

## ALAT PERAGA EDUKASI (APE) SEDERHANA RAMAH LINGKUNGAN

Keberadaan sampah sebagai pemicu isu lingkungan sampai detik ini belum memiliki nilai ekonomis, bahkan dapat dikatakan mempunyai nilai negatif karena dalam pemanfaatannya, baik untuk membuang atau membersihkannya memerlukan biaya yang cukup besar. Bermula dari keadaan tersebut, kami mengupayakan agar masalah tersebut bisa diminimalisir dengan melakukan beberapa pemilahan sampah di lingkungan sekitar. Disamping itu juga sebagai bentuk kesadaran akan cinta lingkungan.

Upaya tersebut kami kemas dalam bentuk pembuatan produk dengan memanfaatkan sampah untuk diubah menjadi beberapa alat peraga edukasi yang mampu menstimulus kreativitas dan mengasah ketrampilan peserta didik. Adapun alat peraga yang diciptakan tersebut bersifat sederhana, mudah dipahami, ekonomis, praktis dan dikhususkan untuk siswa SMP dalam memperoleh konsep mata pelajaran IPA.



Penerbit:  
LPPM UNHASy Tebuireng Jombang  
Gedung B Lt.1 Jl. Jrihan Jaya No. 55 Tebuireng,  
Jombang, 61471 - Indonesia,  
telp: (0321) 861715  
Mail: [lpdm.unhasy@gmail.com](mailto:lpdm.unhasy@gmail.com) / [lpdm@unhasy.ac.id](mailto:lpdm@unhasy.ac.id)  
<http://www.lpdm.unhasy.ac.id>



6

ALAT PERAGA EDUKASI (APE) SEDERHANA RAMAH LINGKUNGAN

Nindha Ayu Berlianti, dkