fungsi organ-organ pernapasan, Ananda mampu untuk menyimpulkan proses pernapasan.
5. Setelah mengikuti aktivitas Pembelajaran 1, Ananda mampu mengembangkan sikap rasa ingin tahu dan kepedulian.

#### B. Peran Guru dan Orang Tua

1. Peran Guru  
Selama mempelajari Pembelajaran 1 ini Ananda akan selalu didampingi dan dibimbing secara tidak langsung oleh guru. Pada Pembelajaran ini akan banyak sekali gambar dan penjelasannya. Tanyakan hal-hal yang belum Ananda pahami atau kuasai tentang konsep bernapas dan organ-organ yang berperan dalam sistem pernapasan manusia kepada guru sesegera mungkin. Ananda dapat menyampaikan secara langsung kepada guru melalui sarana media sosial yang disepakati (*WA, Telegram, SMS, Line*, atau aplikasi lain).
2. Peran Orang Tua  
Pada pembelajaran ini Ananda dapat meminta bantuan kepada Ayah atau Ibu untuk menyiapkan buku atau sumber referensi lain, tentang proses bernapas dan organ-organ yang berperan dalam sistem pernapasan. Juga paket data jika memerlukan pencarian referensi materi tersebut di internet dan mengikuti

pembelajaran atau diskusi secara daring agar Ananda dapat berkomunikasi dan berinteraksi dengan guru dan teman-teman Ananda.

### C. Aktivitas Pembelajaran

#### Aktivitas 1

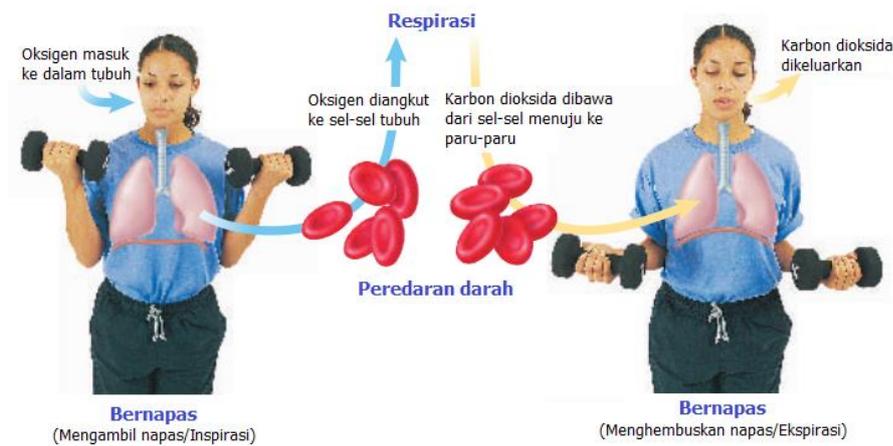
#### Maskerku Melindungimu



Gambar 2.1 Siswa memakai masker

Sumber: (Vecteezy, 2020)

Menggunakan masker untuk mencegah penularan virus Corona, saat ini menjadi bagian dari kebiasaan pola hidup sehat. Namun beberapa orang berpendapat bahwa menggunakan masker terlalu lama akan menyebabkan karbondioksida terperangkap di bawah kain dan dapat membuat Ananda sakit. Hal ini tidak benar, karena masker yang dipakai dengan benar akan mengalirkan udara yang cukup sambil tetap menutupi hidung dan mulut Ananda dari kemungkinan tertular virus Corona. Mengapa beberapa orang tersebut berpendapat seperti itu, dan dari manakah asal karbon dioksida? Ananda dapat mempelajari dengan memperhatikan gambar berikut.



Gambar 2.2 Proses pernapasan  
Sumber: (Glencoe, 2005)

Pada Gambar 2.2 memperlihatkan seseorang sedang bernapas dan melakukan aktivitas. Saat mengambil napas, oksigen dalam udara dimasukkan ke dalam tubuh melalui hidung. Oleh darah, oksigen diangkut menuju sel-sel tubuh untuk melakukan metabolisme. Metabolisme di dalam sel menghasilkan energi untuk beraktivitas dan karbon dioksida yang kemudian diangkut lagi oleh darah untuk dikeluarkan melalui paru-paru. Jika dituliskan dalam reaksi kimia, maka proses pernapasan tersebut, yang menggunakan glukosa sebagai sumber energi, dapat digambarkan sebagai berikut.



1. Berdasarkan bacaan dan Gambar 2.2, lengkapilah Tabel 2.1 berikut dengan **melingkari** huruf **B** (benar) atau **S** (salah) pada kolom sebelah kanan sesuai dengan pernyataan di kolom sebelah kiri.

Tabel 2.1 Pernyataan Terkait Proses Pernapasan

Pernyataan	B	S
a. Tujuan bernapas untuk memasukkan oksigen dan mengeluarkan karbon dioksida.		
b. Oksigen beredar ke seluruh tubuh melalui difusi sel-sel tubuh		
c. Hasil utama proses pernapasan adalah energi		
d. Oksigen digunakan untuk membakar atau mengoksidasi glukosa		

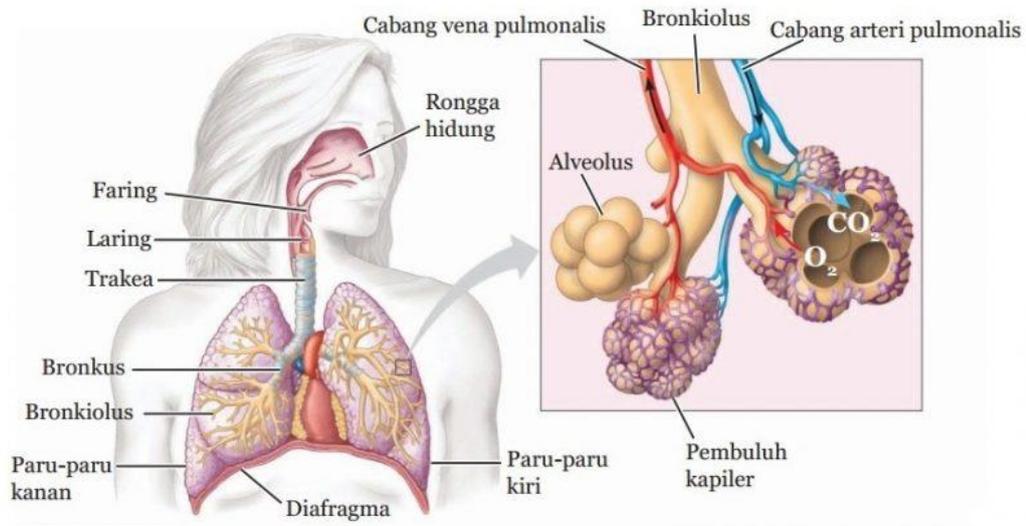
2. Orang dapat tertular Covid-19 dari orang lain yang terinfeksi virus ini. Covid-19 dapat menyebar dari orang ke orang terutama melalui percikan dari hidung atau mulut yang keluar saat orang yang terinfeksi Covid-19 saat batuk, bersin, atau berbicara. Orang dapat terinfeksi Covid-19 jika menghirup percikan tersebut. Menurut Ananda, apakah seseorang yang memakai masker masih dapat tertular Covid-19? Berikan alasan Ananda.

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

**Aktivitas 2**

**Covid-19 menyerang organ-organ Pernapasan**

Covid-19 menyerang sepanjang saluran pernapasan mulai dari rongga hidung, mulut, paru-paru sampai ke gelembung-gelembung akhir paru. Untuk memahami organ-organ tersebut, perhatikan Gambar 2.3 tentang saluran pernapasan.



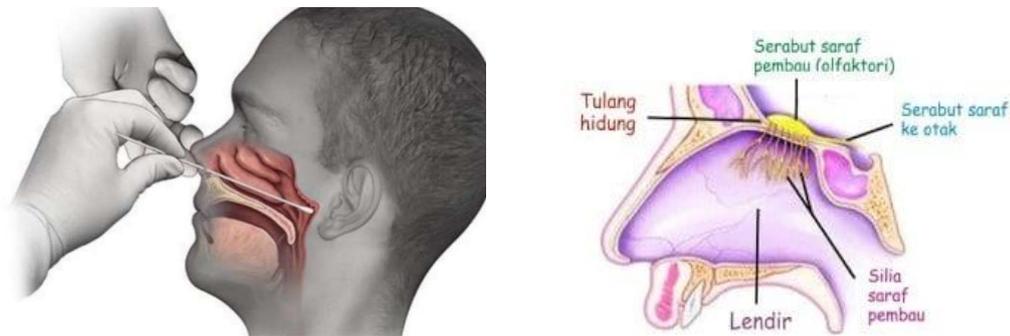
Gambar 2.3. Sistem Pernapasan Manusia  
 Sumber: (Ghama, 2020)

Gambar 2.3 mendeskripsikan saluran pernapasan dan proses pernapasan. Pada masing-masing organ pernapasan tersebut, terjadi proses sebagai berikut.

## Rongga hidung

Sampel yang diambil untuk pengujian virus Corona harus diambil dari saluran pernapasan atas yaitu tepat di belakang hidung di pangkal tenggorokan atau trakea (Gambar 2.4 kiri). Rongga hidung dilapisi dengan selaput lendir yang berfungsi sebagai pengatur kelembaban dan suhu udara yang masuk. Terdapat juga rambut-rambut hidung untuk menyaring partikel debu atau kotoran yang masuk bersama udara. Tekanan udara yang masuk juga diseimbangkan dengan cara membelokkan udara ketika mengenainya.

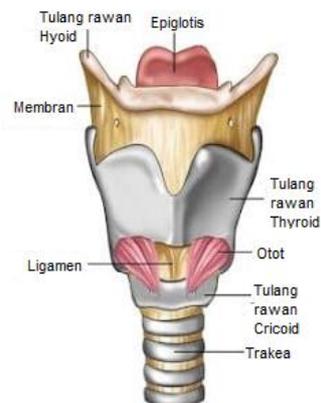
Di dalam rongga hidung terdapat ujung serabut saraf sehingga juga berfungsi sebagai indera pembau.



Gambar 2.4 Rongga Hidung  
Sumber: Gambar kiri: (Lifestyle, 2020)  
Gambar kanan: (Teks.Co.Id, 2020)

## Laring

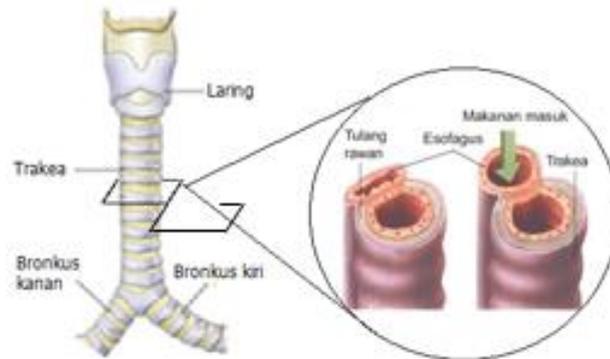
Saluran udara yang membawa udara ke tenggorokan (trakea). Tersusun atas tulang rawan, yang berfungsi melindungi saluran pernapasan selanjutnya dengan cara menutup secara mekanik jika ada benda asing yang masuk. Laring juga terlibat dalam produksi suara, di dalam laring terdapat kotak suara



Gambar 2.5 Laring  
Sumber: (RuangBiologi, 2020)

## Trakea

Saluran yang menghubungkan laring dengan bronkus. Trakea tersusun atas cincin-cincin tulang rawan yang ujungnya terbuka. Pada dinding trakea terdapat lendir dan rambut-rambut silia untuk menyaring benda-benda asing yang masuk bersama udara pernapasan.

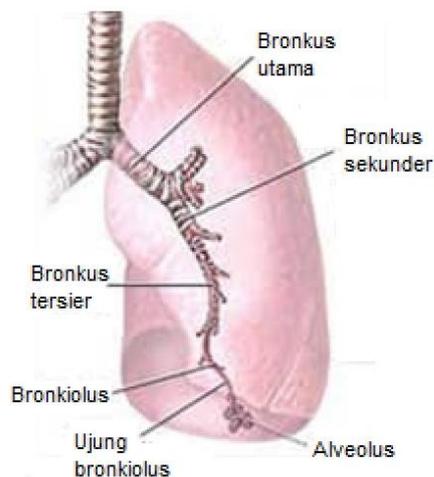


Gambar 2.6 Trakea dan Strukturnya  
Sumber: Gambar Kanan: (Penting, 2019)  
Gambar Kiri: (nafiun.com, 2020)

## Bronkus dan Bronkiolus

Di bagian ujung, trakea bercabang dua menuju ke paru-paru bagian kanan dan bagian kiri. Percabangan ini diberi nama bronkus. Seperti halnya trakea, bronkus juga tersusun atas cincin-cincin tulang rawan tapi bentuknya tidak teratur dan berseling dengan otot polos.

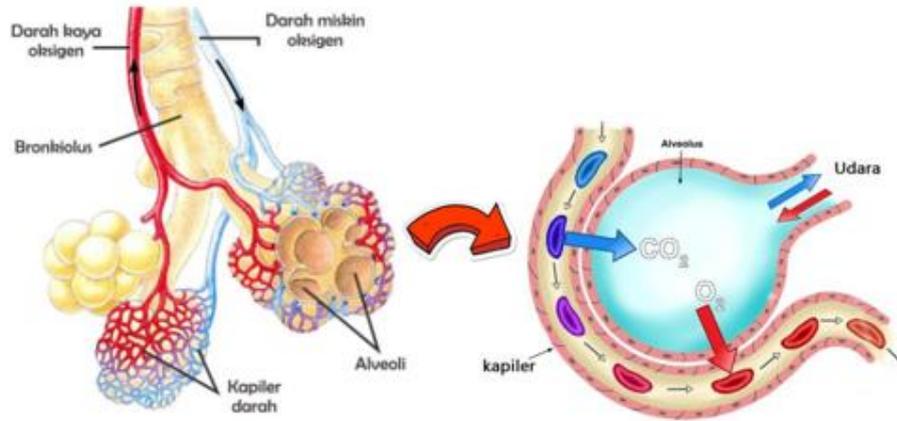
Di dalam paru-paru, bronkus bercabang-cabang lagi menjadi bronkiolus. Ujung bronkiolus membentuk gelembung-gelembung kecil dan tipis yang disebut alveolus.



Gambar 2.7 Bronkus dan Bronkiolus  
Sumber: (GuruPendidikan.com, 2020)

### Alveolus

Pada Gambar 2.8, alveolus berupa gelembung-gelembung yang terbungkus oleh pembuluh darah kapiler. Dengan dinding tipis yang tersusun atas satu sel, memungkinkan pertukaran gas  $O_2$  dan  $CO_2$  dengan mudah antara alveolus dengan kapiler darah.



Gambar 2.8 Alveolus

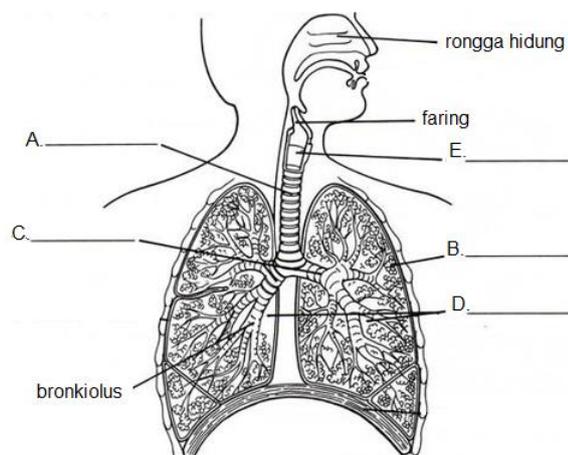
Sumber: Gambar kiri: (Setiawan, 2020)

Gambar kanan: (Hisham, 2020)

1. Pada paragraf pertama terdapat istilah gelembung akhir paru. Yang dimaksud dengan gelembung akhir paru adalah .... (*lingkari salah satu kata dalam kotak berikut*).

pembuluh kapiler      alveolus      bronkiolus      bronkus

2. Lengkapi gambar berikut dengan nama-nama organ yang menyusun sistem pernapasan manusia.

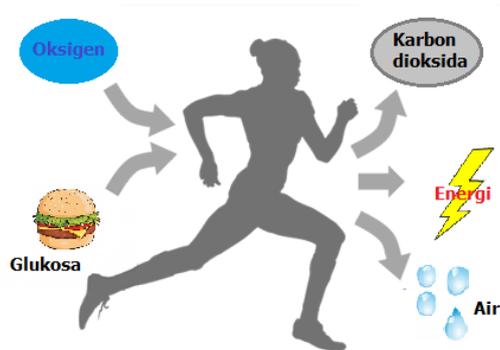


Sumber: (Rose, t.thn.)

3. Perhatikan gambar di atas, dan baca pernyataan berikut dengan seksama. Lengkapi rumpang berikut dengan nama-nama organ sistem pernapasan yang sesuai.
- A. Saluran udara yang menghubungkan tenggorokan dan bronkiolus \_\_\_\_\_
- B. Gelembung udara berbentuk seperti segerombol anggur di dalam paru-paru \_\_\_\_\_
- C. Percabangan trakea yang terdiri atas cincin-cincin tulang rawan \_\_\_\_\_
- D. Organ pernapasan utama pada manusia \_\_\_\_\_
- E. Saluran pernapasan yang memiliki kotak suara \_\_\_\_\_

**D. Latihan**

1. Amati gambar berikut dengan teliti.



Sumber: (Buddies, t.thn.)

Dengan kalimat Ananda sendiri, deskripsikan proses dan fungsi pernapasan yang ditunjukkan pada gambar di atas.

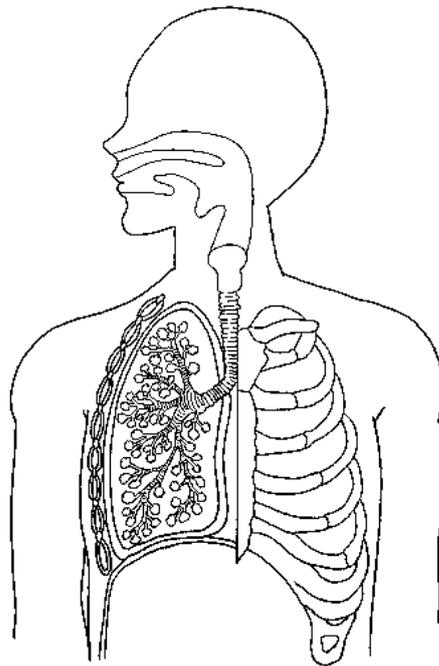
.....

.....

.....

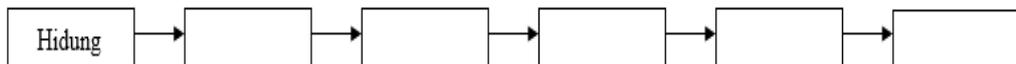
.....

2. Tuliskan huruf (a) sampai (f) pada gambar di bawah ini dengan bolpoin atau spidol berwarna sesuai pernyataan di bawah ini.
- (a) Dua cabang yang mengalirkan udara menuju paru-paru.
- (b) Terdapat pita suara yang mengeluarkan bunyi ketika udara melewatinya.
- (c) Struktur ini menjaga agar saluran pernapasan tetap terbuka.
- (d) Bagian yang menjaga agar makanan tidak masuk ke dalam saluran pernapasan.
- (e) Pipa yang mengarah ke daerah terjadinya pertukaran gas.
- (f) Tempat terjadinya pertukaran gas.



Sumber: (Tay, 2007)

3. Lengkapi diagram berikut untuk mendeskripsikan perjalanan udara pernapasan mulai dari hidung.



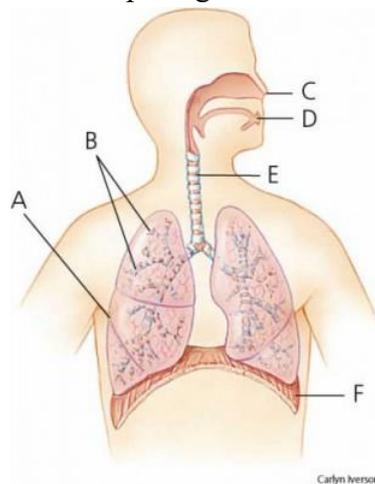
### E. Rangkuman

1. Proses pernapasan secara singkat dituliskan dalam reaksi kimia berikut.



2. Tambahkan nama-nama organ pernapasan manusia pada gambar berikut.

A:	
B:	
C:	
D:	
E:	
F:	



Sumber: (Alistigna, 2015)

3. Cantumkan tanda centang (✓) pada kolom **B** (benar) atau **S** (salah).

Pernyataan	B	S
1. Di dalam rongga hidung, udara akan mengalami penyesuaian suhu, kelembaban dan disaring debu atau partikel yang menyertainya		
2. Fungsi utama faring adalah untuk mengeluarkan suara		
3. Trakea atau tenggorokan tidak dapat dilalui udara dengan bebas karena terdapat cincin tulang rawan.		
4. Bronkus mengarahkan udara pernapasan menuju ke jantung		
5. Dinding alveolus diselimuti pembuluh darah untuk memudahkan terjadinya pertukaran gas.		

### F. Refleksi

1. Refleksi pemahaman materi

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi yang baru Ananda pelajari pada Pembelajaran 1 di dalam kolom-kolom berikut.

Yang sudah saya pelajari pada materi ini adalah

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

Hal baru yang saya pelajari adalah

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

2. Refleksi proses belajar

Lingkari atau beri tanda ✓ pada angka yang sesuai untuk menggambarkan kesungguhan Ananda untuk mempelajari materi pada Pembelajaran 1 ini.

Upaya yang telah saya lakukan untuk mempelajari materi ini:

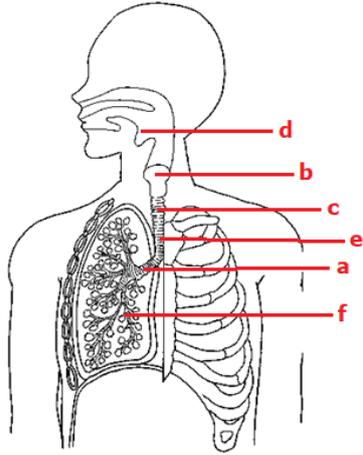
Tidak belajar    ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩    Belajar dengan sungguh-sungguh

### 3. Refleksi sikap

Tuliskan tanda  $\checkmark$  pada kolom yang sesuai dengan sikap yang Ananda tunjukkan selama belajar tentang materi Pembelajaran 1 ini.

	👍	👍👍	👍👍👍
Rasa ingin tahu			
Kepedulian			

### 4. Rubrik Penilaian/Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran/Penjelasan Jawaban Bagaimana jawaban Ananda pada Latihan? Yuk kita cek jawabannya sebagai berikut!

	skor
1. <u>Pernapasan adalah mengambil oksigen dari udara untuk mengoksidasi (membakar) glukosa yang berasal dari makanan. Hasilnya adalah energi dan hasil samping berupa gas karbon dioksida dan air (uap air).</u>	4
2. Huruf (a) sampai (f) dituliskan pada gambar   Sumber: (Tay, 2007)	6
3. <b>Hidung</b> → faring → trakea → bronkus → bronkiolus → alveolus	5
<i>Skor maksimal</i>	15

## Pembelajaran 2

### A. Tujuan Pembelajaran

1. Setelah membaca uraian tentang proses pernapasan, Ananda akan mampu membandingkan pernapasan perut dan pernapasan dada.
2. Melalui pembuatan model paru-paru, Ananda mampu membandingkan inspirasi dan ekspirasi.
3. Melalui pengamatan grafik, Ananda dapat menganalisis volume pernapasan.
4. Dengan melakukan pengamatan proses bernapas sebelum dan setelah beraktifitas, Ananda mampu menganalisis frekuensi pernapasan.
5. Dengan mengikuti rangkaian aktivitas pada Pembelajaran 2 ini, Ananda akan dapat mengembangkan sikap rasa ingin tahu dan kepedulian pada kesehatan diri sendiri dan orang lain.

### B. Peran Guru dan Orang Tua

#### 1. Peran Guru

- Selama mempelajari Pembelajaran 2 ini, Ananda akan selalu didampingi dan dibimbing secara tidak langsung oleh guru.
- Pada Pembelajaran 2 ini, Ananda akan melakukan banyak aktifitas selain membaca, mengamati gambar, membuat model paru-paru dan bekerja kelompok dengan teman.
- Tanyakan hal-hal yang belum Ananda pahami atau kuasai tentang mekanisme pernapasan, volume pernapasan dan frekuensi pernapasan kepada guru sesegera mungkin.
- Ananda dapat berkomunikasi kepada guru melalui sarana media sosial yang disepakati (*WA, Telegram, SMS, Line*, atau aplikasi lain).

#### 2. Peran Orang Tua

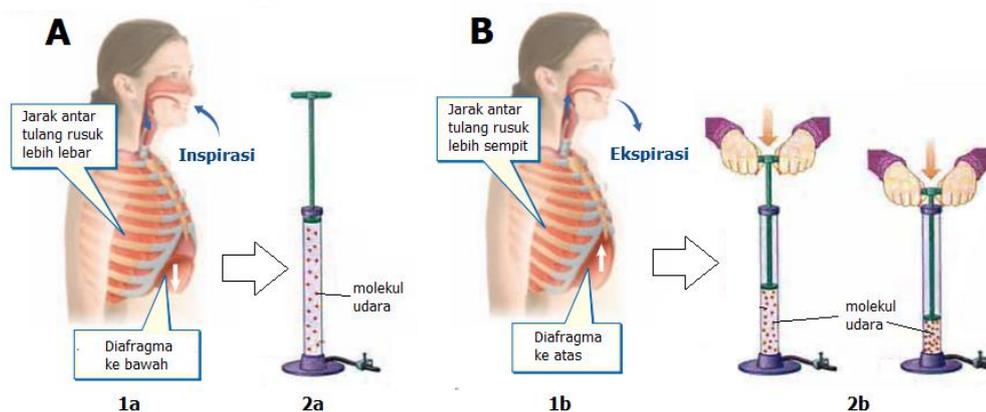
- Pada pembelajaran ini, Ananda dapat meminta bantuan kepada Ayah atau Ibu untuk menyiapkan buku atau sumber referensi lain tentang mekanisme pernapasan, volume pernapasan dan frekuensi pernapasan.
- Pada Pembelajaran 2 ini, Ananda akan mendapat tugas untuk membuat model paru-paru. Jika Ananda kesulitan, dapat meminta bantuan kepada orang tua atau kakak untuk menyiapkan bahan atau saat proses pembuatannya.
- Ananda juga boleh meminta kepada orang tua untuk membelikan paket data jika diperlukan pencarian referensi materi di internet dan mengikuti pembelajaran atau diskusi secara daring agar Ananda dapat berkomunikasi dan berinteraksi dengan guru dan teman-teman Ananda.

## C. Aktivitas Pembelajaran

### Aktivitas 1

#### Bagaimana udara pernapasan keluar-masuk?

Cobalah untuk menahan napas. Berapa lama Ananda dapat bertahan untuk menahan napas? Mengapa Ananda tidak dapat menahan napas terlalu lama? Perhatikan gambar berikut.



Gambar 2.9. Mekanisme keluar masuknya udara pernapasan

Sumber: Gambar 1a dan 1b: (Glencoe, 2005), Gambar 2a dan 2b: (Teks.co.id, 2020)

Pada Gambar 2.9, udara dapat keluar masuk karena adanya perbedaan volume ruang rongga dada. Mengembang dan mengempisnya rongga dada dipengaruhi oleh dua macam otot, yaitu otot tulang rusuk dan otot diafragma. Otot tulang rusuk menyebabkan terjadinya pernapasan dada, dan otot diafragma berperan pada pernapasan perut.

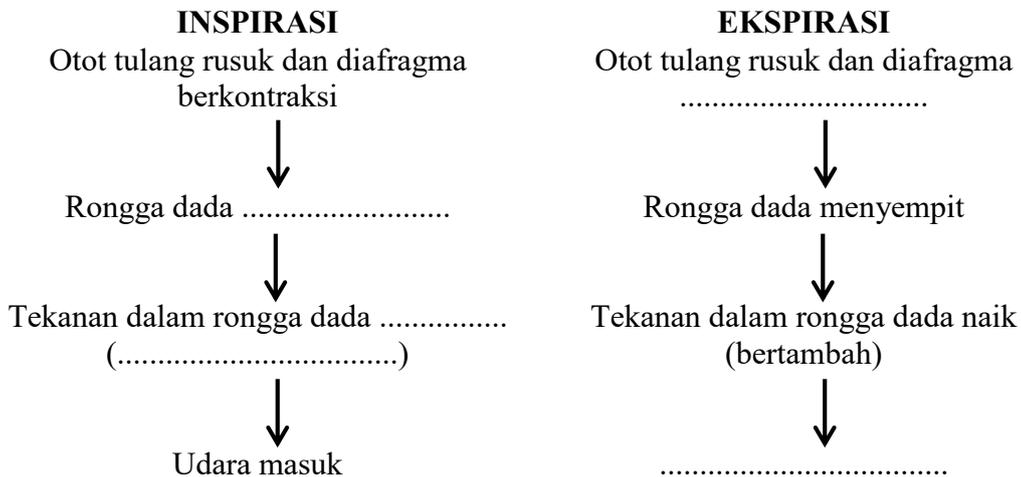
Pada saat inspirasi, diafragma dan otot tulang rusuk berkontraksi sehingga posisi diafragma ke bawah dan tulang rusuk terangkat, mengakibatkan rongga dada membesar, paru-paru mengembang, dan udara tersedot masuk ke paru-paru (Gambar 1a).

Pada saat ekspirasi, diafragma dan otot tulang rusuk berrelaksasi sehingga posisi diafragma ke atas dan tulang rusuk ke bawah, mengakibatkan volume rongga dada mengecil dan udara terdorong ke luar (Gambar 1b).

Proses keluar masuknya udara tersebut sangat dipengaruhi oleh tekanan udara dalam rongga dada, gambaran yang lebih mudah ditunjukkan pada gambar cara kerja pompa angin berikut ini. Pada Gambar 2a, volume rongga tabung pompa meluas sebagai akibat dari tuas terangkat, maka tekanan yang dialami molekul

udara rendah karena berjauhan. Pada Gambar 2b, volume rongga tabung semakin mengecil karena tuas diturunkan, sehingga tekanan yang dialami molekul udara semakin tinggi karena jaraknya semakin dekat. Fisikawan menemukan fenomena ini dan diberi nama Hukum Boyle sesuai nama fisikawan tersebut.

Lengkapi diagram berikut untuk lebih memahami mekanisme pernapasan tersebut!



**Penerapan Matematika**

**1. Hukum Boyle berbunyi;**

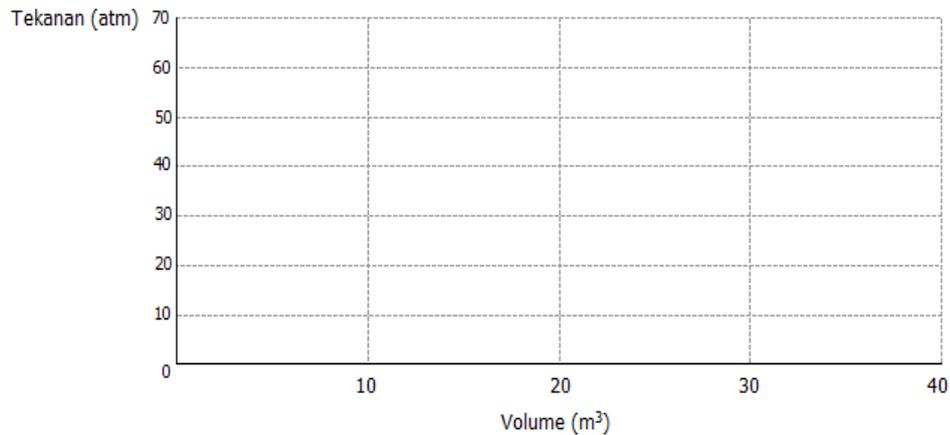
“Pada suhu tetap, tekanan gas di dalam suatu ruang tertutup berbanding terbalik dengan volumenya.”

Sebuah percobaan tentang hukum Boyle, menghasilkan data sebagai berikut.

Percobaan ke-...	Volume (m <sup>3</sup> )	Tekanan (atm)
1	20,96	24,55
2	26,56	19,37
3	9,98	51,55
4	8,00	64,31
5	13,54	38,00
6	22,24	23,13
7	27,24	18,89
8	30,44	16,90
9	32,24	15,96

Sumber: (Conrad, t.thn.)

- a. Buatlah sebuah grafik garis yang menggambarkan hukum Boyle tersebut.



- b. Berdasarkan grafik yang sudah Ananda buat simpulkan hubungan antara volume dan tekanan di dalam paru-paru.

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

**2. Tugas Proyek: Membuat Model Paru-paru**

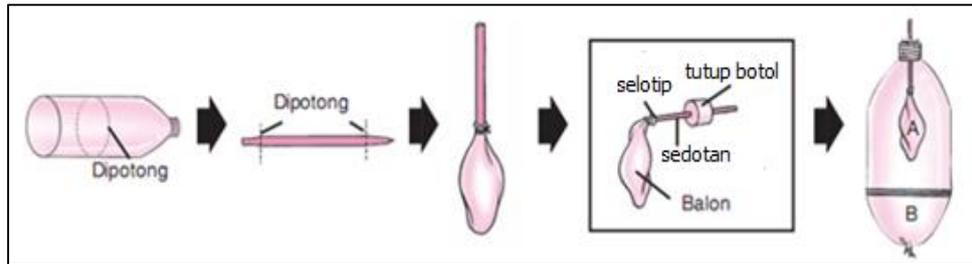
**Apa yang Ananda butuhkan?**

- 1 buah botol plastik
- 1 buah sedotan plastik atau pipa plastik
- 2 buah balon
- Selotip, lem tembak atau plastisin

**Apa yang Ananda lakukan?**

1. Potong melintang botol plastik menjadi 2 bagian seperti pada gambar di bawah. Gunakan bagian yang ada tutupnya. Berhati-hatilah ketika memotong botol agar tidak melukai tangan Ananda.
2. Ikatkan balon pada salah satu ujung sedotan dengan menggunakan selotip. Pastikan balon benar-benar terikat pada sedotan.
3. Lewatkan ujung lain dari sedotan menembus tutup botol. Aturilah posisi sedotan sehingga separuhnya berada di dalam botol plastik (A).
4. Rekatkan sedotan pada tutup botol menggunakan selotip, lem tembak, atau plastisin. Pastikan bahwa sedotan menempel dengan baik tetapi sedotan tidak terpencet sehingga rongga sedotan tertutup.
5. Potong balon kedua pada bagian lehernya. Buang potongan lehernya dan secara hati-hati bentangkan balon menutupi seluruh bagian botol yang

terpotong (B). Rekatkan balon pada gelas plastik dengan menggunakan selotip.



Gambar 2.10 Tahap-tahap pembuatan model paru-paru  
Sumber: (Gurukajen, 2013)

6. Tekan balon ke atas, kemudian tarik balon ke bawah. Amati perubahan yang terjadi pada balon di dalam botol plastik.

**Apa yang perlu Ananda analisis?**

1. Ananda telah membuat model paru-paru, sekarang identifikasi bagian-bagian sistem pernapasan yang dianalogikan pada model paru-paru tersebut.

	a. ....
	b. ....
	c. ....
	d. ....
	e. ....

2. Berdasarkan pengamatan Ananda pada model paru-paru yang Ananda buat dengan menarik dan mendorong balon B, deskripsikan bagaimana paru-paru tersebut bekerja?

.....  
.....

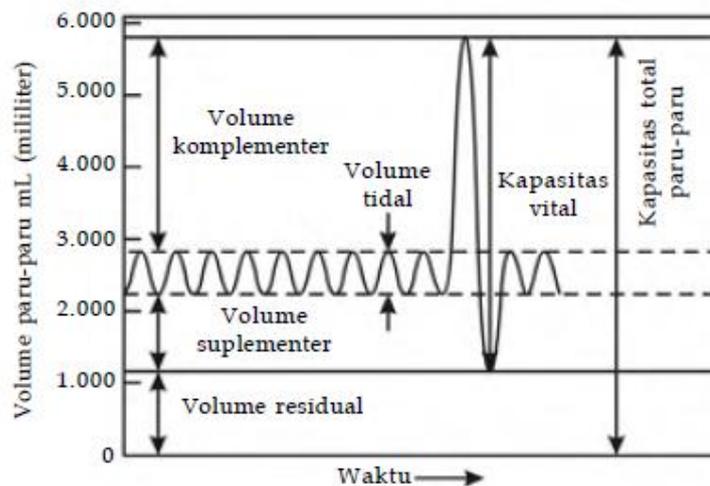
3. Berdasarkan penjelasan Ananda pada nomor 2, bagaimana Ananda menjelaskan perubahan yang terjadi pada balon di dalam botol dikaitkan dengan Hukum Boyle?

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

## Aktivitas 2

### Volume Paru-Paru

Volume paru-paru adalah jumlah udara yang dapat ditampung paru-paru. Banyaknya udara yang masuk dan keluar dari paru-paru saat Ananda bernapas normal disebut volume pernapasan atau volume tidal. Ketika Ananda membau wangi bunga atau aroma kue yang lezat, tentu pernah menarik napas sangat dalam bukan, disebut udara cadangan inspirasi (volume komplementer)? Demikian pula Ananda dapat menghembuskan napas sekuat-kuatnya disebut volume cadangan ekspirasi (volume suplementer). Berapa jumlah udara yang dapat tertampung dalam paru-paru, perhatikan grafik berikut ini.



Gambar 2.11. Grafik volume paru-paru

Sumber: (Siswapedia, 2014)

<https://www.siswapedia.com/volume-udara-dalam-paru-paru-manusia/>

Berdasarkan Gambar 2.11, tuliskan berapa volume masing-masing udara pengisi paru-paru dan definisi masing-masing istilah yang tercantum pada tabel berikut.

Tabel 2. 1 Volume Udara Pengisi Paru-paru

Kapasitas Total Paru-paru: ..... mL	Kapasitas Vital Paru-paru	Udara Tidal/Pernapasan:	Volume:
		.....	..... mL
		Udara Komplementer:	Volume:
	.....	..... mL	
		Udara Suplementer:	Volume:
		.....	..... mL
	Udara Residu:	.....	Volume:
		.....	..... mL

### Aktivitas 3

## Menghitung Frekuensi Pernapasan

Frekuensi pernapasan adalah banyaknya napas seseorang setiap menitnya. Frekuensi pernapasan menentukan tingkat pernapasan seseorang. Tingkat pernapasan normal untuk orang dewasa saat istirahat adalah 12 sampai 20 napas per menit. Tingkat pernapasan di bawah 12 dan di atas 25 napas per menit dianggap tidak normal. Hal ini dapat disebabkan karena penyakit, penggunaan obat, atau kondisi psikologis seseorang. Tingkat pernapasan normal saat istirahat pada tingkatan usia adalah sebagai berikut:

- Bayi baru lahir – 6 bulan: 30-60 napas per menit
- 6-12 bulan: 24-30 napas per menit
- 1-5 tahun: 20-30 napas per menit
- 6-12 tahun: 12-20 napas per menit
- 12 tahun ke atas: 12-20 napas per menit

Bayi dan anak-anak balita biasanya bernapas lebih cepat daripada anak-anak usia di atasnya dan orang dewasa. Berapakah frekuensi pernapasanmu? Lakukan kegiatan berikut.

### **Kegiatan: Menghitung Frekuensi Pernapasan**

#### **Apa yang Ananda butuhkan?**

1. Stopwatch atau jam
2. Kertas dan alat tulis

#### **Apa yang Ananda lakukan?**

1. Bekerjalah secara berkelompok. Usahakan dalam kelompok terdapat anggota laki-laki dan perempuan. *Jika Ananda sedang belajar dari rumah, usahakan berkelompok dengan teman yang rumahnya dekat atau dapat pula Ananda meminta bantuan pada tetangga yang sebaya atau saudara di rumah.*
2. Lakukan perhitungan napas selama 15 detik untuk masing-masing kegiatan berikut. Kalikan jumlah napas dengan empat (4) untuk menghitung frekuensi pernapasan Ananda setiap menitnya. Lakukan masing-masing kegiatan dengan mengulang 2 kali.
3. Catat hasil perhitungan Ananda dalam Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Faktor yang Mempengaruhi Frekuensi Pernapasan

Faktor yang Memengaruhi Frekuensi Pernapasan		Frekuensi Pernapasan		Rerata
		Ulangan 1	Ulangan 2	
Jenis Kelamin	Laki-Laki			
	Perempuan			
Posisi Tubuh	Berbaring			
	Duduk			
	Berdiri			
Kegiatan/ Aktivitas Tubuh	Duduk			
	Berjalan Selama 1 Menit			
	Berlari Selama 1 Menit			

**Apa yang perlu Ananda analisis dan diskusikan?**

- Berdasarkan data hasil percobaan, manakah yang lebih tinggi frekuensi pernapasan laki-laki atau perempuan? Menurut Ananda mengapa demikian?  
.....  
.....
- Posisi tubuh manakah yang memiliki frekuensi pernapasan paling tinggi? Menurut Ananda mengapa demikian?  
.....  
.....
- Menurut Ananda, apakah kegiatan tubuh memengaruhi frekuensi pernapasan? Mengapa demikian?  
.....  
.....

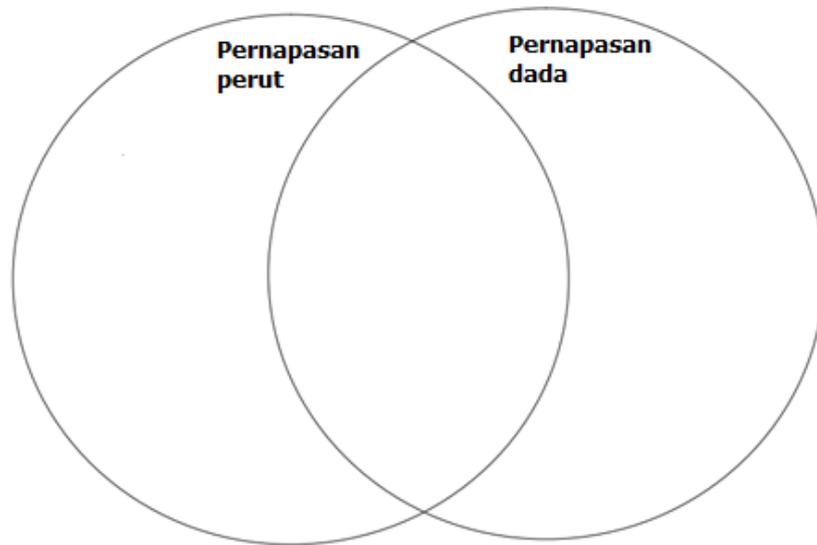
**Apa yang dapat Ananda simpulkan?**

Berdasarkan data hasil percobaan dan analisis yang Ananda lakukan, hal apa saja yang dapat Ananda simpulkan?

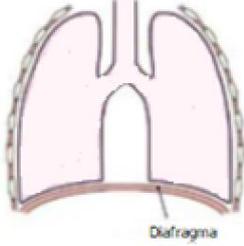
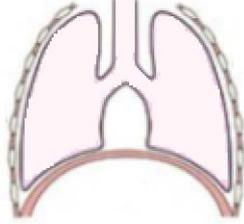
.....  
.....  
.....

### D. Latihan

1. Bandingkan proses pernapasan perut dan pernapasan dada dengan menggunakan diagram Venn berikut ini.



2. Lengkapi tabel berikut, untuk mendeskripsikan proses keluar masuknya udara ke dalam sistem pernapasan.

<p>a. Gambar tanda panah pada kedua gambar di samping untuk menunjukkan aliran udara pada masing-masing gambar.</p>		
<p>Sumber: (deb1977, 2017)</p>		
<p>b. Proses yang terjadi adalah ...</p>		
<p>c. Apa yang terjadi dengan volume paru-paru?</p>		
<p>d. Bagaimana peran otot tulang rusuk?</p>		
<p>e. Bagaimana tekanan di dalam paru-paru dan bagaimana pengaruhnya terhadap aliran udara ke dan dari paru-paru?</p>		

3. Lengkapi persamaan berikut dengan menggunakan masing-masing istilah di dalam kotak, untuk mendeskripsikan kapasitas paru-paru dan frekuensi pernapasan manusia.

volume udara tidal      jumlah pernapasan      volume udara residu  
 kapasitas vital      volume udara tidal      volume udara komplementer  
 volume udara suplementer

Kapasitas vital paru-paru = \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_

Kapasitas total paru-paru = \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_

Frekuensi pernapasan = \_\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_

### E. Rangkuman

Tuliskan tanda centang (✓) pada kolom B (benar) atau S (salah) tentang pernyataan-pernyataan berikut.

No.	Pernyataan	B	S
1.	Pernapasan perut terjadi karena kontraksi dan relaksasi otot diafragma		
2.	Paru-paru dapat mengembang dan mengempis karena terbentuk dari otot.		
3.	Volume rongga dada mengecil menyebabkan tekanan dalam rongga dada membesar sehingga udara terdorong keluar.		
4.	Kapasitas vital paru-paru adalah banyaknya udara yang tertampung di dalam paru-paru.		
5.	Frekuensi pernapasan adalah banyaknya pernapasan setiap menit		

## F. Refleksi

### 1. Refleksi pemahaman materi

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi yang baru Ananda pelajari pada Pembelajaran 2 di dalam kolom-kolom berikut.

Yang sudah saya pelajari pada materi ini adalah ..... ..... .....
Hal baru yang saya pelajari adalah ..... ..... .....

### 2. Refleksi proses belajar

Lingkari atau beri tanda  $\checkmark$  pada angka yang sesuai untuk menggambarkan kesungguhan Ananda untuk mempelajari materi pada Pembelajaran 2 ini.

Upaya yang telah saya lakukan untuk mempelajari materi ini: Tidak belajar    ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩    Belajar dengan sungguh-sungguh
---

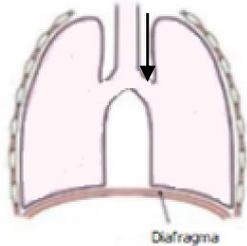
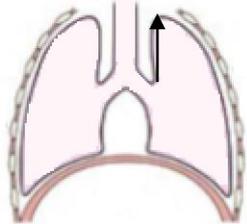
### 3. Refleksi sikap

Tuliskan tanda  $\checkmark$  pada kolom yang sesuai dengan sikap yang Ananda tunjukkan selama belajar tentang materi Pembelajaran 2 ini.

			
Rasa ingin tahu			
Kepedulian			

### G. Rubrik Penilaian/Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran/Penjelasan Jawaban

Bagaimana jawaban Ananda pada Latihan? Yuk kita cek jawabannya sebagai berikut!

		skor
1.	<p><i>Persamaan:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kontraksi dan relaksasi otot terjadi bersamaan</li> <li>- inspirasi terjadi karena kontraksi otot diafragma dan otot tulang rusuk</li> <li>- ekspirasi terjadi karena relaksasi otot diafragma dan otot tulang rusuk</li> </ul> <p><i>Perbedaan:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pernapasan perut: disebabkan karena otot diafragma</li> <li>- pernapasan dada: disebabkan karena otot tulang rusuk</li> </ul>	4
2.	<p>a.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">Sumber: (deb1977, 2017)</p>	2
	<p>b. <i>Inspirasi</i></p>	2
	<p>c. <i>Ekspirasi</i></p>	2
	<p>d. <i>volume paru-paru membesar/mengembang</i></p>	2
	<p>e. <i>volume paru-paru mengecil/mengempis</i></p>	2
	<p>d. <i>mengangkat tulang rusuk atau membesarkan rongga dada</i></p>	2
	<p>e. <i>menurunkan tulang rusuk atau mengecilkan rongga dada</i></p>	2
	<p>e. <i>tekanan di dalam paru-paru mengecil dan menarik udara masuk</i></p>	4
	<p>e. <i>tekanan di dalam paru-paru membesar dan mendorong udara keluar</i></p>	4
3.	<p><i>Kapasitas vital paru-paru = volume udara tidal + volume udara kompelementer + volume udara suplementer</i>  <i>Kapasitas total paru-paru= kapasitas vitas + volume udara residu</i>  <i>Frekuensi pernapasan = volume udara tidal X jumlah pernapasan</i></p>	4
<b>Total skor</b>		20

## Pembelajaran 3

### A. Tujuan Pembelajaran

1. Setelah melakukan pencarian informasi dari berbagai sumber, Ananda akan mampu mendiagnosis gangguan pada sistem pernapasan manusia.
2. Melalui pembuatan poster, Ananda dapat memberikan saran untuk mencegah atau menanggulangi gangguan pada sistem pernapasan.
3. Dengan berkelompok, Ananda dapat mendesain poster untuk kampanye kesehatan sistem pernapasan.
4. Setelah mengikuti rangkaian aktivitas pada Pembelajaran 3 ini, Ananda akan dapat mengembangkan sikap rasa ingin tahu dan kepedulian pada kesehatan diri sendiri dan orang lain.

### B. Peran Guru dan Orang Tua

#### 1. Peran Guru

Selama mempelajari Pembelajaran 3 ini Ananda akan selalu didampingi dan dibimbing secara tidak langsung oleh guru. Pada Pembelajaran ini akan banyak sekali teks atau bacaan tentang gangguan yang menyerang sistem pernapasan manusia. Tanyakan hal-hal yang belum Ananda pahami atau kuasai tentang konsep tersebut kepada guru sesegera mungkin. Ananda dapat menyampaikan secara langsung kepada guru melalui sarana media sosial yang disepakati (*WA, Telegram, SMS, Line*, atau aplikasi lain).

#### 2. Peran Orang Tua

Pada pembelajaran ini Ananda dapat meminta bantuan kepada ayah atau ibu untuk menyiapkan buku atau sumber referensi lain tentang gangguan yang menyerang sistem pernapasan manusia. Juga paket data jika Ananda memerlukan pencarian referensi materi tersebut di internet dan mengikuti pembelajaran atau diskusi secara daring agar Ananda dapat berkomunikasi dan berinteraksi dengan guru dan teman-teman Ananda.

## C. Aktivitas Pembelajaran

### Aktivitas 1

#### Covid-19 dan Pneumonia

Saat ini dunia digemparkan dengan mewabahnya virus baru yaitu *Coronavirus* jenis baru (SARS-Cov-2) dan penyakitnya disebut *Coronavirus disease 2019* (COVID-19). Asal mula virus ini berasal dari Wuhan, Tiongkok yang kemudian menyebar dengan sangat cepat ke masyarakat dunia, termasuk ke Indonesia. Infeksi Coronavirus dapat menimbulkan gejala ringan, sedang, atau berat. Gejala utama yang sering muncul adalah demam (suhu > 38°C), batuk dan kesulitan bernapas. Salah satu komplikasi paling berbahaya dari Covid-19 adalah pneumonia. Pneumonia terjadi ketika kantung-kantung udara di dalam paru-paru mengalami peradangan. Pada umumnya, pneumonia menimbulkan gejala batuk, sesak napas, nyeri dada, dan peningkatan produksi dahak. Dalam banyak kasus pneumonia parah, penderita memerlukan penggunaan ventilator.

Cara terbaik untuk mencegah penularan infeksi virus Corona adalah menghindari terpapar virus penyebab dengan 1) mencuci tangan dengan sabun, atau menggunakan *hand sanitizer* yang mengandung alkohol 60%, 2) menghindari menyentuh mata, hidung dan mulut dengan tangan yang belum dicuci, 3) menghindari kontak dengan orang yang sedang sakit, 4) menggunakan masker, 5) menerapkan etika batuk dan bersin dengan menutup mulut dan hidung dengan lengan bagian dalam atau menggunakan tisu.

1. Selain Covid-19 dan pneumonia, kelainan dan kuman penyakit dapat mengancam kesehatan sistem pernapasan manusia. Tabel 2.3 mencantumkan beberapa gangguan tersebut. Lengkapi kolom-kolom yang kosong dengan mencari informasi dari berbagai sumber, baik dari buku atau internet.

Tabel 2.3 Gangguan pada Sistem Pernafasan, Gejala, dan Upaya Mencegah

No.	Nama Gangguan	Gejala	Saran untuk mencegah atau menanggulangnya
1.	Asma		
2.	Emfisema		
3.	Bronkitis		
4.	Kanker paru-paru		

No.	Nama Gangguan	Gejala	Saran untuk mencegah atau menanggulangnya
5.	Influenza		
6.	Tonsilitis		
7.	Faringitis		
8.	TBC		
9.	Pneumonia		
10.	Difteri		

1. Berdasarkan bacaan di atas dan juga tabel yang sudah Ananda kerjakan, buatlah sebuah poster untuk mengampanyekan kesehatan sistem pernapasan terutama dalam masa pandemi Covid-19.
  - a. Kerjakan tugas membuat poster ini secara berkelompok terdiri atas maksimal 4 orang. Jika Ananda sedang belajar dari rumah berkelompoklah dengan teman yang rumahnya berdekatan dengan rumah Ananda.
  - b. Poster dibuat pada kertas berukuran 60 X 100 cm
  - c. Aspek yang dinilai pada pembuatan poster ini adalah:
    - 1) Isi/materi poster
    - 2) Penggunaan bahasa Indonesia yang baik dan benar
    - 3) Komposisi tulisan dan gambar
    - 4) Kerapian dan keindahan poster secara keseluruhan
  - d. Kumpulkan poster yang sudah dibuat dalam bentuk cetak dan file yang berukuran maksimal 1 MB ke link yang ditentukan oleh guru.

## D. Latihan

1. Deskripsikan empat macam gangguan pada sistem pernapasan manusia yang tercantum dalam Tabel 2.4. Tuliskan nama kelainan atau penyakit pada kolom sebelah kiri.

Tabel 2.4 Kelainan atau Penyakit Pernapasan dan Diskripsinya

Nama Kelainan atau Penyakit	Deskripsi
1.	banyak lendir dihasilkan, batuk, demam, dan sakit kepala
2.	merokok adalah penyebab utamanya, merupakan jenis kanker penyebab utama kematian
3.	mengi, napas sering tersengal-sengal, sering muncul sebagai reaksi alergi
4.	penyebab utamanya adalah merokok, alveolus di paru-paru kehilangan kemampuan untuk mengembang dan berkontraksi

2. Covid-19 menyebabkan gangguan pada saluran pernapasan dan paru-paru. Gejala yang berat dapat menyebabkan kematian. Namun, jumlah penderita Covid-19 dan penularannya di Indonesia tidak kunjung menurun. Bagaimana pendapat Anda mengetahui fenomena tersebut? Cantumkan tanda centang (✓) pada kolom **Ya** jika Anda **setuju** atau **Tidak** jika Anda **tidak setuju** dengan pernyataan di kolom sebelah kanan.

No.	Pernyataan	Ya	Tidak
1.	Seseorang yang menderita batuk dan sedikit demam belum tentu terserang Covid-19 sehingga tidak perlu melakukan isolasi mandiri di rumah.		
2.	Mencuci tangan harus dilakukan sebelum dan setelah menyentuh benda-benda umum.		
3.	Membersihkan tangan dengan cairan <i>hand sanitizer</i> lebih praktis dan efektif daripada dengan sabun.		
4.	Jika sudah memakai masker maka tidak harus melakukan jaga jarak.		

3.

### BAHAYA DALAM SEBUNGKUS ROKOK

Kebanyakan orang beranggapan bahwa merokok adalah penyebab kanker paru-paru pada manusia. Tetapi tahukah Ananda, bahwa Kementerian Kesehatan menyatakan bahwa merokok adalah penyebab beberapa penyakit berbahaya dan bahkan kematian dini? Beberapa penyakit tersebut antara lain; kanker mulut, serangan jantung, dan penyakit pada gusi. Dan seorang perokok sepuluh kali lebih mungkin untuk terserang emfisema atau bronkhitis dibandingkan bukan perokok.

Para peneliti di bidang kanker, menemukan adanya hubungan antara merokok dan nutrisi. Mereka mengungkapkan bahwa seorang perokok cenderung mengurangi mengonsumsi buah, sayuran, ikan, dan unggas daripada non perokok. Padahal makanan tersebut sehat, mengandung banyak vitamin A dan C, yang dianggap berperan penting dalam pencegahan kanker.

Penelitian lain mengungkapkan bahwa merokok meningkatkan resiko kematian pada penderita diabetes. Penderita diabetes biasanya memiliki kemungkinan yang tinggi untuk terkena serangan jantung. Oleh karena merokok mempercepat kemungkinan penyakit jantung, maka penderita diabetes seharusnya segera menghindari merokok.

Berdasarkan penjelasan di atas, ada banyak resiko kesehatan yang dihubungkan dengan kebiasaan merokok. Merokok tidak mempunyai satupun hal positif bagi kesehatan manusia. Dan para ilmuwan menemukan lebih banyak lagi efek negatif dari merokok.



Gambar 2.12. Ilustrasi sebungkus rokok  
Sumber: (588ku, t.thn.)

- a. Bayangkan jika salah satu teman Ananda sedang merokok. Saran apa yang akan Ananda berikan kepada teman tersebut untuk berhenti merokok? Mengapa Ananda menyarankan teman Ananda untuk berhenti merokok?
- .....
- .....
- b. Mengetahui banyaknya bahaya yang diakibatkan karena merokok, menurut Ananda mengapa orang terus merokok?
- .....
- .....

### E. Rangkuman

Pasangkan dengan menggunakan tanda panah untuk menghubungkan pernyataan suatu kelainan atau penyakit pada kolom sebelah kiri dengan jenis penyakit di kolom sebelah kanan.

Saluran pernapasan mengalami penyempitan karena rangsangan tertentu sehingga menyebabkan sesak napas.	Influenza
Peradangan pada bronkus yang disebabkan virus dan bakteri.	Faringitis
Radang tenggorokan yang disebabkan virus atau kuman karena daya tahan tubuh yang melemah.	Difteri
Peradangan pada salah satu atau kedua gelambir paru-paru. Dapat berisi cairan atau nanah sehingga penderita sulit bernapas.	Asma
Penyakit flu yang menular melalui udara yang mengandung bersin penderita	TBC
Penyakit yang disebabkan <i>Corynebacterium diptheriae</i> menyebabkan sakit pada tekak dan demam	Emfisema
Terjadi pertumbuhan tidak terkendali pada sel-sel di dalam paru-paru. Penderita batuk tidak segera sembuh dan terjadi pembengkakan kelenjar getah bening di daerah paru-paru.	Bronkitis
Sering disebut radang amandel, infeksi pada jaringan berbentuk oval pada pangkal tenggorokan.	Pneumonia
Infeksi paru-paru karena bakteri <i>Mycobacterium tuberculosis</i> menyebabkan penderita sulit bernapas dan batuk yang jika parah disertai darah	Tonsilitis
Membengkaknya paru-paru, sehingga proses pertukaran gas terganggu.	Kanker paru-paru

## F. Refleksi

### 1. Refleksi pemahaman materi

Tuliskan materi yang telah Anda pelajari dan materi yang baru Anda pelajari pada Pembelajaran 3 di dalam kolom-kolom berikut.

Yang sudah saya pelajari pada materi ini adalah

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

Hal baru yang saya pelajari adalah

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

### 2. Refleksi proses belajar

Lingkari atau beri tanda  $\surd$  pada angka yang sesuai untuk menggambarkan kesungguhan Anda untuk mempelajari materi pada Pembelajaran 3 ini.

Upaya yang telah saya lakukan untuk mempelajari materi ini:

Tidak belajar    ①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩    Belajar dengan sungguh-sungguh

### 3. Refleksi sikap

Tuliskan tanda  $\surd$  pada kolom yang sesuai dengan sikap yang Anda tunjukkan selama belajar tentang materi Pembelajaran 3 ini.

			
Rasa ingin tahu			
Kepedulian			

## G. Rubrik Penilaian/Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran/Penjelasan Jawaban

1. Nama gangguan yang menyerang sistem pernapasan manusia sesuai pernyataannya. (skor: 4)

Nama kelainan atau penyakit	Deskripsi
1. <b>Influenza</b>	banyak lendir dihasilkan, batuk, demam, dan sakit kepala
2. <b>Kanker paru-paru</b>	merokok adalah penyebab utamanya, merupakan jenis kanker penyebab utama kematian
3. <b>Asma</b>	mengi, napas sering tersengal-sengal, sering muncul sebagai reaksi alergi
4. <b>Emfisema</b>	penyebab utamanya adalah merokok, alveolus di paru-paru kehilangan kemampuan untuk mengembang dan berkontraksi

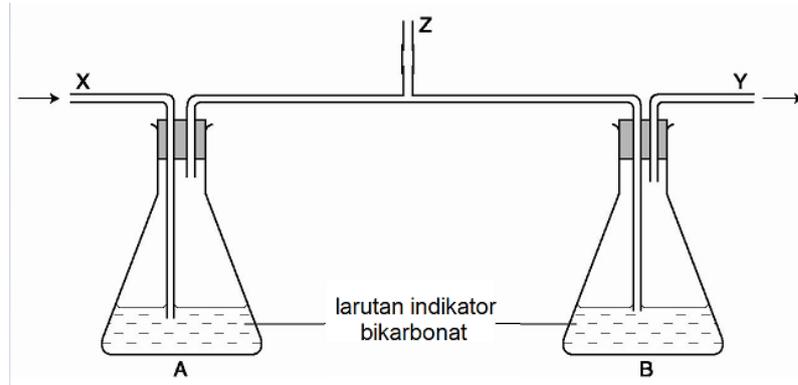
2. Pernyataan setuju atau tidak setuju tentang kebiasaan baru menghadapi masa pandemik Covid-19. (skor: 4)

No.	Pernyataan	Ya	Tidak
1.	Seseorang yang menderita batuk dan sedikit demam belum tentu terserang Covid-19 sehingga tidak perlu melakukan isolasi mandiri di rumah.		✓
2.	Mencuci tangan harus dilakukan sebelum dan setelah menyentuh benda-benda umum.	✓	
3.	Membersihkan tangan dengan cairan hand sanitizer lebih praktis dan efektif daripada dengan sabun.		✓
4.	Jika sudah memakai masker maka tidak harus melakukan jaga jarak.		✓

3. Jawaban untuk pertanyaan pada nomor ini sangat terbuka, sangat dipengaruhi oleh keluasaan wawasan dan pengetahuan Ananda.
- Membangun perspektif.** Ananda dapat menyampaikan daftar semua bahaya kesehatan yang berhubungan dengan merokok. Ananda dapat pula memberi tahu teman tersebut betapa pentingnya dia dan bagaimana kepedulian Ananda terhadap kesehatan mereka.
  - Membuat simpulan.** Ada beberapa kemungkinan jawaban, mungkin orang ingin berhenti merokok tetapi sudah kecanduan bahan kimia yang terkandung dalam rokok, atau bisa juga karena sudah menjadi kebiasaan sehingga sulit dihentikan. Oleh karena itu sebaiknya tidak membiasakan diri untuk merokok.



Jawab pertanyaan-pertanyaan berikut dengan memilih salah satu dari empat pilihan jawaban. Untuk menjawab nomor 1 dan 2 perhatikan gambar dan uraian berikut dengan cermat.

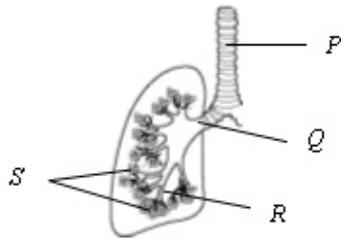


Fira meneliti udara yang masuk dan keluar saat pernapasan dengan menggunakan perangkat praktikum seperti pada gambar di atas. Tabel berikut adalah hasil eksperimen yang membandingkan udara yang dihirup dan udara yang dihembuskan, ketika seseorang bernapas secara normal dan setelah melakukan aktivitas (berlari atau melompat-lompat). Bikarbonat adalah indikator untuk menguji kandungan karbon dioksida, ketika kandungan karbon dioksida rendah bikarbonat akan berwarna merah hingga merah magenta, sedangkan ketika kandungannya tinggi maka akan berubah warna menjadi kuning.

	Waktu yang dibutuhkan larutan bikarbonat untuk berubah warna menjadi kuning (menit)	
	bernapas biasa	bernapas setelah beraktivitas
Tabung A	25	12
Tabung B	4	2

1. Mengapa perubahan warna bikarbonat pada tabung B lebih cepat dibandingkan dengan tabung A?
  - A. Pada tabung A tidak memungkinkan udara pernapasan yang mengandung gas karbon dioksida masuk.
  - B. Pada tabung A lebih banyak kadungan gas karbon dioksida yang berasal dari atmosfer.
  - C. Pada tabung B gas karbon dioksida dari atmosfer lebih rendah daripada udara yang dihembuskan.
  - D. Pada tabung B tidak ada kandungan gas karbon dioksida yang berasal dari udara yang dihembuskan.

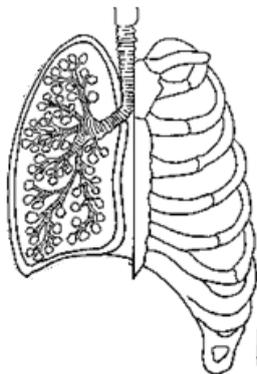
2. Mengapa perubahan warna bikarbonat pada tabung A dan tabung B lebih cepat setelah seseorang melakukan aktivitas?
- Karena gas oksigen terhirup lebih banyak
  - Karena laju pelepasan karbon dioksida meningkat
  - Karena adanya perbedaan konsentrasi gas
  - Karena semakin banyak bikarbonatnya
3. Perhatikan gambar berikut.



Bagian yang ditunjuk dengan huruf P, Q, R, dan S adalah ....

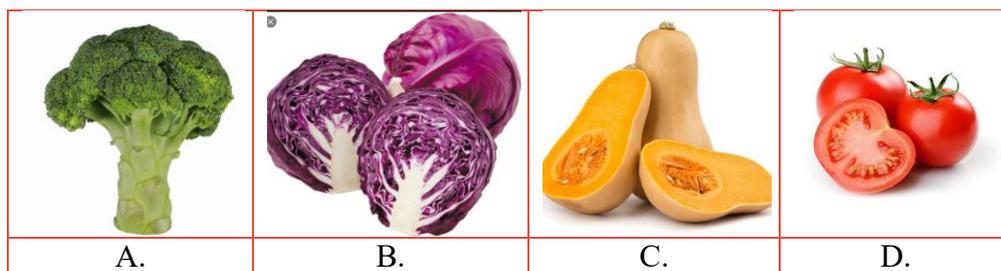
	P	Q	R	S
A.	bronkiolus	bronkus	alveolus	trakea
B.	trakea	bronkus	bronkiolus	alveolus
C.	bronkus	bronkiolus	trakea	alveolus
D.	trakea	bronkiolus	bronkus	alveolus

4. Irfan menggunakan diagram berikut untuk mempelajari struktur paru-paru manusia.

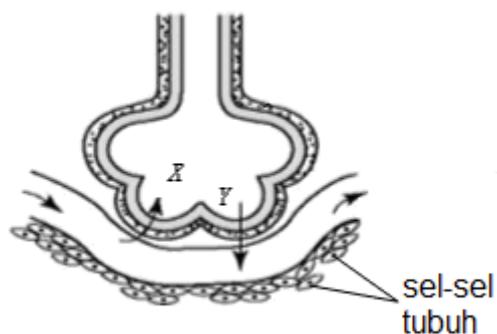


Di kelas, guru IPA menunjukkan empat gambar sebagai berikut dan meminta Irfan untuk memilih salah satu gambar yang paling sesuai dengan diagram paru-paru di atas.

Gambar yang paling sesuai adalah ....



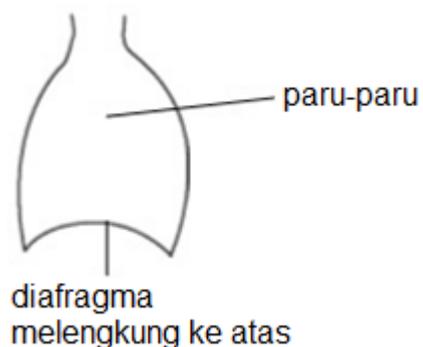
5. Amati gambar berikut dengan cermat.



Gas yang ditandai dengan huruf X dan Y adalah ....

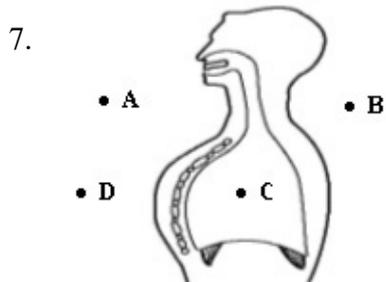
	X	Y
A.	oksigen	hidrogen
B.	oksigen	karbon dioksida
C.	hidrogen	oksigen
D.	karbon dioksida	oksigen

6. Gambar berikut merepresentasikan rongga dada secara sederhana.



Peristiwa yang terjadi ketika diafragma melengkung ke atas adalah ....

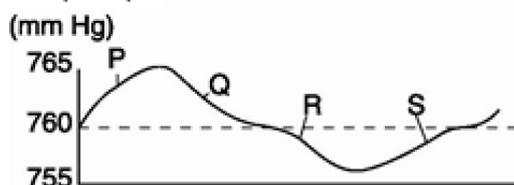
- A. otot tulang rusuk berkontraksi
- B. udara terhirup masuk ke paru-paru
- C. tekanan dalam paru-paru meningkat
- D. otot diafragma berkontraksi



Pada gambar di atas, saat terjadi inspirasi, pada titik **A**, **B**, **C** atau **D** tekanan udaranya paling rendah?

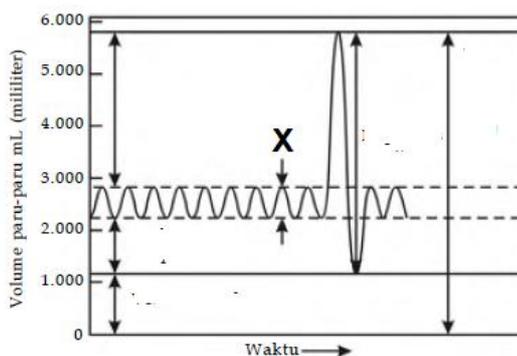
8. Gambar berikut menunjukkan perubahan tekanan udara dalam paru-paru selama pernapasan. Tekanan udara di atmosfer adalah 760 mm Hg.

tekanan udara di dalam paru-paru



Pada diagram di atas, saat rongga dada mulai mengembang ditunjukkan dengan huruf ....

- A. S
  - B. R
  - C. Q
  - D. P
9. Perhatikan grafik volume udara yang dapat ditampung paru-paru berikut.



Berdasarkan grafik di atas, bagian X adalah ....., yang volumenya ....

- A. Udara pernapasan, 3000 mL
- B. Kapasitas vital, 3000 mL
- C. Udara pernapasan 1000 mL
- D. Kapasitas vital, 1000 mL

10. Seseorang menderita penyakit dengan diagnosis dokter sebagai berikut; terjadi pertumbuhan sel yang tidak wajar di paru-paru, penderita adalah seorang perokok.  
Berdasarkan informasi tersebut, penyakit yang diderita oleh orang tersebut adalah ....
- Kanker paru-paru
  - Asma
  - Bronkitis
  - Emfisema

**Rubrik Penilaian/Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran/Pembahasan Jawaban**

<p>1. <b>C</b> <i>Hembusan gas pernapasan langsung mengenai larutan bikarbonat sehingga langsung bereaksi dengan gas CO<sub>2</sub> dari udara pernapasan</i></p> <p>2. <b>B</b> <i>Semakin tinggi laju pernapasan maka semakin tinggi laju pelepasan karbon dioksida</i></p> <p>3. <b>B</b> <i>P: trakea Q: bronkus R: bronkiolus S: alveolus</i></p> <p>4. <b>A</b> <i>Batang brokoli dianalogikan sebagai trakea, percabangan brokoli sebagai bronkiolus, dan gerombolan brokoli sebagai alveolus.</i></p> <p>5. <b>A</b> <i>Proses pertukaran gas dalam alveolus, gas CO<sub>2</sub> dikeluarkan, dan gas O<sub>2</sub> diedarkan ke sel tubuh melalui darah</i></p>	<p>6. <b>C</b> <i>Diafragma berelaksasi melengkung ke atas, menyebabkan rongga dada menyempit sehingga tekanan dalam paru-paru meningkat (Hukum Boyle).</i></p> <p>7. <b>C</b> <i>Saat inspirasi, udara pernapasan terhirup masuk ke dalam rongga dada karena tekanan di dalamnya lebih rendah daripada udara atmosfer</i></p> <p>8. <b>B</b> <i>Rongga dada mulai mengembang maka volumenya mulai membesar, tekanannya mulai menurun</i></p> <p>9. <b>D</b> <i>Udara pernapasan, volumenya 3000-2000=1000 mL</i></p> <p>10. <b>A</b> <i>Kanker adalah pertumbuhan tidak normal sel-sel tubuh, yang jika menyerang paru-paru disebabkan karena zat karsinogenik dari paru-paru</i></p>
--	--

$$\text{Nilai} = \Sigma \text{ benar} \times 100$$

Berapakah pencapaianmu?		
		
<b>100 – 80</b>	<b>70 – 50</b>	<b>&lt;50</b>
<i>Bagus, Ananda dapat melanjutkan pembelajaran pada modul berikutnya.</i>	<i>Ananda perlu mempelajari lagi soal-soal yang masih belum benar. Baca ulang materi tersebut pada bahan ajar ini.</i>	<i>Sayang sekali Ananda harus membaca dan mengerjakan ulang bahan ajar ini. Mintalah bantuan pada guru, orang tua, atau kakak agar lebih mudah memahami materi ini.</i>



## MODUL 3

# PEMBUANGAN SAMPAH TUBUH MANUSIA

### Kompetensi Dasar

- 3.10 Menganalisis sistem ekskresi pada manusia dan memahami gangguan pada sistem ekskresi serta upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi.
- 4.10 Membuat karya tentang sistem ekskresi pada manusia dan penerapannya dalam menjaga kesehatan diri.

### Pembelajaran 1

#### A. Tujuan Pembelajaran

1. Berdasarkan gambar atau data, Ananda mampu menganalisis pengertian ekskresi.
2. Melalui pengamatan gambar dan membaca informasi, Ananda mampu menguraikan bagian-bagian ginjal dan fungsinya.
3. Dengan diberi uraian, Ananda dapat membuat diagram proses pembentukan urine.
4. Dengan disajikan uraian gejala suatu penyakit, Ananda mampu mendiagnosis gangguan pada ginjal.
5. Setelah mengikuti kegiatan Pembelajaran 1, Ananda mampu mengembangkan sikap tanggung jawab dan rasa ingin tahu.

#### B. Peran Guru dan Orang Tua

Pada Pembelajaran 1 ini, Ananda akan mempelajari tentang fungsi sistem ekskresi dan organ utamanya yaitu ginjal. Senyampang memperlajarinya, Ananda akan banyak menemui bacaan dan juga gambar. Jangan segan untuk bertanya kepada orang tua dan guru jika Ananda menemui kesulitan.

1. Peran orang tua
  - a. Mendampingi Ananda belajar,
  - b. Menyediakan sumber dan alat belajar (buku paket, buku tulis, dan alat-alat tulis),
  - c. Menyiapkan paket data internet saat diperlukan Ananda untuk berselancar di internet mencari informasi pendukung,
  - d. Memastikan ruang belajar Ananda nyaman dan mendukung suasana belajar.

2. Peran guru
  - a. Menjelaskan kepada Ananda tentang hal-hal yang dilakukan untuk dapat mencapai tujuan pembelajaran,
  - b. Menjawab pertanyaan Ananda jika menemui kesulitan atau perlu penjelasan tentang aktivitas belajar yang Ananda kerjakan,
  - c. Memberi umpan balik dan penguatan kepada Ananda atas hasil kerja yang Ananda kumpulkan.

### C. Aktivitas Pembelajaran

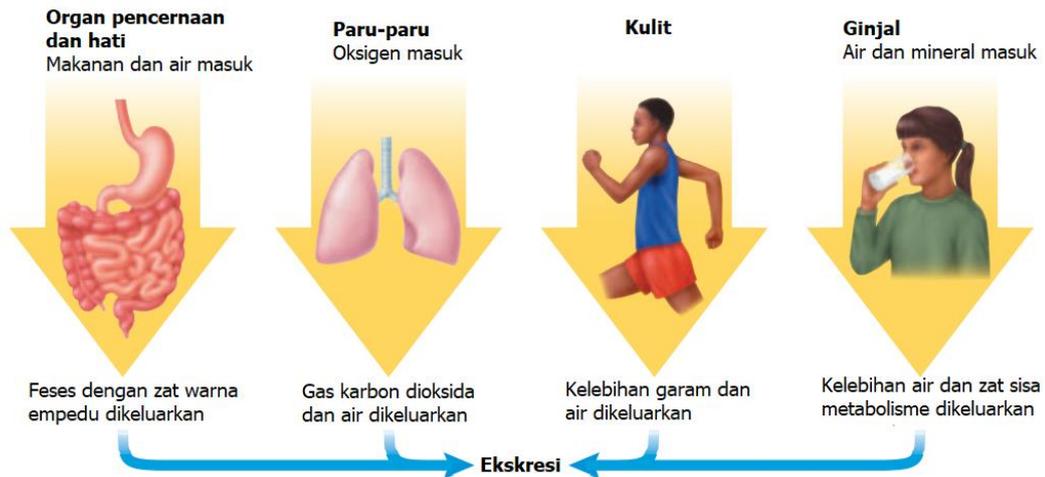
#### Aktivitas 1

#### SAMPAH DAN EKSRESI



Gambar 3.1 Sampah yang mengganggu  
Sumber: (Angeles)

Sampah, seperti pada Gambar 3.1, setiap hari dihasilkan oleh rumah tangga. Tentu di rumah Ananda juga demikian. Sampah harus dikeluarkan dari rumah untuk dibuang dan dibawa oleh truk pengangkut sampah ke tempat pembuangan sampah. Jika sampah tidak dibuang, tentu akan menumpuk, tampak jorok, menyebabkan bau tidak sedap dan mengundang lalat pembawa penyakit. Di dalam tubuh makhluk hidup juga dihasilkan sampah metabolisme. Sampah metabolisme tersebut harus dikeluarkan dari tubuh agar tubuh tetap sehat dan berfungsi dengan baik. Pengeluaran zat-zat sisa dari tubuh makhluk hidup disebut **ekskresi**. Gambar 3.2 berikut, menunjukkan pengeluaran zat-zat sampah dari tubuh oleh beberapa organ ekskresi.



Gambar 3.2 Sistem ekskresi melibatkan beberapa organ pada sistem lainnya  
 Sumber: (Glencoe, 2008)

1. Berdasarkan Gambar 3.2 di atas, lengkapi Tabel 3.1 untuk mengidentifikasi organ ekskresi dan zat yang dikeluarkannya.

Tabel 3.1 Organ Ekskresi dan Zat yang Dikeluarkannya

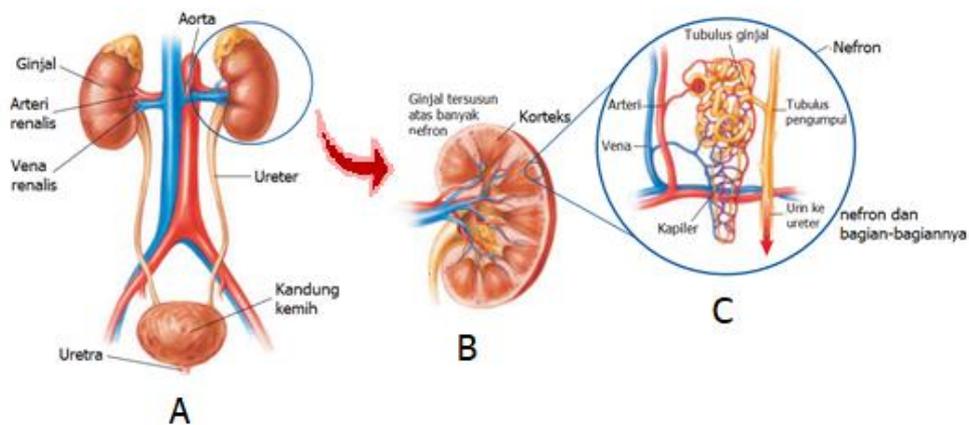
	Organ	Zat yang Dikeluarkan	Bentuk Zat yang Dikeluarkan
a.			cair
b.		karbon dioksida dan air	
c.			
d.	Organ pencernaan dan hati		

2. Deskripsikan ekskresi dengan kalimat Ananda sendiri di dalam kotak berikut.

## Aktivitas 2

### GINJAL

Ginjal merupakan organ utama sistem ekskresi. Menempati rongga panggul, manusia memiliki dua buah ginjal, kanan dan kiri. Fungsi utama ginjal adalah untuk menyaring darah. Dalam waktu kira-kira 5 menit, seluruh darah di dalam tubuh mengalir melewati ginjal. Selanjutnya hasil saringan darah yaitu cairan dan zat sisa metabolisme dikeluarkan dalam bentuk urine. Melalui pengeluaran urine, ginjal membantu tubuh untuk menstabilkan kadar garam dan cairan agar tidak berlebihan. Untuk menjalankan fungsinya tersebut, ginjal memiliki struktur yang sangat rumit seperti tampak pada Gambar 3.3 berikut.

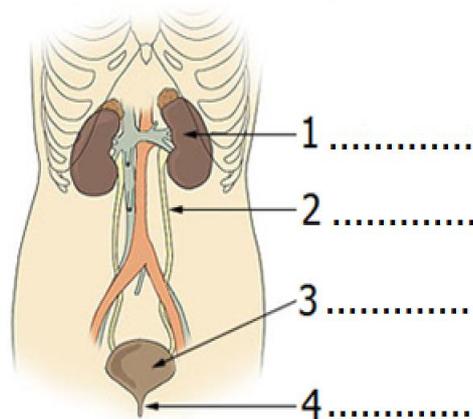


Gambar 3.3 Struktur Ginjal  
Sumber: (Glencoe, 2008)

Pada Gambar 3.3 (A), manusia memiliki dua buah ginjal, terdapat pembuluh darah (arteri dan vena) yang masuk ke dalam ginjal. Urine dari ginjal, keluar melalui pembuluh yang disebut **ureter**, kemudian urine menuju **kandung kemih** dan berakhir di **uretra**. Gambar B adalah irisan melintang ginjal. Tampak pembuluh arteri dan vena yang menyebar pada seluruh bagian ginjal. Di bagian luar disebut **korteks**, bagian tengahnya disebut **medula** dan di bagian pangkal ginjal disebut **pelvis**. Gambar C menunjukkan bagian terkecil dan fungsional ginjal, yaitu **nefron**. Nefron terbungkus pembuluh arteri dan vena. Bagian ujung nefron terdapat gumpalan pembuluh darah dinamakan **glomerulus** yang dibungkus semacam mangkok disebut **simpai Bowman**. Keseluruhan bagian tersebut diberi nama **badan Malpighi**. Kelanjutannya terdapat pembuluh ginjal yang melingkar-lingkar dan berakhir di pembuluh atau tubulus pengumpul.

1. Dengan mengamati Gambar 3.3 dan penjelasannya, lengkapi gambar berikut dengan nama-nama dalam kotak yang menunjukkan bagian-bagian yang ditunjuk.

Kandung kemih	Ginjal	Ureter	Uretra
---------------	--------	--------	--------



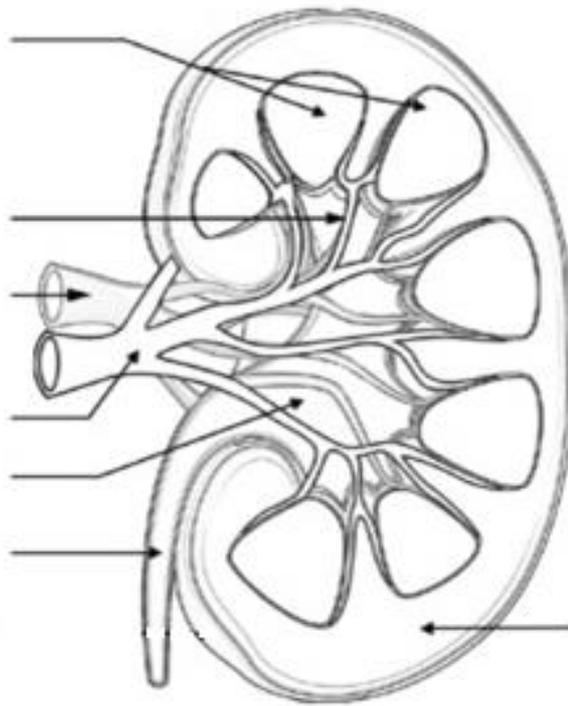
Sumber: (Institute, t.thn.)

2. Dengan menggunakan nama-nama bagian tersebut, tuliskan pada pernyataan yang sesuai.

a.	_____	badan berongga tempat penyimpanan sementara urine sebelum dikeluarkan
b.	_____	dua organ berbentuk seperti kacang yang bertugas menyaring darah dan menghasilkan urine
c.	_____	dua pipa yang masing-masing mengalirkan urine menuju kandung kemih
d.	_____	saluran yang mengalirkan urine dari kandung kemih keluar tubuh

3. Untuk lebih memahami struktur ginjal, beri nama dan warnai bagian-bagian yang ditunjuk. Ananda boleh menggunakan spidol, pensil warna, atau crayon.

	Korteks		Arteri renalis
	Medula		Vena renalis
	Pelvis		Ureter

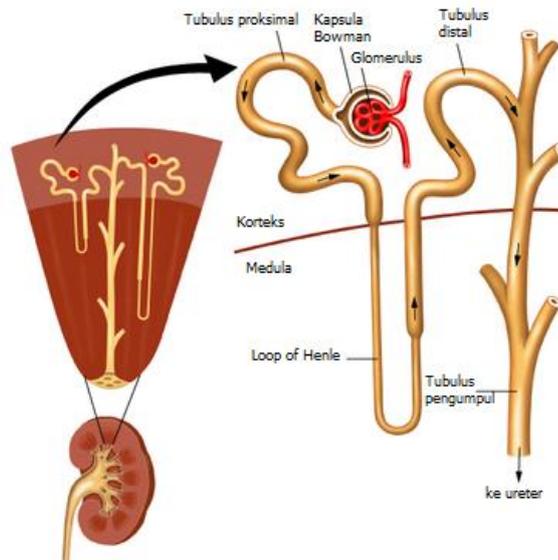


Sumber: (Biologycorner, t.thn.)

### Aktivitas 3

## PROSES PEMBENTUKAN URINE

Urine terkandung di dalamnya air dan zat-zat sisa metabolisme yang sudah tidak dibutuhkan tubuh dan berbahaya bagi organ-organ lain jika terakumulasi di dalam tubuh. Pembentukan urine melalui proses penyaringan darah oleh bagian fungsional terkecil ginjal yaitu nefron. Nefron memiliki struktur seperti pada Gambar 3.4 berikut.



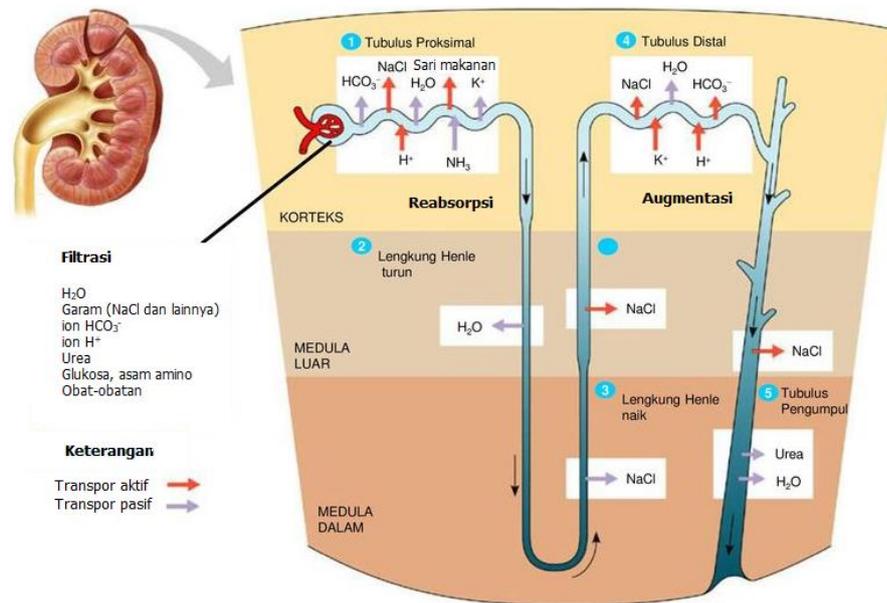
Gambar 3.4 Struktur nefron

Sumber: (IGCSE, 2014)

Pembentukan urine melalui tiga tahap yaitu 1) tahap filtrasi, 2) tahap reabsorpsi, dan 3) tahap augmentasi. Tahap filtrasi terjadi ketika aliran darah melalui arteri renalis masuk ke dalam glomerulus yang tersusun atas gumpalan kapiler darah. Aliran darah masuk ke dalam glomerulus menyebabkan tekanan darah menjadi tinggi sehingga mendorong air dan zat-zat yang memiliki ukuran kecil keluar melalui pori-pori kapiler, dan menghasilkan **filtrat**. Selanjutnya filtrat disimpan dalam kapsula Bowman dan disebut **urine primer**. Kemudian urine primer yang terbentuk, mengalir masuk ke tubulus proksimal. Di dalam tubulus ini terjadi penyerapan kembali zat-zat yang masih diperlukan tubuh, yang disebut dengan tahap reabsorpsi. Proses reabsorpsi dapat terjadi karena di sekeliling tubulus dibungkus pembuluh kapiler yang dindingnya tipis dan memungkinkan dilewati molekul-molekul zat. Cairan yang dihasilkan dari proses reabsorpsi disebut **urine sekunder**. Urine sekunder terus mengalir ke lengkung Henle menuju tubulus distal. Selama mengalir dalam lengkung Henle air dalam urine sekunder juga terus direabsorpsi. Tahap augmentasi terjadi di dalam tubulus distal, yaitu penambahan

zat-zat yang tidak diperlukan tubuh ke dalam urine sekunder sehingga terbentuk urine yang sesungguhnya. Urine mengalir perlahan melewati tubulus pengumpul, disalurkan ke pelvis ginjal. Urine yang terbentuk selanjutnya keluar dari ginjal, menetes melalui ureter untuk ditampung sementara di dalam kandung kemih. Jika urine sudah cukup banyak, akan menekan dinding kandung kemih yang merupakan sinyal ke otak untuk memicu kontraksi otot perut dan otot kandung kemih mengeluarkan urine melalui uretra.

1. Perhatikan diagram proses pembentukan urine pada Gambar 3.5. Isilah Tabel 3.2, untuk menganalisis proses yang terjadi, zat yang terkandung pada urine di setiap tahap, dan hasil pada masing-masing tahap.

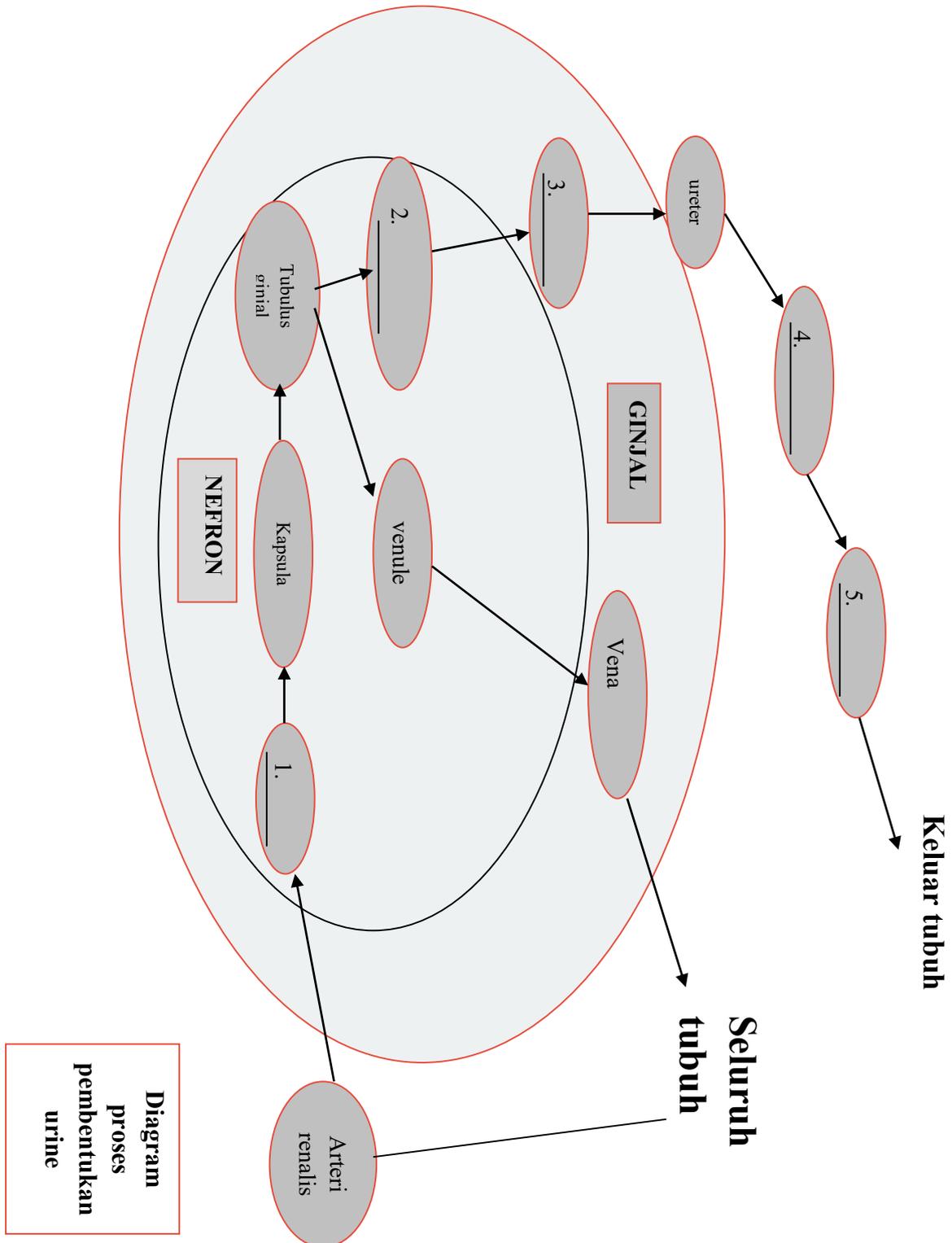


Gambar 3.5 Proses Pembentukan Urine  
 Sumber: (Kusuma, 2018)

Tabel 3.2 Proses Pembentukan Urine

No.	Tahap	Tempat Terjadinya	Zat yang Terkandung	Hasil
1.	Filtrasi			filtrat
2.	Reabsorpsi		H <sub>2</sub> O, garam, ion H <sup>+</sup> , urea, obat-obatan, NH <sub>3</sub>	
3.	Augmentasi	tubulus distal		

2. Lengkapi diagram berikut untuk mendeskripsikan proses pembentukan urine yang terjadi di dalam nefron.



## Aktivitas 4

### GANGGUAN PADA GINJAL



Gambar 3.5 Dialisis Ginjal  
Sumber: (Hadijah, 2017)

Gambar 3.5 menunjukkan para penderita gagal ginjal yang harus menjalani proses dialisis. Dialisis bisa dilakukan dengan dua metode atau cara, yaitu hemodialisis (cuci darah) dan dialisis peritoneal (cuci darah lewat perut). Dalam proses hemodialisis, darah dipompa melalui mesin dialisis. Di dalam mesin ini, terjadi penyaringan darah untuk membuang zat-zat sisa, kemudian darah dikembalikan lagi ke dalam tubuh penderita (pasien) melalui pembuluh vena. Hemodialisis prosesnya seperti pada Gambar 3.5, sedangkan pada peritoneal dialisis, dokter akan membuat lubang kecil di dekat pusar pasien untuk memasukkan selang (kateter) ke dalam rongga perut (rongga peritonium). Kateter akan dibiarkan berada di rongga perut agar pasien dapat melakukan proses dialisis sendiri. Selain dengan dialisis, alternatif penanganan untuk penderita gagal ginjal adalah dengan transplantasi ginjal. Gagal ginjal adalah kondisi paling parah sebagai akibat adanya gangguan pada ginjal. Gangguan ginjal tersebut dapat disebabkan oleh penyakit atau kelainan fungsi pada ginjal.

1. Lakukan kegiatan literasi untuk mencari informasi sebanyak-banyaknya dari berbagai sumber tentang penyakit dan kelainan pada ginjal. Kemudian cobalah Ananda mendiagnosis jenis penyakit atau kelainan dengan gejala-gejala yang tercantum dalam Tabel 3.3.

batu ginjal	diabetes insipidus	hematuria	
albuminuria	kanker ginjal	lupus	nefritis

Tabel 3.3 Jenis Penyakit dan Gejala yang Muncul

No.	Jenis Penyakit atau Kelainan	Gejala yang Muncul
a.		Urine mengandung darah, ginjal tidak berfungsi, ada pertumbuhan sel yang tidak normal di dalam ginjal.
b.		Sakit pinggang, kencing terasa sakit atau panas, sering kencing, urine keruh dan ada darah dalam urine.
c.		Sering buang air kecil secara terus menerus, hasil uji lab menunjukkan rendahnya kandungan hormon antidiuretik (ADH).
d.		Urine berubah warna menjadi merah muda, kemerahan, atau kecokelatan karena mengandung darah.
e.		Urine berbusa, terjadi pembengkakan di tangan, kaki, perut, atau wajah, hasil uji lab menunjukkan urine mengandung protein.
f.		Terdapat asam urat dan urea dalam darah dan terjadi penimbunan air di kaki (edema)

2. Pahami informasi tentang hemodialisis, dialisis peritoneal, dan transplantasi ginjal. Andaikan Ananda seorang dokter spesialis penyakit dalam, menjumpai seorang pasien yang menderita gagal ginjal. Sebagai seorang dokter, keputusan apakah yang akan Ananda ambil untuk menangani penderita tersebut. Tuliskan pertimbangan Ananda ke dalam Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Pertimbangan Penanganan Pasien Penderita Gagal Ginjal

Metode atau Cara Penanganan	Keuntungan	Kelemahan	Kemungkinan Terburuk yang Dapat Terjadi
<b>Transplantasi</b>			
<b>Hemodialisis</b>			
<b>Dialisis peritoneal</b>			

## D. Latihan

1. Perhatikan tabel berikut.

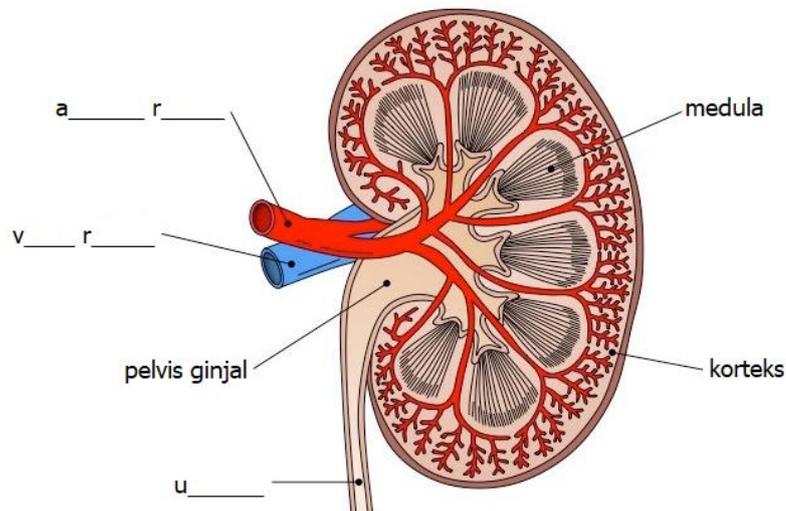
Kandungan Zat di Dalam Plasma Darah dan Urine

Komponen	Plasma	Filtrat Nefron	Urine	Konsentrasi	Substrat yang Tersaring
Urea	0,03	0,03	1,8	60x	50%
Asam urat	0,004	0,004	0,05	12x	91%
Glukosa	0,10	0,10	Tidak ada	–	100%
Asam amino	0,05	0,05	Tidak ada	–	100%
Jumlah garam anorganik	0,9	0,9	< 0,9 – 3,6	< 1 – 4x	99,3%
Protein dan koloid lain	8,0	Tidak ada	Tidak ada	–	–

Sumber: (Sari, 2012)

- Zat apa sajakah yang terkandung dalam plasma darah?  
.....
- Zat apa sajakah yang terkandung dalam filtrat nefron?  
.....
- Zat apa sajakah yang terkandung dalam urine?  
.....
- Zat apa sajakah yang diserap kembali ke dalam tubuh?  
.....
- Berdasarkan data tersebut, jelaskan mengapa urine adalah zat-zat sisa metabolisme (ekskresi)?  
.....  
.....  
.....

2. Gambar berikut adalah diagram bagian-bagian ginjal. Lengkapi keterangan gambar dengan berdasarkan huruf kunci yang diberikan.



Sumber: (BioNinja, t.thn.)

Ginjal adalah organ penyaring dalam tubuh. Ginjal membuang zat sisa dari darah dan menghasilkan urine.

Darah masuk ke dalam ginjal melalui a \_\_\_\_\_ r \_\_\_\_\_ (1).

Karena tekanan yang sangat besar, maka molekul-molekul zat seperti a \_\_\_\_\_ (2), ion-ion, glukosa, a \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ (3), dan u \_\_\_\_\_ (4) terdorong keluar dari pembuluh kapiler.

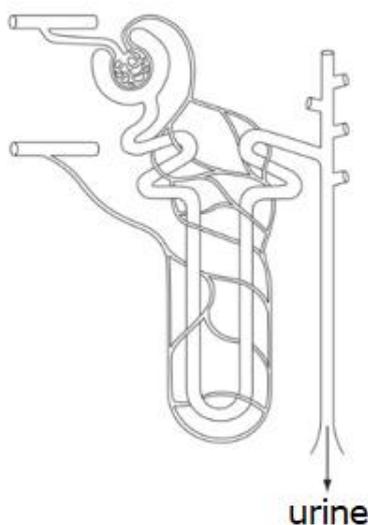
Selanjutnya ginjal menyerap kembali beberapa molekul yang masih dimanfaatkan tubuh.

Molekul-molekul yang tidak diserap kembali, membentuk u \_\_\_\_\_ (5) yang kemudian mengalir keluar dari ginjal melewati u \_\_\_\_\_ (6).

Urine mengalir perlahan menuju ke k \_\_\_\_\_ k \_\_\_\_\_ (7), untuk sementara urine ditampung sebelum dikeluarkan dari tubuh.

Darah yang sudah disaring keluar dari ginjal melalui pembuluh v \_\_\_\_\_ r \_\_\_\_\_ (8).

3. Gambar berikut adalah diagram sebuah nefron dengan pembuluh darah yang meliputinya.  
Gunakan garis dan huruf P, Q, dan R untuk mengidentifikasi lokasi terjadinya proses-proses berikut pada diagram nefron berikut.
- P** proses penyaringan darah  
**Q** proses penyerapan kembali glukosa  
**R** peningkatan konsentrasi urine akibat penyerapan kembali molekul air



Sumber: (School, 2015)

4. Lingkari huruf B (benar) atau S (salah) pada pernyataan-pernyataan tentang gangguan pada ginjal sebagai berikut.

a.	Urine yang normal mengandung glukosa	B / S
b.	Adanya protein di dalam urine merupakan gejala albuminaria	B / S
c.	Tekanan darah tinggi atau hipertensi penyebab utama kerusakan ginjal	B / S
d.	Seseorang yang ginjalnya tidak dapat berfungsi harus ditangani dengan dialisis	B / S

### E. Rangkuman

Gunakan kata-kata di dalam kotak untuk melengkapi rumpang kalimat-kalimat berikut.

volume	vena	kapiler	racun	tubulus pengumpul	
dialisis	nefron	arteri	ureter	glukosa	glomerulus

1. Zat sisa metabolisme yang tidak dikeluarkan dari tubuh akan terakumulasi dan dapat menjadi \_\_\_\_\_.
2. Ginjal membantu mengatur \_\_\_\_\_ darah dengan cara membuang kelebihan air.
3. \_\_\_\_\_ merupakan unit penyaring darah di dalam ginjal.
4. Pembuluh kapiler memasuki bagian awal nefron membentuk gumpalan \_\_\_\_\_.
5. Di dalam nefron, air, glukosa, dan garam diserap oleh pembuluh \_\_\_\_\_ di sekeliling tubulus.
6. Urine di dalam \_\_\_\_\_ mengalir menuju kantong berbentuk seperti corong melalui ureter dari masing-masing ginjal.
7. Proses reabsorpsi memungkinkan \_\_\_\_\_ untuk terserap kembali ke dalam pembuluh kapiler darah.
8. Urine mengalir perlahan melalui \_\_\_\_\_ menuju kantong kemih.
9. Pembuluh \_\_\_\_\_ mengembalikan darah yang sudah disaring di dalam ginjal ke seluruh tubuh.
10. Proses penyaringan darah tiruan disebut \_\_\_\_\_.

### F. Refleksi

1. Refleksi pemahaman materi  
Tuliskan materi yang telah Anda pelajari dan materi yang baru Anda pelajari pada Pembelajaran 1 di dalam kolom-kolom berikut.

Yang sudah saya pelajari pada materi ini adalah

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

Hal baru yang saya pelajari adalah

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

2. Refleksi proses belajar

Lingkari atau beri tanda ✓ pada angka yang sesuai untuk menggambarkan kesungguhan Anda untuk mempelajari materi pada Pembelajaran 1 ini.

Upaya yang telah saya lakukan untuk mempelajari materi ini:

Tidak belajar    ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩    Belajar dengan sungguh-sungguh

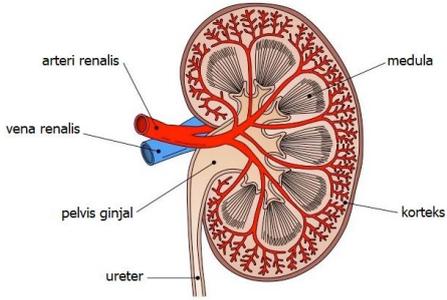
3. Refleksi sikap

Tuliskan tanda ✓ pada kolom yang sesuai dengan sikap yang Anda tunjukkan selama belajar tentang materi Pembelajaran 1 ini.

	👍	👍👍	👍👍👍
Tanggung jawab			
Rasa ingin tahu			

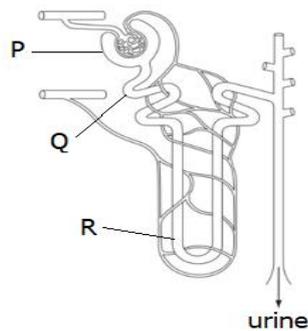
**G. Rubrik Penilaian/Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran/Penjelasan Jawaban**

Mari cek jawaban Anda pada pelatihan di atas, dan ukur pencapaian Anda dengan pedoman penskoran pada tabel berikut.

<p>1. a. urea, asam urat, glukosa, asam amino, garam anorganik, protein            b. urea, asam urat, glukosa, asam amino, garam anorganik            c. urea, asam urat, garam anorganik            d. glukosa, asam amino            e. karena urine mengandung zat yang sudah tidak dibutuhkan tubuh</p>	5
<p>2.</p>  <p>Sumber: (BioNinja, t.thn.)</p>	8

Ginjal adalah organ penyaring dalam tubuh. Ginjal membuang zat sisa dari darah dan menghasilkan urine. Darah masuk ke dalam ginjal melalui arteri renalis (1). Karena tekanan yang sangat besar, maka molekul-molekul zat seperti air (2), ion-ion, glukosa, asam amino (3), dan urea (4) terdorong keluar dari pembuluh kapiler. Selanjutnya ginjal menyerap kembali beberapa molekul yang masih dimanfaatkan tubuh. Molekul-molekul yang tidak diserap kembali, membentuk urine (5) yang kemudian mengalir keluar dari ginjal melewati ureter (6). Urine mengalir perlahan menuju ke kandung kemih (7), untuk sementara urine ditampung sebelum dikeluarkan dari tubuh. Darah yang sudah disaring keluar dari ginjal melalui pembuluh vena renalis (8).

3.



Sumber: (School, 2015)

3

4.

a.	Urine yang normal mengandung glukosa	Ⓐ
b.	Adanya protein di dalam urine merupakan gejala albuminaria	Ⓑ
c.	Tekanan darah tinggi atau hipertensi penyebab utama kerusakan ginjal	Ⓐ
d.	Seseorang yang ginjalnya tidak dapat berfungsi harus ditangani dengan dialisis	Ⓑ

4

skor total

20

## Pembelajaran 2

### A. Tujuan Pembelajaran

1. Dengan membaca dan mengamati gambar, Ananda mampu menelaah fungsi ekskresi pada organ paru-paru dan hati.
2. Dengan diberikan gambar dan paragraf berumpang, Ananda dapat membuat diagram proses pembentukan bilirubin.
3. Melalui pencarian informasi dari berbagai sumber, Ananda akan mampu menganalisis gangguan pada paru-paru dan hati.
4. Setelah menyelesaikan kegiatan Pembelajaran 2, Ananda mampu mengembangkan sikap tanggung jawab dan rasa ingin tahu.

### B. Peran Guru dan Orang Tua

Pembelajaran 2 ini akan memandu Ananda mempelajari dua organ ekskresi lainnya yaitu paru-paru dan hati. Seperti halnya pada Pembelajaran 1, pada bagian ini juga akan banyak bacaan dan gambar. Bahkan pada Pembelajaran 2 ini, Ananda akan membuat diagram. Jadi jangan segan untuk bertanya kepada guru dan orang tua agar Ananda dapat menyelesaikan Pembelajaran 2 ini dengan baik.

Peran orang tua

1. mendampingi Ananda belajar,
2. menyediakan sumber dan alat belajar (buku paket, buku tulis dan alat-alat tulis),
3. menyiapkan paket data internet saat diperlukan Ananda untuk berselancar di internet mencari informasi pendukung,
4. memastikan ruang belajar Ananda nyaman dan mendukung suasana belajar.

Peran guru

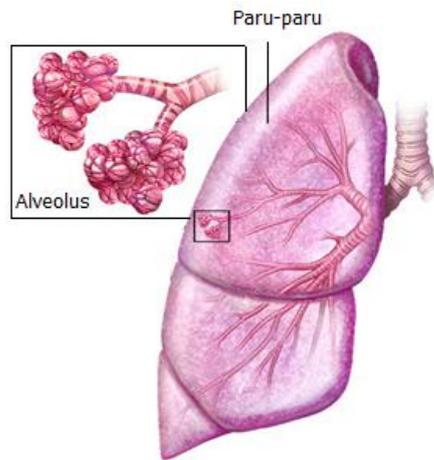
1. menjelaskan kepada Ananda tentang hal-hal yang dilakukan untuk dapat mencapai tujuan pembelajaran,
2. menjawab pertanyaan Ananda jika menemui kesulitan atau perlu penjelasan tentang aktivitas belajar yang Ananda kerjakan,
3. memberi umpan balik dan penguatan kepada Ananda atas hasil kerja yang Ananda kumpulkan.

## C. Aktivitas Pembelajaran

### Aktivitas 1

#### PARU-PARU

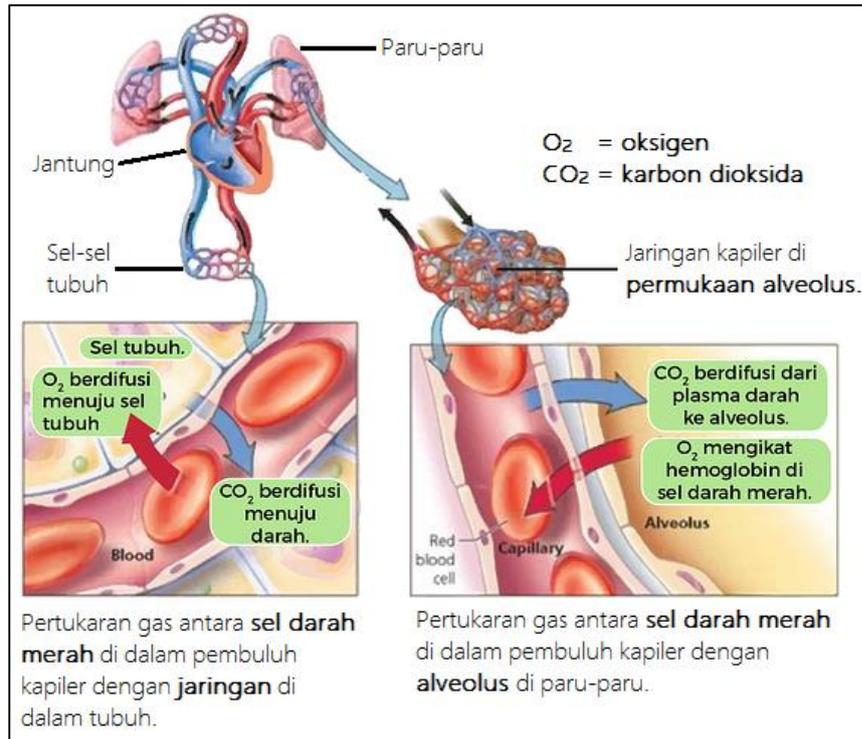
Pada modul sebelumnya, Ananda sudah mempelajari paru-paru sebagai organ pernapasan. Pada modul ini, Ananda akan menganalisis peran paru-paru sebagai organ ekskresi. Sebagaimana yang sudah Ananda pelajari, paru-paru tersusun atas gelembung-gelembung yang disebut alveolus, seperti pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Alveolus penyusun organ paru-paru

Sumber: (Do, 2020)

Seperti tampak pada Gambar 3.6 tersebut, alveolus dibungkus oleh pembuluh darah kapiler arteri dan vena. Pembuluh kapiler tersebut memungkinkan terjadinya pertukaran oksigen dari paru-paru dan karbon dioksida dari seluruh tubuh. Oksigen masuk ke dalam paru-paru berasal dari udara luar yang terhirup masuk melalui proses inspirasi. Karbon dioksida terikat dalam sel darah merah sebagai hasil samping proses oksidasi berasal dari sel-sel (jaringan) di seluruh tubuh. Selanjutnya karbon dioksida akan dikeluarkan dari tubuh dalam bentuk gas melalui proses ekspirasi. Untuk lebih memahaminya, Ananda perhatikan dengan teliti Gambar 3.7 berikut ini tentang lokasi terjadinya pertukaran gas dalam tubuh makhluk hidup, khususnya pada manusia.



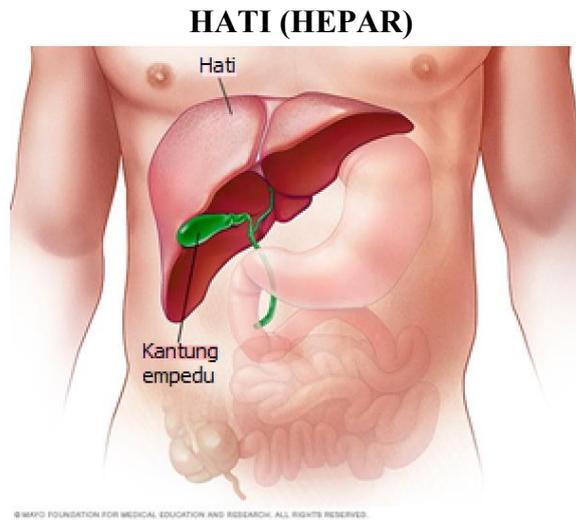
Gambar 3.7 Proses pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida  
Sumber: (Kresnadi, 2019)

Berdasarkan gambar dan penjelasan di atas, analisislah peran paru-paru sebagai organ ekskresi dengan mengisi rumpang pada paragraf berikut.

\_\_\_\_\_ membawa nutrisi (sari-sari makanan) yang dihasilkan oleh \_\_\_\_\_ ke seluruh sel-sel (jaringan) tubuh. Di dalam sel-sel tubuh, \_\_\_\_\_ bereaksi dengan \_\_\_\_\_ menghasilkan \_\_\_\_\_ untuk aktivitas makhluk hidup. Sistem organ yang bertanggung jawab untuk menghasilkan energi dari oksidasi makanan adalah \_\_\_\_\_. Dalam tubuh organisme, pernapasan melibatkan pertukaran gas oksigen dan \_\_\_\_\_ antara organisme dan \_\_\_\_\_-nya. Oksigen digunakan oleh tubuh untuk mengoksidasi makanan dan menghasilkan energi. Hasil samping dari \_\_\_\_\_ tersebut adalah karbon dioksida dan \_\_\_\_\_ yang kemudian dibawa oleh darah menuju \_\_\_\_\_ untuk dikeluarkan. Jadi peran paru-paru sebagai organ ekskresi adalah untuk \_\_\_\_\_ oksidasi makanan tersebut \_\_\_\_\_ tubuh.

- oksigen
- oksidasi
- energi
- glukosa
- sistem pencernaan
- sistem pernapasan
- sistem transportasi
- karbon dioksida
- lingkungan
- air
- paru-paru
- mengeluarkan zat sisa
- ke luar

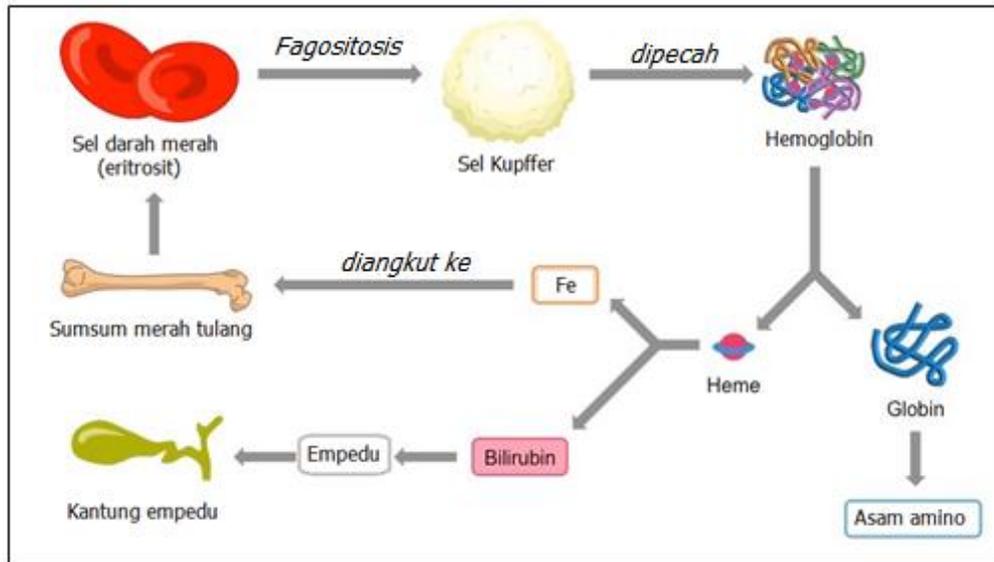
## Aktivitas 2



Gambar 3.8 Hati dan kantung empedu

Sumber: (Staff, 2020)

Hati adalah salah satu organ pencernaan yang juga berperan dalam sistem ekskresi, yaitu mengekskresikan zat warna empedu atau bilirubin ditampung dalam kantung empedu (Gambar 3.8). Empedu merupakan garam yang dapat mengemulsikan lemak yang terkandung dalam makanan. Bilirubin berasal dari perombakan protein dalam sel darah merah yang rusak. Sel darah merah hanya memiliki rentang hidup antara 100-120 hari karena sel darah merah tidak memiliki inti sel dan membran selnya selalu bergesekan dengan pembuluh kapiler darah. Karena tidak memiliki inti sel, sel darah merah tidak dapat membentuk komponen baru untuk menggantikan komponen sel yang rusak. Gambar 3.9 menjelaskan tentang pembentukan empedu yang berasal dari perombakan sel darah merah yang rusak.



Gambar 3.9 Proses perombakan eritrosit  
 Sumber: (BioNinja, Erythrocyte Recycling, t.thn.)

Lengkapi rumpang berikut untuk menjelaskan proses pada Gambar 3.9.  
 Sel darah merah yang rusak akan dihancurkan oleh makrofag di dalam hati dan limpa. Hemoglobin yang terkandung dalam sel darah merah dipecah menjadi \_\_\_\_\_ dan \_\_\_\_\_. Globin dipecah menjadi \_\_\_\_\_ untuk digunakan dalam pembentukan protein lain. Pada gugus heme, dipisahkan \_\_\_\_\_ dan \_\_\_\_\_. Zat \_\_\_\_\_ selanjutnya diangkut ke sumsum merah tulang untuk digunakan membentuk \_\_\_\_\_ baru. Sedangkan \_\_\_\_\_ diubah menjadi \_\_\_\_\_ dan ditampung di \_\_\_\_\_. Getah empedu dikeluarkan ke usus dua belas jari, kemudian menuju usus besar. Di dalam usus besar, bilirubin diubah menjadi urobilinogen. Urobilinogen diubah menjadi urobilin sebagai pewarna kuning pada urine dan sterkobilin sebagai pigmen cokelat pada feses.

### Aktivitas 3

#### GANGGUAN FUNGSI EKSKRESI PADA PARU-PARU DAN HATI

Fungsi ekskresi pada paru-paru dan hati dapat terganggu karena adanya kelainan dan penyakit yang menyerang. Beberapa kelainan dan penyakit yang menyerang paru-paru sudah dipaparkan pada modul sebelumnya, misalnya pneumonia, asma, bronkitis, dan juga TBC. Seperti juga pada paru-paru, hati juga dapat mengalami kelainan dan penyakit sehingga fungsinya sebagai organ ekskresi terganggu. Dari berbagai sumber informasi baik cetak maupun non cetak, Ananda dapat memperoleh banyak informasi terkait gangguan pada paru-paru dan hati. Untuk menguatkan informasi yang telah Ananda peroleh tersebut, lakukan aktivitas belajar berikut ini.

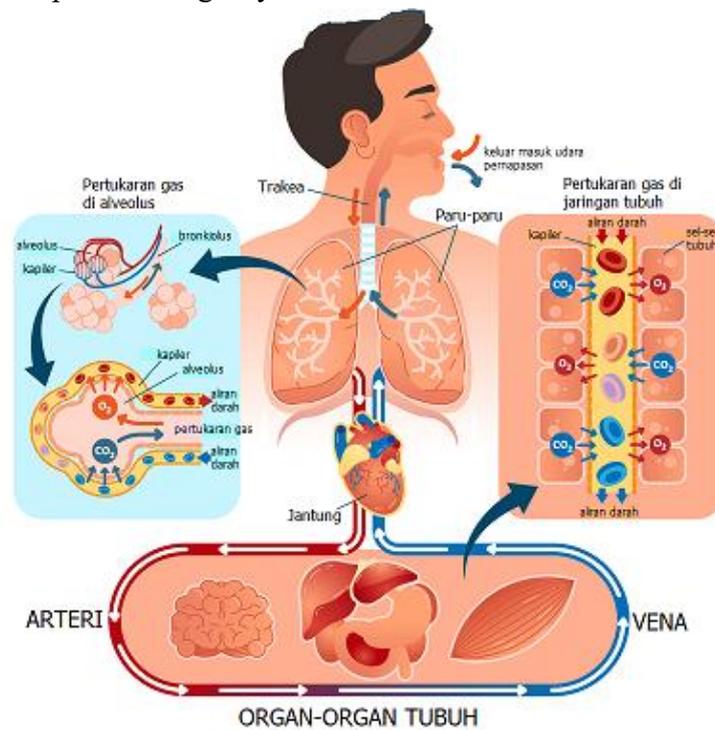
Atur ulang huruf-huruf berikut hingga membentuk satu kata yang tepat untuk masing-masing pernyataan penyakit dan kelainan pada paru-paru dan hati.

_____	1. SISISOR	kulit dan mata menguning, perut membesar, muntah darah, tumbuh jaringan parut di hati
_____	2. KOTURBULSISE	batuk berlangsung lama, batuk darah, penurunan berat badan, demam, disebabkan bakteri
_____	3. MAIPUNONE	paru-paru basah, peradangan pada paru-paru, alveolus terisi cairan, demam, batuk, denyut nadi melemah
_____	4. SIHIPETAT	peradangan pada hati, demam, nyeri sendi dan perut, disebabkan karena virus atau konsumsi alkohol
_____	5. TOSKILASES	saluran empedu terhambat, feses berwarna keputihan, gatal-gatal, mual-muntah, nyeri perut.
_____	6. NITSBIROK	batuk yang disertai nyeri dada, sesak napas dan sakit tenggorokan, disebabkan oleh virus

	7. MASA	batuk berdahak, sesak napas, napas berbunyi (mengi), ada riwayat alergi atau penyakit menurun
	8. KAKREN HTIA	ukuran hati membesar, urine berwarna gelap, terjadi pertumbuhan sel yang tidak normal
	9. YAKTENIP GUKNIN	warna kekuningan pada kulit, mata dan kelopak mata karena kadar bilirubin tinggi dalam darah
	10. SAFEMIME	kerusakan alveolus sehingga penderita kekurangan asupan oksigen

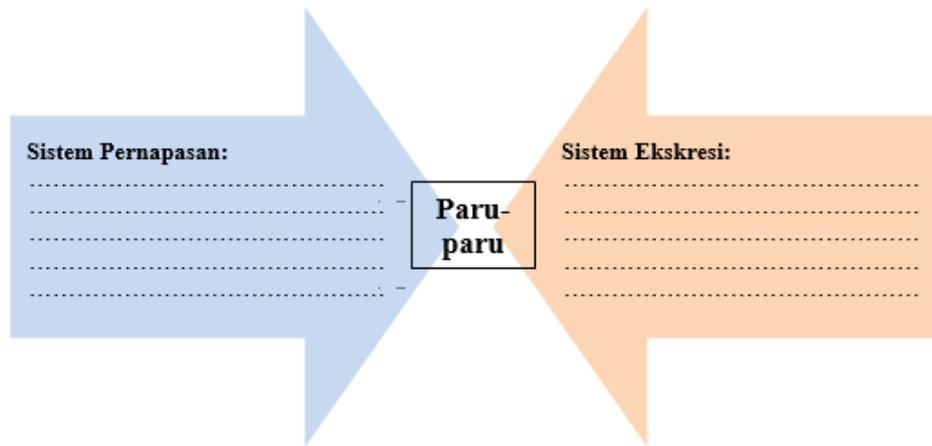
**D. Latihan**

- Gambar berikut adalah diagram proses perjalanan gas pernapasan di dalam tubuh berikut pertukaran gasnya.

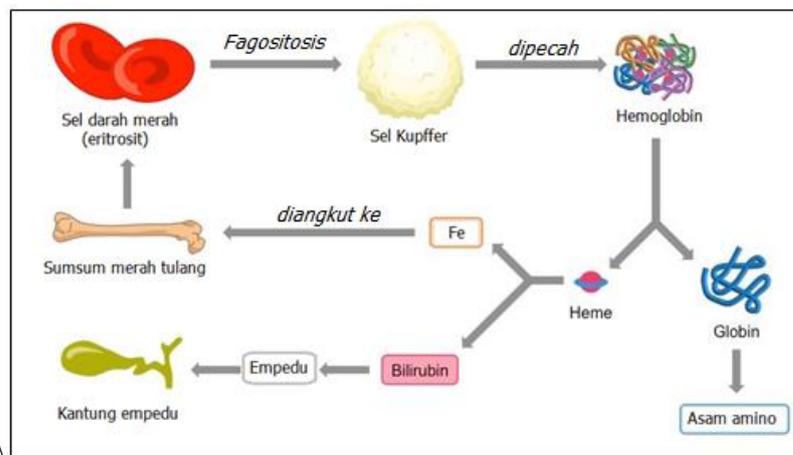


Sumber: (Test, 2020)

Berdasarkan gambar tersebut, analisislah saat proses apakah paru-paru berperan sebagai organ pernapasan dan sebagai organ ekskresi.



2. Perhatikan diagram proses pembentukan urine berikut.



(BioNinja, Erythrocyte Recycling, t.thn.)

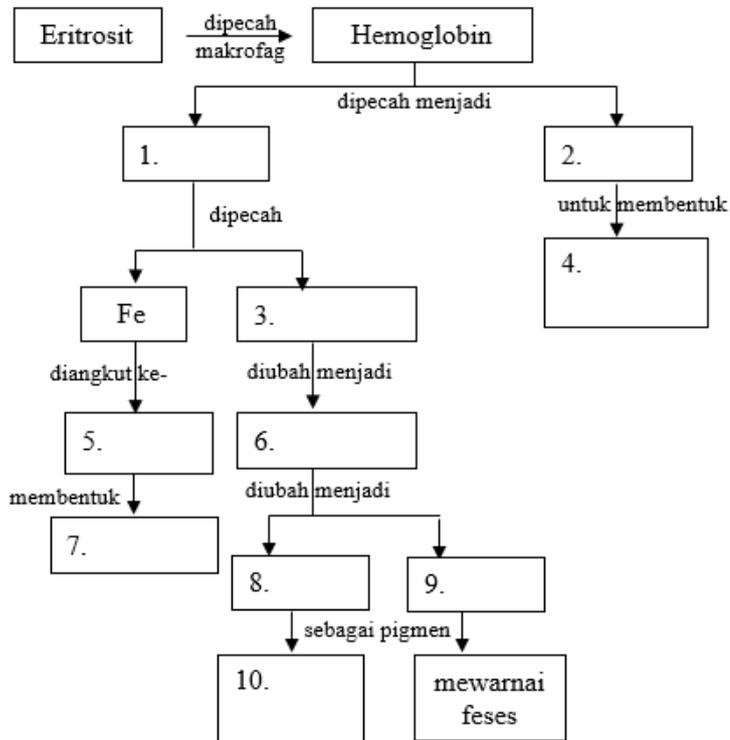
Berdasarkan gambar tersebut, jelaskan mengapa dengan mengeluarkan empedu, hati berperan sebagai organ ekskresi?

.....

.....

.....

3. Lengkapi peta konsep berikut untuk lebih memahami proses pembentukan bilirubin dari pembongkaran sel darah merah yang rusak.



4. Bacalah dengan seksama.

Hati dapat rusak oleh penyakit dalam jangka waktu lama. Ketika hati beberapa kali terkena penyakit, hati akan memperbaiki jaringannya dengan membentuk jaringan parut (seperti bekas luka). Kondisi seperti ini disebut sirosis. Seiring dengan berkembangnya sirosis, semakin banyak jaringan parut terbentuk sehingga menyulitkan hati untuk menjalankan fungsinya.

- Mengapa sirosis hati dapat mengancam jiwa penderitanya? Jelaskan.

.....

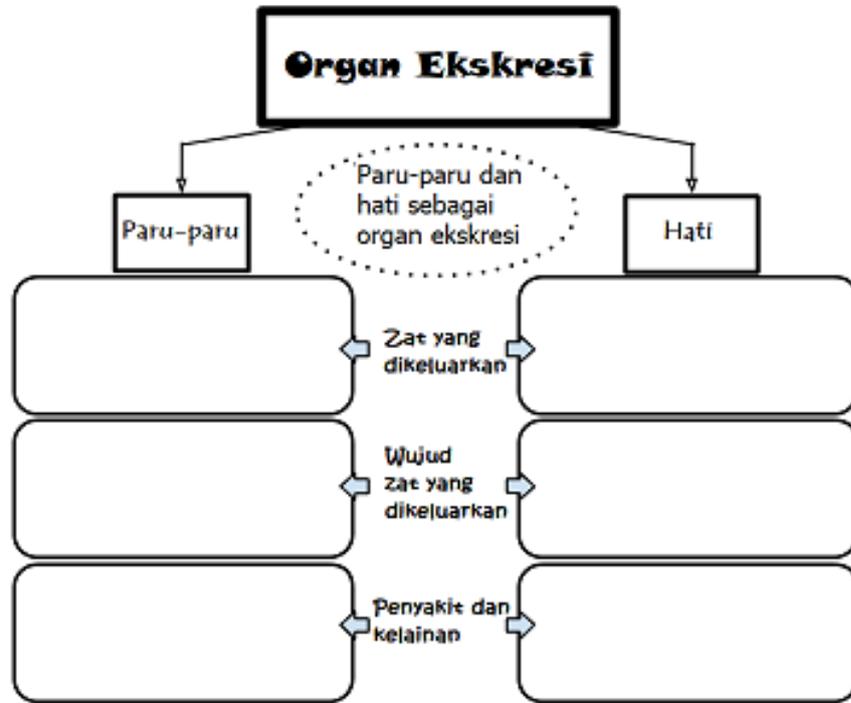
.....

.....

.....

### E. Rangkuman

Isilah kotak-kotak pada diagram berikut sebagai rangkuman Pembelajaran 2 tentang paru-paru dan hati sebagai organ ekskresi.



### F. Refleksi

1. Refleksi pemahaman materi

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi yang baru Ananda pelajari pada Pembelajaran 2 di dalam kolom-kolom berikut.

<p>Yang sudah saya pelajari pada materi ini adalah</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>Hal baru yang saya pelajari adalah</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

2. Refleksi proses belajar

Lingkari atau beri tanda  $\surd$  pada angka yang sesuai untuk menggambarkan kesungguhan Anda untuk mempelajari materi pada Pembelajaran 2 ini.

Upaya yang telah saya lakukan untuk mempelajari materi ini:											
Tidak belajar	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	Belajar dengan sungguh-sungguh

3. Refleksi sikap

Tuliskan tanda  $\surd$  pada kolom yang sesuai dengan sikap yang Anda tunjukkan selama belajar tentang materi Pembelajaran 2 ini.

			
Tanggung jawab			
Rasa ingin tahu			

**G. Rubrik Penilaian/Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran/Penjelasan Jawaban**

Mari cek jawaban Anda pada pelatihan di atas, dan ukur pencapaian Anda dengan pedoman penskoran pada tabel berikut.

1. a. sistem pernapasan: paru-paru berperan untuk <u>mengambil oksigen</u> dari udara luar dan <u>menukarnya dengan karbon dioksida</u> yang berasal dari jaringan tubuh. b. sistem ekskresi: paru-paru berperan <u>mengeluarkan karbon dioksida</u> sebagai <u>zat sisa metabolisme</u> yaitu oksidasi makanan untuk menghasilkan energi	4
2. Hati sebagai organ ekskresi karena empedu berasal dari <u>perombakan protein hemoglobin</u> yang kehilangan Fe ( <u>dimanfaatkan untuk pembentukan sel darah merah baru</u> ) dan <u>globinnya (digunakan membentuk asam amino lain)</u> .	3
3. 1. heme 2. globin 3. bilirubin 4. asam amino 5. sumsum merah tulang 6. empedu 7. sel darah merah baru 8. urobilin 9. sterkobilin 10. mewarnai urine	10
4. Ada tiga kalimat kunci: - Struktur jaringan hati berubah - Menghambat aliran darah - Hati tidak berfungsi	3
Total skor	20

## Pembelajaran 3

### A. Tujuan Pembelajaran

1. Setelah mengamati gambar penampang kulit, Ananda akan mampu memerinci bagian-bagian kulit.
2. Melalui pencarian informasi dari berbagai sumber, Ananda dapat mendeteksi gangguan pada kulit.
3. Dengan berpikir pola ilmiah, Ananda akan dapat mengaitkan pengeluaran keringat dan urin untuk menjaga keseimbangan fungsi tubuh (homeostasis).
4. Dengan melakukan penilaian diri, Ananda akan mampu merefleksi upaya yang dilakukan untuk menjaga kesehatan sistem ekskresi.
5. Secara berkelompok, Ananda mampu melakukan penyelidikan tentang gangguan pada sistem ekskresi dan upaya pencegahannya.
6. Dengan menyusun artikel, Ananda mampu mengomunikasikan hasil penelitian tentang kesehatan sistem ekskresi.
7. Setelah menyelesaikan kegiatan Pembelajaran 3, Ananda mampu mengembangkan sikap bekerja sama, tanggung jawab dan kepedulian pada kesehatan diri.

### B. Peran Guru dan Orang Tua

Pembelajaran 3 adalah bagian akhir dari modul ini. Pada bagian ini Ananda akan mempelajari tentang kulit sebagai organ ekskresi dan upaya yang harus dilakukan agar sistem ekskresi tetap sehat. Di bagian akhir Pembelajaran 3, Ananda akan diminta untuk melakukan penelitian dan menulis artikel. Jangan ragu untuk meminta bantuan kepada orang tua dan guru ketika Ananda menemui kesulitan. Untuk penulisan artikel, Ananda dapat bertanya dan meminta bimbingan kepada guru mata pelajaran IPA dan Bahasa Indonesia agar Ananda dapat menyelesaikannya dengan baik.

Peran orang tua

1. mendampingi Ananda belajar dan saat Ananda melakukan penelitian di lembaga kesehatan terdekat,
2. menyediakan sumber dan alat belajar (buku paket, buku tulis dan alat-alat tulis),
3. menyiapkan paket data internet saat diperlukan Ananda untuk berselancar di internet mencari informasi pendukung,
4. memastikan ruang belajar Ananda nyaman dan mendukung suasana belajar.

Peran guru

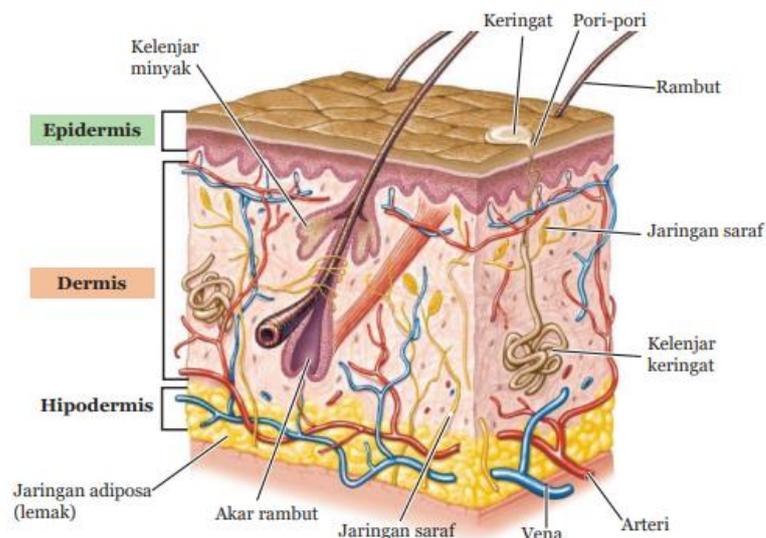
1. menjelaskan kepada Ananda tentang hal-hal yang dilakukan untuk dapat mencapai tujuan pembelajaran,
2. menjawab pertanyaan Ananda jika menemui kesulitan atau perlu penjelasan tentang aktivitas belajar yang Ananda kerjakan,
3. mengarahkan Ananda untuk bertanya kepada guru mata pelajaran Bahasa Indonesia jika Ananda masih belum memahami cara penyusunan artikel,
4. memberi umpan balik dan penguatan kepada Ananda atas hasil kerja yang Ananda kumpulkan.

### C. Aktivitas Pembelajaran

#### Aktivitas 1

#### KULIT

Saat Ananda sedang beraktivitas terutama di udara yang sedang panas, akan mengeluarkan keringat. Di permukaan kulit, keringat akan menguap sehingga tubuh menjadi dingin. Selain fungsi tersebut, kulit juga berperan sebagai organ ekskresi. Pengeluaran keringat disertai zat-zat sisa metabolisme yang terlarut. Kulit juga merupakan pelindung jaringan di bawahnya dari kerusakan fisik akibat gesekan, sinar, berbagai jenis kuman dan zat kimia berbahaya. Fungsi yang tidak kalah penting dari kulit adalah mengatur suhu tubuh dan kadar air dalam tubuh, juga menerima rangsangan dari luar. Dengan berbagai fungsi tersebut, kulit memiliki struktur yang istimewa seperti tampak pada Gambar 3.10 berikut ini.



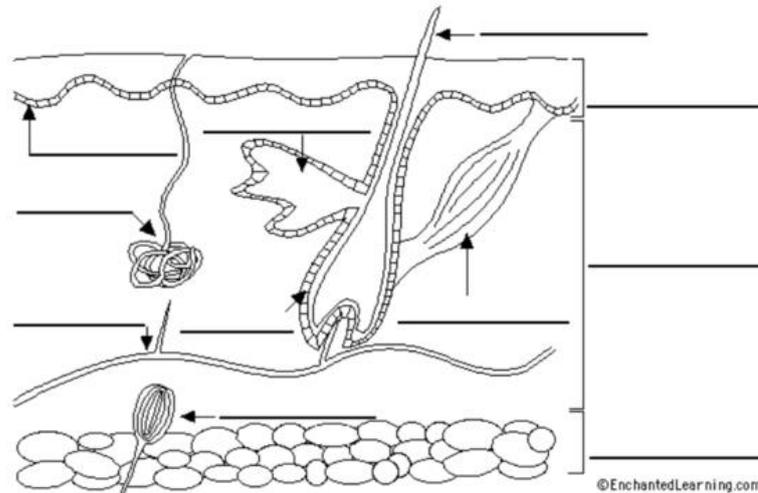
Gambar 3.10 Bagian-bagian kulit

Sumber: (Puskurbuk, 2017)

Kulit tersusun atas tiga lapisan, epidermis, dermis, dan lapisan lemak (jaringan adiposa) seperti tampak pada Gambar 3.10. Setiap lapisan terbentuk oleh sel-sel atau jaringan yang berbeda. Epidermis, adalah lapisan terluar, merupakan lapisan paling tipis. Sel terluar epidermis merupakan lapisan sel-sel mati dan akan terkelupas setiap kali Ananda mandi, menggaruk, atau sekedar berjabat tangan. Sel-sel baru selalu diproduksi di lapisan epidermis. Sel-sel ini naik menggantikan sel-sel mati yang terkelupas. Dermis, adalah lapisan sel yang berada di bawah epidermis. Lapisan ini lebih tebal dan mengandung pembuluh darah, serabut saraf, otot, kelenjar minyak, kelenjar keringat dan struktur lainnya. Di bawah dermis, adalah hipodermis atau lapisan lemak yang tersusun atas jaringan adiposa. Tempat penyimpanan sebagian besar lemak saat seseorang bertambah gemuk. Lapisan lemak bukan merupakan bagian dari kulit, dan berfungsi menjaga suhu tubuh.

1. Berikut ini adalah gambar bagian-bagian kulit yang tidak ada keterangannya. Lengkapilah dengan menuliskan nama bagian-bagiannya sesuai penjelasannya sebagai berikut.

<p><b>Pembuluh darah</b> – pipa memanjang yang mengalirkan darah. Arteri membawa darah beroksigen dari jantung dan paru-paru, vena mengalirkan darah miskin oksigen kembali ke jantung dan paru-paru.</p> <p><b>Dermis</b> – lapisan kulit tepat di bawah epidermis.</p> <p><b>Epidermis</b> – lapisan terluar kulit.</p> <p><b>Akar rambut</b> – selubung berbetuk tabung membungkus bagian rambut yang berada di bawah kulit.</p> <p><b>Batang rambut</b> – bagian rambut yang berada di atas kulit</p> <p><b>Otot penegak rambut</b> – jaringan otot yang menghubungkan akar rambut dan kulit, mampu berkontraksi menghasilkan rambut tegak dan sensasi merinding.</p>	<p><b>Ujung saraf Pacinian</b> – serabut saraf yang merespon rangsangan tekanan dan getaran, ujung saraf berbentuk kapsul oval dan terletak di bawah lapisan hipodermis.</p> <p><b>Kelenjar minyak</b> – kantung kecil yang mengeluarkan minyak ke kantung akar rambut (minyaknya melapisi dan melembutkan kulit). Kelenjar ini terletak di lapisan dermis, biasanya dekat dengan kantung akar rambut.</p> <p><b>Kelenjar keringat</b> – disebut juga kelenjar sudorifera, sebuah kelenjar seperti pipa yang menghasilkan keringat. Terletak di dalam epidermis, dan mengeluarkan keringat di atas kulit.</p> <p><b>Lapisan hipodermis</b> – atau jaringan subkutan, jaringan lemak yang berada di bawah lapisan dermis</p>
---	---



Sumber: (Studylib, t.thn.)

2. Peran utama kulit sebagai organ ekskresi adalah mengeluarkan kelebihan air dan garam-garam yang terlarut di dalamnya dalam bentuk keringat. Kondisi ini menyebabkan kulit sering lembab dan banyak kotoran yang menempel. Jika tidak dirawat kebersihannya, maka akan sangat mungkin terjadi gangguan pada kulit. Untuk mengenal lebih banyak penyakit pada kulit dan menjadi lebih peduli pada kesehatan kulit, maka lakukan kegiatan berikut. Tentunya Ananda perlu juga mencari informasi tentang penyakit pada kulit tersebut dari buku atau sumber referensi lainnya.

Buatlah garis untuk memasangkan nama-nama penyakit pada kolom sebelah kanan dengan deskripsi penyakitnya pada kolom sebelah kiri.

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| a. Infeksi kulit berupa benjolan kemerahan dan dapat membesar.  | kurap                 |
| b. Kulit kemerahan, bersisik, atau pecah-pecah hingga muncul bintik-bintik kecil mengandung cairan, disertai dengan rasa gatal yang berlebih.                         | bisul                 |
| c. Terdapat lingkaran-lingkaran bersisik berwarna putih dan terasa gatal, disebabkan karena jamur.  | jerawat               |
| d. Penyebabnya adalah virus, ruam-ruam kemerahan pada kulit, jika pecah kulit akan tampak melepuh, terasa gatal dan perih.  | eksim                 |
| e. Bintil-bintil kecil berwarna merah, terasa gatal atau perih, umumnya muncul ketika keringat berlebih saat cuaca panas atau lingkungan yang sangat lembab.          | kudis                 |
| f. Penyumbatan dan peradangan kelenjar minyak, timbul karena penumpukan kotoran dan kulit mati, konsumsi makanan berlemak berlebihan atau karena penggunaan kosmetik. | biang keringat herpes |

## Aktivitas 2

### BAGAIMANA TUBUH MEMPEROLEH AIR DAN KEHILANGAN AIR?



Gambar 3.11 Air bersih sangat dibutuhkan makhluk hidup  
Sumber: (Citrawan, 2019)

Tubuh manusia sangat membutuhkan air. Tanpa air, sel-sel penyusun tubuh tidak dapat menjalankan aktivitasnya dan sistem tubuh tidak berfungsi. Air sangat penting bagi tubuh, sehingga tubuh memiliki sistem pengaturan untuk mengatur keseimbangan masuk dan keluarnya air dari tubuh.

- **Mengidentifikasi masalah**

Perhatikan dengan cermat dua tabel berikut ini.

Tabel A. Sumber pemasukan air dalam tubuh

Sumber	Jumlah (mL)	Persentase (%)
Oksidasi makanan	250	10
Makanan	750	30
Minuman	1.500	60
Total	2.500	100

Tabel B. Sumber pengeluaran air dari tubuh saat normal (cuaca dan aktivitas)

Sumber	Jumlah (mL)	Persentase (%)
Urine	1.500	60
Kulit	500	20
Paru-paru	350	14
Feses	150	6
Total	2.500	100

• **Memecahkan masalah**

1. Dari manakah tubuh terutama memperoleh air?  
.....  
.....
2. Apakah penyebab utama hilangnya air pada tubuh dalam kondisi normal?  
.....  
.....
3. Bagaimana perubahan persentase pengeluaran air dari tubuh, ketika seseorang beraktivitas pada suhu udara yang cukup panas? Dalam kasus ini, organ apakah yang memegang peran utama untuk mengeluarkan air dari tubuh?  
.....  
.....
4. Apakah yang sebaiknya Ananda lakukan untuk menjaga tubuh agar tidak dehidrasi (kekurangan air) ketika melakukan banyak aktivitas (misalnya berolah raga) atau saat cuaca panas?  
.....  
.....
5. Apakah persentase pengeluaran air dari tubuh juga berubah, ketika seseorang berada di lingkungan yang cukup dingin udaranya? Dalam kasus ini, organ apakah yang memegang peran utama untuk mengeluarkan air dari tubuh?  
.....  
.....
6. Hal apa yang dapat Ananda simpulkan tentang kerja sama dua organ tersebut untuk mengatur keseimbangan (homeostasis) kadar air dalam tubuh?  
.....  
.....

### Aktivitas 3

#### MENJAGA KESEHATAN SISTEM EKSKRESI

Tuhan menciptakan tubuh manusia dengan sempurna. Sistem ekskresi dalam tubuh kita merupakan salah satu perwujudan kesempurnaan itu. Dengan adanya sistem ekskresi, maka zat-zat yang sudah tidak dimanfaatkan tubuh akan dibuang sehingga tidak membahayakan kesehatan tubuh. Pernahkah Ananda menyadari betapa pentingnya sistem ekskresi tersebut? Mari kita cek bersama, kepedulian Ananda terhadap kesehatan tubuh terutama kesehatan sistem ekskresi.

1. Jawablah pertanyaan dalam tabel berikut dengan memberi centang pada kolom “Ya” atau “Tidak”, kemudian berikan alasan jawabanmu.

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak	Alasan
1.	Apakah Ananda berolah raga secara teratur?			
2.	Apakah Ananda suka mengonsumsi minuman kemasan atau minuman bersoda?			
3.	Apakah Ananda minum air putih minimal 8 gelas setiap hari?			
4.	Apakah Ananda rajin membersihkan tubuh minimal 2 kali dalam sehari?			
5.	Apakah Ananda segera buang air kecil di kamar mandi jika merasa ingin buang air kecil?			

Coba Ananda hitung, berapa skor perolehan Ananda dengan ketentuan berikut.

- Jawaban “Ya” mendapat skor 2 (untuk nomor 1, 3, 4, dan 5; nomor 2 mendapat skor 0)
- Jawaban “Tidak” mendapat skor 0 (untuk nomor 1, 3, 4, dan 5; nomor 2 mendapat skor 0)

Bandingkan total skor yang Ananda peroleh dengan kriteria berikut.

- Skor 0-4 : Ananda kurang peduli terhadap kesehatan sistem ekskresi
- Skor 5-6 : Ananda cukup peduli terhadap kesehatan sistem ekskresi
- Skor 7-10 : Ananda sangat peduli terhadap kesehatan sistem ekskresi.

## Aktivitas 4

### Menyelidiki Gangguan pada Sistem Ekskresi serta Upaya Menjaga Kesehatan Sistem Ekskresi

- **Merumuskan masalah**

Kesehatan organ-organ ekskresi sangat penting untuk dijaga. Namun, seperti yang telah Ananda pelajari tentang penyakit dan kelainan pada organ ekskresi, ternyata ada banyak ragam gangguan yang menyerang organ-organ ekskresi. Apa sajakah gangguan pada sistem ekskresi yang sering terjadi di lingkungan kita? Ananda dapat melakukan penyelidikan dengan mewawancarai tenaga kesehatan yang ada di daerah sekitar Ananda di Puskesmas, rumah sakit atau tempat praktik dokter yang tidak jauh dari tempat tinggal Ananda.

- **Merencanakan penelitian**

1. Ananda silakan bekerja secara berkelompok dengan anggota 3-4 orang.
2. Sebelum mengumpulkan data dengan melakukan wawancara kepada tenaga kesehatan, Ananda membuat daftar pertanyaan sebagai panduan wawancara.

Contoh daftar pertanyaan sebagai berikut:

- a) Apa sajakah penyakit atau kelainan pada organ ekskresi yang pernah dokter jumpai selama ini?
- b) Sekitar usia berapakah pasien yang menderita gangguan pada alat ekskresi?
- c) Apakah penyebab dari gangguan pada alat ekskresi tersebut?
- d) Bagaimana cara mengobati gangguan atau penyakit tersebut?
- e) Bagaimana upaya kita menjaga kesehatan agar dapat mencegah penyakit pada alat ekskresi?
- f) Dan pertanyaan-pertanyaan lain yang Ananda anggap perlu ditanyakan atau diketahui lebih mendalam.

- **Melaksanakan penelitian**

1. Pergilah ke Puskesmas, rumah sakit, atau tempat praktik dokter di dekat tempat tinggal Ananda. Ananda dapat pergi bersama anggota kelompok atau didampingi orang tua. *Jangan lupa untuk tetap menjaga protokol kesehatan, memakai masker, menjaga jarak, dan sering mencuci tangan dengan sabun atau han sanitizer.*
2. Ketika melakukan wawancara usahakan agar tidak mengganggu kesibukan dokter atau tenaga kesehatan yang Ananda wawancarai. Akan lebih baik jika Ananda membuat janji untuk bertemu sebelumnya.
3. Bertanyalah dengan sopan, sesuai dengan daftar pertanyaan yang telah Ananda susun.

4. Catat hasil wawancaramu, atau dapat pula hasil wawancara direkam menggunakan gadget yang Ananda miliki.
5. Gunakan lembar panduan wawancara pada halaman setelah ini, agar lebih mudah bagi Ananda melakukan wawancara.

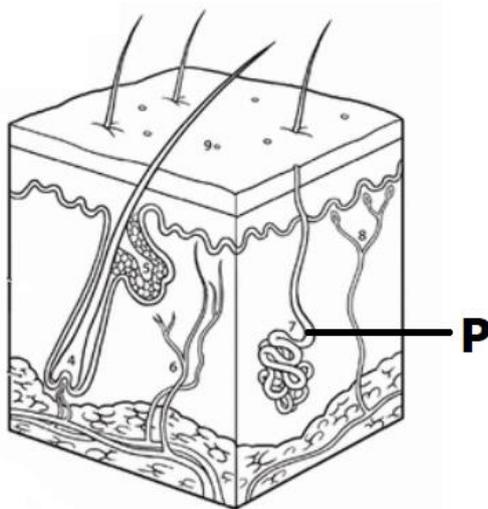
• **Melaporkan hasil penelitian**

1. Buatlah artikel sederhana yang berisi informasi dari hasil penyelidikanmu dan berikan saran untuk menjaga kesehatan sistem ekskresimu.
2. Artikel yang Ananda buat akan dinilai dengan kriteria sebagai berikut.
  - a) Ketepatan dan kelengkapan data
  - b) Kelogisan cara berpikir hingga mendapatkan simpulan
  - c) Didukung dengan sumber referensi yang valid

*Berkomunikasilah dengan guru, untuk mendapatkan bimbingan dalam menyusun artikel tersebut.*

**D. Latihan**

1. Perhatikan gambar berikut.



Sumber: (Pinterest, t.thn.)

- a. Apakah fungsi bagian yang bertanda huruf P?

.....  
 .....

- b. Zat apakah yang diekskresikan oleh bagian tersebut?

.....  
 .....

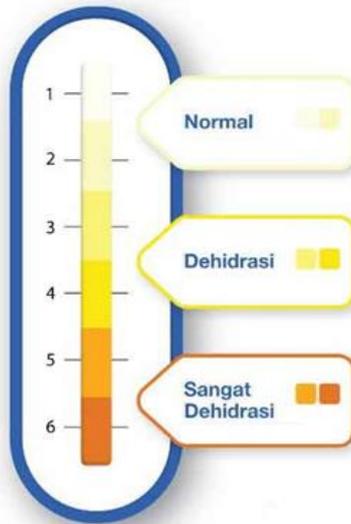
- c. Bagaimana bagian tersebut mengeluarkan zat sisa metabolisme?

.....  
 .....

d. Bagaimana jika bagian tersebut tersumbat, penyakit apakah yang mungkin muncul?

.....  
.....

2. Gambar berikut adalah diagram warna urine dan maknanya untuk menunjukkan kadar air dalam tubuh.



www.terapisehat.com

Sumber: (Sehat, t.thn.)

Warna kekuningan pada urine dipengaruhi oleh adanya zat warna empedu yang terlarut dalam urine. Semakin gelap warna kekuningan urine, maka semakin pekat urine tersebut.

a. Jika warna urine seseorang berwarna kuning-oranye, Bagaimana Ananda dapat memprediksi warna urine seseorang, bahwa dia sedang beraktivitas ringan atau berat, dalam cuaca lingkungan dingin atau panas, dan banyak atau sedikitnya air yang dikonsumsi?

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

b. Tuliskan penjelasan untuk mendukung prediksi Ananda.

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

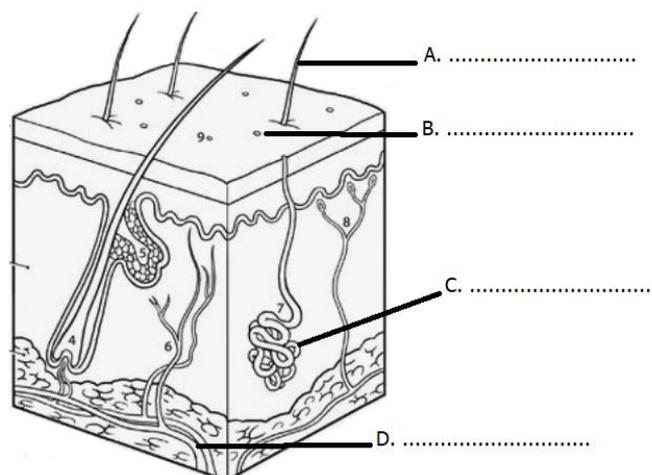
3. Menjaga kesehatan sistem ekskresi sangat penting. Berikut adalah beberapa cara untuk menjaga kesehatan sistem ekskresi tersebut. Cantumkan tanda centang (✓) pada kolom B (benar) atau S (salah) berikut sesuai pernyataan di kolom sebelah kiri.

No.	Pernyataan	B	S
a.	Mengatur pola makan dengan memperbanyak sayur dan buah		
b.	Aktif bersepeda ratusan kilometer		
c.	Menjaga berat badan dengan diet ketat		
d.	Minum cukup air putih		
e.	Menghindari mengonsumsi obat-obatan jika tidak perlu		
f.	Tidak merokok		
g.	Sering membersihkan badan		
h.	Istirahat sepanjang hari		
i.	Rajin berolah raga di bawah terik matahari		
j.	Tidak menahan buang air kecil		

### E. Rangkuman

1. Gambar berikut adalah penampang irisan kulit. Beri keterangan bagian A sampai D pada gambar menggunakan istilah-istilah berikut.

pori-pori keringat	rambut	otot penegak rambut
pembuluh darah	kelenjar keringat	



Sumber: (Pinterest, t.thn.)

2. Selama tubuh melakukan aktivitas, suhu tubuh meningkat. Pada saat tersebut, yang dilakukan bagian C adalah  
.....  
.....
  
3. Apakah yang dilakukan bagian C tersebut akan berpengaruh pada fungsi organ ekskresi yang lain? Jelaskan!  
.....  
.....  
.....
  
4. Tiga hal utama yang dapat dilakukan untuk menjaga kesehatan sistem ekskresi adalah 1) minum air putih minimal 2 liter per hari, 2) tidak menunda buang air kecil, dan 3) tidak merokok. Setujukah Ananda dengan pernyataan tersebut? Jelaskan jawaban Ananda.  
.....  
.....

**F. Refleksi**

1. Refleksi pemahaman materi  
Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi yang baru Ananda pelajari pada Pembelajaran 3 di dalam kolom-kolom berikut.

<p>Yang sudah saya pelajari pada materi ini adalah</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>Hal baru yang saya pelajari adalah</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

2. Refleksi proses belajar  
Lingkari atau beri tanda ✓ pada angka yang sesuai untuk menggambarkan kesungguhan Anda untuk mempelajari materi pada Pembelajaran 3 ini.

Upaya yang telah saya lakukan untuk mempelajari materi ini:

Tidak belajar    ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩    Belajar dengan sungguh-sungguh

3. Refleksi sikap  
Tuliskan tanda ✓ pada kolom yang sesuai dengan sikap yang Anda tunjukkan selama belajar tentang materi Pembelajaran 3 ini.

	👍	👍 👍	👍 👍 👍
Bekerja sama			
Tanggung jawab			
Kepedulian pada kesehatan diri			

### G. Rubrik Penilaian/Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran/Penjelasan Jawaban

Mari cek jawaban Anda pada pelatihan di atas, dan ukur pencapaian Anda dengan pedoman penskoran pada tabel berikut.

1.	a. mengeluarkan keringat (1) b. air dan garam-garam mineral (1) c. dengan cara mengeluarkan air dan garam-garam mineral dalam bentuk keringat (1) d. - pengeluaran zat sisa terganggu, (1) - muncul penyakit kulit, misalnya jerawat, biang keringat (1)	5																				
2.	a. Seseorang tersebut mungkin sedang <u>beraktivitas berat</u> , saat <u>udara sedang panas</u> dan <u>air yang dikonsumsi tidak banyak</u> b. seseorang tersebut sedang <u>banyak mengeluarkan keringat</u> sehingga air yang terbuang melalui <u>urine sedikit</u> jadi warna urinenya pekat.	5																				
3.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">No.</th> <th style="width: 65%;">Pernyataan</th> <th style="width: 10%;">B</th> <th style="width: 10%;">S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a.</td> <td>Mengatur pola makan dengan memperbanyak sayur dan buah</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>b.</td> <td>Aktif bersepeda ratusan kilometer</td> <td></td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>c.</td> <td>Menjaga berat badan dengan diet ketat</td> <td></td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>d.</td> <td>Minum cukup air putih</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	No.	Pernyataan	B	S	a.	Mengatur pola makan dengan memperbanyak sayur dan buah	✓		b.	Aktif bersepeda ratusan kilometer		✓	c.	Menjaga berat badan dengan diet ketat		✓	d.	Minum cukup air putih	✓		10
No.	Pernyataan	B	S																			
a.	Mengatur pola makan dengan memperbanyak sayur dan buah	✓																				
b.	Aktif bersepeda ratusan kilometer		✓																			
c.	Menjaga berat badan dengan diet ketat		✓																			
d.	Minum cukup air putih	✓																				

e.	Menghindari mengonsumsi obat-obatan jika tidak perlu	✓	
f.	Tidak merokok	✓	
g.	Sering membersihkan badan	✓	
h.	Istirahat sepanjang hari		✓
i.	Rajin berolah raga di bawah terik matahari		✓
j.	Tidak menahan buang air kecil	✓	



1. Diagram berikut merupakan proses metabolisme yang terjadi di dalam tubuh manusia.

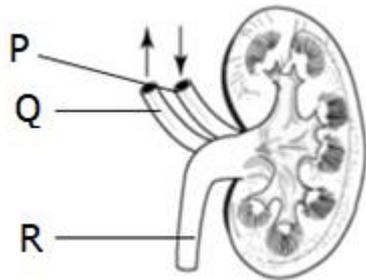


Sumber: (Rohmah, 2017)

Pada peta konsep di atas, fungsi ekskresi ditunjukkan oleh huruf ....

- A. P dan Q
- B. Q dan S
- C. R dan S
- D. R dan T

2. Perhatikan gambar penampang ginjal berikut.



Fungsi bagian yang bertanda huruf R adalah ....

- A. mengalirkan urine menuju kandung kemih
  - B. mengangkut darah menuju ginjal
  - C. mengatur keseimbangan air dan garam dalam tubuh
  - D. membawa zat sisa metabolisme ke paru-paru
3. Jika seluruh darah dalam tubuh melewati ginjal dalam 5 menit, berapa kali seluruh darah tersebut melewati ginjal selama satu jam?
- A. 20 kali
  - B. 12 kali
  - C. 6 kali
  - D. 5 kali
4. Seorang siswa melakukan percobaan untuk mengetahui fungsi ginjal dengan perangkat seperti gambar berikut.



Bagian ginjal dan proses yang terjadi sesuai dengan percobaan tersebut adalah...

- A. badan malphigi – filtrasi
- B. loop of henle – reabsorpsi
- C. tubulus proksimal – filtrasi

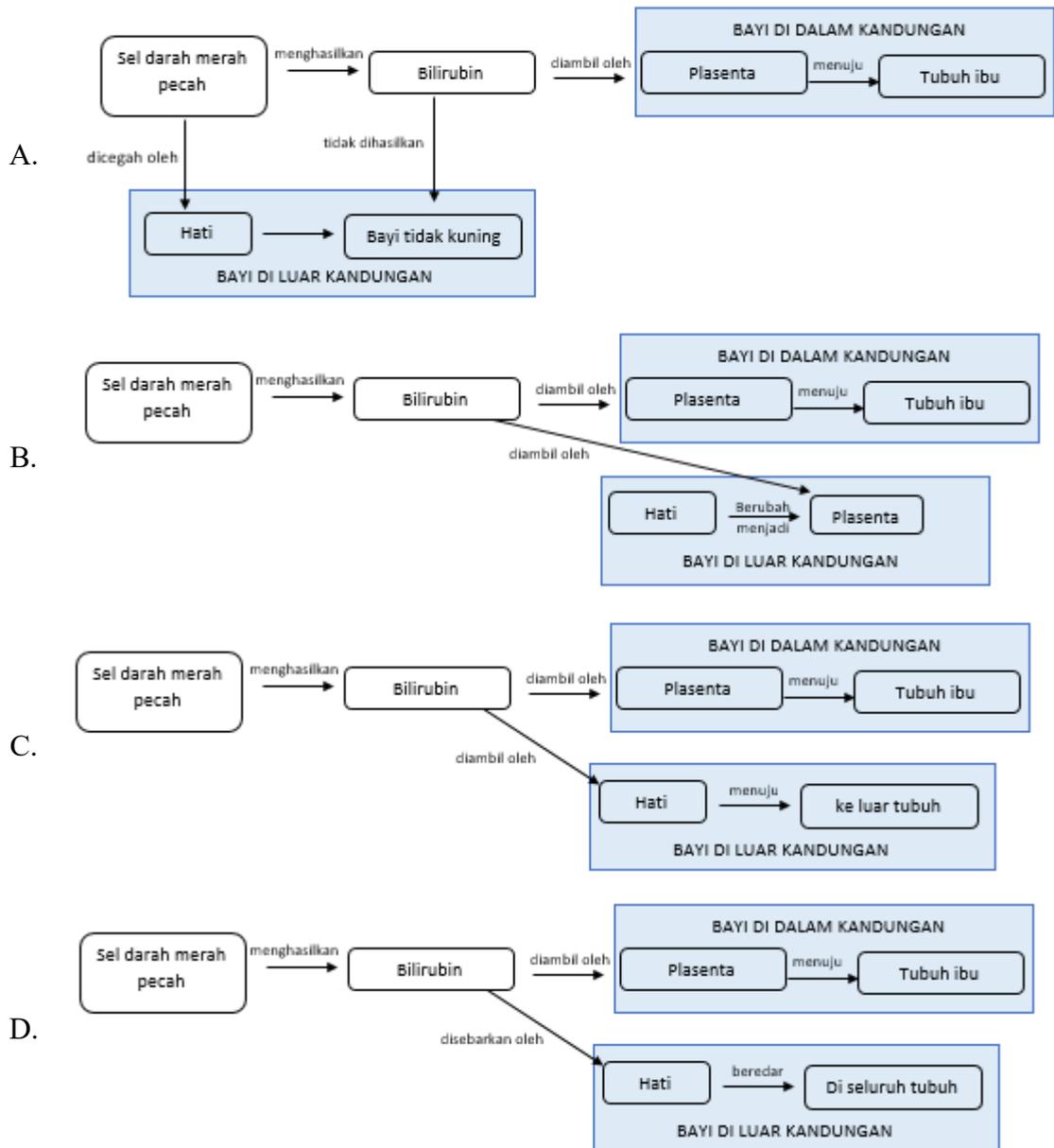
D. tubulus distal – reabsorpsi

5. Tabel berikut adalah hasil uji urine dua orang pasien.

Komponen	Urine Pasien A	Urine Pasien B
Urea	1,8	2,0
Asam urat	0,05	0,08
Glukosa	-	-
Asam amino	-	1,2
Garam anorganik	< 0,9 – 3,6	< 0,8-3,0
Protein	-	2

Berdasarkan data di atas, pasien yang diduga menderita albuminuria adalah ....

- A. pasien A
  - B. pasien B
  - C. pasien A dan B
  - D. bukan pasien A dan B
6. Zat sisa metabolisme berikut yang diangkut oleh pembuluh kapiler menuju alveolus paru-paru adalah ....
- I. Karbon dioksida
  - II. Air
  - III. Garam mineral
- A. I dan II
  - B. I dan III
  - C. II dan III
  - D. I, II, dan III
7. Bayi kuning merupakan dampak dari tingginya kadar bilirubin dalam darah bayi. Bilirubin merupakan zat berwarna kuning yang diproduksi tubuh ketika sel darah merah pecah. Saat bayi masih dalam kandungan, plasenta (ari-ari) akan mengambil bilirubin dari tubuh janin. Setelah lahir, hati bayi mengambil alih tugas ini dan butuh waktu sampai tubuhnya dapat melakukan proses ini dengan benar. Pada proses alih tugas inilah, bilirubin menyebar dalam tubuh bayi dan menyebabkan warnanya kuning. Diagram manakah yang menggambarkan peran hati dalam kasus bayi kuning tersebut?



Untuk soal nomor 8 dan 9, perhatikan data berikut. Selama satu minggu, seorang peneliti mengumpulkan data dan mengukur secara tepat banyaknya air yang masuk dan keluar setiap hari pada empat orang pasien. Hasil penelitiannya tertulis pada tabel berikut.

Tubuh mendapat tambahan air (+), tubuh kehilangan air (-)				
Pasien	Hari ke-1 (L)	Hari ke-2 (L)	Hari ke-3 (L)	Hari ke-4 (L)
Bambang	+0,15	+0,15	-0,35	+0,12
Agus	-0,01	0,00	-0,20	-0,01
Wayan	0,00	+0,20	-0,28	+0,01
Parlin	-0,50	-0,50	-0,55	-0,32

8. Berdasarkan data pada tabel, pada hari ke-berapa suhu di setiap kamar rumah sakit keempat pasien tersebut kemungkinan paling panas?
- A. Hari ke-1
  - B. Hari ke-2
  - C. Hari ke-3
  - D. Hari ke-4
9. Pasien yang tubuhnya mendapat tambahan air paling tinggi selama 4 hari adalah...
- A. Bambang
  - B. Agus
  - C. Wayan
  - D. Parlin
10. Tubuh berkeringat untuk menurunkan suhu tubuh. Satu liter keringat yang keluar memiliki massa sekitar satu kilogram. Irfan bersepeda selama dua jam tanpa henti. Ia menimbang tubuhnya sebelum dan setelah bersepeda, serta mengukur banyaknya air yang dia minum selama bersepeda. Setelah bersepeda, Irfan menghitung banyaknya keringat setiap jamnya.

Data bersepeda Irfan:

Massa tubuh sebelum bersepeda	54 kg
Massa tubuh setelah bersepeda	52 kg
Banyaknya air yang diminum	1 L
Durasi bersepeda	2 jam

Seberapa cepat Irfan berkeringat?

- A. 0,5 liter per jam
- B. 1,0 liter per jam
- C. 1,5 liter per jam
- D. 2,0 liter per jam

**Rubrik Penilaian/Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran/Pembahasan Jawaban**

<p><b>11. D</b> Ekskresi adalah pengeluaran zat sisa. R adalah pengeluaran melalui ginjal, T adalah pengeluaran melalui paru-paru.</p> <p><b>12. A</b> Bagian R adalah ureter yang mengalirkan urine menuju ke kandung kemih</p> <p><b>13. B</b> Satu jam 60 menit, maka darah akan melalui ginjal sebanyak <math>(60:5) = 12</math> kali selama satu jam.</p> <p><b>14. A</b> Proses menyaring mirip dengan filtrasi yang terjadi di dalam badan Malphigi</p> <p><b>15. B</b> Pasien B menderita albuminuria karena terdapat protein di dalam urinenya</p>	<p><b>16. A</b> Paru-paru membuang zat sisa metabolisme berupa air dan karbon dioksida dalam bentuk gas</p> <p><b>17. C</b> Peran hati menggantikan plasenta untuk mengambil bilirubin dari tubuh bayi</p> <p><b>18. D</b> Pada hari keempat tubuh semua pasien kehilangan air yang cukup banyak.</p> <p><b>19. A</b> Bambang = <math>0,15 + 0,15 - 0,35 + 0,12 = 0,07</math> Agus = <math>0,00 - 0,01 - 0,20 - 0,01 = -0,22</math> Wayan = <math>0,00 + 0,20 - 0,28 + 0,01 = -0,07</math> Parlin = <math>-0,50 - 0,50 - 0,55 - 0,32 = -1,87</math></p> <p><b>20. B</b> Massa Irfan berkurang 2 kilo selama 2 jam, jadi banyak keringat yang keluar 1 liter per jam.</p>
---	--

Nilai =  $\Sigma$  benar X 100

Berapakah pencapaianmu?		
		
<b>100 – 80</b>	<b>70 – 50</b>	<b>&lt;50</b>
<i>Bagus, Ananda dapat melanjutkan pembelajaran pada modul berikutnya.</i>	<i>Ananda perlu mempelajari lagi soal-soal yang masih belum benar. Baca ulang materi tersebut pada bahan ajar ini.</i>	<i>Sayang sekali Ananda harus membaca dan mengerjakan ulang bahan ajar ini. Mintalah bantuan pada guru, orang tua, atau kakak agar lebih mudah memahami materi ini.</i>



# MODUL 4

## MENYELIDIKI GETARAN, GELOMBANG, DAN BUNYI

### Pembelajaran 1

#### A. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui penyelidikan, Ananda dapat menganalisis konsep getaran.
2. Melalui penyelidikan, Ananda dapat menganalisis konsep gelombang
3. Melalui penyelidikan, Ananda dapat menyajikan data hasil percobaan getaran dan gelombang.

#### B. Peran Orang Tua dan Guru

Ananda bisa meminta bantuan dari orang tua dan guru untuk:

- memahami bahan ajar dari guru tentang kegiatan yang akan Ananda lakukan.
- memahami konsep dan gambar yang ada dalam bahan ajar ini jika menemui kesulitan saat mempelajarinya.
- menyiapkan media/alat, bahan dan sumber belajar yang Ananda butuhkan untuk kegiatan pembelajaran setiap hari.
- menyelesaikan tugas yang diberikan dan menyerahkannya kepada guru sesuai dengan jadwal yang ditentukan, baik secara langsung atau mengirim melalui link yang diberikan.

#### C. Aktivitas Pembelajaran

##### Aktivitas 1

##### Menyelidiki Getaran

Pernahkan Ananda naik ayunan atau melihat orang bermain ayunan? Jika belum pernah, cobalah naik ayunan yang ada di lingkungan sekitar Ananda atau carilah video yang berisi orang bermain ayunan. Perhatikan Gambar 4.1 untuk lebih memahami getaran ayunan.



Sumber: Pratiwi, 2008

Gambar 4.1 Ayunan

Pada saat kursi ayunan tersebut belum disimpangkan, posisi kursi ada di titik O. Titik O ini disebut titik kesetimbangan. Apabila kursi itu Ananda tarik hingga posisi A, lalu dilepas, maka kursi tersebut akan bergerak bolak-balik melalui titik-titik A,O,B,O,A,O, dan seterusnya. Kursi ayunan tersebut dikatakan bergetar. Gerak ayunan ini adalah contoh getaran. Dapatkah Ananda menunjukkan contoh-contoh lain getaran?

Benda dikatakan bergetar jika benda bergerak bolak-balik secara teratur melalui titik kesetimbangan. Satu getaran adalah gerak bolak balik melalui titik keseimbangan dari titik awal kembali ke titik awal lagi, contohnya gerakan kursi ayunan dari A, O, B, O, A.

Faktor-faktor apakah saja yang memengaruhi getaran? Bersama-sama dengan guru, teman, atau orang tua, lakukan kegiatan penyelidikan berikut untuk memahami getaran. Pastikan Ananda melakukan percobaan dengan cermat, teliti, dan penuh tanggung jawab.

1. Siapkan alat dan bahan berikut:
  - a. 1 buah bandul
  - b. 1 buah stopwatch/jam
  - c. Tali nilon dengan panjang 15 cm dan 30 cm.
2. Ikatkan tali pada kaitan yang memungkinkan tali bisa bergerak bebas seperti ayunan. Ikat bandul di ujung tali bagian bawah.
3. Tarik bandul dengan memberi simpangan kecil ( $< 10^\circ$ ) kemudian lepaskan. Setelah bandul bergerak satu getaran, hidupkan *stopwatch*!
4. Catatlah waktu yang diperlukan bandul bergerak bolak-balik dengan jumlah getaran dan panjang tali seperti yang tercantum pada Tabel 4.1!

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Getaran Bandul

Panjang tali (cm)	Jumlah getaran	Waktu getaran (s)	Waktu untuk 1 kali bergetar (s)	Jumlah getaran dalam 1 sekon
15	5			
	10			
	15			
30	20			
	5			
	10			
	15			
	20			

5. Lengkapi Tabel 4.1 tersebut pada kolom waktu untuk 1 kali bergetar dan jumlah getaran dalam sekon. Ananda dapat berdiskusi dengan teman atau bertanya kepada guru bagaimana cara mengisinya.
6. Waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran disebut periode (T).
  - a. Bandingkan waktu yang diperlukan untuk melakukan 1 getaran dengan panjang tali 15 cm dan 30 cm.  
 Waktu 1 getaran dengan panjang tali 15 cm = ... cm.  
 Waktu 1 getaran dengan panjang tali 30 cm = ... cm.  
 Apakah waktu yang diperlukan sama atau berbeda?  
 .....
  - b. Apakah panjang tali memengaruhi periode?  
 .....
7. Jumlah getaran yang terjadi dalam satu sekon disebut frekuensi (f).
  - a. Bandingkan jumlah getaran yang terjadi dalam satu sekon dengan panjang tali 15 cm dan 30 cm.  
 Jumlah getaran dengan panjang tali 15 cm = ... cm.  
 Jumlah getaran dengan panjang tali 30 cm = ... cm.  
 Apakah jumlah getaran yang terjadi dalam satu sekon sama atau berbeda?  
 .....
  - b. Apakah panjang tali memengaruhi frekuensi?  
 .....
8. Ratih melakukan percobaan serupa di dalam pesawat ruang angkasa yang mendarat di Bulan. Percepatan gravitasi Bulan adalah 1/6 kali percepatan gravitasi Bumi.
  - a. Menurut Ananda apakah hasil percobaan yang dilakukan Ratih akan sama dengan hasil percobaan Ananda? (Pastikan Ananda mencari informasi sebelum menjawab)

- .....
- c. Apakah percepatan gravitasi memengaruhi periode?  
.....
- d. Apakah percepatan gravitasi memengaruhi frekuensi?  
.....
9. Kesimpulan apa yang dapat Ananda tarik dari kegiatan ini terkait dengan faktor-faktor yang memengaruhi getaran?  
.....  
.....  
.....

**Petunjuk**

Mintalah bimbingan dari guru atau orang tua jika Ananda mengalami kesulitan dalam mengerjakan aktivitas ini.

Tunjukkan kepada guru, hasil pekerjaan yang telah Ananda kerjakan untuk mendapatkan masukan. Jika disampaikan saat pembelajaran daring, maka buatlah laporan kegiatanmu tersebut dan kirimkan melalui *link* yang ditentukan oleh guru mata pelajaranmu untuk mendapat masukan dari guru dan teman-temanmu.

Berdasarkan percobaan untuk menyelidiki getaran, dapat diketahui bahwa panjang tali pada bandul berpengaruh terhadap periode getaran. Semakin panjang tali, maka semakin besar periode getaran dan semakin kecil frekuensinya. Percepatan gravitasi juga berpengaruh terhadap periode getaran. Semakin besar nilai percepatan gravitasi, maka semakin kecil periode getaran dan semakin besar frekuensinya. Besar periode berbanding terbalik dengan besar frekuensi.

**Aktivitas 2**

Menyelidiki Gelombang

Apa yang ada dalam benak Ananda ketika mendengar kata gelombang? Bisa jadi gelombang air laut. Tahukah Ananda ada bermacam-macam gelombang selain gelombang air laut? Bunyi dan cahaya merupakan contoh gelombang. Apa hubungan antara getaran dengan gelombang? Energi getaran akan merambat dalam bentuk gelombang. Pada perambatan gelombang yang merambat adalah energi, sedangkan zat perantaranya tidak ikut merambat (hanya ikut bergetar). Gelombang adalah getaran yang merambat.

Berdasarkan energinya, gelombang dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu gelombang mekanis dan gelombang elektromagnetik. Gelombang mekanis dalam perambatannya memerlukan medium perantara sedangkan gelombang elektromagnetik tidak memerlukan medium.

Apakah yang dirambatkan oleh gelombang tersebut? Apakah arah getar dengan arah rambat mempengaruhi bentuk muka gelombang? Bersama-sama dengan guru, teman,

atau orang tua, lakukan kegiatan penyelidikan berikut bersama temanmu atau keluargamu untuk memahami gelombang. Pastikan Ananda melakukan percobaan dengan cermat, teliti, dan penuh tanggung jawab.

1. Siapkan alat dan bahan berikut:
  - a. Karet gelang
  - b. Tali dengan panjang 2 m
2. Kegiatan pertama
  - a. Ikatlah karet gelang pada tali kira-kira pada jarak 20 cm dari salah satu ujungnya!
  - b. Letakkan tali di lantai yang licin. Peganglah salah satu ujung tali dan mintalah bantuan dari teman atau keluargamu untuk memegang ujung yang lain.
  - c. Berilah usikan tali ke atas dan bawah.
  - d. Amati yang terjadi pada tali dan karet gelang yang diikatkan tadi!  
Apakah karet gelang ikut merambat bersama gelombang?  
.....
  - e. Apakah bagian tali ikut berpindah merambat bersama gelombang?  
.....
  - f. Apa yang dirambatkan oleh gelombang?  
.....
3. Kegiatan kedua
  - a. Lepaskan karet gelang pada tali.
  - b. Letakkan tali di lantai yang licin. Peganglah salah satu ujung tali dan mintalah bantuan dari teman atau keluargamu untuk memegang ujung yang lain.
  - c. Berilah usikan tali ke samping kiri dan kanan (arah getar).
  - d. Amati arah rambat gelombangnya!  
Ke manakah arah rambat gelombang?  
.....
  - e. Apakah arah getar dengan arah rambat gelombang sama atau saling tegak lurus?  
.....
4. Kesimpulan apa yang dapat Ananda tarik dari kegiatan ini?  
.....  
.....  
.....

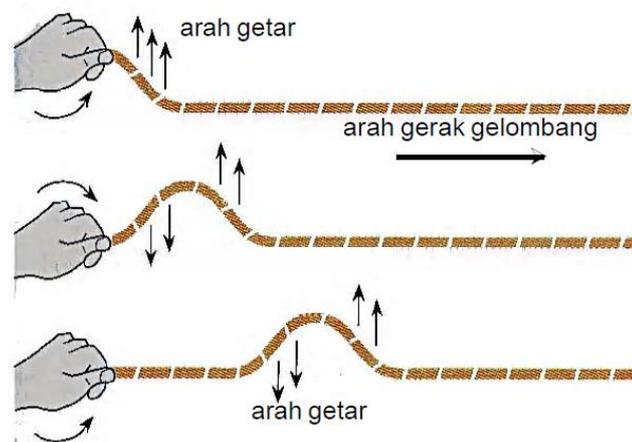
**Petunjuk**

Mintalah bimbingan dari guru atau orang tua jika Ananda mengalami kesulitan dalam mengerjakan aktivitas ini. Tunjukkan kepada guru, hasil pekerjaan yang telah Ananda kerjakan untuk mendapatkan masukan. Jika disampaikan saat pembelajaran

daring, maka buatlah laporan kegiatanmu tersebut dan kirimkan melalui link yang ditentukan oleh guru mata pelajaranmu untuk mendapat masukan dari guru dan teman-temanmu

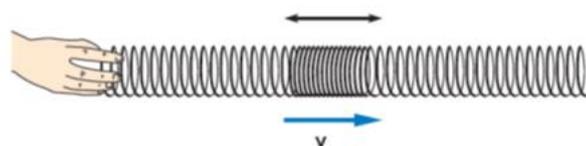
Pada saat menggetarkan tali, gelombang akan merambat pada tali ke arah temanmu, tetapi karet gelang yang diikatkan tidak ikut merambat bersama gelombang. Demikian pula, bagian tali juga tidak ikut merambat. Jadi hal tersebut membuktikan bahwa gelombang merambat hanya menghantarkan energi, mediumnya tidak ikut merambat.

Berdasarkan arah getar dan arah rambatnya, gelombang dapat dibedakan menjadi gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Ketika tali diberi simpangan ke kiri dan kanan, akan terjadi gelombang yang merambat pada tali dan membentuk pola melengkung seperti bukit dan lembah. Gelombang ini disebut gelombang transversal. Gelombang transversal memiliki arah rambat yang tegak lurus dengan arah getarnya.



Sumber: McLaughlin & Thomson, 1997  
Gambar 4.2. Gelombang Transversal

Lalu apakah gelombang longitudinal itu? Ananda dapat mencoba menghasilkan gelombang longitudinal dengan menggunakan slinki. Ketika slinki digerakkan maju-mundur secara terus menerus, akan terjadi gelombang yang merambat pada slinki dan membentuk pola rapatan dan regangan. Gelombang ini disebut gelombang longitudinal. Gelombang longitudinal memiliki arah rambat yang sejajar dengan arah getarnya.



Sumber: Griffith & Brosing, 2009  
Gambar 4.3. Gelombang Longitudinal

### Aktivitas 3

#### Menyajikan Data Hasil Percobaan Getaran dan Gelombang

Tuliskan hasil penyelidikan Ananda pada Aktivitas 1 dan 2 ke dalam laporan percobaan. Buatlah bahan presentasi, kemudian sajikan data hasil percobaan getaran dan gelombang sesuai arahan guru mata pelajaranmu. Pada pembelajaran tatap muka, Ananda dapat menyajikan secara langsung di depan kelas. Ananda dapat menyajikan secara daring melalui presentasi atau video untuk melaporkan hasil percobaan dan mengirimkannya kepada guru. Pastikan Ananda menyajikan hasil percobaan ini dengan penuh percaya diri.

#### D. Latihan

1. Selesaikan soal berikut.  
Jika ayunan sederhana bergetar sebanyak 60 kali dalam waktu 15 sekon, tentukan:
  - a. frekuensi ayunan, dan
  - b. periode ayunan.

2. Lengkapi tabel berikut dengan memberi tanda v pada kolom Benar atau Salah

No	Pernyataan	Benar	Salah
1.	Getaran adalah gerak bolak-balik secara teratur melalui titik kesetimbangan.		
2.	Panjang tali tidak berpengaruh pada besarnya periode getaran		
3.	Satuan frekuensi adalah Hz		
4.	Gerak ayunan merupakan contoh getaran		
5.	Pada perambatan gelombang, zat perantaranya ikut merambat.		
6.	Gelombang elektromagnet dalam perambatannya memerlukan medium perantara		

No	Pernyataan	Benar	Salah
7.	Gelombang longitudinal. membentuk pola rapatan dan regangan		
8.	Gelombang transversal memiliki arah rambat yang searah dengan arah getarnya.		
9.	Satelit di luar angkasa dapat berkomunikasi ke bumi meskipun melalui ruang hampa udara dengan menggunakan gelombang elektromagnetik.		
10.	Pusat sebuah gempa bumi adalah di sebuah lokasi pada lautan Pasifik. Gempa ini menghasilkan gelombang pasang yang mengenai sebuah pulau yang jauh dari pusat gempa. Air pasang yang mengenai pulau adalah air yang berasal dari pusat gempa.		

### E. Rangkuman

1. Getaran merupakan gerak bolak-balik melalui titik kesetimbangannya yang energinya akan merambat dalam bentuk gelombang.
2. Gelombang adalah getaran yang merambat. Pada perambatan gelombang yang merambat adalah energi, sedangkan zat perantaranya tidak ikut merambat.
3. Berdasarkan arah rambatnya, gelombang dibedakan menjadi gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Gelombang transversal adalah gelombang yang arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya. Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah rambatnya sejajar dengan arah getarnya.

### F. Refleksi

#### Petunjuk:

Isilah kolom-kolom berikut untuk melakukan refleksi dan penilaian diri atas pencapaian hasil yang telah Ananda peroleh. Tunjukkan kepada orang tua dan guru untuk mendapat persetujuan. Jika tidak memungkinkan untuk bertemu dengan gurumu secara langsung, sampaikan hasil refleksimu kepada guru mata pelajaran melalui link yang diberikan.

#### ✿ Refleksi pemahaman materi

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi baru Ananda pelajari tentang Getaran dan Gelombang pada kolom-kolom berikut.

Yang sudah saya pelajari pada materi ini adalah

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

Hal baru yang saya pelajari adalah

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

❁ Refleksi proses belajar

Lingkari atau beri tanda  $\surd$  pada angka yang sesuai untuk menggambarkan kesungguhan Anda untuk mempelajari Getaran dan Gelombang.

Upaya yang telah saya lakukan untuk mempelajari materi ini:

Tidak belajar    ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩    Belajar dengan sungguh-sungguh

❁ Refleksi sikap

Tuliskan tanda  $\surd$  pada kolom yang sesuai dengan sikap yang Anda tunjukkan selama belajar tentang Getaran dan Gelombang.

		 	  
Mensyukuri anugerah Tuhan			
Cermat			
Teliti			
Bertanggung jawab			
Percaya diri			

**G. Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran**

Kunci Jawaban

1. a. frekuensi ayunan  
 $f = 60 / 15 \text{ sekon} = 4 \text{ Hz}$
- b. periode ayunan.  
 $T = 15 \text{ sekon} / 60 = 1/4 \text{ sekon}$

2.

No	Pernyataan	Benar	Salah
1.	Getaran adalah gerak bolak-balik secara teratur melalui titik kesetimbangan.	v	
2.	Panjang tali tidak berpengaruh pada besarnya periode getaran		v
3.	Satuan frekuensi adalah Hz	v	
4.	Gerak ayunan merupakan contoh getaran	v	
5.	Pada perambatan gelombang, zat perantaranya ikut merambat.		v
6.	Gelombang elektromagnet dalam perambatannya memerlukan medium perantara		v
7.	Gelombang longitudinal. membentuk pola rapatan dan regangan	v	
8.	Gelombang transversal memiliki arah rambat yang searah dengan arah getarnya.		v
9.	Satelit di luar angkasa dapat berkomunikasi ke bumi meskipun melalui ruang hampa udara dengan menggunakan gelombang elektromagnetik.	v	
10.	Pusat sebuah gempa bumi adalah di sebuah lokasi pada lautan Pasifik. Gempa ini menghasilkan gelombang pasang yang mengenai sebuah pulau yang jauh dari pusat gempa. Air pasang yang mengenai pulau adalah air yang berasal dari pusat gempa.		v

Pedoman Penskoran

Skor soal nomor 1: 10

Skor soal nomor 2: 10

Jumlah skor maksimal = 20

**Nilai = jumlah skor x 5**

## Pembelajaran 2

### A. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui kegiatan literasi TIP, Ananda dapat mengidentifikasi besaran-besaran pada gelombang.

### B. Peran Orang Tua dan Guru

Ananda bisa meminta bantuan dari orang tua dan guru untuk:

- memahami bahan ajar dari guru tentang kegiatan yang akan Ananda lakukan.
- memahami konsep dan gambar yang ada dalam bahan ajar ini jika menemui kesulitan saat mempelajarinya.
- menyiapkan media/alat, bahan dan sumber belajar yang Ananda butuhkan untuk kegiatan pembelajaran setiap hari.
- menyelesaikan tugas yang diberikan dan menyerahkannya kepada guru sesuai dengan jadwal yang ditentukan, baik secara langsung atau mengirim melalui link yang diberikan.

### C. Aktivitas Pembelajaran

#### Aktivitas 1

Mengidentifikasi Besaran-Besaran pada Gelombang



Sumber: <https://pixabay.com/>

Gambar 4.4 Petir

Pernahkah Ananda memerhatikan ke langit saat terjadi petir? Bunyi guntur terdengar beberapa saat setelah cahaya kilat terlihat. Mengapa demikian? Ananda akan melihat cahaya kilat lebih dahulu karena cahaya merambat jauh lebih cepat daripada bunyi. Cahaya merambat dengan kecepatan  $3 \times 10^8$  m/s, sedangkan bunyi hanya merambat dengan kecepatan 340 m/s.

Cahaya dan bunyi merupakan gelombang. Selain kecepatan, apakah Ananda mengetahui besaran-besaran apa saja yang dimiliki gelombang?

1. Lakukan kegiatan literasi TIP (Tahu, Ingin Tahu, Pelajari) berikut untuk meningkatkan pemahaman Ananda terhadap Besaran-Besaran Pada Gelombang. Petunjuk
  - a. Sebelum Ananda membaca, tuliskan pada Tabel 4.2 hal-hal yang telah Ananda ketahui tentang Besaran-Besaran pada Gelombang pada kolom Yang Saya Tahu.
  - b. Kemudian tulislah pertanyaan-pertanyaan Ananda tentang Besaran-Besaran pada Gelombang pada kolom Yang Saya Ingin Tahu.
  - c. Setelah Ananda membaca, tuliskan informasi-informasi penting dan jawaban atas pertanyaan Ananda pada kolom Yang Baru Saya Pelajari.

Tabel 4.2. Literasi TIP

Yang Saya Tahu	Yang Saya Ingin Tahu	Yang Baru Saya Pelajari

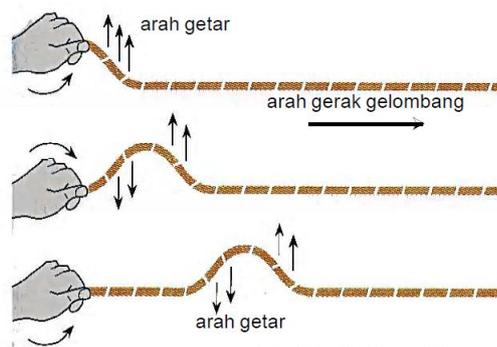
## Bahan Bacaan

### Besaran-Besaran Pada Gelombang

Berdasarkan arah getar dan arah rambatnya, gelombang dapat dibedakan menjadi gelombang transversal dan gelombang longitudinal.

#### A. Gelombang Transversal

Gelombang transversal adalah gelombang yang arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya. Contohnya gelombang pada tali, gelombang pada permukaan air, dan cahaya.

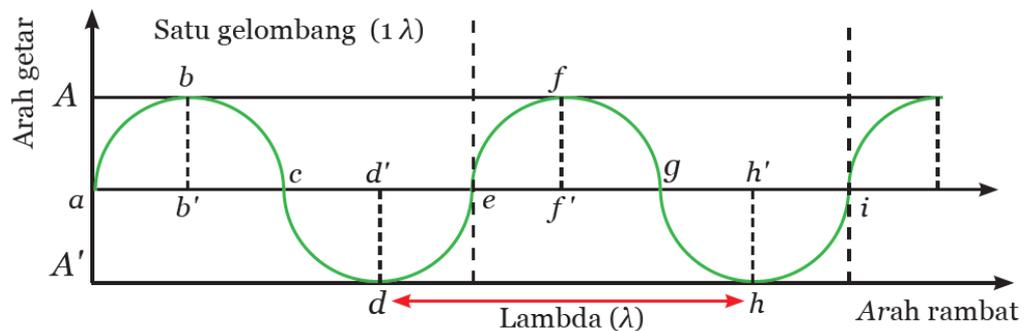


Sumber: McLaughing & Thomson, 1997

Sumber: <https://pixabay.com/>

Gambar 4.5 Gelombang pada Tali dan Gelombang pada Permukaan Air

Perhatikan grafik simpangan arah getar terhadap arah rambat pada gelombang transversal berikut.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 4.6 Grafik Simpangan Arah Getar Terhadap Arah Rambat

Besaran-besaran pada gelombang transversal

- Dasar gelombang terletak pada titik terendah gelombang, yaitu d dan h. Lengkungan c-d-e dan g-h-i merupakan lembah gelombang.
- Puncak gelombang terletak pada titik tertinggi yaitu b dan f. Lengkungan a-b-c dan e-f-g merupakan bukit gelombang.
- Panjang gelombang dilambangkan dengan  $\lambda$  (dibaca lambda) dengan satuan meter. Panjang satu gelombang transversal sama dengan jarak satu bukit gelombang dan satu lembah gelombang (contoh: a-b-c-d-e).
- Amplitudo adalah simpangan terbesar dari gelombang (contoh: bb' atau dd').
- Periode gelombang adalah waktu yang diperlukan untuk menempuh satu gelombang. Lambang untuk periode adalah T dan satuannya sekon (s).
- Frekuensi gelombang adalah jumlah gelombang yang terbentuk dalam 1 sekon. Lambang untuk frekuensi adalah f dan satuannya hertz (Hz).

- g. Kecepatan atau cepat rambat gelombang adalah perbandingan jarak gelombang yang ditempuh dalam waktu tertentu. Jika jarak yang ditempuh 1 panjang gelombang maka waktu yang dibutuhkan sama dengan periode, sehingga kecepatan:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$$

v = kecepatan gelombang (m/s)

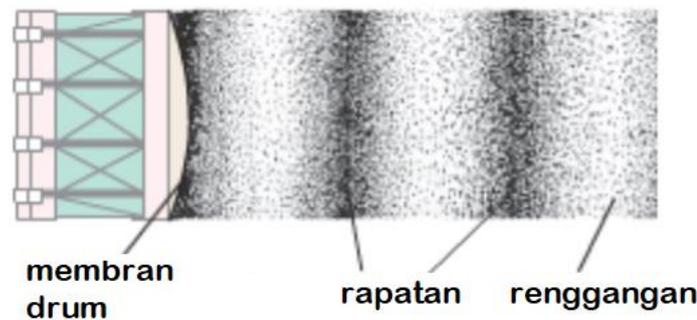
$\lambda$  = panjang gelombang (m)

T = periode gelombang (s)

f = frekuensi gelombang (Hz)

### B. Gelombang Longitudinal

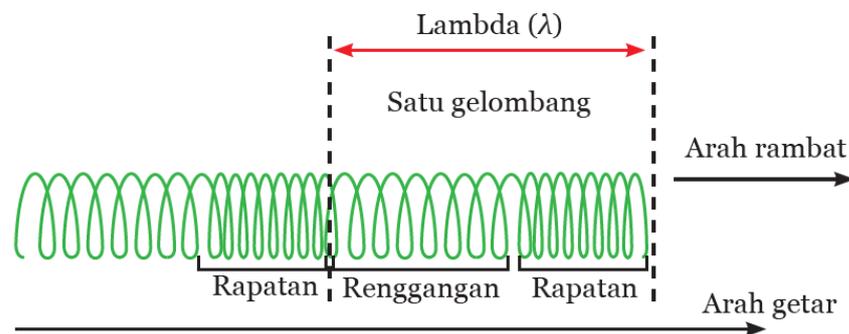
Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah rambatnya sejajar dengan arah getarnya. Contohnya: gelombang pada slinki, gelombang-p seismik (gempa) dan gelombang bunyi.



Sumber: Giancoli, 2005

Gambar 4.7 Gelombang Bunyi

Perhatikan gambar yang menunjukkan arah getar terhadap arah rambat pada gelombang longitudinal berikut.



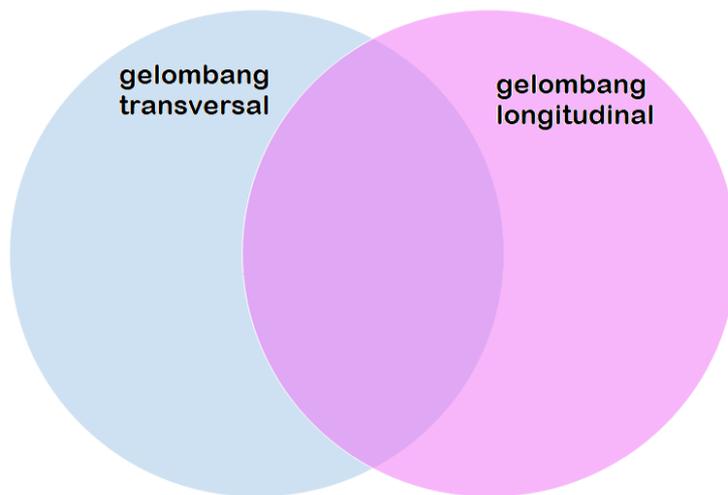
Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 4.8 Rapatan dan Rengangan pada Gelombang Longitudinal

Besaran-besaran pada gelombang longitudinal

- 1) Rapatan adalah bagian gelombang yang lebih rapat.
- 2) Renggangan adalah bagian gelombang yang lebih renggang.
- 3) Panjang satu gelombang longitudinal terdiri atas satu rapatan dan satu renggangan.
- 4) Amplitudo gelombang ditunjukkan oleh rapatan dan renggangan. Amplitudo gelombang yang lebih besar memiliki rapatan yang lebih rapat dan renggangan yang lebih renggang.
- 5) Besaran periode, frekuensi, dan kecepatan gelombang memiliki pengertian yang sama dengan pada gelombang transversal.

2. Setelah membaca, lengkapi Diagram Venn berikut dengan memasukkan besaran, karakteristik unik, dan jenis gelombang yang termasuk: gelombang transversal pada lingkaran sebelah kiri (biru), gelombang longitudinal pada lingkaran sebelah kanan (merah muda), dan irisan yang dimiliki kedua gelombang tersebut pada bagian tengah.



Sumber: Dok. Yati Kurniawati  
Gambar 4.9 Diagram Venn

3. Semua jenis gelombang, baik gelombang transversal maupun longitudinal dapat mengalami pemantulan. Pemantulan gelombang adalah peristiwa membaliknya gelombang setelah mengenai penghalang.

Berilah contoh peristiwa pemantulan gelombang dalam kehidupan sehari-hari!

.....

.....

.....

.....

.....

Petunjuk

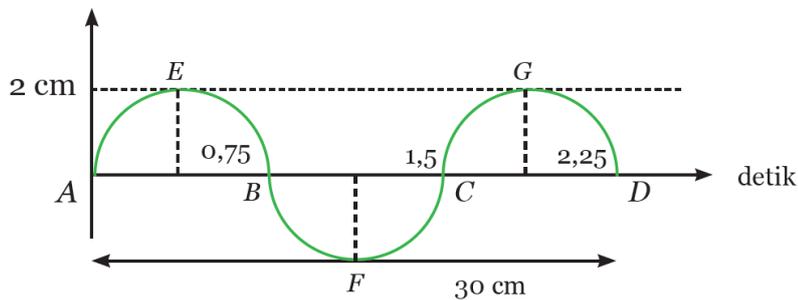
Mintalah bimbingan dari guru atau orang tua jika Ananda mengalami kesulitan dalam mengerjakan aktivitas ini.

Tunjukkan kepada guru, hasil pekerjaan yang telah Ananda kerjakan untuk mendapatkan masukan. Pastikan Ananda mengerjakan aktivitas ini dengan penuh percaya diri dan bertanggung jawab.

#### D. Latihan

Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

1. Perhatikan gambar berikut!



Berdasarkan gambar tersebut, tentukan:

- jumlah gelombang
  - amplitudo
  - periode
  - panjang gelombang
  - kecepatan gelombang
- Sebuah gelombang panjangnya 0,75 m dan cepat rambatnya 150 m/s. Berapakah frekuensinya?
  - Jika frekuensi suatu getaran 440 Hz dan panjang gelombangnya 75 cm, berapakah kecepatan gelombang tersebut?
  - Stasiun radio favorit Ananda adalah Edu FM yang beroperasi pada frekuensi 10,1 MHz (megahertz), sedangkan teman Ananda lebih menyukai Echo FM yang berfrekuensi 9,8 MHz. Gelombang radio adalah gelombang elektromagnetik yang memiliki cepat rambat  $3 \times 10^8$  m/s. Bandingkan kedua stasiun itu, panjang gelombang manakah yang lebih besar?

#### E. Rangkuman

- Panjang gelombang dilambangkan dengan  $\lambda$  (dibaca lambda) dengan satuan meter.
- Amplitudo adalah simpangan terbesar dari gelombang.
- Periode gelombang adalah waktu yang diperlukan untuk menempuh satu gelombang.
- Frekuensi gelombang adalah jumlah gelombang yang terbentuk dalam 1 sekon.

- Kecepatan atau cepat rambat gelombang adalah perbandingan jarak gelombang yang ditempuh dalam waktu tertentu.

## F. Refleksi

### Petunjuk:

Isilah kolom-kolom berikut untuk melakukan refleksi dan penilaian diri atas pencapaian hasil yang telah Ananda peroleh. Tunjukkan kepada orang tua dan guru untuk mendapat persetujuan. Jika tidak memungkinkan untuk bertemu dengan gurumu secara langsung, sampaikan hasil refleksimu kepada guru mata pelajaran melalui link yang diberikan.

#### ☛ Refleksi pemahaman materi

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi baru Ananda pelajari tentang Gelombang pada kolom-kolom berikut.

Yang sudah saya pelajari pada materi ini adalah

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

Hal baru yang saya pelajari adalah

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

#### ☛ Refleksi proses belajar

Lingkari atau beri tanda  $\checkmark$  pada angka yang sesuai untuk menggambarkan kesungguhan Ananda untuk mempelajari Gelombang.

Upaya yang telah saya lakukan untuk mempelajari materi ini:

Tidak belajar    ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩    Belajar dengan sungguh-sungguh

#### ☛ Refleksi sikap

Tuliskan tanda  $\checkmark$  pada kolom yang sesuai dengan sikap yang Ananda tunjukkan selama belajar tentang Gelombang

			
Tanggung jawab			
Percaya diri			
Kedisiplinan			

## G. Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran

Kunci Jawaban

- 1,5 gelombang
  - 2 cm
  - 1,5 sekon
  - $30 \text{ cm} / 1,5 = 20 \text{ cm}$
  - 13,33 cm/sekon
- 200 Hz
- 330 m/s
- Echo FM

Pedoman Penskoran

Skor soal nomor 1: 5

Skor soal nomor 2: 5

Skor soal nomor 3: 5

Skor soal nomor 4: 5

Jumlah skor maksimal = 20

**Nilai = jumlah skor x 5**

## Pembelajaran 3

### A. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui penyelidikan, Ananda dapat menganalisis terjadinya bunyi.
2. Melalui penyelidikan, Ananda dapat menyajikan data hasil percobaan bunyi
3. Melalui penyelidikan, Ananda dapat menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi rendah nada.
4. Melalui studi pustaka, Ananda dapat memahami resonansi bunyi

### B. Peran Orang Tua dan Guru

Ananda bisa meminta bantuan dari orang tua dan guru untuk:

- memahami bahan ajar dari guru tentang kegiatan yang akan Ananda lakukan.
- memahami konsep dan gambar yang ada dalam bahan ajar ini jika menemui kesulitan saat mempelajarinya.
- menyiapkan media/alat, bahan dan sumber belajar yang Ananda butuhkan untuk kegiatan pembelajaran setiap hari.
- menyelesaikan tugas yang diberikan dan menyerahkannya kepada guru sesuai dengan jadwal yang ditentukan, baik secara langsung atau mengirim melalui link yang diberikan.

### C. Aktivitas Pembelajaran

#### Aktivitas 1

Menyelidiki Terjadinya Bunyi

Setiap hari, Ananda mendengar berbagai suara seperti suara ayah dan ibu, suara burung berkicau, orang bernyanyi, mesin kendaraan bermotor, dan lain-lain. Suara yang Ananda dengar dikenal dengan bunyi. Bunyi merupakan gelombang longitudinal yang merambatkan energi gelombang di udara sampai terdengar oleh reseptor pendengar. Bagaimana terjadinya bunyi?

Bersama-sama dengan guru, teman, atau orang tua, lakukan kegiatan penyelidikan berikut untuk memahami bagaimana terjadinya bunyi.

1. Siapkan alat dan bahan untuk percobaan:
  - a. Penggaris atau mistar (yang terbuat logam yang tipis atau plastik yang lentur)
  - b. Gitar (jika tidak ada gitar, dapat diganti dengan alat musik petik lainnya seperti sasando, ukulele, dan lain sebagainya)
  - c. Tong (Jika tidak ada tong atau gong, bawalah kaleng bekas biskuit, ember, wadah dari logam, galon, dan lain sebagainya)

2. Lakukan kegiatan berikut!
  - a. Menggerakkan penggaris
    - i. Peganglah salah satu ujung penggaris dengan kuat di tepi meja. Biarkan ujung lain menjulur sedikit melebihi tepi meja.
    - ii. Pelan-pelan tarik ke bawah dan lepaskan ujung penggaris yang bebas. Apakah ada suara yang Ananda dengar?
    - iii. Perpanjanglah ujung penggaris yang menjulur itu, dan ulangi percobaan beberapa kali. Apakah Ananda mendengar suara yang berbeda?
    - iv. Ketika Ananda mendengar suara, peganglah penggaris agar berhenti bergerak. Apakah Ananda masih mendengar suara ketika penggaris berhenti bergerak?
  - b. Memetik gitar
    - 1) Petiklah gitar sehingga mengeluarkan suara!
    - 2) Amatilah senar yang dipetik, bagaimanakah keadaan senar?
    - 3) Pegang senar yang dipetik, apa yang Ananda rasakan dan apakah Ananda masih dapat mendengarkan suara gitar yang dipetik?
  - c. Memukul gong/tong
    - 1) Pukullah gong/tong hingga mengeluarkan suara!
    - 2) Sentuhlah gong/tong itu secara perlahan dengan jarimu, apa yang Ananda rasakan?
    - 3) Pegang permukaan gong/tong sampai tidak bersuara, kemudian sentuhlah dengan jari. Apa yang Ananda rasakan?
3. Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah dilakukan, apa yang dapat Ananda simpulkan?  
 .....  
 .....
4. Tuliskan hasil penyelidikan Ananda ke dalam laporan percobaan, kemudian sajikan hasil penyelidikan sesuai arahan guru mata pelajaranmu. Ananda dapat membuat presentasi atau video untuk melaporkan hasil percobaan. Pastikan Ananda menyajikan hasil percobaan ini dengan penuh percaya diri.

**Petunjuk**

Mintalah bimbingan dari guru atau orang tua jika Ananda mengalami kesulitan dalam mengerjakan aktivitas ini. Tunjukkan kepada guru, hasil pekerjaan yang telah Ananda kerjakan untuk mendapatkan masukan. Jika disampaikan saat pembelajaran daring, maka buatlah laporan kegiatanmu tersebut dan kirimkan melalui link yang ditentukan oleh guru mata pelajaranmu untuk mendapat masukan dari guru dan teman-temanmu

Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan, kamu dapat menemukan bahwa penggaris, senar, dan tong mengeluarkan suara pada saat benda-benda tersebut bergetar. Namun pada saat benda-benda itu diam, ketiga benda itu tidak bersuara. Suara tersebut dikenal dengan bunyi. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa bunyi ditimbulkan oleh benda-benda yang bergetar.

Bunyi penggaris, senar, dan tong menuju telinga dihantarkan oleh rapatan dan regangan partikel-partikel udara. Pada waktu bunyi keluar, langsung akan menumbuk molekul-molekul udara. Molekul udara ini akan menumbuk udara di sebelahnya yang mengakibatkan terjadinya rapatan dan regangan, demikian seterusnya sampai ke telinga.

Apakah molekul udara berpindah? Molekul udara tidak berpindah, tetapi hanya merapat dan merenggang. Bunyi sampai di telinga karena merambat dalam bentuk gelombang longitudinal. Tanpa adanya medium atau zat perantara, bunyi tidak dapat merambat. Bunyi dapat terdengar bila ada sumber bunyi, medium/zat perantara, dan alat penerima/pendengar.

## Aktivitas 2

### Menyelidiki Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tinggi Rendah Nada

Ketika Ananda mendengar bunyi, apakah Ananda dapat membedakan sumber bunyi? Misalnya bunyi gitar dan piano. Ananda dapat membedakan sumber bunyi karena setiap gelombang bunyi memiliki frekuensi, amplitudo, dan warna bunyi yang berbeda meskipun perambatannya terjadi pada medium yang sama. Kuat lemahnya bunyi ditentukan oleh amplitudonya. Semakin besar amplitudo bunyi, maka akan semakin keras bunyinya. Bunyi yang memiliki frekuensi teratur disebut nada, sedangkan bunyi yang memiliki frekuensi yang tidak teratur disebut desah. Tinggi rendahnya nada ditentukan oleh frekuensi bunyi. Semakin besar frekuensi bunyi, maka akan semakin tinggi nadanya.

Bersama-sama dengan guru, teman, atau orang tua, lakukan kegiatan penyelidikan berikut untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi rendah nada pada dawai atau senar dengan cermat dan teliti.

1. Siapkan alat dan bahan untuk percobaan:  
Gitar (jika tidak ada gitar, dapat diganti dengan alat musik petik lainnya seperti sasando, ukulele, dan lain sebagainya).
2. Petiklah secara bergantian senar gitar nomor 1, 3, 6!
3. Dengarkan bunyi yang dihasilkan masing-masing senar. Apakah bunyi yang dihasilkan semakin tinggi atau rendah frekuensinya?

.....

Bagaimana hubungan ketebalan tali dawai dengan frekuensi?  
.....

4. Gaya tegang pada senar nomor 6 diperbesar dengan memutar setelahnya, petiklah senarnya dan dengarkan nada yang dihasilkan.

Kurangi tegangan senar dengan memutar setelahnya, kemudian petik senarnya. Bandingkan bunyi senar yang dihasilkan ketika tegangannya diperbesar dan dikurangi!

Apakah frekuensi bunyinya semakin besar ketika tegangan diperbesar?  
.....

Bagaimana hubungan tegangan dawai dengan frekuensi?  
.....

5. Petiklah senar nomor 6 dengan menekan senar pada kolom 2, 3, 4 (panjang senar semakin pendek) secara bergantian.

Bandingkan bunyi yang dihasilkan. Apakah semakin pendek senarnya akan semakin tinggi frekuensi bunyi yang dihasilkan?  
.....

6. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, apa yang dapat Ananda simpulkan?  
.....  
.....

### **Petunjuk**

Mintalah bimbingan dari guru atau orang tua jika Ananda mengalami kesulitan dalam mengerjakan aktivitas ini. Tunjukkan kepada guru, hasil pekerjaan yang telah Ananda kerjakan untuk mendapatkan masukan. Jika disampaikan saat pembelajaran daring, maka buatlah laporan kegiatanmu tersebut dan kirimkan melalui link yang ditentukan oleh guru mata pelajaranmu untuk mendapat masukan dari guru dan teman-temanmu

Berdasarkan kegiatan pada yang telah Ananda lakukan, diperoleh hasil bahwa frekuensi senar yang bergetar bergantung pada hal-hal berikut:

- Panjang senar, semakin panjang senar, semakin rendah frekuensi yang dihasilkan.
- Tegangan senar, semakin besar tegangan senar, semakin tinggi frekuensi yang dihasilkan.
- Luas penampang senar, semakin kecil penampang senar, semakin tinggi frekuensi yang dihasilkan

Pada saat bermain alat musik, Ananda dapat membedakan bunyi yang bersumber dari alat musik gitar, piano dan lain-lain meskipun memainkan nada yang sama karena setiap alat musik akan mengeluarkan suara yang khas. Suara yang khas ini disebut kualitas bunyi atau yang sering disebut timbre.

### Aktivitas 3

#### Memahami Resonansi Bunyi

#### Resonansi Bunyi

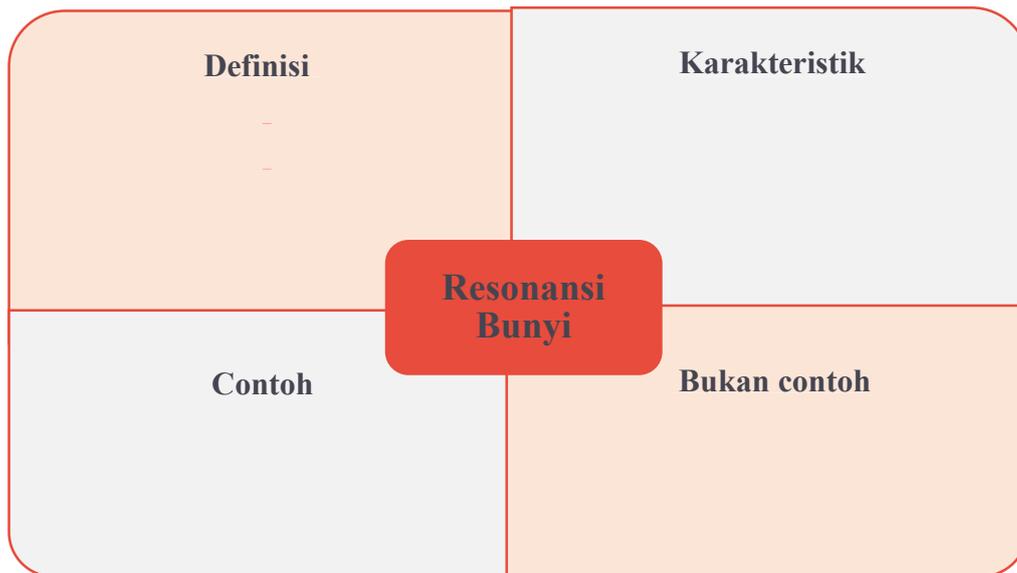
Bunyi berasal dari suatu getaran. Benda yang bergetar dapat menyebabkan benda lain di sekitarnya turut bergetar dengan frekuensi yang sama. Peristiwa ini disebut resonansi. Peristiwa resonansi berperan penting dalam kehidupan kita. Ananda dapat mendengar bunyi, karena telinga beresonansi dengan bunyi. Telinga manusia memiliki selaput tipis. Selaput itu mudah sekali bergetar apabila di luar terdapat sumber getar meskipun frekuensinya tidak sama dengan selaput gendang telinga. Selaput tipis sangat mudah beresonansi, sehingga sumber getar yang frekuensinya lebih kecil atau lebih besar dengan mudah menyebabkan selaput tipis ikut bergetar.

Ketika kita berbicara, kita dapat mengatur suara menjadi lebih tinggi atau rendah. Organ yang berperan dalam pengaturan terjadinya suara adalah pita suara dan kotak suara yang berupa pipa pendek. Pada saat kita berbicara pita suara akan bergetar. Getaran itu diperkuat oleh udara dalam kotak suara yang beresonansi dengan pita suara pada frekuensi yang sama. Akibatnya, amplitudo lebih besar sehingga kita dapat mendengar suara yang nyaring.

Kentongan menghasilkan bunyi yang lebih keras daripada kayu yang tidak berongga ketika dipukul. Tahukah Ananda apa penyebabnya? Penyebabnya adalah ikut bergetarnya udara yang ada di dalam kentongan setelah dipukul yang mengakibatkan bunyi kentongan terdengar semakin keras. Resonansi dapat terjadi pada kolom udara. Bunyi akan terdengar kuat ketika panjang kolom udara mencapai kelipatan ganjil dari  $1/4$  panjang gelombang ( $\lambda$ ) bunyi. Resonansi kolom udara telah dimanfaatkan oleh manusia dalam berbagai alat musik, antara lain pada gamelan, alat musik pukul, alat musik tiup, dan alat musik petik atau gesek.

Prinsip kerja resonansi digunakan manusia karena memiliki beberapa keuntungan, seperti dapat memperkuat bunyi asli untuk berbagai alat musik. Selain itu, ada juga dampak yang merugikan dari efek resonansi, yaitu bunyi ledakan bom dapat memecahkan kaca alaupun kaca tidak terkena bom secara langsung, bunyi gemuruh yang dihasilkan oleh guntur beresonansi dengan kaca jendela rumah sehingga bergetar dan dapat mengakibatkan kaca jendela pecah, serta bunyi kendaraan yang lewat di depan rumah dapat menggetarkan kaca jendela rumah.

Berdasarkan informasi mengenai resonansi tersebut, coba Ananda lengkapi Model Frayer Resonansi Bunyi berikut.



#### Aktivitas 4

##### Menyelidiki Pemantulan Bunyi

Pada saat gelombang bunyi menumbuk penghalang, bunyi dapat dipantulkan. Permukaan yang keras memantulkan lebih banyak bunyi, sedangkan permukaan yang lunak menyerap lebih banyak bunyi.

1. Secara berpasangan, lakukan kegiatan penyelidikan sederhana berikut untuk mengetahui pemantulan bunyi. Jika memungkinkan, Ananda dapat melakukan kegiatan ini di beberapa tempat. Pastikan Ananda selalu berhati-hati.
2. Berbagilah tugas, satu orang sebagai sumber bunyi, satu orang sebagai pendengar.
3. Pilihlah tiga tempat dari pilihan: 1) goa, tebing, atau sumur; 2) di aula atau ruangan tertutup yang sangat luas; 3) di ruang kecil atau ruang kosong; 4) lapangan terbuka; 5) ruang studio musik.
4. Berteriaklah atau ucapkan kata-kata dengan keras.
5. Bandingkan perbedaan bunyi yang terdengar di ketiga tempat tersebut.
  - a. Bunyi terdengar paling keras di.....
  - b. Bunyi terdengar tidak jelas di .....
  - c. Bunyi terdengar paling lemah di .....
6. Apa yang dapat Ananda simpulkan dari kegiatan ini?  
 .....  
 .....  
 .....

### **Petunjuk**

Mintalah bimbingan dari guru atau orang tua jika Ananda mengalami kesulitan dalam mengerjakan aktivitas ini. Tunjukkan kepada guru, hasil pekerjaan yang telah Ananda kerjakan untuk mendapatkan masukan. Jika disampaikan saat pembelajaran daring, maka buatlah laporan kegiatanmu tersebut dan kirimkan melalui link yang ditentukan oleh guru mata pelajaranmu untuk mendapat masukan dari guru dan teman-temanmu

Apabila kita berbicara di dalam ruangan kecil, suara yang terdengar akan lebih keras dibandingkan dengan berbicara di ruang terbuka, misalnya di lapangan. Hal ini disebabkan jarak sumber bunyi dan dinding pemantul berdekatan sehingga selang waktu antara bunyi asli dan bunyi pantul sangat kecil. Antara bunyi asli dan bunyi pantul akan terdengar hampir bersamaan, sehingga bunyi asli terdengar lebih keras.

Jika Ananda mengucapkan suatu kata dalam ruang gedung yang luas, Ananda akan mendengar kata tersebut kurang jelas. Bunyi seperti ini disebut gaung atau kerdam. Gaung atau kerdam adalah bunyi pantul yang sebagian terdengar bersama-sama dengan bunyi asli sehingga bunyi asli terdengar tidak jelas. Cara menghindari terjadinya gaung dengan memasang peredam suara di gedung yang luas.

Apabila Ananda berteriak di lereng gunung atau lapangan terbuka, maka Ananda akan mendengar bunyi pantul yang persis sama seperti bunyi asli dan akan terdengar setelah bunyi asli. Hal ini terjadi karena bunyi yang datang ke dinding tebing dan bunyi yang dipantulkannya memerlukan waktu untuk merambat. Jadi, gema adalah bunyi pantul yang terdengar sesudah bunyi asli.

#### D. Latihan

Beri tanda (v) pada pilihan benar atau salah

No	Pernyataan	Benar	Salah
1.	Bunyi ditimbulkan oleh benda-benda yang bergetar.		
2.	Bunyi dapat merambat di ruang hampa		
3.	Bunyi merambat lebih cepat di dalam zat padat daripada di zat cair		
4.	Bunyi merupakan gelombang transversal		
5.	Tinggi rendah nada ditentukan oleh amplitudo		
6.	Bunyi yang memiliki frekuensi teratur disebut nada		
7.	Semakin besar frekuensi bunyi, maka akan semakin rendah nadanya,		
8.	Gaung adalah bunyi pantul yang sebagian terdengar bersama-sama dengan bunyi asli.		
9.	Gema adalah bunyi pantul yang terdengar sesudah bunyi asli.		
10.	Pemantulan bunyi dapat dimanfaatkan untuk mengukur kedalaman laut.		

#### E. Rangkuman

1. Bunyi merupakan gelombang longitudinal yang merambatkan energi gelombang di udara sampai terdengar oleh reseptor pendengar .
2. Tinggi rendahnya nada ditentukan oleh frekuensi bunyi, sedangkan kuat lemahnya bunyi ditentukan oleh amplitudo.
3. Resonansi adalah peristiwa ikut bergetarnya suatu benda karena benda lain yang memiliki frekuensi sama bergetar di sekitarnya.
4. Bunyi dapat dipantulkan bila mengenai penghalang.

#### F. Refleksi

##### Petunjuk:

Isilah kolom-kolom berikut untuk melakukan refleksi dan penilaian diri atas pencapaian hasil yang telah Ananda peroleh. Tunjukkan kepada orang tua dan guru untuk mendapat persetujuan. Jika tidak memungkinkan untuk bertemu dengan gurumu secara langsung, sampaikan hasil refleksimu kepada guru mata pelajaran melalui link yang diberikan.

##### ☛ Refleksi pemahaman materi

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi baru Ananda pelajari tentang Bunyi pada kolom-kolom berikut.

Yang sudah saya pelajari pada materi ini adalah

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

Hal baru yang saya pelajari adalah

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

❁ Refleksi proses belajar

Lingkari atau beri tanda  $\surd$  pada angka yang sesuai untuk menggambarkan kesungguhan Ananda untuk mempelajari Bunyi.

Upaya yang telah saya lakukan untuk mempelajari materi ini:

Tidak belajar    ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩    Belajar dengan sungguh-sungguh

❁ Refleksi sikap

Tuliskan tanda  $\surd$  pada kolom yang sesuai dengan sikap yang Ananda tunjukkan selama belajar tentang Bunyi

			
Cermat			
Teliti			
Berhati-hati			

**G. Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran**

Kunci Jawaban

- |          |           |
|----------|-----------|
| 1. Benar | 6. Benar  |
| 2. Salah | 7. Salah  |
| 3. Benar | 8. Benar  |
| 4. Salah | 9. Benar  |
| 5. Salah | 10. Benar |

Pedoman Penskoran

Jumlah skor maksimal = 10

**Nilai = jumlah skor x 10**

## Pembelajaran 4

### A. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui studi pustaka, Ananda dapat memahami sistem pendengaran manusia
2. Melalui studi pustaka, Ananda dapat memahami sistem sonar pada hewan
3. Melalui studi pustaka, Ananda dapat memahami pemanfaatan bunyi dalam teknologi

### B. Peran Orang Tua dan Guru

Ananda bisa meminta bantuan dari orang tua dan guru untuk:

- memahami bahan ajar dari guru tentang kegiatan yang akan Ananda lakukan.
- memahami konsep dan gambar yang ada dalam bahan ajar ini jika menemui kesulitan saat mempelajarinya.
- menyiapkan media/alat, bahan dan sumber belajar yang Ananda butuhkan untuk kegiatan pembelajaran setiap hari.
- menyelesaikan tugas yang diberikan dan menyerahkannya kepada guru sesuai dengan jadwal yang ditentukan, baik secara langsung atau mengirim melalui link yang diberikan.

### C. Aktivitas Pembelajaran

#### Aktivitas 1

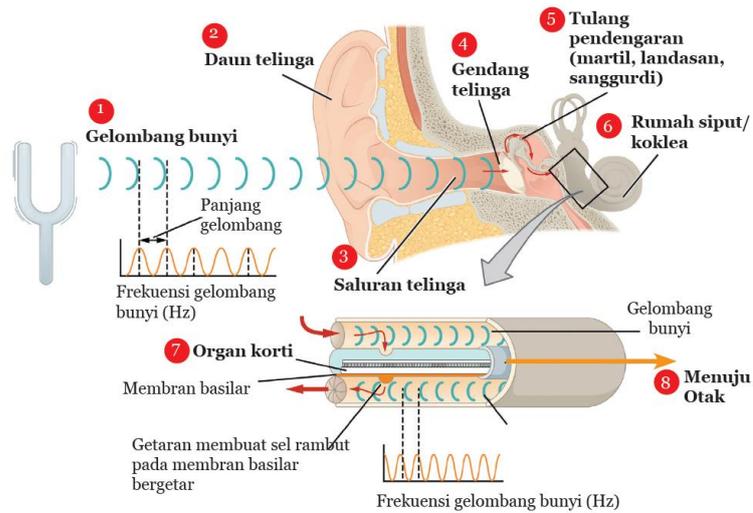
Memahami Sistem Pendengaran Manusia

1. Bacalah materi berikut!

#### Sistem Pendengaran Manusia

Maha Besar Tuhan yang telah menciptakan manusia dengan beragam organ, salah satunya telinga yang memungkinkan kita dapat mendengar bunyi. Apakah semua bunyi dapat didengar oleh manusia? Manusia hanya dapat mendengar bunyi yang memiliki frekuensi 20 - 20.000 Hz, yang disebut audiosonik. Bunyi yang memiliki frekuensi kurang dari 20 Hz disebut infrasonik. Bunyi infrasonik hanya mampu didengar oleh hewan-hewan tertentu seperti jangkrik dan anjing. Bunyi dengan frekuensi di atas 20.000 Hz disebut ultrasonik. Kelelawar, lumba-lumba, dan anjing adalah contoh hewan yang dapat mendengar bunyi ultrasonik

Bagaimana proses mendengar pada manusia? Perhatikan Gambar 4.10. berikut!

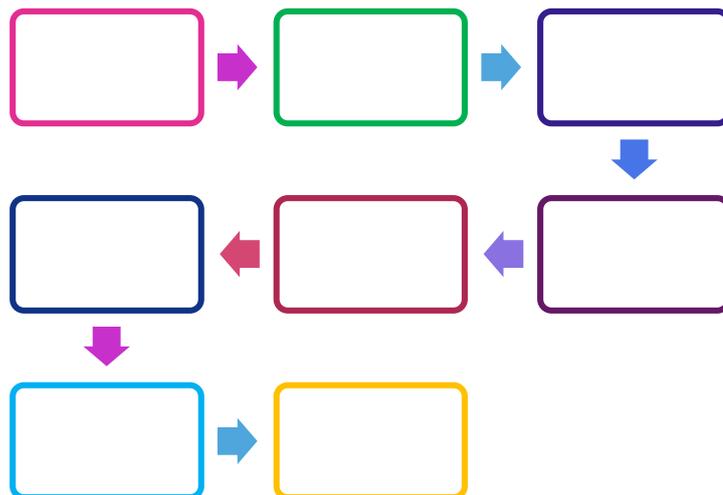


Sumber: oerpub.github.io

Gambar 4.10 Proses Mendengar pada Manusia

Proses mendengar dimulai dari adanya gelombang suara yang masuk ke dalam lubang telinga yang akan menggetarkan gendang telinga (membran timpani). Getaran membran timpani ditransmisikan melintasi telinga tengah melalui tiga tulang kecil, yaitu: tulang martil, landasan, dan sanggurdi. Getaran dari tulang sanggurdi ditransmisikan ke telinga dalam melalui membran jendela oval ke dalam ruangan koklea. Di bagian dalam koklea terdapat organ korti. Organ korti berisi cairan sel-sel rambut yang sangat peka. Inilah reseptor getaran yang sebenarnya. Sel-sel rambut ini akan bergerak ketika ada getaran di dalam koklea, sehingga menstimulasi getaran yang diteruskan oleh saraf auditori ke otak.

2. Berdasarkan Gambar 4.10, lengkapi bagan proses mendengar pada manusia berikut!



## Aktivitas 2

### Memahami Sistem Sonar pada Hewan

#### 1. Bacalah materi berikut!

#### Sistem Sonar pada Hewan

Pernahkah Ananda melihat anjing menggerakkan telinganya? Anjing sering menggerakkan telinga ketika melakukan pelacakan atau berburu. Beberapa mamalia akan menggunakan daun telinga untuk memfokuskan suara yang diterimanya. Sistem ini disebut sistem sonar yaitu sistem yang digunakan untuk mendeteksi tempat dalam melakukan pergerakan dengan deteksi suara frekuensi tinggi (ultrasonik).

##### a. Kelelawar

Kelelawar dapat mengeluarkan dan menerima gelombang ultrasonik dengan frekuensi di atas 20.000 Hz pada saat ia terbang. Gelombang yang dikeluarkan akan dipantulkan kembali oleh objek yang akan dilewatinya dan diterima oleh *receiver* (alat penerima) yang berada di tubuh kelelawar. Kemampuan kelelawar untuk menentukan lokasi ini disebut dengan ekolokasi.



Sumber : [www.hngn.com](http://www.hngn.com).

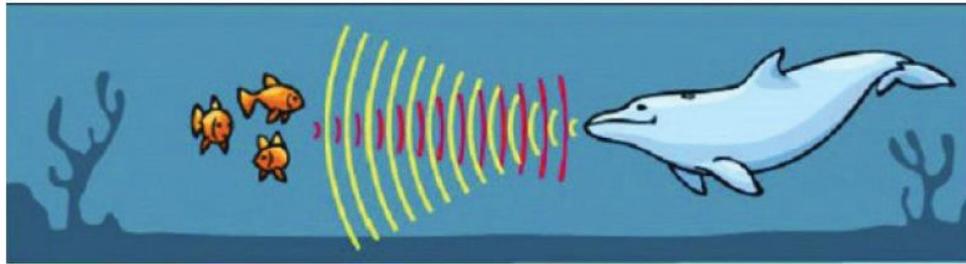
Gambar 4.11 Sistem Sonar pada Kelelawar

Pada saat terbang dan berburu, kelelawar akan mengeluarkan bunyi yang frekuensinya tinggi, kemudian mendengarkan gema yang dihasilkan. Pada saat kelelawar mendengarkan gema, kelelawar hanya akan terfokus pada suara yang dipancarkannya sendiri. Rentang frekuensi yang mampu didengar oleh makhluk ini terbatas, sehingga kelelawar harus mampu menghindari efek Doppler yang muncul. Kelelawar akan menyesuaikan besar frekuensi suara yang dipancarkannya agar dapat menghindari efek Doppler. Misalnya, kelelawar akan mengirimkan suara berfrekuensi tinggi untuk mendeteksi lalat yang bergerak menjauh, sehingga pantulannya tidak hilang.

##### b. Lumba-Lumba

Lumba-lumba dapat dilihat di permukaan air, namun sebagian besar waktu mereka di kedalaman lautan yang cukup gelap. Lumba-lumba mempunyai

sistem yang memungkinkan untuk berkomunikasi dan menerima rangsangan, yaitu sistem sonar.



Sumber : [www.hngn.com](http://www.hngn.com).

Gambar 4.12 Sistem Sonar pada Lumba-Lumba

Bagaimana cara kerja sistem sonar pada lumba-lumba? Lumba-lumba bernapas melalui lubang yang ada di atas kepalanya. Di bawah lubang ini, terdapat kantung-kantung kecil berisi udara. Agar dapat menghasilkan suara berfrekuensi tinggi, lumba-lumba mengalirkan udara pada kantung-kantung ini. Kantung udara ini juga berperan sebagai alat pemfokus bunyi. Kemudian, bunyi ini dipancarkan ke segala arah secara terputus-putus.

Gelombang bunyi lumba-lumba akan dipantulkan kembali bila membentur suatu benda. Pantulan gelombang bunyi tersebut ditangkap di bagian rahang bawahnya yang disebut “jendela akustik”. Dari bagian tersebut, informasi bunyi diteruskan ke telinga bagian tengah, dan akhirnya ke otak untuk diterjemahkan. Dengan cara tersebut, lumba-lumba mengetahui lokasi, ukuran, dan pergerakan mangsanya. Lumba-lumba juga mampu saling berkirir pesan walaupun terpisahkan oleh jarak lebih dari 220 km. Lumba-lumba berkomunikasi untuk menemukan pasangan dan saling mengingatkan akan bahaya.

Tulislah perbedaan sistem sonar pada kelelawar dan lumba-lumba!

Sistem Sonar Kelelawar	Sistem Sonar Lumba-Lumba

### Aktivitas 3

#### Memahami Pemanfaatan Bunyi dalam Teknologi

Bunyi memiliki banyak manfaat bagi kehidupan manusia. Apakah Ananda tahu apa saja pemanfaatan bunyi dalam teknologi?

Carilah informasi di buku paket, kemudian pasangkan dengan memberi garis penghubung pernyataan di kiri dengan istilah di kanan yang sesuai.

Teknik pencitraan untuk diagnosis dengan menggunakan gelombang ultrasonik.

Digunakan untuk melihat struktur internal dalam tubuh, seperti tendon, otot, sendi, pembuluh darah, bayi yang berada dalam kandungan, dan berbagai jenis penyakit, seperti kanker

Ultrasonografi

Sonar

Terapi Ultrasonik

Terapi yang menggunakan gelombang ultrasonik untuk keperluan medis, yaitu dengan memancarkan gelombang dengan frekuensi tinggi pada jaringan tubuh.

Contoh: terapi fisik, yang biasa digunakan untuk menangani keseleo pada ligamen, keseleo pada ototendonitis, inflamasi sendi, dan osteoarthritis.

Pembersih Ultrasonik

Sonifikasi

Pengujian Ultrasonik

Merupakan proses pemberian energi gelombang ultrasonik pada suatu bahan, sehingga bahan tersebut dapat dipecah menjadi bagian yang sangat kecil.

Pada alat pembuatan kertas, juga terdapat alat yang memancarkan gelombang ultrasonik pada serat selulosa, sehingga tersebar lebih merata dan menjadikan kertas lebih kuat

#### D. Latihan

Lengkapi pernyataan berikut!

1. Bunyi \_\_\_\_\_ memiliki frekuensi kurang dari 20 Hz
2. Telinga manusia dapat mendengar bunyi yang frekuensinya \_\_\_\_\_
3. Hewan yang dapat mendengar bunyi infrasonik adalah \_\_\_\_\_
4. Hewan yang dapat mendengar bunyi ultrasonik adalah \_\_\_\_\_
5. Gelombang suara yang masuk ke dalam lubang telinga akan menggetarkan \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_ merupakan suatu metode penggunaan gelombang ultrasonik untuk menaksir ukuran, bentuk, letak, dan kedalaman benda-benda.
7. Kemampuan kelelawar untuk menentukan lokasi ini disebut dengan \_\_\_\_\_
8. Pantulan gelombang bunyi ditangkap di bagian rahang bawah lumba-lumba yang disebut \_\_\_\_\_
9. Ultrasonografi (USG) merupakan teknik pencitraan untuk diagnosis dengan menggunakan gelombang \_\_\_\_\_
10. Sonar (Sound Navigation and Ranging) yang digunakan untuk menentukan kedalaman dasar lautan dengan cara memancarkan bunyi ke dalam air meniru sonar dari hewan \_\_\_\_\_

#### E. Rangkuman

1. Telinga manusia mampu mendengar bunyi dengan frekuensi 20-20.000 Hz yang disebut bunyi audiosonik. Beberapa hewan dapat mendengar bunyi dengan frekuensi di bawah 20 Hz yang disebut bunyi infrasonik, dan bunyi dengan frekuensi di atas 20.000 Hz yang disebut bunyi ultrasonik.
2. Sonar merupakan suatu sistem penggunaan gelombang ultrasonik untuk menaksirkan ukuran, bentuk, atau kedalaman yang biasa dipakai di kapal atau hewan tertentu seperti lumba-lumba dan kelelawar.

#### F. Refleksi

##### **Petunjuk:**

Isilah kolom-kolom berikut untuk melakukan refleksi dan penilaian diri atas pencapaian hasil yang telah Ananda peroleh. Tunjukkan kepada orang tua dan guru untuk mendapat persetujuan. Jika tidak memungkinkan untuk bertemu dengan gurumu secara langsung, sampaikan hasil refleksimu kepada guru mata pelajaran melalui link yang diberikan.

❁ Refleksi pemahaman materi

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi baru Ananda pelajari tentang Sistem Pendengaran pada Manusia, Sistem Sonar pada Hewan, dan Pemanfaatan Bunyi dalam Teknologi pada kolom-kolom berikut.

Yang sudah saya pelajari pada materi ini adalah

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

Hal baru yang saya pelajari adalah

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

❁ Refleksi proses belajar

Lingkari atau beri tanda √ pada angka yang sesuai untuk menggambarkan kesungguhan Ananda untuk mempelajari Sistem Pendengaran pada Manusia, Sistem Sonar pada Hewan, dan Pemanfaatan Bunyi dalam Teknologi

Upaya yang telah saya lakukan untuk mempelajari materi ini:

Tidak belajar    ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩    Belajar dengan sungguh-sungguh

❁ Refleksi sikap

Tuliskan tanda √ pada kolom yang sesuai dengan sikap yang Ananda tunjukkan selama belajar tentang Sistem Pendengaran pada Manusia, Sistem Sonar pada Hewan, dan Pemanfaatan Bunyi dalam Teknologi.

	👍	👍👍	👍👍👍
Mensyukuri anugerah Tuhan			
Tanggung jawab			
Kejujuran			
Kedisiplinan			

❁ Refleksi tindak lanjut

Setelah Ananda mempelajari Getaran, Gelombang, Bunyi, dan Aplikasinya dalam Teknologi, apakah Ananda sudah bersyukur kepada Tuhan dan menjaga kesehatan sebagai wujud syukur?

Tuliskan tanda  $\surd$  pada kolom yang sesuai dengan tindakan yang akan Ananda lakukan sebagai wujud syukur atas karunia Tuhan.

No	Upaya	Ya	Tidak
1	Rutin membersihkan telinga dengan benar		
2	Menjaga kesehatan telinga dengan menjauhkan diri dari sumber bunyi yang berpotensi merusak pendengaran		
3	Rutin memeriksakan kondisi telinga ke dokter atau ahli telinga-hidung-tenggorokan (THT)		
4	Mensyukuri keistimewaan penciptaan sistem sonar pada hewan, sehingga dapat diterapkan dalam berbagai teknologi		

### G. Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran

Kunci Jawaban

1. Infrasonik
2. 20-20.000 Hz
3. Jangkrik atau anjing
4. Kelelawar, lumba-lumba, atau anjing
5. Gendang telinga
6. Sonar atau Sound Navigation and Ranging
7. Ekolokasi
8. Jendela akustik
9. Ultrasonik
10. Lumba-lumba

Pedoman Penskoran

Jumlah skor maksimal = 10

$$\text{Nilai} = \text{jumlah skor} \times 10$$

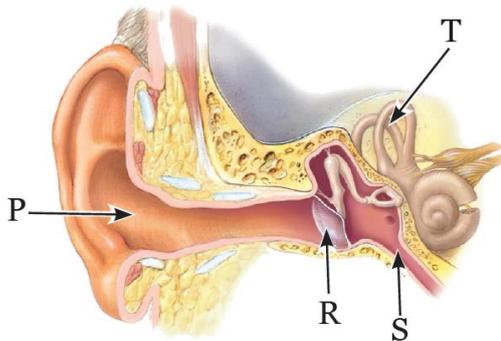


## Evaluasi

**Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!**

1. Sebuah bandul digetarkan selama 1 menit sehingga menghasilkan 40 getaran. Periode bandul tersebut adalah ....
  - A. 0,15 s
  - B. 0,25 s
  - C. 0,33 s
  - D. 1,5 s
2. Perbedaan yang mendasar antara gelombang transversal dan gelombang longitudinal adalah ....
  - A. periodenya
  - B. frekuensinya
  - C. arah getarnya
  - D. panjang gelombangnya
3. Sebuah gelombang merambat dengan kecepatan 340 m/s. Jika frekuensi gelombang adalah 50 Hz, panjang gelombang dari gelombang tersebut adalah ....
  - A. 1,7 m
  - B. 2,9 m
  - C. 3,9 m
  - D. 6,8 m
4. Resonansi hanya dapat terjadi apabila ....
  - A. frekuensinya sama
  - B. frekuensinya berbeda
  - C. amplitudo sama
  - D. amplitudo berbeda
5. Perbedaan antara gema dan gaung terletak pada ....
  - A. amplitudo dan frekuensinya
  - B. kelengkapan kata yang terdengar
  - C. jarak sumber bunyi dengan pendengar
  - D. jarak sumber bunyi dengan dinding pemantul
6. Bunyi pantul akan memperkuat bunyi asli jika ....
  - A. dinding pemantul terbuat dari bahan yang lunak
  - B. jarak dinding pemantul cukup dekat
  - C. jarak dinding pemantul cukup jauh
  - D. tidak ada bidang pantul

7. Dari permukaan air laut, sinyal bunyi dikirim ke dasar laut. Sinyal tersebut dipantulkan dan diterima kembali setelah 12 sekon. Jika cepat rambat bunyi dalam air adalah 1.800 m/s, maka kedalaman laut di tempat itu adalah ....
  - A. 5.400 m
  - B. 8.100 m
  - C. 10.800 m
  - D. 21.600 m
  
8. Telinga manusia normal mampu mendengar bunyi yang memiliki frekuensi ....
  - A. kurang dari 20.000 Hz
  - B. antara 20 – 20.000 Hz
  - C. antara 20.000 – 200.000 Hz
  - D. lebih dari 200.000 Hz
  
9. Perhatikan gambar irisan telinga berikut ini! Gendang telinga, saluran eustachius, dan saluran setengah lingkaran ditunjukkan secara berturut-turut dengan huruf .....



Sumber: Campbell *et al.* 2008

- A. P, S, dan R
  - B. P, R, dan T
  - C. R, S, dan T
  - D. P, S, dan T
  
10. Pada saat mendengar suara yang sangat keras, sebaiknya kita membuka mulut. Tujuan dari tindakan tersebut adalah ....
  - A. dapat bernapas lega
  - B. suara dapat masuk ke rongga mulut
  - C. tekanan udara telinga tengah sama dengan telinga luar
  - D. gelombang suara keras terpecah masuk ke dalam tubuh

## Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran

### Kunci Jawaban

- 11. D
- 12. C
- 13. D
- 14. A
- 15. D
- 16. B
- 17. C
- 18. B
- 19. C
- 20. C

### Pedoman Penskoran

Nilai = jumlah benar x 10

Berapakah pencapaianmu?		
		
100 – 80	70 – 50	<50

Rencana saya untuk mencapai hasil maksimal pada pembelajaran berikutnya.



# MODUL 5

## MENYELIDIKI PEMBENTUKAN BAYANGAN PADA CERMIN DAN LENSA

### Pembelajaran 1

#### A. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui penyelidikan, Ananda dapat menganalisis sifat-sifat cahaya.

#### B. Peran Orang Tua dan Guru

Ananda bisa meminta bantuan dari orang tua dan guru untuk:

- memahami bahan ajar dari guru tentang kegiatan yang akan Ananda lakukan.
- memahami konsep dan gambar yang ada dalam bahan ajar ini jika menemui kesulitan saat mempelajarinya.
- menyiapkan media/alat, bahan dan sumber belajar yang Ananda butuhkan untuk kegiatan pembelajaran setiap hari.
- menyelesaikan tugas yang diberikan dan menyerahkannya kepada guru sesuai dengan jadwal yang ditentukan, baik secara langsung atau mengirim melalui link yang diberikan.

#### C. Aktivitas Pembelajaran

##### Aktivitas 1

##### Mengamati Perambatan Cahaya

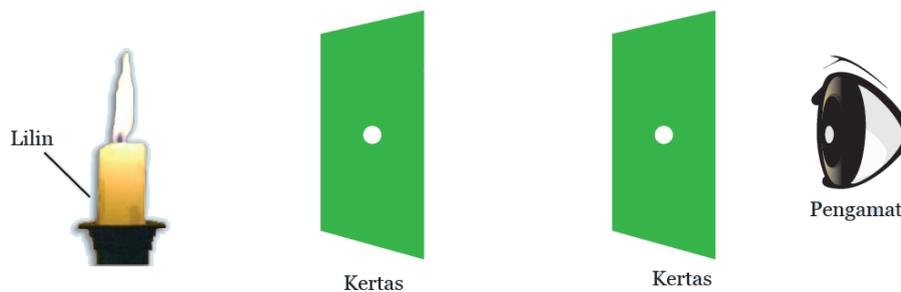
Coba perhatikan sejenak situasi di depan Ananda, kemudian pejamkan mata Ananda sejenak. Dengan posisi mata masih tertutup, letakkan telapak tangan Ananda menutupi kedua mata. Apa yang Ananda rasakan? Apakah ada perbedaan yang Ananda rasakan ketika ada cahaya yang masuk ke mata dengan ketika tidak ada? Ketika tidak ada cahaya yang masuk ke mata, maka kita akan mengalami kegelapan sehingga tidak bisa melihat apa yang ada di depan kita.

Apakah cahaya itu? Cahaya merupakan salah satu bentuk gelombang yang dapat merambat tanpa memerlukan medium. Cahaya tidak mempunyai wujud, namun cahaya ada dan dapat dirasakan keberadaannya. Dengan adanya cahaya, Ananda dapat melihat dunia ini beserta isinya. Bayangkan jika tidak ada cahaya, kita hanya akan mengalami kegelapan dan tidak dapat melihat indahnya ciptaan Tuhan. Maha

Kuasa Tuhan yang telah menciptakan cahaya. Kita wajib bersyukur kepada Tuhan atas karunia cahaya yang diberikan kepada kita.

Bagaimana sifat-sifat cahaya? Lakukan kegiatan berikut untuk memahami sifat-sifat cahaya. (Ananda dapat melakukan kegiatan ini bersama-sama dengan guru, teman, atau orang tua).

1. Siapkan alat dan bahan berikut:
  - a. 1 buah lilin
  - b. 2 lembar kertas
  - c. 1 buah gunting
2. Lubangi kertas pada bagian tengahnya.
3. Nyalakan lilin.
4. Susunlah set percobaan seperti pada Gambar 5.1. Ananda dapat meminta bantuan teman atau orang tua untuk memegang kertas.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.1. Percobaan Perambatan Cahaya

5. Bagaimana posisi lubang pada kedua kertas agar mata dapat melihat nyala lilin melalui lubang pada kertas?  
.....
6. Apa yang terjadi jika posisi kedua lubang pada kertas dan mata tidak berada dalam satu garis lurus?  
.....
7. Kesimpulan apa yang dapat Ananda tarik dari kegiatan ini terkait dengan perambatan cahaya?  
.....  
.....

## Petunjuk

Mintalah bimbingan dari guru atau orang tua jika Ananda mengalami kesulitan dalam mengerjakan aktivitas ini.

Tunjukkan kepada guru, hasil pekerjaan yang telah Ananda kerjakan untuk mendapatkan masukan. Jika disampaikan saat pembelajaran daring, maka buatlah laporan kegiatanmu tersebut dan kirimkan melalui link yang ditentukan oleh guru mata pelajaranmu untuk mendapat masukan dari guru dan teman-temanmu.

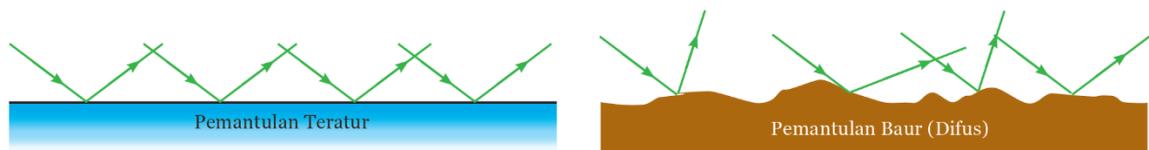
Berdasarkan percobaan, dapat diketahui bahwa cahaya lilin dapat terlihat bila posisi lubang kertas berada pada satu garis lurus dengan mata. Jika posisi kedua lubang pada kertas dan mata tidak berada dalam satu garis lurus maka cahaya lilin tidak terlihat. Hal ini membuktikan bahwa salah satu sifat cahaya adalah cahaya merambat lurus.

## Aktivitas 2

### Menyelidiki Pemantulan Cahaya

Pernahkah Ananda mengamati cahaya Bulan di malam hari? Indah bukan? Bulan tidak memancarkan cahaya sendiri, melainkan memantulkan cahaya Matahari. Maha besar Tuhan yang menciptakan benda-benda langit tersebut yang menerangi Bumi kita.

Berapa kali dalam sehari Ananda melihat ke cermin? Apa yang anda amati di cermin? Bayangan Ananda ada di cermin karena proses pemantulan cahaya. Demikian pula halnya benda-benda dalam kehidupan sehari-hari, kita bisa melihat benda-benda tersebut jika ada cahaya dari sumber cahaya yang dipantulkan benda ke mata kita. Cahaya memiliki sifat dapat dipantulkan jika menumbuk suatu permukaan bidang. Pemantulan baur terjadi jika cahaya dipantulkan oleh bidang yang tidak rata sedangkan pemantulan teratur terjadi jika cahaya dipantulkan oleh bidang yang rata.

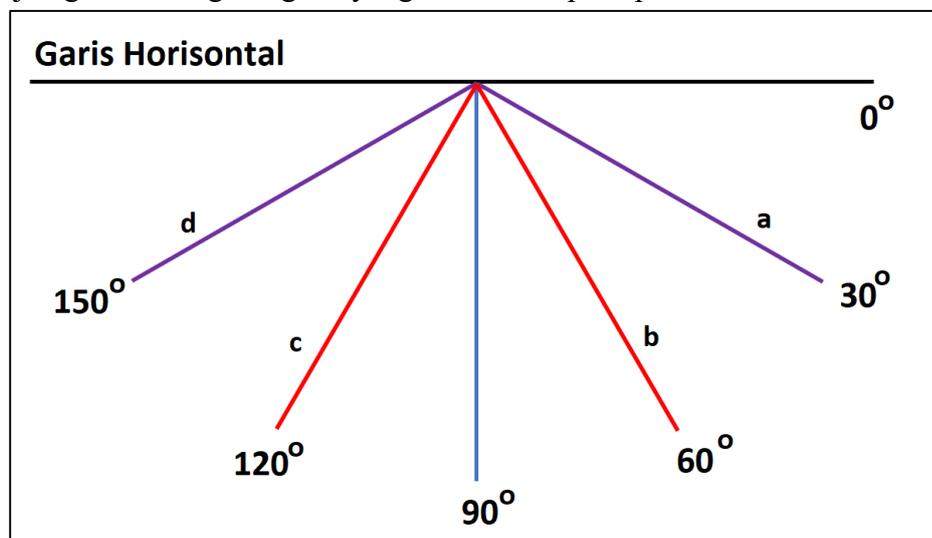


Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.2 Pemantulan Teratur dan Pemantulan Baur

Bagaimana pemantulan cahaya pada benda? Bersama-sama dengan guru, teman, atau orang tua, lakukan kegiatan penyelidikan berikut untuk memahami pemantulan cahaya.

1. Siapkan alat dan bahan berikut:
  - a. Lampu senter atau laser pointer (pastikan Ananda berhati-hati jika menggunakan laser pointer dengan tidak mengarahkan ke mata)
  - b. Cermin datar
  - c. Kertas karbon atau kertas berwarna gelap yang tidak tembus cahaya
  - d. Kertas HVS
  - e. Penggaris
  - f. Busur derajat
2. Tutuplah kaca lampu senter dengan kertas karbon yang tengahnya diberi lubang kecil.
3. Ambil kertas HVS. Gambarlah garis mendatar. Dengan menggunakan busur derajat, gambarlah garis-garis yang bersudut seperti pada Gambar 5.3 berikut.

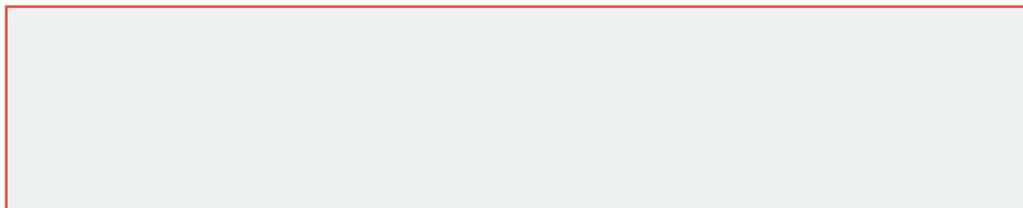


Sumber: Dok. Yati Kurniawati  
Gambar 5.3 Garis-Garis pada Kertas

4. Letakkan cermin di garis horizontal. Arahkan cahaya senter ke cermin pada lintasan a. Gambarlah lintasan cahaya di kertas HVS.



5. Arahkan cahaya senter ke cermin pada lintasan b. Gambarlah lintasan cahaya di kertas HVS.



6. Garis yang tegak lurus dengan garis horisontal adalah garis normal. Sudut datang adalah sudut yang dibentuk oleh sinar datang dengan garis normal, sedangkan sudut pantul adalah sudut yang dibentuk oleh sinar pantul dengan garis normal.

Bagaimana besar sudut datang dibandingkan sudut pantul pada percobaan ini?

.....

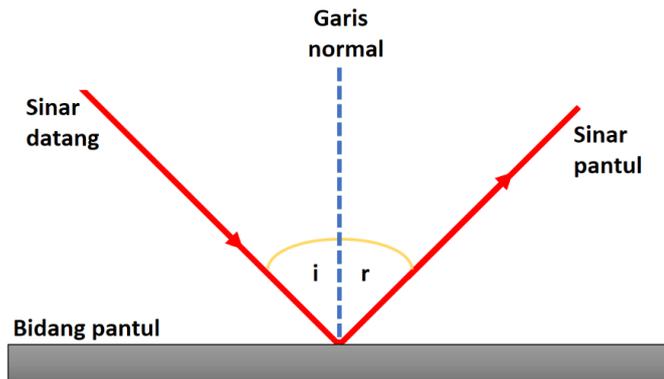
7. Kesimpulan apa yang dapat Ananda tarik dari kegiatan ini?

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

### **Petunjuk**

Mintalah bimbingan dari guru atau orang tua jika Ananda mengalami kesulitan dalam mengerjakan aktivitas ini. Tunjukkan kepada guru, hasil pekerjaan yang telah Ananda kerjakan untuk mendapatkan masukan. Jika disampaikan saat pembelajaran daring, maka buatlah laporan kegiatanmu tersebut dan kirimkan melalui link yang ditentukan oleh guru mata pelajaranmu untuk mendapat masukan dari guru dan teman-temanmu

Cahaya akan dipantulkan jika menumbuk suatu permukaan bidang. Pemantulan cahaya memenuhi hukum Snellius tentang pemantulan cahaya yaitu: 1) sinar datang, sinar pantul, dan garis normal terletak pada satu bidang datar dan 2) besar sudut datang sama dengan sudut pantul.



Keterangan:  $i$  = sudut datang,  $r$  = sudut pantul

Sumber: Dok. Yati Kurniawati

Gambar 5.4 Pemantulan Cahaya

Kemampuan Ananda untuk membedakan warna, tidak terlepas dari sifat cahaya yang dapat dipantulkan. Cahaya yang mengenai benda sebagian akan dipantulkan ke mata dan sebagian lagi akan diserap benda sebagai energi. Mata melihat benda berwarna merah karena ketika ada cahaya yang mengenai benda dan hanya spektrum cahaya merah yang dipantulkan oleh benda ke mata, sedangkan spektrum warna lainnya diserap oleh benda tersebut

### Aktivitas 3

#### Menyelidiki Pembiasan Cahaya

Apakah Ananda tahu jika kolam renang lebih dalam daripada yang terlihat? Mengapa hal ini terjadi? Cahaya merambat lurus, tetapi apabila cahaya merambat pada medium yang berbeda cahaya akan mengalami pembiasan cahaya. Pembiasan cahaya adalah pembelokan cahaya yang merambat pada medium yang berbeda kerapatannya karena perubahan kecepatan cahaya. Dasar kolam tampak lebih dangkal dari sebenarnya, sebatang pensil yang dicelupkan ke dalam air tampak bengkok, merupakan contoh kejadian sehari-hari yang berkaitan dengan terjadinya pembiasan cahaya.

Bagaimana pembiasan cahaya pada benda? Bersama-sama dengan guru, teman, atau orang tua, lakukan kegiatan penyelidikan berikut.

1. Siapkan alat dan bahan berikut:
  - a. Gelas
  - b. Sendok
  - c. Air
2. Isi gelas dengan air hingga terisi  $\frac{3}{4}$  bagian gelas
3. Masukkan sendok ke dalam air.

4. Amati bentuk sendok yang berada di dalam air dan di atas air.

5. Apa yang terjadi pada sendok?

.....

6. Gambarlah hasil pengamatan Ananda.



7. Jelaskan mengapa peristiwa tersebut dapat terjadi!

.....

8. Kesimpulan apa yang dapat Ananda tarik dari kegiatan ini?

.....

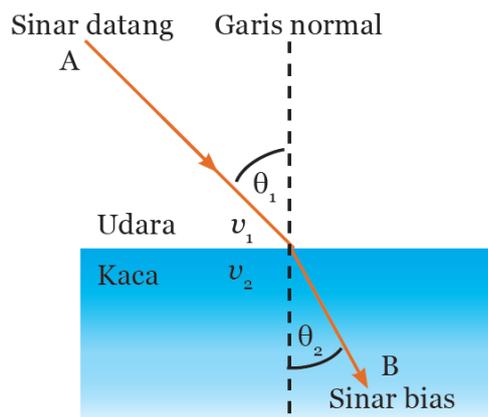
.....

.....

### **Petunjuk**

Mintalah bimbingan dari guru atau orang tua jika Ananda mengalami kesulitan dalam mengerjakan aktivitas ini. Tunjukkan kepada guru, hasil pekerjaan yang telah Ananda kerjakan untuk mendapatkan masukan. Jika disampaikan saat pembelajaran daring, maka buatlah laporan kegiatanmu tersebut dan kirimkan melalui link yang ditentukan oleh guru mata pelajaranmu untuk mendapat masukan dari guru dan teman-temanmu

Cahaya akan dibiaskan ketika melalui dua medium yang memiliki kerapatan optik yang berbeda. Kecepatan cahaya akan menurun saat memasuki medium yang lebih rapat. Semakin besar perubahan kecepatan cahaya saat melalui dua medium yang berbeda, akan semakin besar pula efek pembiasan yang terjadi. Akan tetapi jika cahaya masuk dengan posisi tegak lurus bidang batas kedua medium, pembiasan tidak akan terjadi.



Sumber: Dok. Kemdikbud  
Gambar 5.5 Pembiasan Cahaya

Setiap medium mempunyai suatu indeks bias tertentu, yang merupakan suatu ukuran seberapa besar suatu bahan membiaskan cahaya. Indeks bias suatu zat adalah perbandingan kelajuan cahaya di udara dengan kelajuan cahaya di dalam zat tersebut. Kelajuan cahaya di udara selalu lebih besar daripada di dalam zat lain. Semakin besar indeks bias suatu zat, semakin besar cahaya dibelokkan oleh zat tersebut.

Hukum Pembiasan Cahaya: (1) Jika sinar datang dari zat optik kurang rapat ke zat optik lebih rapat, maka sinar dibiaskan mendekati garis normal; (2) Jika sinar datang dari zat optik lebih rapat ke zat optik kurang rapat, maka sinar dibiaskan menjauhi garis normal; dan (3) Sinar datang, garis normal, dan sinar bias terletak pada satu bidang datar.

Sumber utama cahaya di Bumi adalah dari Matahari yang memancarkan gelombang cahayanya melalui ruang angkasa. Gelombang cahaya matahari memancar ke segala arah sampai ke bumi meskipun melalui ruang hampa udara. Hal ini menunjukkan gelombang cahaya dapat merambat pada ruang kosong (hampa udara) tanpa adanya materi. Gelombang cahaya terbentuk karena adanya perubahan medan magnet dan medan listrik secara periodik, sehingga merupakan gelombang elektromagnet.

#### D. Latihan

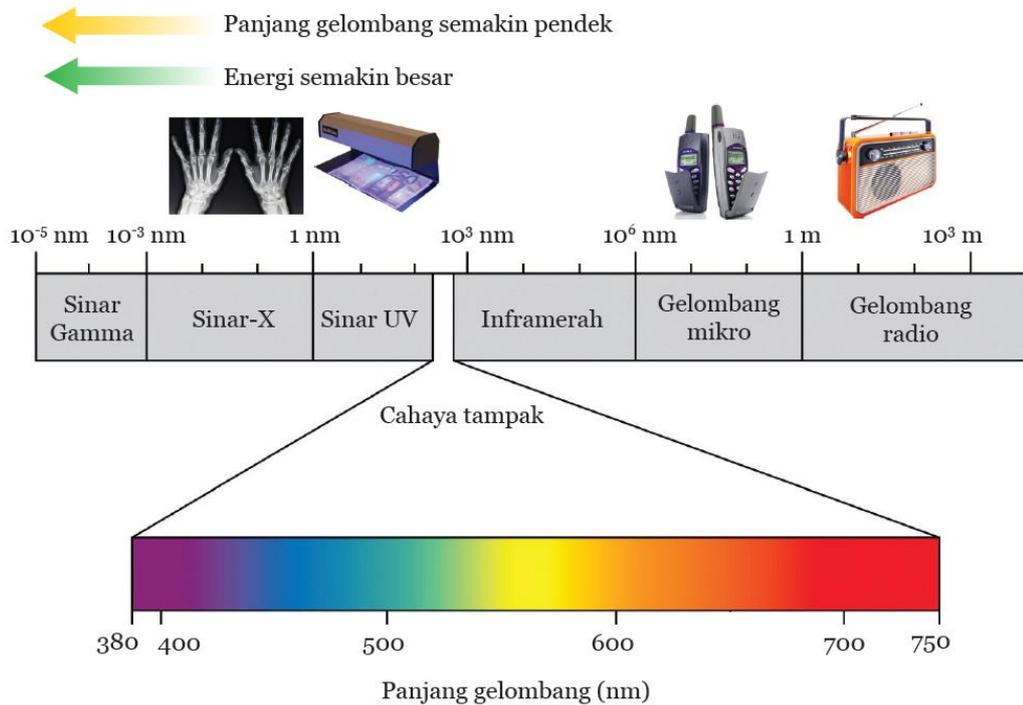
1. Bacalah masing-masing pernyataan. Pilihlah jawaban yang benar dengan mencoret jawaban yang tidak benar pada pilihan jawaban yang dicetak tebal.
  - i. Cahaya merambat **lurus** / tidak lurus.
  - ii. Pemantulan cahaya pada permukaan kayu yang kasar merupakan contoh pemantulan **baur** / teratur.
  - iii. Besar sudut datang **lebih kecil** / sama dengan besar sudut pantul.

- iv. Cahaya akan **dipantulkan** / **dibiaskan** ketika melalui dua medium yang memiliki kerapatan optik yang berbeda.
- v. Pada saat cahaya merambat dari udara masuk ke kaca dengan membentuk sudut tertentu, cahaya itu dibiaskan **mendekati** / **menjauhi** garis normal.
- vi. Cahaya merambat **lebih cepat** / **lebih lambat** di medium udara daripada dalam zat padat atau cair.
- vii. Cahaya **memerlukan** / **tidak memerlukan** medium dalam perambatannya.
- viii. Cahaya merupakan gelombang **elektromagnet** / **mekanik**.

2. Pemantulan baur terjadi jika cahaya dipantulkan oleh bidang yang tidak rata sedangkan pemantulan teratur terjadi jika cahaya dipantulkan oleh bidang yang rata. Perhatikan gambar pemantulan pada permukaan air berikut. Tentukan jenis pemantulan cahaya yang terjadi pada permukaan air tersebut.

No.	Pemantulan pada permukaan air	Jenis pemantulan
a.	 <p>Sumber gambar: <a href="http://www.freepik.com">www.freepik.com</a></p>	
b.	 <p>Sumber gambar: <a href="http://www.freepik.com">www.freepik.com</a></p>	

3. Perhatikan gambar spektrum gelombang elektromagnetik berikut.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Lengkapi tabel berikut dengan memberi tanda v pada kolom benar atau salah

No	Pernyataan	Benar	Salah
a.	Cahaya tampak memiliki panjang gelombang 380-750 nm		
b.	Warna cahaya merah memiliki panjang gelombang antara 400-500 nm		
c.	Energi sinar inframerah lebih besar daripada sinar X		
d.	Sinar Gamma memiliki energi yang paling besar		
e.	Frekuensi sinar UV lebih besar daripada inframerah		

### E. Rangkuman

1. Cahaya adalah gelombang.
2. Cahaya memiliki sifat-sifat khusus yaitu merambat lurus, dapat dipantulkan, dapat dibiaskan, dan merupakan gelombang elektromagnetik.
3. Pemantulan cahaya dapat berupa pemantulan baur dan pemantulan teratur. Pada pemantulan baur dan pemantulan teratur besar sudut pantul selalu sama dengan sudut datang cahaya
4. Pemantulan baur terjadi jika cahaya dipantulkan oleh bidang yang tidak rata, seperti aspal, tembok, batang kayu, dan lainnya.

5. Pemantulan teratur terjadi jika cahaya dipantulkan oleh bidang yang rata, seperti cermin datar atau permukaan air danau yang tenang.
6. Cahaya yang mengenai benda sebagian akan dipantulkan ke mata dan sebagian lagi akan diserap benda sebagai energi.
7. Cahaya akan dibiaskan ketika melalui dua medium dengan kerapatan optik yang berbeda.
8. Gelombang cahaya matahari memancar ke segala arah sampai ke bumi meskipun melalui ruang hampa udara. Hal ini menunjukkan gelombang cahaya dapat merambat pada ruang kosong (hampa udara) tanpa adanya materi.

## F. Refleksi

### Petunjuk:

Isilah kolom-kolom berikut untuk melakukan refleksi dan penilaian diri atas pencapaian hasil yang telah Ananda peroleh. Tunjukkan kepada orang tua dan guru untuk mendapat persetujuan. Jika tidak memungkinkan untuk bertemu dengan gurumu secara langsung, sampaikan hasil refleksimu kepada guru mata pelajaran melalui link yang diberikan.

#### ☛ Refleksi pemahaman materi

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi baru Ananda pelajari tentang Sifat-Sifat Cahaya pada kolom-kolom berikut.

Yang sudah saya pelajari pada materi ini adalah

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

Hal baru yang saya pelajari adalah

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

#### ☛ Refleksi proses belajar

Lingkari atau beri tanda  $\surd$  pada angka yang sesuai untuk menggambarkan kesungguhan Ananda untuk mempelajari Sifat-Sifat Cahaya.

Upaya yang telah saya lakukan untuk mempelajari materi ini:

Tidak belajar    ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩    Belajar dengan sungguh-sungguh

☛ Refleksi sikap

Tuliskan tanda ✓ pada kolom yang sesuai dengan sikap yang Ananda tunjukkan selama belajar tentang Sifat-Sifat Cahaya.

	👍	👍👍	👍👍👍
Mensyukuri anugerah Tuhan			
Tanggung jawab			
Kejujuran			
Kedisiplinan			
Percaya diri			

**G. Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran**

Kunci Jawaban

- lurus
  - baur
  - sama dengan
  - dibiaskan
  - mendekati
  - lebih cepat
  - tidak memerlukan
  - elektromagnet
- teratur
  - baur
- benar
  - salah
  - salah
  - benar
  - benar

Pedoman Penskoran

Skor soal nomor 1: 8

Skor soal nomor 2: 2

Skor soal nomor 3: 5

Jumlah skor maksimal = 15

$$\text{Nilai} = \text{jumlah skor} \times 20 : 3$$

## Pembelajaran 2

### A. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui percobaan, Ananda dapat menyimpulkan pembentukan bayangan pada cermin datar.
2. Melalui analisis sinar istimewa, Ananda dapat menggambar pembentukan bayangan pada cermin lengkung.
3. Melalui penggunaan rumus, Ananda dapat menghitung besaran-besaran pada pembentukan bayangan pada cermin lengkung.

### B. Peran Orang Tua dan Guru

Ananda bisa meminta bantuan dari orang tua dan guru untuk:

- memahami bahan ajar dari guru tentang kegiatan yang akan Ananda lakukan.
- memahami konsep dan gambar yang ada dalam bahan ajar ini jika menemui kesulitan saat mempelajarinya.
- menyiapkan media/alat, bahan dan sumber belajar yang Ananda butuhkan untuk kegiatan pembelajaran setiap hari.
- menyelesaikan tugas yang diberikan dan menyerahkannya kepada guru sesuai dengan jadwal yang ditentukan, baik secara langsung atau mengirim melalui link yang diberikan.

### C. Aktivitas Pembelajaran

#### Aktivitas 1

Menyelidiki Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar

Kegiatan apakah yang biasanya Ananda lakukan untuk memastikan kerapian Ananda sebelum berangkat ke sekolah? Bercermin. Tahukah apa jenis cermin yang biasa Ananda gunakan di rumah?

Ananda pasti telah memiliki pengalaman menggunakan cermin datar untuk bercermin. Apakah sifat bayangan yang dihasilkan cermin datar? Bersama-sama dengan guru, teman, atau orang tua, lakukan kegiatan penyelidikan berikut dengan cermat dan berhati-hati.

1. Siapkan alat dan bahan berikut:
  - a. Cermin datar (ukurannya lebih tinggi dari lilin).
  - b. Kertas HVS
  - c. Lilin dan korek

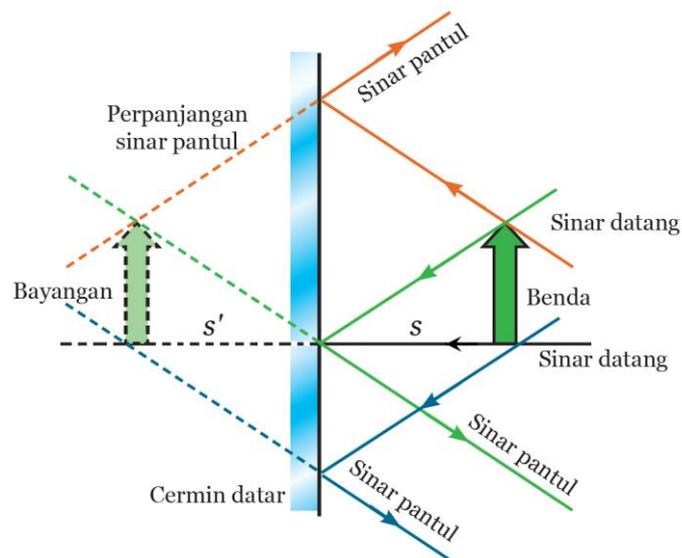
2. Buatlah garis di tengah kertas HVS yang membagi kertas menjadi 2 bagian. Letakkan cermin datar di atas garis tersebut. Ananda dapat meminta bantuan teman atau keluarga untuk membantu memegang cermin. Pastikan Ananda tetap mematuhi protokol kesehatan.
3. Nyalakan lilin. Letakkan lilin yang menyala di depan cermin datar. Ubah beberapa kali jaraknya.
4. Amati pembentukan bayangan yang terjadi pada cermin.
5. Di manakah letak bayangan benda, apakah di depan cermin atau di belakang cermin?  
.....
6. Dapatkan Ananda menangkap bayangan lilin dengan kertas?  
.....
7. Perhatikan posisi bayangan terhadap benda. Apakah posisi bayangan sama tegak dengan pada benda atautkah terbalik atas dan bawahnya?  
.....
8. Apakah bayangan yang dihasilkan sama besar, lebih kecil atau lebih besar dari benda?  
.....
9. Bagaimana jarak bayangan terhadap cermin, apakah sama dengan jarak benda terhadap cermin?  
.....
10. Kesimpulan apa yang dapat Ananda tarik dari kegiatan ini?  
.....  
.....  
.....

**Petunjuk**

Mintalah bimbingan dari guru atau orang tua jika Ananda mengalami kesulitan dalam mengerjakan aktivitas ini. Tunjukkan kepada guru, hasil pekerjaan yang telah Ananda kerjakan untuk mendapatkan masukan. Jika disampaikan saat pembelajaran daring, maka buatlah laporan kegiatanmu tersebut dan kirimkan melalui link yang ditentukan oleh guru mata pelajaranmu untuk mendapat masukan dari guru dan teman-temanmu

Jika seberkas cahaya mengenai cermin datar, maka cahaya akan dipantulkan secara teratur. Bayangan yang dihasilkan cermin datar berada di belakang cermin. Bayangan ini dapat dilihat tetapi tidak dapat ditangkap layar. Jenis bayangan seperti ini disebut bayangan maya atau semu. Cermin datar menghasilkan bayangan maya, sama tegak, dan sama besar dengan bendanya.

Pembentukan bayangan pada cermin datar dapat digambarkan sebagai berikut.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.6 Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar

Apabila dua buah cermin datar diletakkan saling berhadapan (bagian depan cermin menghadap ke ruang yang sama) dengan membentuk sudut tertentu, maka kedua cermin ini akan membentuk bayangan yang banyaknya sama dengan:

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

Keterangan:

$n$  = jumlah bayangan

$\alpha$  = sudut antara kedua cermin

## Aktivitas 2

Menggambar Pembentukan Bayangan pada Cermin Lengkung

Apakah Ananda pernah ke dokter gigi? Jika belum pernah, Ananda dapat bertanya kepada orang-orang di sekitar Ananda untuk mengetahui bagaimana dokter gigi memeriksa gigi berlubang. Salah satu alat yang digunakan dokter gigi adalah cermin cekung. Perhatikan Gambar 5.7 berikut.



Sumber: freepik.com

Gambar 5.7 Memeriksa Gigi dengan Cermin Cekung

Menurut Ananda mengapa dokter gigi menggunakan cermin cekung untuk melihat lubang kecil di gigi? Hal ini terkait dengan sifat bayangan yang dihasilkan cermin cekung.

Apakah Ananda pernah mengamati bayangan di spion? Kaca spion standar terbuat dari cermin cembung.



Sumber: Dok. Yati Kurniawati

Gambar 5.8 Kaca Spion

Coba Ananda amati bayangan benda-benda baik yang dekat maupun yang jauh melalui kaca spion. Dapatkah Ananda menyebutkan sifat bayangan yang dihasilkan cermin cembung? Kaca spion merupakan salah satu kelengkapan kendaraan bermotor yang wajib terpasang. Sebagai warga negara yang baik, pastikan Ananda mematuhi peraturan lalu lintas terkait pemasangan kaca spion dan mengingatkan keluarga atau teman yang belum taat.

Cermin cekung dan cermin cembung merupakan cermin lengkung. Cermin yang irisan permukaannya bagian mengilapnya terdapat di dalam disebut cermin cekung, sedangkan yang bagian mengilapnya terdapat di luar disebut cermin cembung. Cermin cekung bersifat mengumpulkan berkas cahaya (konvergen), sebaliknya

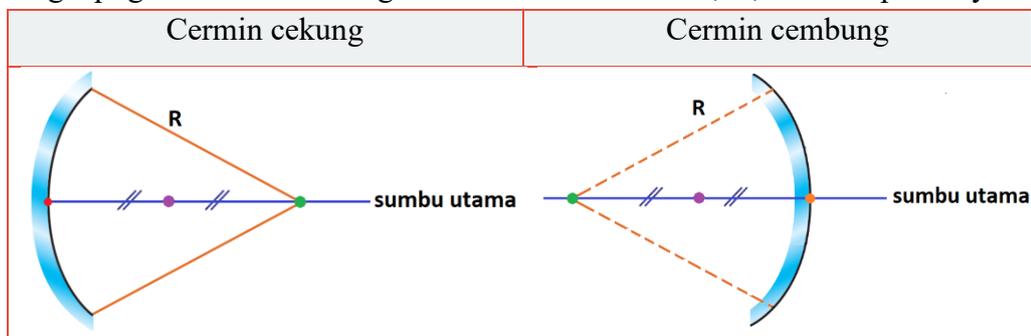
cermin cembung menyebarkan berkas cahaya (divergen). Lakukan kegiatan berikut untuk memahami mengenai cermin lengkung.

1. Bacalah informasi mengenai unsur-unsur cermin lengkung berikut, kemudian lengkapi gambar di bawahnya.

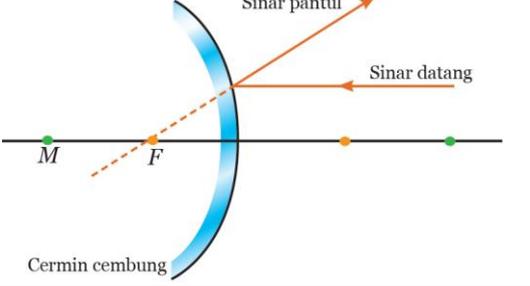
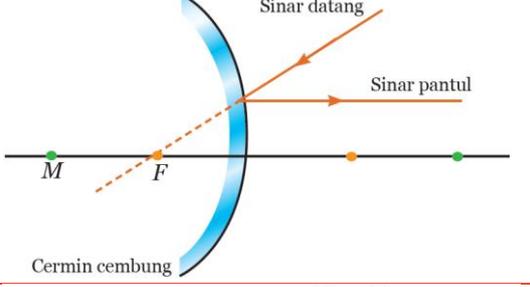
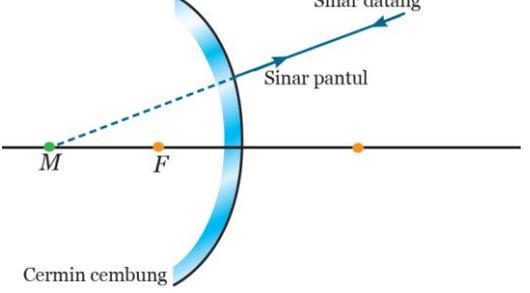
Unsur-unsur cermin lengkung:

- a) Pusat kelengkungan cermin  
Pusat kelengkungan cermin (M) merupakan titik di pusat bola yang diiris menjadi cermin.
- b) Vertex  
Vertex (O) merupakan titik di permukaan cermin di posisi sumbu utama bertemu dengan cermin.
- c) Titik api/fokus  
Titik api (F) adalah titik bertemunya sinar-sinar pantul yang datanginya sejajar dengan sumbu utama (terletak antara vertex dan pusat).
- d) Jari-jari kelengkungan cermin  
Jari-jari kelengkungan cermin (R) adalah jarak dari vertex (O) ke pusat kelengkungan cermin (M).
- e) Jarak fokus  
Jarak fokus cermin (f) adalah jarak dari vertex ke titik api. Pada cermin  $f = \frac{1}{2} R$ .

Lengkapi gambar berikut dengan menuliskan simbol M, O, F sesuai posisinya



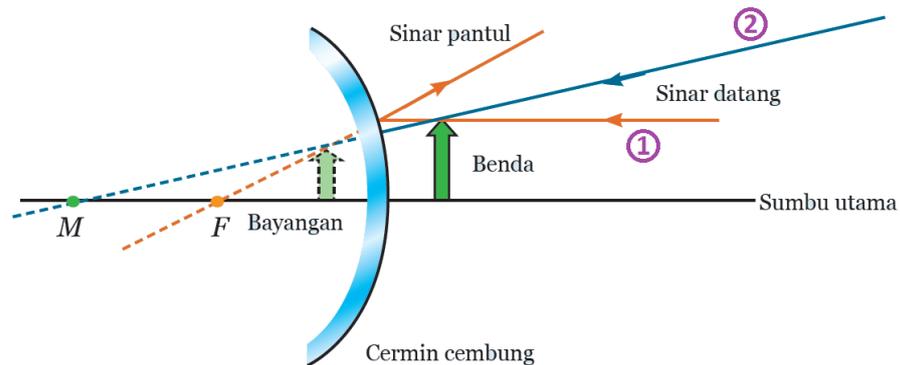
2. Hukum pemantulan cahaya tetap berlaku pada cermin lengkung. Untuk memahami pembentukan bayangan pada cermin lengkung, Ananda dapat melakukan percobaan di sekolah atau menonton video yang dibagikan gurumu. Bagaimana proses pembentukan bayangan pada cermin lengkung? Ananda dapat menggambarkan proses pembentukan bayangan dengan menggunakan sinar-sinar istimewa pada cermin lengkung.
  - a. Cermin Cembung  
Sinar-sinar istimewa pada cermin cembung

Sinar Istimewa	Diagram Sinar
Sinar datang sejajar sumbu utama akan dipantulkan seolah-olah dari titik fokus.	 <p>The diagram shows a convex mirror with its principal axis. A green dot represents the center of curvature (M) and an orange dot represents the focal point (F). A horizontal line represents the principal axis. A blue curved line represents the mirror surface. An orange arrow labeled 'Sinar datang' (incident ray) is parallel to the principal axis and hits the mirror. A dashed orange line labeled 'Sinar pantul' (reflected ray) extends backwards from the point of incidence, passing through the focal point (F).</p>
Sinar datang menuju titik fokus akan dipantulkan sejajar sumbu utama.	 <p>The diagram shows a convex mirror with its principal axis. A green dot represents the center of curvature (M) and an orange dot represents the focal point (F). A horizontal line represents the principal axis. A blue curved line represents the mirror surface. An orange arrow labeled 'Sinar datang' (incident ray) passes through the focal point (F) and hits the mirror. A horizontal orange arrow labeled 'Sinar pantul' (reflected ray) is parallel to the principal axis.</p>
Sinar datang menuju titik pusat kelengkungan cermin akan dipantulkan seolah-olah berasal dari titik pusat kelengkungan cermin pula.	 <p>The diagram shows a convex mirror with its principal axis. A green dot represents the center of curvature (M) and an orange dot represents the focal point (F). A horizontal line represents the principal axis. A blue curved line represents the mirror surface. A blue arrow labeled 'Sinar datang' (incident ray) passes through the center of curvature (M) and hits the mirror. A blue arrow labeled 'Sinar pantul' (reflected ray) passes back through the center of curvature (M).</p>

Ananda dapat menggambar pembentukan bayangan pada cermin lengkung menggunakan dua atau tiga buah sinar istimewa dengan langkah-langkah:

- 1) Pilih sebuah titik pada bagian ujung atas benda dan lukis dua sinar datang melalui titik tersebut menuju cermin.
- 2) Setelah sinar-sinar datang tersebut mengenai cermin, pantulkan kedua sinar tersebut sesuai kaidah sinar istimewa cermin lengkung.
- 3) Tandai titik potong sinar pantul atau perpanjangan sinar-sinar pantul sebagai tempat bayangan benda.
- 4) Gambar perpotongan sinar-sinar pantul tersebut.

Amatilah gambar pembentukan bayangan pada cermin cembung berikut.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.9 Pembentukan Bayangan pada Cermin Cembung

Bayangan terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar pantul, sehingga bayangan tersebut merupakan bayangan maya. Sifat bayangan yang dihasilkan cermin cembung adalah maya, sama tegak, dan diperkecil. Ananda dapat mencoba menggambar pembentukan bayangan dengan mengubah posisi benda semakin menjauhi cermin.

b. Cermin Cekung

Ananda telah mengamati gambar pembentukan bayangan pada cermin cembung. Bagaimana proses pembentukan bayangan pada cermin cekung? Serupa dengan pada cermin cembung, kita dapat menggambarkan proses pembentukan bayangan dengan menggunakan sinar-sinar istimewa. Sinar-sinar istimewa pada cermin cekung.

Sinar Istimewa	Diagram Sinar
Sinar datang sejajar sumbu utama akan dipantulkan melalui titik fokus.	

Sinar Istimewa	Diagram Sinar
Sinar datang melalui titik fokus akan dipantulkan sejajar sumbu utama.	<p>Cermin cekung</p>
Sinar datang melalui titik pusat kelengkungan cermin akan dipantulkan melalui titik pusat kelengkungan cermin pula.	<p>Cermin cekung</p>

Berdasarkan langkah-langkah tersebut, cobalah Ananda menggambarkan pembentukan bayangan pada cermin cekung dan tentukan sifat bayangan yang terjadi.

Posisi Benda	Gambar Pembentukan Bayangan	Sifat Bayangan
Antara O dan F		Maya Sama tegak Diperbesar
Di titik F		

Posisi Benda	Gambar Pembentukan Bayangan	Sifat Bayangan
Antara F dan M		
Di titik M		
Pada jarak > R		

### Aktivitas 3

#### Menghitung Besaran Pada Cermin Lengkung

Tahukah Ananda bahwa kita juga bisa mengetahui sifat bayangan yang dihasilkan cermin lengkung tanpa menggambar? Kita mengetahui sifat bayangan yang dihasilkan cermin lengkung dengan menggunakan persamaan:

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

Kita juga bisa menghitung berapa perbesaran bayangan yang dihasilkan dengan rumus:

$$M = \frac{h'}{h} = \left| \frac{s'}{s} \right|$$

Keterangan:

$f$  = jarak fokus (cm)

$M$  = perbesaran bayangan

$S$  = jarak benda ke cermin (cm)

$H$  = tinggi benda (cm)

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

$h'$  = tinggi bayangan (cm)

Catatan:

- Jika  $s'$  positif maka bayangan bersifat nyata, jika negatif maka bayangan bersifat maya
- Jika  $h'$  positif maka bayangan sama tegak (dan maya), jika negatif maka bayangan terbalik (dan nyata)
- Jika  $M > 1$  maka bayangan diperbesar, jika  $< 1$  maka bayangan diperkecil
- Jarak fokus cermin cekung positif, cermin cembung negatif.

### Contoh Soal

Sebuah cermin cembung memiliki jari-jari kelengkungan 30 cm. Jika sebuah benda diletakkan 10 cm di depan cermin, tentukan:

- jarak bayangan yang dibentuk
- perbesaran bayangan
- sifat bayangan

Diketahui:

Jari-jari ( $R$ ) = - 30 cm (negatif karena cermin cembung)

Jarak benda ( $s$ ) = 10 cm

Ditanyakan:

- Jarak bayangan ( $s'$ )
- Perbesaran bayangan ( $M$ )
- Sifat bayangan

Jawab

Jarak fokus ( $f$ ) =  $\frac{1}{2} \cdot R = \frac{1}{2} \cdot 30 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$

- a. Jarak bayangan

$$\begin{aligned}\frac{1}{f} &= \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \\ \frac{1}{-15} &= \frac{1}{10} + \frac{1}{s'} \\ \frac{1}{s'} &= \frac{1}{-15} - \frac{1}{10} \\ \frac{1}{s'} &= \frac{-2}{30} - \frac{3}{30}\end{aligned}$$

- b. Perbesaran bayangan

$$\begin{aligned}M &= \left| \frac{s'}{s} \right| \\ M &= \left| \frac{-6}{10} \right| \\ M &= 0,6\end{aligned}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{-5}{30}$$

$$s' = \frac{30}{-5} = -6 \text{ cm}$$

- c. Sifat bayangan  
Maya, sama tegak, diperkecil

Dengan menggunakan persamaan pada cermin lengkung, cobalah Ananda menghitung besaran-besaran pada soal-soal berikut!

1. Sebuah benda diletakkan di depan cermin cekung pada jarak 4 cm. Jika titik fokus cermin tersebut adalah 8 cm, berapa perbesaran bayangan terhadap benda? Sebutkan sifat bayangan yang terbentuk!

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

2. Sebuah benda diletakkan di depan cermin cembung pada jarak 3 cm. Jika titik fokus cermin tersebut adalah 6 cm, berapa jarak bayangan terhadap benda? Berapa perbesaran bayangan terhadap benda? Sebutkan sifat bayangan yang terbentuk!

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

#### D. Latihan

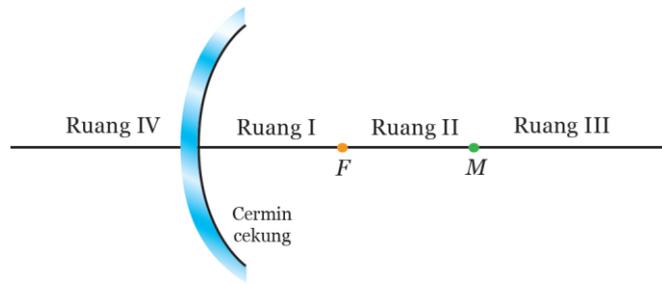
Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar!

Selain penggunaan diagram sinar dan tiga sinar istimewa, Ananda juga dapat menentukan letak dan sifat bayangan dengan menggunakan Dalil Esbach yaitu: jumlah ruang benda ditambah dengan ruang bayangan sama dengan lima.

$$R_{\text{benda}} + R_{\text{bayangan}} = 5$$

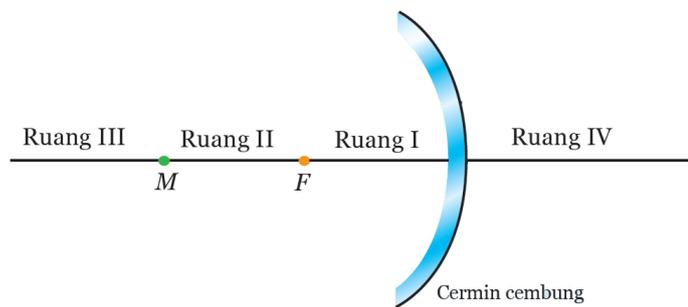
Jika  $R_{\text{bayangan}} > R_{\text{benda}}$  maka bayangan diperbesar, jika sebaliknya maka diperkecil.

Bayangan di belakang cermin bersifat maya dan sama tegak, sedangkan di depan cermin bersifat nyata dan terbalik.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.10 Pembagian Ruang pada Cermin Cekung menurut Dalil Esbach



Sumber: Dok. Yati Kurniawati

Gambar 5.11 Pembagian Ruang pada Cermin Cembung menurut Dalil Esbach

Berdasarkan informasi tersebut, tentukan ruang bayangan dan sifat bayangan benda yang diletakkan di depan cermin lengkung.

Cermin	Ruang benda	Ruang bayangan	Sifat Bayangan
Cekung	I		
Cekung	II		
Cekung	III		
Cembung	IV		

- Sebuah cermin cekung memiliki jarak fokus 6 cm, tanpa menggunakan rumus tentukan sifat bayangan yang dihasilkan cermin cekung jika benda diletakkan pada jarak:
  - 3 cm
  - 8 cm
  - 12 cm
  - 15 cm

2. Sebuah benda diletakkan 9 cm di depan cermin cembung. Jika jarak fokus cermin 6 cm, berapa jarak bayangan yang terbentuk?
3. Berkas cahaya dari senter mengenai bidang cermin datar dengan sudut antara permukaan cermin dan sinar cahaya tersebut adalah  $60^\circ$ . Berapakah sudut pantulnya?

#### E. Rangkuman

1. Bayangan pada cermin datar bersifat maya.
2. Cermin lengkung terdiri dari cermin cekung dan cermin cembung.
3. Bayangan yang terbentuk pada cermin lengkung tergantung posisi benda di depan cermin.
4. Bayangan yang terbentuk pada cermin cembung selalu bersifat maya, tegak, dan diperkecil.
5. Pembentukan bayangan pada cermin lengkung dapat digambarkan dengan menggunakan sinar-sinar istimewa
6. Bayangan bersifat nyata apabila titik potongnya diperoleh dari perpotongan sinar-sinar pantul yang konvergen (mengumpul). Sebaliknya, bayangan bersifat maya apabila titik potongnya merupakan hasil perpanjangan sinar-sinar pantul yang divergen (menyebar).

#### F. Refleksi

##### Petunjuk:

Isilah kolom-kolom berikut untuk melakukan refleksi dan penilaian diri atas pencapaian hasil yang telah Ananda peroleh. Tunjukkan kepada orang tua dan guru untuk mendapat persetujuan. Jika tidak memungkinkan untuk bertemu dengan gurumu secara langsung, sampaikan hasil refleksimu kepada guru mata pelajaran melalui link yang diberikan.

##### ☛ Refleksi pemahaman materi

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi baru Ananda pelajari tentang Pembentukan Bayangan pada Cermin pada kolom-kolom berikut.

Yang sudah saya pelajari pada materi ini adalah

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

Hal baru yang saya pelajari adalah

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

☛ Refleksi proses belajar

Lingkari atau beri tanda  $\surd$  pada angka yang sesuai untuk menggambarkan kesungguhan Anda untuk mempelajari Pembentukan Bayangan pada Cermin.

Upaya yang telah saya lakukan untuk mempelajari materi ini:

Tidak belajar    ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩    Belajar dengan sungguh-sungguh

☛ Refleksi sikap

Tuliskan tanda  $\surd$  pada kolom yang sesuai dengan sikap yang Anda tunjukkan selama belajar tentang Pembentukan Bayangan pada Cermin

			
Tanggung jawab			
Kejujuran			
Kedisiplinan			

**G. Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran**

Kunci Jawaban

1.

Cermin	Ruang benda	Ruang bayangan	Sifat Bayangan
Cekung	I	IV	maya, sama tegak, diperbesar
Cekung	II	III	nyata, terbalik, diperbesar
Cekung	III	II	nyata, terbalik, diperkecil
Cembung	IV	I	maya, sama tegak, diperkecil

2.
  - a. maya, sama tegak, diperbesar
  - b. nyata, terbalik, diperbesar
  - c. nyata, terbalik, sama besar
  - d. nyata, terbalik, diperkecil
3. 3,6 cm
4. 30°

Pedoman Penskoran

Skor soal nomor 1: 6

Skor soal nomor 2: 4

Skor soal nomor 3: 3

Skor soal nomor 4: 2

Jumlah skor maksimal = 15

**Nilai = jumlah skor x 20 / 3**

## Pembelajaran 3

### A. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui pengamatan, Ananda dapat menyelidiki pembentukan bayangan pada lensa cembung.

### B. Peran Orang Tua dan Guru

Ananda bisa meminta bantuan dari orang tua dan guru untuk:

- memahami bahan ajar dari guru tentang kegiatan yang akan Ananda lakukan.
- memahami konsep dan gambar yang ada dalam bahan ajar ini jika menemui kesulitan saat mempelajarinya.
- menyiapkan media/alat, bahan dan sumber belajar yang Ananda butuhkan untuk kegiatan pembelajaran setiap hari.
- menyelesaikan tugas yang diberikan dan menyerahkannya kepada guru sesuai dengan jadwal yang ditentukan, baik secara langsung atau mengirim melalui link yang diberikan.

### C. Aktivitas Pembelajaran

#### Aktivitas 1

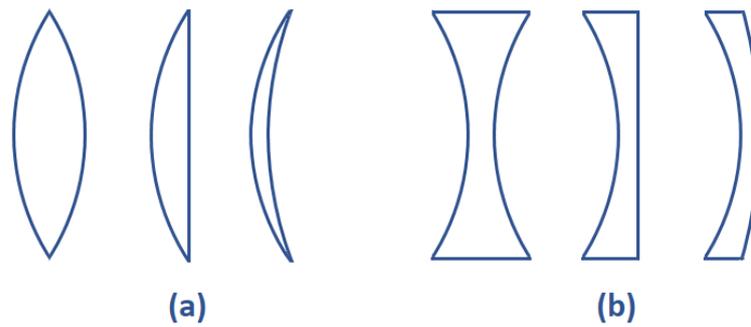
#### Menganalisis Pembentukan Bayangan pada Lensa

Amatilah mata Ananda di depan cermin. Apa kesamaan mata Ananda dengan lup, kaca mata, dan kamera? Di dalam mata Ananda terdapat lensa, sebagaimana pada benda-benda tersebut. Untuk memahami mengenai lensa, marilah kita melakukan aktivitas berikut.

1. Bacalah informasi mengenai lensa berikut, kemudian lengkapi diagram Venn Lensa.

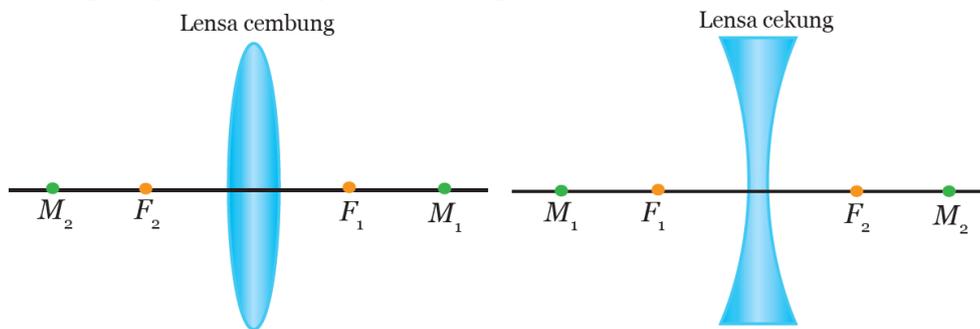
#### Bahan Bacaan

Lensa adalah benda bening yang memiliki lengkungan yang menyebabkan cahaya mengalami pembiasan. Lensa dibedakan menjadi lensa cembung dan cekung. Lensa cembung memiliki bagian tengah yang lebih tebal daripada bagian pinggir, sedangkan lensa cekung bagian tengahnya lebih tipis daripada bagian pinggir.



Sumber: Dok. Yati Kurniawati  
 Gambar 5.12 (a) Lensa Cembung dan (b) Lensa Cekung

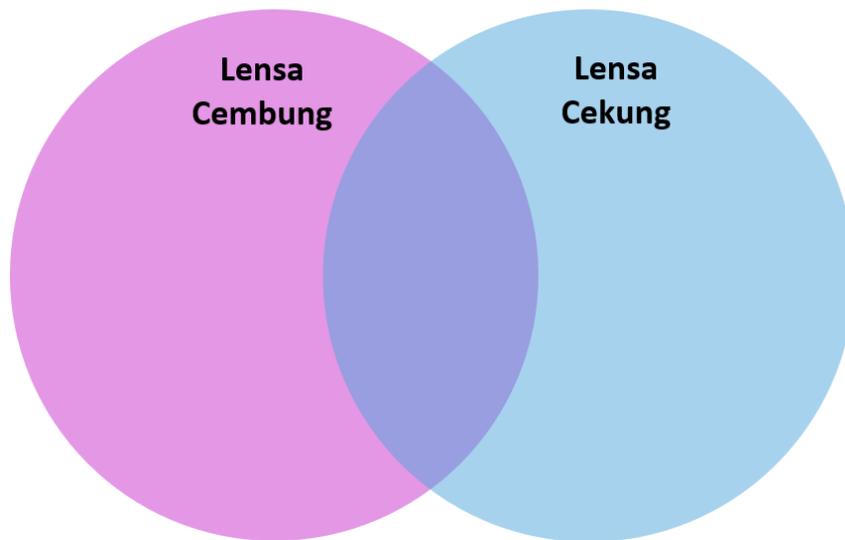
Lensa cembung bersifat mengumpulkan berkas cahaya (konvergen), jarak fokusnya bernilai positif. Lensa cekung bersifat menyebarkan berkas cahaya (divergen), jarak fokusnya bernilai negatif.



Sumber: Dok. Kemdikbud  
 Gambar 5.13 Letak Titik F dan M pada Lensa Cembung dan Lensa Cekung

Berdasarkan informasi pada bacaan tersebut, coba Ananda isi diagram Venn berikut dengan memasukkan kata-kata kunci ke tempat yang sesuai.

- |                 |                 |         |           |
|-----------------|-----------------|---------|-----------|
| konvergen       | divergen        | positif | negatif   |
| tebal di tengah | tipis di tengah | lensa   | pembiasan |



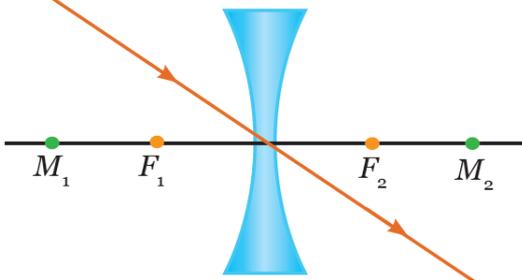
Sumber: Dok. Yati Kurniawati  
 Gambar 5.12 Diagram Venn Lensa

2. Pembentukan bayangan pada lensa dapat digambarkan dengan menggunakan sinar-sinar istimewa. Perhatikan sinar-sinar istimewa pada lensa cekung dan gambar pembentukan bayangan pada lensa cekung, kemudian cobalah Ananda menggambarkan pembentukan bayangan pada lensa cembung dengan menggunakan sinar-sinar istimewa pada lensa cembung.

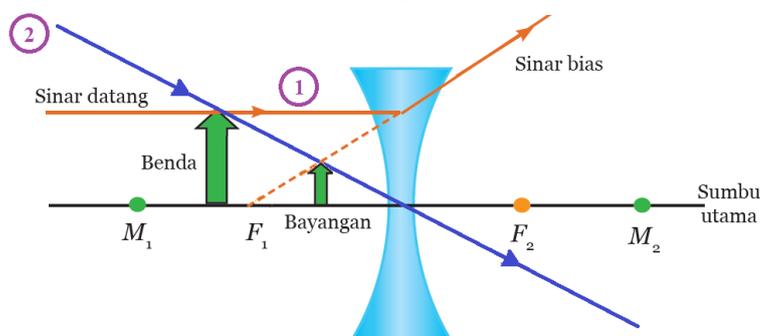
a. Pembentukan bayangan pada lensa cekung

Sinar-sinar istimewa pada lensa cekung

Sinar Istimewa	Diagram Sinar
Sinar datang sejajar sumbu utama lensa seolah-olah dibiaskan berasal dari titik fokus aktif ( $F_1$ ) di depan lensa.	<p>The diagram shows a blue concave lens on a horizontal principal axis. Points <math>M_1</math>, <math>F_1</math>, <math>F_2</math>, and <math>M_2</math> are marked on the axis from left to right. A horizontal orange ray enters from the left, parallel to the axis. After passing through the lens, it diverges away from the axis. A dashed orange line is drawn backwards from the diverging ray, passing through the front focal point <math>F_1</math>.</p>
Sinar datang seolah-olah menuju titik fokus pasif ( $F_2$ ) di depan lensa akan dibiaskan sejajar sumbu utama.	<p>The diagram shows a blue concave lens on a horizontal principal axis. Points <math>M_1</math>, <math>F_1</math>, <math>F_2</math>, and <math>M_2</math> are marked on the axis from left to right. An orange ray enters from the left, passing through the back focal point <math>F_2</math>. After passing through the lens, it becomes a horizontal ray parallel to the principal axis.</p>

Sinar Istimewa	Diagram Sinar
Sinar datang melalui pusat optik lensa (O) akan diteruskan tanpa dibiaskan.	

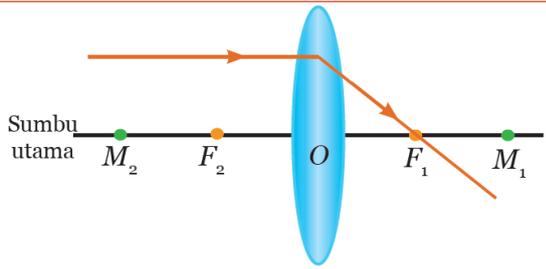
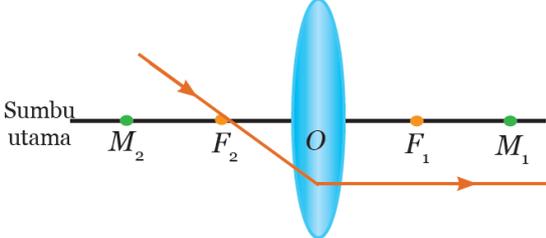
Gambar pembentukan bayangan pada lensa cekung.  
 Pembentukan bayangan pada lensa cekung dapat digambarkan dengan menggunakan dua atau tiga sinar-sinar istimewa. Lensa cekung menghasilkan bayangan yang selalu bersifat maya, tegak, dan diperkecil.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.14 Gambar Pembentukan Bayangan pada Lensa Cekung

- b. Pembentukan bayangan pada lensa cembung  
 Sinar-sinar istimewa pada lensa cembung

Sinar Istimewa	Diagram Sinar
Sinar datang sejajar sumbu utama lensa akan dibiaskan menuju titik fokus aktif ( $F_1$ ) di belakang lensa.	
Sinar datang melalui titik fokus pasif ( $F_2$ ) di depan lensa akan dibiaskan sejajar sumbu utama	

Sinar Istimewa	Diagram Sinar
Suatu sinar datang melalui pusat optik lensa (O) akan diteruskan tanpa dibiaskan.	

Dengan menggunakan sinar-sinar istimewa tersebut, gambarlah pembentukan bayangan pada lensa cembung, serta tentukan sifat bayangan yang terjadi!

Posisi Benda	Gambar Pembentukan Bayangan	Sifat Bayangan
Antara O dan $F_2$		
Di titik $F_2$		
Antara $F_2$ dan $M_2$		
Di titik $M_2$		

Posisi Benda	Gambar Pembentukan Bayangan	Sifat Bayangan
Lebih jauh dari $M_2$		Nyata Terbalik Diperkecil

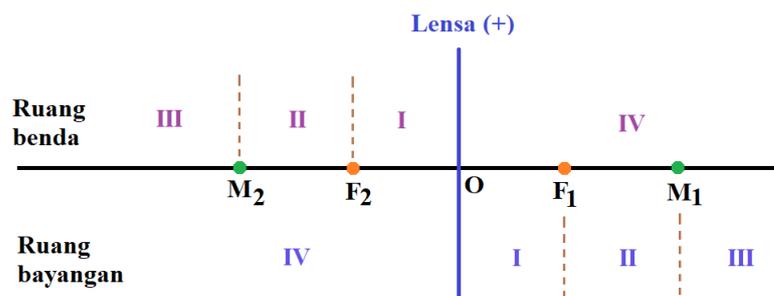
Bacalah informasi berikut tentang Dalil Esbach, kemudian coba Ananda menentukan letak dan sifat bayangan pada lensa. Ananda dapat berdiskusi dengan teman dengan tetap memperhatikan protokol kesehatan.

Sifat bayangan yang dihasilkan lensa bergantung pada posisi benda. Selain dengan menggambar pembentukan bayangan, sebagaimana pada cermin Ananda juga dapat menentukan letak dan sifat bayangan dengan menggunakan Dalil Esbach yaitu: jumlah ruang benda ditambah dengan ruang bayangan sama dengan lima.

$$R_{\text{benda}} + R_{\text{bayangan}} = 5.$$

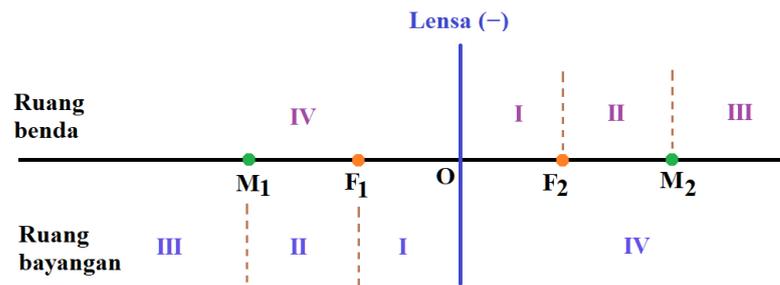
Jika  $R_{\text{bayangan}} > R_{\text{benda}}$  maka bayangan diperbesar, jika sebaliknya maka diperkecil.

Bayangan di depan lensa bersifat maya dan sama tegak, sedangkan di belakang lensa bersifat nyata dan terbalik. Berbeda dengan cermin, pada lensa letak ruang benda dan ruang bayangan berbeda batas-batasnya.



Sumber: Dok. Yati Kurniawati

Gambar 5.15 Pembagian Ruang pada Lensa Cembung menurut Dalil Esbach



Sumber: Dok. Yati Kurniawati

Gambar 5.16 Pembagian Ruang pada Lensa Cekung menurut Dalil Esbach

Dengan menggunakan Dalil Esbach, tentukan ruang bayangan dan sifat bayangan pada tabel berikut.

Lensa	Ruang benda	Ruang bayangan	Sifat Bayangan
Cembung	I		
Cembung	II		
Cembung	III		
Cekung	IV		

## Aktivitas 2

### Menghitung Besaran Pada Lensa

Bagaimana hubungan jarak benda, jarak bayangan, dan fokus pada lensa?

Sebagaimana pada cermin, Anda juga bisa mengetahui sifat bayangan yang dihasilkan lensa tanpa menggambar dengan menggunakan persamaan yang sama dengan pada cermin, yaitu:

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

$$M = \frac{h'}{h} = \left| \frac{s'}{s} \right|$$

Lensa memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam mengumpulkan atau menyebarkan cahaya. Kemampuan lensa dalam mengumpulkan atau menyebarkan cahaya disebut kuat lensa dengan satuan dioptri.

Contoh soal

Sebuah benda diletakkan 10 cm di depan lensa yang memiliki jarak fokus 30 cm, tentukan:

- a. jarak bayangan yang dibentuk
- b. perbesaran bayangan
- c. sifat bayangan

Diketahui:

Jarak fokus ( $f$ ) = - 30 cm (negatif karena lensa cekung)

Jarak benda ( $s$ ) = 10 cm

Ditanyakan:

- a. Jarak bayangan ( $s'$ )
- b. Perbesaran bayangan ( $M$ )
- c. Sifat bayangan

Jawab

- a. Jarak bayangan

$$\begin{aligned} \frac{1}{f} &= \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \\ \frac{1}{-30} &= \frac{1}{10} + \frac{1}{s'} \\ \frac{1}{s'} &= \frac{1}{-30} - \frac{1}{10} \\ \frac{1}{s'} &= \frac{1}{-30} - \frac{1}{30} \\ \frac{1}{s'} &= \frac{1}{-4} \\ s' &= \frac{30}{-4} = -7,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

- b. Perbesaran bayangan

$$\begin{aligned} M &= \left| \frac{s'}{s} \right| \\ M &= \left| \frac{-7,5}{10} \right| \\ M &= 0,75 \end{aligned}$$

- c. Sifat bayangan

Maya, sama tegak, diperkecil

Dengan menggunakan persamaan pada lensa, cobalah Ananda menghitung besaran-besaran pada soal-soal berikut!

- 1. Sebuah benda diletakkan pada jarak 20 cm di depan lensa cembung yang memiliki titik fokus 10 cm. Di manakah letak bayangan benda dan berapakah perbesarannya? Sebutkan pula sifat bayangan yang terbentuk!

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

2. Sebuah lensa cekung memiliki titik fokus 10 cm. Sebuah benda diletakkan pada jarak 30 cm di depan lensa, bagaimana sifat bayangan yang terbentuk? Di manakah letak bayangan benda dan berapakah perbesarannya?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### Aktivitas 3

#### Menyajikan Hasil Pengamatan Pembentukan Bayangan Pada Cermin Dan Lensa

Apakah Ananda sudah memahami pembentukan bayangan pada cermin dan lensa? Untuk meningkatkan pemahaman Ananda, lakukan tugas proyek membuat poster dengan kriteria sebagai berikut.

1. Poster yang disusun menunjukkan proses pembentukan bayangan pada cermin cekung dan lensa cembung.
2. Poster dapat berupa gambar manual atau digital dengan memenuhi kaidah pembuatan poster yang baik.
3. Ananda dapat bekerja sama dengan teman dalam kelompok kecil. Pastikan Ananda selalu mematuhi protokol kesehatan.
4. Sajikan poster Ananda di depan kelas, di medsos, di kelas maya, atau sesuai dengan petunjuk guru.

Ananda dapat berkonsultasi kepada guru jika mengalami kesulitan.

Penilaian dilakukan berdasarkan:

1. Produk berupa poster tentang pembentukan bayangan pada cermin cekung dan lensa cembung.
2. Presentasi poster.

### D. Latihan

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar!

1. Lengkapi tabel berikut!

Karakteristik	Lensa Cembung	Lensa Cekung
Ciri khas bentuk fisik		
Sifat terhadap cahaya		
Nilai jarak fokus		
Contoh pemanfaatan		

2. Sebuah lensa cekung memiliki jarak fokus 10 cm, tanpa menggunakan rumus tentukan sifat bayangan yang dihasilkan jika benda diletakkan pada jarak:
  - a. 5 cm
  - b. 15 cm
3. Gambarkan jalannya sinar ketika berkas cahaya sejajar dilewatkan lensa cembung!
4. Andi meletakkan sebuah benda setinggi 5 cm pada posisi yang berbeda di depan lensa cembung. Ia mencatat hasil percobaan ke dalam tabel.

Jarak benda	Jarak bayangan
20 cm	60 cm
30 cm	30 cm
45 cm	22,5 cm

- a. Berapa jarak fokus lensa?
- b. Hitunglah jarak bayangan yang dihasilkan benda yang diletakkan pada jarak 10 cm di depan lensa!
- c. Berapa tinggi bayangan ketika benda diletakkan 20 cm di depan lensa.
- d. Bagaimana sifat bayangan yang dihasilkan ketika benda diletakkan 30 cm di depan lensa?

### E. Rangkuman

1. Lensa adalah benda bening yang memiliki lengkungan yang menyebabkan cahaya mengalami pembiasan.
2. Lensa cembung memiliki jarak fokus positif, sedangkan lensa cekung negatif.
3. Sifat bayangan yang terbentuk pada lensa tergantung posisi benda di depan lensa.
4. Bayangan yang terbentuk pada lensa cekung selalu bersifat maya, tegak, dan diperkecil.
5. Pembentukan bayangan pada lensa dapat digambarkan dengan menggunakan sinar-sinar istimewa

### F. Refleksi

#### Petunjuk:

Isilah kolom-kolom berikut untuk melakukan refleksi dan penilaian diri atas pencapaian hasil yang telah Anda peroleh. Tunjukkan kepada orang tua dan guru untuk mendapat persetujuan. Jika tidak memungkinkan untuk bertemu dengan gurumu secara langsung, sampaikan hasil refleksimu kepada guru mata pelajaran melalui link yang diberikan.

❁ Refleksi pemahaman materi

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi baru Ananda pelajari tentang Pembentukan Bayangan pada Lensa pada kolom-kolom berikut.

<p>Yang sudah saya pelajari pada materi ini adalah</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>Hal baru yang saya pelajari adalah</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

❁ Refleksi proses belajar

Lingkari atau beri tanda  $\surd$  pada angka yang sesuai untuk menggambarkan kesungguhan Ananda untuk mempelajari Pembentukan Bayangan pada Lensa.

Upaya yang telah saya lakukan untuk mempelajari materi ini:	
Tidak belajar	<input type="checkbox"/> ① <input type="checkbox"/> ② <input type="checkbox"/> ③ <input type="checkbox"/> ④ <input type="checkbox"/> ⑤ <input type="checkbox"/> ⑥ <input type="checkbox"/> ⑦ <input type="checkbox"/> ⑧ <input type="checkbox"/> ⑨ <input type="checkbox"/> ⑩
Belajar dengan sungguh-sungguh	

❁ Refleksi sikap

Tuliskan tanda  $\surd$  pada kolom yang sesuai dengan sikap yang Ananda tunjukkan selama belajar tentang Pembentukan Bayangan pada Lensa

			
Tanggung jawab			
Kejujuran			
Kedisiplinan			

**G. Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran**

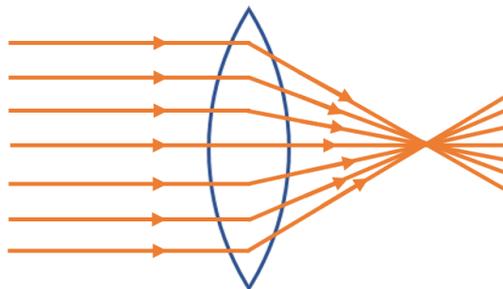
Kunci Jawaban

1.

Karakteristik	Lensa Cembung	Lensa Cekung
Ciri khas bentuk fisik	tebal di tengah	tipis di tengah
Sifat terhadap cahaya	mengumpulkan cahaya	menyebarkan cahaya
Nilai jarak fokus	positif	negatif
Contoh pemanfaatan	lup, kaca mata, kamera, mikroskop, teleskop	Kacamata

2. a. maya, sama tegak, diperkecil  
b. maya, sama tegak, diperkecil

3.



4. a. 15 cm  
b. 30 cm  
c. 15 cm  
d. nyata, terbalik, sama besar

Pedoman Penskoran

Skor soal nomor 1: 8

Skor soal nomor 2: 2

Skor soal nomor 3: 2

Skor soal nomor 4: 8

Jumlah skor maksimal = 20

**Nilai = jumlah skor x 5**

## Pembelajaran 4

### A. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui analisis bacaan, Anda dapat mengidentifikasi bagian-bagian dari mata manusia
2. Melalui pengamatan gambar, Anda dapat mengidentifikasi alat-alat optik

### B. Peran Orang Tua dan Guru

Ananda bisa meminta bantuan dari orang tua dan guru untuk:

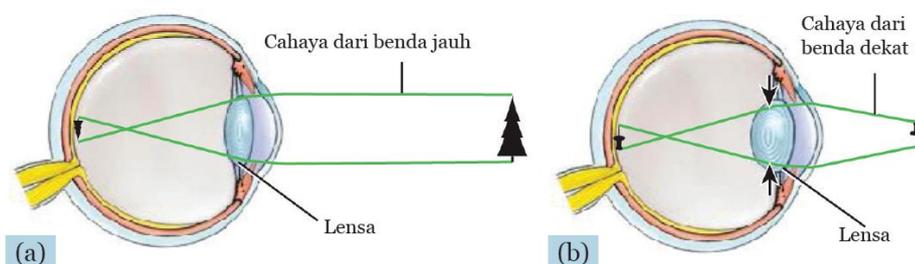
- memahami bahan ajar dari guru tentang kegiatan yang akan Ananda lakukan.
- memahami konsep dan gambar yang ada dalam bahan ajar ini jika menemui kesulitan saat mempelajarinya.
- menyiapkan media/alat, bahan dan sumber belajar yang Ananda butuhkan untuk kegiatan pembelajaran setiap hari.
- menyelesaikan tugas yang diberikan dan menyerahkannya kepada guru sesuai dengan jadwal yang ditentukan, baik secara langsung atau mengirim melalui link yang diberikan.

### C. Aktivitas Pembelajaran

#### Aktivitas 1

Mengidentifikasi Bagian-Bagian dari Mata Manusia

Amati bagian mata Anda di depan cermin. Apakah Anda mengetahui bagian-bagian mata Anda? Apakah Anda mengetahui bagaimana proses mata kita dapat melihat benda? Maha besar Tuhan yang telah memberikan mata kepada Anda. Tahukah Anda bahwa di dalam mata kita ada bagian-bagian yang memiliki ciri dan fungsi masing-masing yang saling terhubung membentuk indera penglihatan? Istimewanya ada iris yang khas untuk setiap orang sehingga dapat dijadikan pengenalan pribadi seperti halnya sidik jari dan juga lensa mata yang fleksibel bisa mencembung dan memipih sesuai kondisi.



Sumber: Dok. Kemdikbud

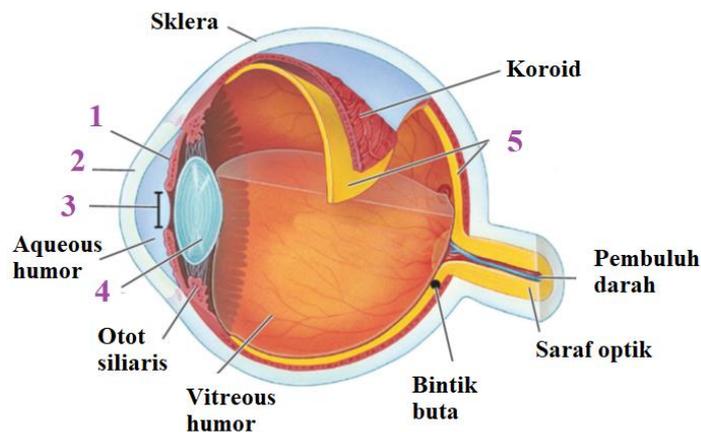
Gambar 5.17 Perubahan Kecembungan Lensa Mata

Lakukan aktivitas berikut untuk memahami bagian-bagian mata. Jika mengalami kesulitan Ananda dapat mendiskusikan dengan teman atau mengonsultasikan dengan guru.

1. Bacalah informasi mengenai bagian-bagian mata dan cirinya pada tabel berikut.

Nama bagian	Ciri
Kornea	Lapisan terluar dari mata yang terlihat bening
Pupil	Bagian berwarna hitam yang merupakan jalan masuknya cahaya
Iris	Bagian berwarna pada mata yang mengelilingi pupil
Lensa mata	Lensa yang berbentuk bikonveks (cembung-cembung)
Retina	Sel fotoreseptor yang sensitif, terletak di bagian belakang mata

2. Berdasarkan deskripsi tersebut, tuliskan nama bagian-bagian mata pada nomor 1-5 pada Gambar 5.18.



Sumber: Campbell et al, 2008  
Gambar 5.18 Bagian-Bagian Mata

3. Cobalah Ananda mengumpulkan informasi dari buku cetak, internet, ataupun wawancara dengan narasumber mengenai fungsi dari masing-masing bagian mata. Hubungkan antara bagian-bagian mata dengan fungsinya dengan menggambar garis penghubung kedua bagian

- |        |                       |                       |   |
|--------|-----------------------|-----------------------|---|
| Iris   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Melindungi bagian mata di belakangnya dan membantu memfokuskan bayangan pada retina |
| Pupil  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Jalan masuknya cahaya   |
| Retina | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Mengatur jumlah cahaya yang masuk ke mata   |

- Kornea ○
- Membiaskan cahaya yang masuk ke mata
- Lensa mata ○
- Tempat terbentuknya bayangan di mata

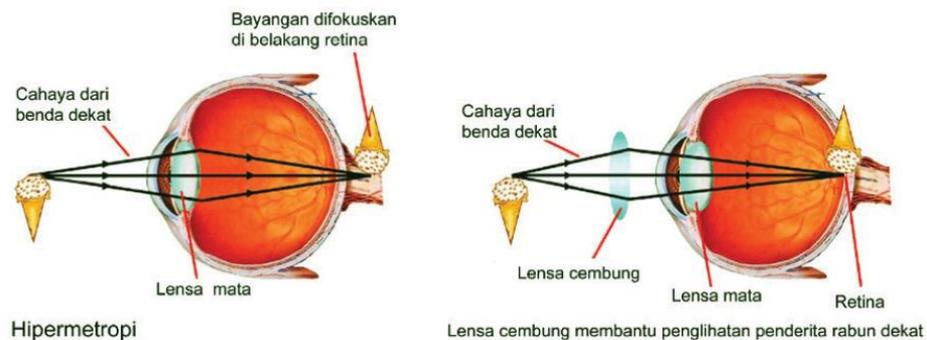
Apakah Ananda menggunakan kacamata? Jika tidak, adakah anggota keluarga atau teman Ananda yang menggunakan kacamata? Apa alasan menggunakan kacamata?

Mata normal dapat melihat benda-benda dekat dengan jelas pada jarak 25-30 cm dan benda-benda jauh pada jarak tak berhingga. Kacamata digunakan sebagai alat bantu untuk memfokuskan cahaya yang masuk ke mata sehingga dapat jatuh tepat pada retina.

Apa saja gangguan pada indera penglihatan? Jenis-jenis gangguan penglihatan pada manusia:

a. Rabun dekat (hipermetropi)

Penderita rabun dekat tidak dapat melihat benda yang berada pada jarak dekat ( $\pm 25-30$  cm) dengan jelas karena bayangan yang terbentuk jatuh di belakang retina, sehingga bayangan yang jatuh pada retina menjadi kabur. Penderita rabun dekat dibantu dengan kacamata berlensa cembung (positif).

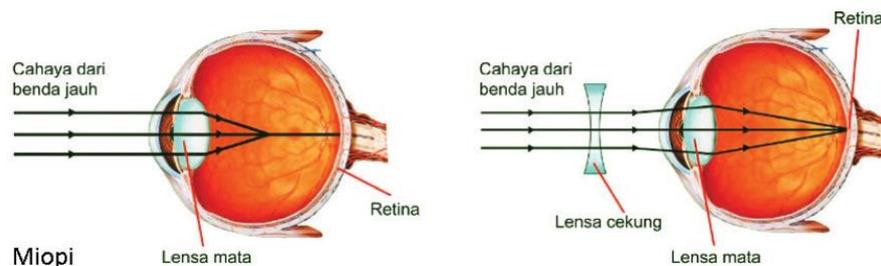


Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.19 Perubahan Fokus Sinar pada Rabun Dekat

b. Rabun jauh (miopi)

Seorang penderita rabun jauh tidak dapat melihat benda yang berada pada jarak jauh (tak hingga) dengan jelas. Hal ini dikarenakan bayangan yang terbentuk jatuh di depan retina. Penderita rabun jauh dibantu dengan kacamata berlensa cekung (negatif).



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.20 Perubahan Fokus Sinar pada Rabun Jauh

c. Presbiopi

Presbiopi disebut juga rabun tua, kelainan jenis ini membuat si penderita tidak mampu melihat dengan jelas benda-benda yang berada di jarak jauh maupun benda yang berada pada jarak dekat. Penderita dibantu dengan kacamata rangkap/bifokal yang memiliki lensa cembung dan cekung. Pada kacamata jenis ini lensa negatif bekerja seperti pada kacamata untuk penderita miopi, sedangkan lensa positif bekerja seperti pada kacamata untuk penderita hipermetropi.

d. Astigmatisma/Silinder

Astigmatisma adalah gangguan pada mata karena penyimpangan dalam pembentukan bayangan pada lensa. Hal ini disebabkan oleh cacat lensa yang tidak dapat memberikan gambaran atau bayangan garis vertikal dengan horizontal secara bersamaan. Penglihatan si penderita menjadi kabur. Penderita dibantu dengan lensa silindris.

e. Buta Warna

Buta warna merupakan suatu kelainan yang disebabkan ketidakmampuan sel-sel kerucut mata untuk menangkap suatu warna tertentu. Penyakit ini bersifat menurun. Buta warna ada yang total dan sebagian. Buta warna total hanya mampu melihat warna hitam dan putih saja, sedangkan buta warna sebagian tidak dapat melihat warna tertentu, yaitu merah, hijau, atau biru.

Sudahkah Ananda beryukur atas anugerah berupa mata dan menjaga serta merawat anugerah itu dengan sebaik-baiknya?

Berilah tanda v pada aktivitas yang telah Ananda lakukan terkait dengan indera penglihatan berupa mata.

No	Aktivitas	Ya	Tidak
1.	Bersyukur atas karunia Tuhan berupa mata		
2.	Menjaga kesehatan mata dengan membaca pada jarak minimal 25 cm		
3.	Menjaga kesehatan mata dengan membaca di ruang yang pencahayaannya cukup		
4.	Menjaga kesehatan mata dengan mengistirahatkan mata terutama saat sudah terlalu lama menatap komputer/HP.		
5.	Menjaga kesehatan mata dengan mengonsumsi makanan dan minuman yang mengandung vitamin A		

Berilah skor 2 untuk setiap jawaban ya dan skor 0 untuk jawaban tidak. Jika skor Anda kurang dari 5 maka Anda perlu meningkatkan sikap Anda terhadap indera penglihatan.

## Aktivitas 2

### Mengidentifikasi Alat-Alat Optik

Mata kita merupakan salah satu alat optik. Apakah alat optik itu? Alat optik adalah alat yang prinsip kerjanya memanfaatkan prinsip pemantulan dan pembiasan cahaya. Mata adalah alat optik paling sempurna. Manusia menciptakan berbagai alat optik tetapi tidak ada yang dapat menyaingi ciptaan Tuhan tersebut.

Apa saja jenis alat optik dalam kehidupan sehari-hari? Coba Anda tebak nama alat optik berdasarkan gambar berikut.

No	Gambar	Nama Alat Optik
1.	 <p>Sumber: Dok. Kemdikbud</p>	

No	Gambar	Nama Alat Optik
2.	<p>Sumber: McLaughlin, 2005</p>	
3.	<p>Sumber: McLaughlin, 2005</p>	

Apakah Ananda telah mengetahui bagaimana cara kerja masing-masing jenis alat optik tersebut? Lakukan kegiatan literasi TIP (Tahu, Ingin Tahu, Pelajari) berikut untuk meningkatkan pemahaman Ananda terhadap jenis-jenis alat optik.

Petunjuk

- Sebelum Ananda membaca, tuliskan pada tabel hal-hal yang telah Ananda ketahui tentang Alat-Alat Optik pada kolom Yang Saya Tahu.
- Kemudian tulislah pertanyaan-pertanyaan Ananda tentang Alat-Alat Optik pada kolom Yang Saya Ingin Tahu.
- Setelah Ananda membaca, tuliskan informasi-informasi penting dan jawaban atas pertanyaan Ananda pada kolom Yang Baru Saya Pelajari.

Tabel 4.7. Literasi TIP

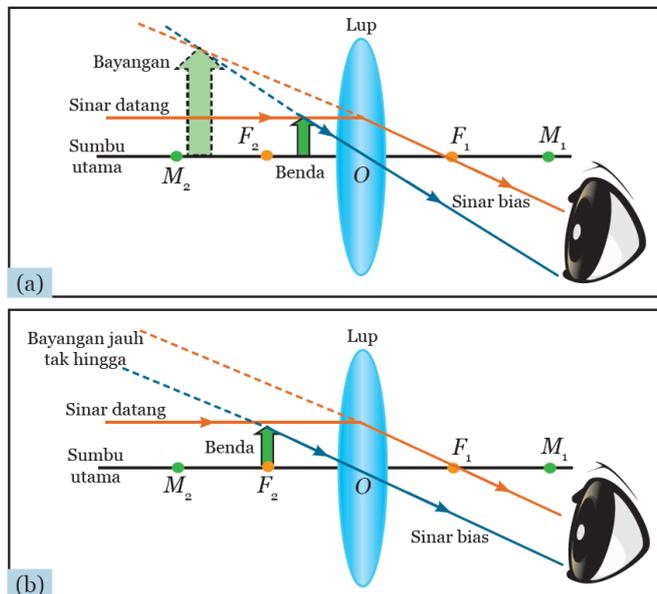
Yang Saya Tahu	Yang Saya Ingin Tahu	Yang Baru Saya Pelajari

**Bahan Bacaan**

**ALAT-ALAT OPTIK**

1. Lup (kaca pembesar)

Lup atau kaca pembesar adalah alat optik sederhana yang hanya terdiri dari satu lensa cembung. Lup dapat digunakan dengan mata berakomodasi dan mata tidak berakomodasi. Bayangan yang dihasilkan lup bersifat maya, tegak, dan diperbesar. Perhatikan jalannya cahaya dalam proses pembentukan bayangan pada lup!



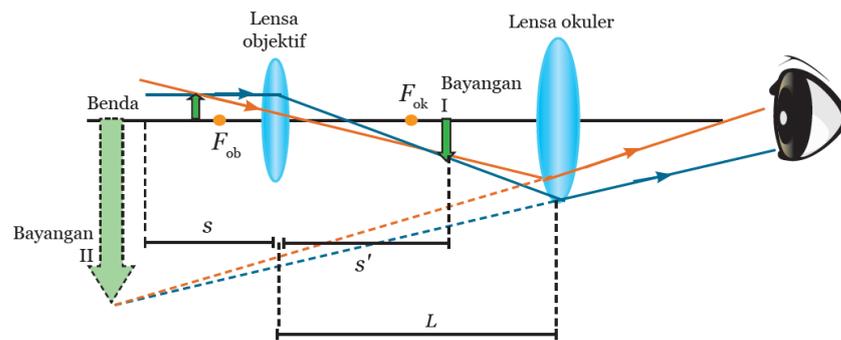
Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.21 (a) Pengamatan Menggunakan Lup dengan Mata Berakomodasi Maksimum, (b) Pengamatan Menggunakan Lup dengan Mata Tidak Berakomodasi

## 2. Mikroskop

Jika Ananda ingin mengamati sel, jaringan pada batang tumbuhan, atau organisme mikroskopis, alat optik apa yang akan Ananda gunakan? Mikroskop adalah alat yang tepat untuk melihat benda-benda kecil. Tahukah Ananda bagaimana prinsip kerja mikroskop? Mikroskop memiliki dua lensa utama, yaitu lensa okuler dan lensa objektif. Lensa okuler adalah lensa yang posisinya dekat dengan mata pengamat. Lensa objektif adalah lensa yang posisinya dekat dengan objek/benda yang sedang diamati. Baik lensa okuler maupun lensa objektif merupakan lensa cembung yang memiliki fokus yang berbeda.

Benda yang diamati ditempatkan pada sebuah kaca objek dan disinari dari bawah. Cahaya melalui lensa objektif dan membentuk bayangan nyata, terbalik, dan diperbesar. Selanjutnya, bayangan tersebut diperbesar lagi oleh lensa okuler dan menghasilkan bayangan maya, terbalik, dan diperbesar. Susunan lensa seperti ini memungkinkan menghasilkan bayangan ratusan kali lebih besar dari objek aslinya.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.22. Pembentukan Bayangan Pada Mikroskop

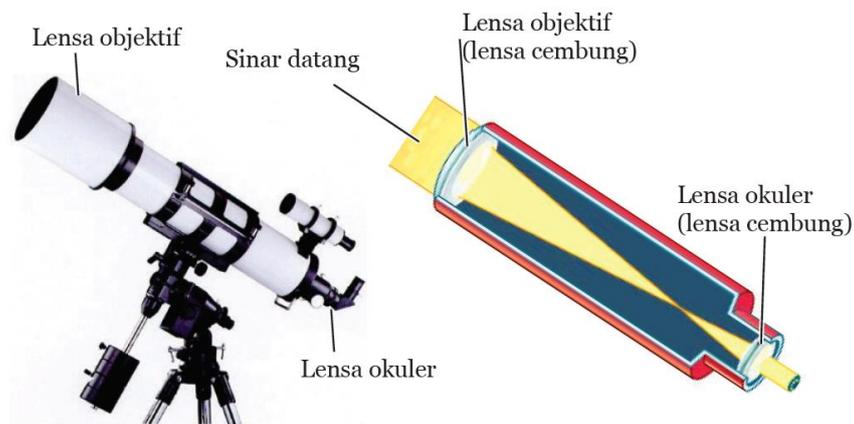
## 3. Teleskop

Apakah Ananda dapat melihat secara jelas permukaan bulan dengan menggunakan mata telanjang? Tentu tidak. Ananda memerlukan bantuan sebuah teleskop untuk dapat melihat kawah dan ciri-ciri lain di permukaan bulan secara jelas. Teleskop adalah alat optik yang dapat membuat benda-benda yang berada pada tempat yang jauh menjadi terlihat dekat. Teleskop dirancang untuk mengumpulkan cahaya dari benda-benda yang jauh. Teleskop dapat berupa teleskop bias dan teleskop pantul. Sifat bayangan akhir yang dihasilkan adalah maya, terbalik, dan diperbesar.

### a. Teleskop Bias

Teleskop bias sederhana menggunakan dua lensa cembung. Lensa objektif membentuk sebuah bayangan dan kemudian bayangan tersebut akan diperbesar oleh lensa okuler. Lensa objektif pada teleskop bias memiliki diameter yang lebih besar daripada diameter mata Ananda saat

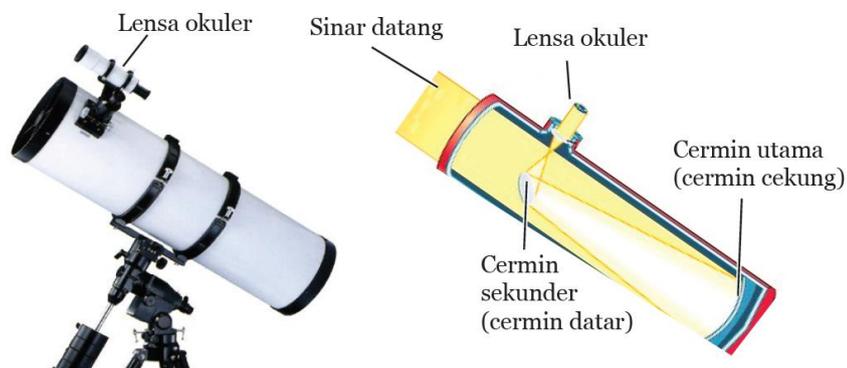
membuka. Hal ini berarti akan lebih banyak cahaya yang dipantulkan oleh objek yang dapat masuk ke dalam lensa yang kemudian akan masuk ke dalam mata. Dengan demikian, bayangan yang terbentuk oleh lensa objektif akan lebih jelas daripada bayangan yang terbentuk oleh mata, karena bayangan yang terbentuk sangat jelas, maka objek yang terlihat juga menjadi lebih detail.



Sumber: Dok. Kemdikbud  
Gambar 5.23 Teleskop Bias

b. Teleskop Pantul

Lensa objektif yang terdapat pada teleskop pantul digantikan oleh cermin cekung. Bayangan dari sebuah objek yang letaknya jauh terbentuk di dalam tabung teleskop ketika cahaya dipantulkan dari cermin cekung. Cahaya yang dipantulkan objek yang jauh memasuki salah satu ujung tabung dan ditangkap oleh cermin lain pada ujung yang lain. Cahaya ini dipantulkan dari cermin cekung ke cermin datar yang ada di dalam tabung. Cermin datar kemudian memantulkan cahaya ke lensa okuler, yang berfungsi memperbesar gambar.



Sumber: Dok. Kemdikbud  
Gambar 5.24 Teleskop Pantul

#### D. Latihan

Pasangkan pernyataan di sebelah kiri dengan jawaban di sebelah kanan.

	<b>Pernyataan</b>	<b>Pilihan jawaban</b>
_____	1. Bagian mata yang berfungsi untuk melindungi bagian di belakangnya	A. Iris
_____	2. Bagian mata yang dapat digunakan sebagai pengenal pribadi seperti sidik jari	B. Lup
_____	3. Gangguan penglihatan yang cirinya tidak dapat melihat benda-benda yang sangat jauh	C. Pupil
_____	4. Disebut juga rabun tua	D. Miopi
_____	5. Dibantu dengan lensa cembung	E. Kornea
_____	6. Alat optik sederhana yang hanya terdiri dari 1 lensa cembung	F. Presbiopi
_____	7. Bagian mikroskop yang terletak di dekat mata	G. Mikroskop
_____	8. Sifat bayangan akhir mikroskop	H. Lensa okuler
_____	9. Alat optik yang cocok digunakan untuk mengamati bakteri	I. Hipermetropi
_____	10. Alat optik yang menggunakan cermin datar, cermin cekung, dan lensa cembung	J. Teleskop pantul
		K. Maya, tegak, diperbesar
		L. Maya, terbalik, diperbesar

#### E. Rangkuman

1. Bagian-bagian pada mata terdiri dari kornea, pupil, iris, lensa mata, retina dengan masing-masing fungsinya.
2. Gangguan pada indra penglihatan meliputi rabun dekat, rabun jauh, rabun, dan astigmatisma.
3. Gangguan pada indra penglihatan dapat ditolong dengan kacamata, rabun dekat dengan kacamata berlensa cembung, rabun jauh dengan kacamata berlensa cekung, rabun tua dengan kacamata berlensa rangkap, dan astigmatisma dengan kacamata berlensa silinder.
4. Contoh alat optik dalam kehidupan sehari-hari adalah lup, mikroskop, dan teleskop.

## F. Refleksi

### Petunjuk:

Isilah kolom-kolom berikut untuk melakukan refleksi dan penilaian diri atas pencapaian hasil yang telah Ananda peroleh. Tunjukkan kepada orang tua dan guru untuk mendapat persetujuan. Jika tidak memungkinkan untuk bertemu dengan gurumu secara langsung, sampaikan hasil refleksimu kepada guru mata pelajaran melalui link yang diberikan.

#### ☛ Refleksi pemahaman materi

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi baru Ananda pelajari tentang Alat-Alat Optik pada kolom-kolom berikut.

Yang sudah saya pelajari pada materi ini adalah ..... ..... ..... .....
Hal baru yang saya pelajari adalah ..... ..... ..... .....

#### ☛ Refleksi proses belajar

Lingkari atau beri tanda  $\surd$  pada angka yang sesuai untuk menggambarkan kesungguhan Ananda untuk mempelajari Alat-Alat Optik

Upaya yang telah saya lakukan untuk mempelajari materi ini:	
Tidak belajar	Belajar dengan sungguh-sungguh

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩

#### ☛ Refleksi sikap

Tuliskan tanda  $\surd$  pada kolom yang sesuai dengan sikap yang Ananda tunjukkan selama belajar tentang Alat-Alat Optik.

			
Mensyukuri anugerah Tuhan			
Tanggung jawab			
Kejujuran			
Kedisiplinan			

## G. Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran

Kunci Jawaban

1. E
2. A
3. D
4. F
5. I
6. B
7. H
8. L
9. G
10. J

Pedoman Penskoran

Skor tiap soal = 10

Jumlah skor maksimal = 100

**Nilai = jumlah skor**



## Evaluasi

**Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!**

1. Fakta yang benar tentang hubungan antara cahaya dan kemampuan mata untuk melihat benda adalah ....
  - A. mata dapat melihat benda, karena cahaya yang mengenai benda dibiaskan
  - B. mata dapat melihat benda, karena benda memiliki kemampuan menyerap cahaya yang diterima
  - C. mata dapat melihat benda, karena benda memantulkan cahaya yang diterimanya, sehingga cahaya masuk ke mata
  - D. mata dapat melihat benda, karena saraf-saraf mata memiliki kemampuan untuk melihat benda, sehingga kemampuan mata untuk melihat tidak ada hubungannya dengan cahaya
2. Di manakah posisi benda diletakkan di depan cermin cekung agar bayangan yang terbentuk sama tegak dengan benda?
  - A. antara O dan F
  - B. tepat di F
  - C. antara F dan M
  - D. lebih jauh dari 2F
3. Sebuah benda yang tingginya 12 cm diletakkan 10 cm di depan cermin cembung yang jari-jari kelengkungannya 30 cm. Sifat-sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin tersebut adalah ....
  - A. maya, tegak, dan diperkecil
  - B. maya, tegak, dan diperbesar
  - C. nyata, terbalik, dan diperkecil
  - D. nyata, tegak, dan diperbesar
4. Siti mencatat data hasil percobaan menggunakan lensa cembung dalam tabel berikut.

Jarak benda (cm)	Jarak Bayangan (cm)	Perbesaran bayangan
250	62,5	0,25
200	66,7	0,33
150	76	0,5
100	100	1
75	150	2

- Berdasarkan tabel, perkiraan yang paling mendekati dari nilai perbesaran bayangan jika benda diletakkan 225 cm di depan lensa adalah ...
- A. 0,2
  - B. 0,3
  - C. 0,4
  - D. 0,6
5. Jarak benda maksimum agar bayangan nyata, terbalik, dan diperbesar dihasilkan oleh lensa cekung yang memiliki jarak fokus 15 cm adalah ....
- A. 10 cm
  - B. 15 cm
  - C. 20 cm
  - D. 30 cm
6. Bagian mata yang mengatur jumlah cahaya yang masuk ke dalam mata adalah ....
- A. iris
  - B. pupil
  - C. kornea
  - D. saraf mata
7. Berikut ini proses perjalanan cahaya pada mata hingga terbentuk bayangan benda adalah ....
- A. pupil – kornea – iris – lensa mata (cahaya membentuk bayangan) – bayangan ditangkap retina
  - B. pupil – iris – kornea – lensa mata (cahaya membentuk bayangan) – bayangan ditangkap retina
  - C. kornea – pupil – iris – lensa mata (cahaya membentuk bayangan) – bayangan ditangkap retina
  - D. kornea – pupil – lensa mata (cahaya membentuk bayangan) – bayangan ditangkap retina
8. Edo menderita miopi sehingga dia tidak dapat melihat benda yang berada pada jarak jauh dengan jelas. Jenis lensa untuk membantu penglihatan Edo adalah ....
- A. Lensa ganda
  - B. Lensa cekung
  - C. Lensa silindris
  - D. Lensa cembung

9. Alat optik yang memiliki satu lensa cembung sehingga dapat membantu mendekatkan objek ke mata serta membantu untuk melihat benda yang kecil adalah ....
- Lup
  - Teleskop
  - Teropong
  - Mikroskop
10. Pada mikroskop, sifat bayangan yang dibentuk oleh lensa adalah ....

	Lensa Obyektif	Lensa Okuler
A.	maya dan diperbesar	maya dan diperbesar
B.	nyata dan diperbesar	nyata dan diperbesar
C.	nyata dan diperkecil	maya dan diperbesar
D.	nyata dan diperbesar	maya dan diperbesar

### Kunci Jawaban/Pedoman Penskoran

#### Kunci Jawaban

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

#### Pedoman Penskoran

Nilai = jumlah benar x 10

Berapakah pencapaianmu?		
		
100 – 80	70 – 50	<50

Rencana saya untuk mencapai hasil maksimal pada pembelajaran berikutnya.



## GLOSARIUM

### A

**Alat optik** Alat yang prinsip kerjanya memanfaatkan prinsip pemantulan dan pembiasan cahaya

**Alveolus** gelembung kecil, berdinding sangat tipis, berbentuk seperti segerombol anggur di ujung bronkiolus, terbungkus pembuluh kapiler, tempat terjadinya pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida.

**Amplitudo** Simpangan maksimum dari titik keseimbangan

**Arteri renalis** pembuluh darah yang membawa darah dari jantung masuk ke ginjal.

### B

**Badan Malpighi** bagian dari nefron yang terdiri atas glomerulus dan simpai Bowman, tempat terjadinya penyaringan darah (filtrasi).

**Bayangan maya** Bayangan yang tidak nyata

**Bunyi** Gelombang longitudinal yang merambatkan energi gelombang di udara sampai terdengar oleh reseptor pendengar

### C

**Cahaya** Sinar yang berasal dari sumber cahaya

**Cepat rambat gelombang** Jarak yang ditempuh gelombang per sekon

**Cermin** Kaca bening di satu sisi dan sisi yang lain mengkilap

### D

**Daun telinga** Bagian telinga luar yang berfungsi mengumpulkan gelombang suara ke saluran telinga

**Desah** Bunyi yang memiliki frekuensi tidak teratur

**Diafragma** otot yang membentang antara rongga dada dan rongga perut, berkontraksi dan berelaksasi untuk memasukkan dan mengeluarkan udara ke dalam tubuh.

**Divergen** Menyebarkan cahaya

### E

**Ekolokasi** Sonar biologi yang digunakan oleh beberapa jenis binatang, sebagai alat navigasi dan berburu

**Epiglotis** katup berbentuk daun yang terletak di belakang lidah.

### F

**Frekuensi gelombang** Jumlah gelombang yang terbentuk per sekon

**Frekuensi getaran** Jumlah getaran per sekon

**Frekuensi** Jumlah gelombang yang terbentuk dalam 1 sekon

## G

**Gaung** Bunyi pantul yang hanya sebagian terdengar bersama-sama dengan bunyi asli sehingga bunyi asli terdengar tidak jelas

**Gelombang elektromagnetik** Cahaya memiliki beberapa sifat, yaitu merambat

**Gelombang** Getaran yang merambat

**Gelombang longitudinal** Gelombang yang arah rambatnya sejajar dengan arah getarnya

**Gelombang transversal** Gelombang yang arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya

**Gema** Bunyi pantul yang terdengar sesudah bunyi asli

**Getaran** Gerak bolak-balik benda secara teratur melalui titik keseimbangan

**Glomerulus** gumpalan pembuluh darah di dalam badan Malphigi.

## H

**Heme** senyawa pada pusat molekul hemoglobin yang mengandung besi

**Hukum Archimedes** Jika suatu benda dicelupkan ke dalam suatu zat cair, maka benda itu akan memperoleh tekanan ke atas yang sama besarnya dengan berat zat cair yang didesak oleh benda tersebut.

**Hukum Pascal** Tekanan yang diberikan kepada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan besar yang sama.

## I

**Indra penglihatan** salah satu indra pada manusia; berupa mata

## J

**Jendela oval** Celah yang tertutup membran pada tulang tengkorak, tempat gelombang suara diteruskan dari telinga tengah ke telinga dalam

## K

**Konvergen** Mengumpulkan cahaya

**Kornea** Bagian depan mata yang berfungsi melindungi bagian di belakangnya

**Korteks** bagian terluar ginjal.

## L

**Laring** saluran udara yang terdapat kotak suara.

**Lensa objektif** Lensa yang posisinya dekat dengan objek/benda yang sedang diamati

**Lensa okuler** Lensa yang posisinya dekat dengan mata pengamat

**Lup** Alat yang terdiri dari lensa cembung yang diberi pegangan untuk melihat benda

## M

**Masker** penutup hidung dan mulut terbuat dari berbagai bahan yang memungkinkan untuk tetap bernapas.

**Mata** Organ pada manusia yang berfungsi untuk melihat

**Medula** bagian sumsum (tengah) ginjal, terdiri dari tubulus ginjal.

**Mengi** penyakit sesak napas, penyakit bengek

**Mikroskop** Alat untuk melihat benda yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang

**Miopi** Kelainan pada mata dengan gejala tidak dapat melihat benda yang berada sangat jauh. Ditolong dengan lensa cekung.

## N

**Nada** Bunyi yang memiliki frekuensi getaran teratur

**Nefron** unit fungsional terkecil ginjal, unit penyaring darah.

## O

**Organ korti** Organ pendengaran aktual telinga, terletak di dasar saluran koklea pada telinga dalam, mengandung sel-sel reseptor telinga

## P

**Pelvis** ruang berbentuk corong, terletak di bagian paling dalam ginjal, jalur untuk urine menuju ke kandung kemih.

**Periode gelombang** Waktu yang diperlukan untuk menempuh satu gelombang

**Periode getaran** Waktu yang dibutuhkan untuk menempuh satu kali getaran

**Presbiopi** Kelainan pada mata dengan gejala tidak dapat melihat benda yang berada sangat jauh maupun benda yang sangat dekat. Ditolong dengan lensa rangkap.

## R

**Resonansi** Peristiwa ikut bergetarnya suatu benda akibat bergetarnya benda lain yang memiliki frekuensi sama

**Retina** Lapisan terdalam mata yang mengandung sel-sel fotoreseptor dan neuron.

## S

**Saluran eustachius** Saluran yang menghubungkan ruang telinga tengah dengan rongga mulut (faring) berfungsi untuk menjaga tekanan udara antara telinga tengah dengan saluran di telinga luar agar seimbang.

**Saluran telinga** Bagian telinga luar yang berfungsi menangkap debu yang masuk ke saluran telinga dan mencegah hewan berukuran kecil masuk ke dalam telinga

**Sel Kupffer** sel makrofag yang berada di hati, bertugas membersihkan sel mati di darah kemudian dikeluarkan di empedu.

**Simpai Bowman** badan berbentuk mangkuk yang membungkus glomerulus di badan Malphigi.

**Sonar** (Sound Navigation and Ranging) dapat digunakan untuk menentukan kedalaman dasar lautan yang diperoleh dengan cara memancarkan bunyi ke dalam air

**Sonifikasi** Proses pemberian energi gelombang ultrasonik pada suatu bahan (larutan atau campuran) sehingga bahan tersebut dapat menjadi bagian yang sangat kecil.

## T

**Tekanan** Berbanding lurus dengan besar gaya dan berbanding terbalik dengan luas bidang tekan. Semakin besar dorongan (gaya) yang diberikan, semakin besar pula tekanan yang dihasilkan.

**Tekanan hidrostatik** Tekanan yang dihasilkan oleh zat cair.

**Teleskop bias** Teleskop kombinasi antara dua lensa cembung

**Teleskop pantul** Teleskop yang lensa objektifnya diganti dengan cermin cekung

**Teleskop** Teropong besar untuk melihat benda-benda yang jauh.

**Trakea** saluran udara yang menghubungkan laring dan bronkus, dilapisi selaput lendir dan silia, tersusun atas tulang rawan yang berbentuk cincin terbuka.

**Transpor aktif** perpindahan molekul atau zat yang melewati membran semipermeabel dan membutuhkan energi dalam bentuk ATP.

**Transpor pasif:** perpindahan molekul atau zat yang tidak membutuhkan energi.

**Tulang pendengaran** Bagian telinga tengah yang berfungsi meneruskan getaran dari gendang telinga ke rumah siput.

## U

**Ultrasonik** Bunyi dengan frekuensi lebih dari 20.000 Hz.

**Ultrasonografi (USG)** Teknik pencitraan untuk diagnosis dengan menggunakan gelombang ultrasonik.

## V

**Vena renalis:** pembuluh vena yang membawa darah yang sudah disaring keluar dari ginjal menuju jantung

## W

**Warna bunyi** Gabungan gelombang bunyi antara nada dasar dan nada atas yang menyertainya.



## DAFTAR PUSTAKA

- 588ku. (t.thn.). *Vektor Bebas Gesper Kartun Rokok*. Diambil kembali dari pngTree: [https://id.pngtree.com/freepng/vector-free-buckle-cartoon-cigarette-case\\_4538882.html](https://id.pngtree.com/freepng/vector-free-buckle-cartoon-cigarette-case_4538882.html)
- Angeles, M. (t.thn.). *Trash Cans Cartoon Images*, Stock Photos & Vectors. Shutterstock.com, <https://in.pinterest.com/pin/535154368194330212/>.
- Biologycorner. (t.thn.). *Label and Color the Kidney*. Diambil kembali dari Teachers Pay Teacher: <https://www.teacherspayteachers.com/Product/Label-and-Color-the-Kidney-KEY-4535998>
- BioNinja. (t.thn.). *Erythrocyte Recycling*. Diambil kembali dari <https://ib.bioninja.com.au/options/option-d-human-physiology/d3-functions-of-the-liver/erythrocyte-recycling.html>
- BioNinja. (t.thn.). *Kidneys*. Diambil kembali dari <https://ib.bioninja.com.au/higher-level/topic-11-animal-physiology/113-the-kidney-and-osmoregu/kidneys.html>
- Buddies, S. (t.thn.). *Get Energized with Cellular Respiration!* Diambil kembali dari [https://www.sciencebuddies.org/teacher-resources/lesson-plans/cellular\\_respiration](https://www.sciencebuddies.org/teacher-resources/lesson-plans/cellular_respiration)
- Citrawan, D. (2019, Maret 19). *Kebutuhan Air Minum Per Hari di Bandar Lampung Capai 525 Liter/Detik*. Diambil kembali dari Lampost.co: <https://www.lampost.co/berita-kebutuhan-air-minum-per-hari-di-bandar-lampung-capai-525-liter-detik.html>
- Conrad, J. (t.thn.). *Practical Teaching Experience: The gas laws*. Diambil kembali dari J. Conrad's Blog: <https://jkrug1.wordpress.com/practical-teaching-experience-the-gas-laws/>
- deb1977. (2017, Agustus 11). *The mechanism of breathing worksheet*. Diambil kembali dari tes: <https://www.tes.com/teaching-resource/the-mechanism-of-breathing-worksheet-11677848>
- Do, R. (2020, Februari 24). *Thread*. Diambil kembali dari Twitter: <https://twitter.com/afrkml/status/1231943133291663360>
- Glencoe. (2005). *Human Body Systems*. New York: McGraw Hill Companies.
- Glencoe. (2008). *Science Level Green*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Griffith, W. Thomas and Brosing, Juliet W. 2009. *The Physics of Everyday Phenomena: A Conceptual Introduction to Physics*. New York: McGraw-Hill.

- Gurukajen. (2013, Juni 4). *Mengetahui Cara Kerja Paru-paru Menggunakan Model*. Retrieved from <https://gurukajen.wordpress.com/2013/06/04/mengetahui-cara-kerja-paru-paru-menggunakan-model/>
- Hadijah, S. (2017, Desember 29). *Mengenal Penyakit Ginjal, Mulai dari Gejala, Penyebab, Pengobatan dan Pencegahannya*. Diambil kembali dari [cermati.com](https://www.cermati.com/artikel/mengenal-penyakit-ginjal-mulai-dari-gejala-penyebab-pengobatan-dan-pencegahannya): <https://www.cermati.com/artikel/mengenal-penyakit-ginjal-mulai-dari-gejala-penyebab-pengobatan-dan-pencegahannya>
- Hisham, S. (2020, Maret 15). *Sebutkan Fungsi Alveoli yang Utama*. Diambil kembali dari <https://hisham.id/sebutkan-fungsi-utama-alveoli.html>
- IGCSE. (2014). #90 *Human excretion-Structure of the kidney, the nephron*. Diambil kembali dari <https://biology-igcse.weebly.com/kidney-structure.html>
- Indonesia. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2017. *Ilmu Pengetahuan Alam SMP/MTs Kelas VIII Semester 2*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Institute, N. C. (t.thn.). *Componentts of The Urinary System*. Diambil kembali dari <https://training.seer.cancer.gov/anatomy/urinary/components/>
- Josephine, N. (2014, Nopember 11). *BIOLOGY FORM 4 CHAPTER 7 - RESPIRATION PART 2*. Diambil kembali dari Slideshare: <https://www.slideshare.net/nirmalajosephine1/biology-form-4-chapter-7-respiration-part-2>
- Kusuma, S. (2018). *Sistem Ekskresi Manusia*. Diambil kembali dari SlidePlayer: <https://slideplayer.info/slide/12854205/>
- McLaughlin, Charles William., Thompson, Marilyn., and Zike, Dinah 2005. *Physical Science*. New York: McGraw-Hill.
- Nafiun.com. (2020). *Struktur dan Fungsi Trakea/Batang Tenggorokan*. Retrieved from <https://www.nafiun.com/2012/12/struktur-dan-fungsi-trakea-batang-tenggorokan.html>
- Penting, B. S. (2019, Agustus 08). *Struktur Pada Laring yang Berfungsi untuk Mencegah Masuknya Partikel Makanan*. Retrieved from [https://struktur.shareinspire.me/2019/08/struktur-pada-laring-yang-berfungsi\\_8.html](https://struktur.shareinspire.me/2019/08/struktur-pada-laring-yang-berfungsi_8.html)
- Pinterest. (t.thn.). *Integumentary System*. Diambil kembali dari <https://id.pinterest.com/pin/265430971772204715/visual-search/?x=9&y=9&w=282&h=358>
- Pratiwi, R., Suyono, Kuswanti, N., Widodo, W., Rahardjo, Sudibyo, E., Rahayu, Y.S., Kuswanto, H., Amin, M., Subiyakto, B., Sukarmin, dan Jatmiko, B. 2008.

*Contextual Teaching and Learning Ilmu Pengetahuan Alam: Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah Kelas VIII Edisi 4*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

- Rose, J. (t.thn.). *Homeschool Stuff*. Diambil kembali dari Pinterest: <https://id.pinterest.com/pin/176484879121770975/>
- School, S. A. (2015, Juni 27). *Excretion Worksheet*. Diambil kembali dari Slideshare: <https://www.slideshare.net/ananthzen/nephron-ws>
- Sehat, T. (t.thn.). *Warna Urin Untuk Menentukan Kesehatan Anda*. Diambil kembali dari <https://www.terapisehat.com/2015/12/warna-urin-untuk-menentukan-kesehatan.html>
- Staff, M. C. (2020, Ferbruari 21). *Liver disease*. Diambil kembali dari Mayo Clinic: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/liver-problems/symptoms-causes/syc-20374502>
- Studylib. (t.thn.). *Skin Worksheet*. Diambil kembali dari <https://studylib.net/doc/8882569/skin-worksheet>
- Tay, B. (2007). *Science In Focus Biology. O'Level*. Singapore: Science Education South Asia Ptc. Ltd.
- Teks.co.id. (2020, Juni 27). *Hukum Boyle: Pengertian Hukum Boyle, Rumus, Penerapan dan Contoh Soal*. Diambil kembali dari <https://teks.co.id/hukum-boyle/>
- Teks.Co.Id. (2020, Oktober 17). *Hidung: Pengertian, Fungsi, Struktur, Bagian, Cara Kerja dan Gambarnya*. Retrieved from <https://teks.co.id/pengertian-hidung/>
- Test, M. (2020). *The Mechanics of Respiration*. Diambil kembali dari <https://medicests.com/units/the-mechanics-of-respiration>
- Sari, T. I. (2012, September 05). *Proses Pembentukan Urine*. Diambil kembali dari studyscience: <http://triilmasari.blogspot.com/2012/09/proses-pembentukan-urine.html>
- Siswapedia, T. (2014, September 08). *Volume Udara dalam Paru-paru Manusia*. Diambil kembali dari Siswapedia: <https://www.siswapedia.com/volume-udara-dalam-paru-paru-manusia/>
- Alistigna. (2015, April 25). *Bagian-Bagian Sistem Pernapasan dan Fungsinya*. Diambil kembali dari Budisma Sains Teknologi: <https://budisma.net/2015/04/bagian-bagian-sistem-pernapasan-dan-fungsinya.html>
- Rohmah, P. (2017, April 06). *Proses Katabolisme Protein*. Diambil kembali dari Scribd: [scribd.com/document/344301308/Proses-Katabolisme-Protein](https://scribd.com/document/344301308/Proses-Katabolisme-Protein)

- Kresnoadi. (2019, September 23). *Biologi Kelas 8 / Ada Apa Saja Jenis-jenis Proses Pernapasan Manusia?* Diambil kembali dari ruang guru: <https://blog.ruangguru.com/proses-pernapasan>
- Lifestyle. (2020, April 1). *Begini Cara Test Swab Hidung Cek Virus Corona*. Retrieved from <https://lifestyle.bisnis.com/read/20200401/106/1220997/begini-cara-test-swab-hidung-cek-virus-corona->
- Setiawan, S. (2020, September 9). *Penjelasan Bronkiolus-Fungsi, Jaringan, Bronkiolusterminalis, Histologi Bronkiolus, Alveolus, Kandung Kemih*. Diambil kembali dari <https://www.gurupendidikan.co.id/penjelasan-bronkiolus/>
- Ghama. (2020, 07 15). *Rangkuman Sistem Pernapasan Manusia*. Retrieved from <https://gds2020.com/rangkuman-sistem-pernapasan-manusia/>
- GuruPendidikan.com. (2020, 09 08). *Penjelasan Bronkiolus – Fungsi, Jaringan, Bronkiolusterminalis, Histologi Bronkiolus, Alveolus, Kandung Kemih*. Retrieved from <https://www.gurupendidikan.co.id/penjelasan-bronkiolus/>
- Vecteezy. (2020, 10 24). *Students in Bangkok who have to wear dust masks to prevent dust*. Retrieved from <https://www.vecteezy.com/vector-art/593975-students-in-bangkok-who-have-to-wear-dust-masks-to-prevent-dust-pm2-5>
- RuangBiologi. (2020, 10 27). *Fungsi Laring: Pengertian, Struktur dan Bagiannya*. Retrieved from <https://www.ruangbiologi.co.id/fungsi-laring/>



**Direktorat Sekolah Menengah Pertama  
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini,  
Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah  
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI**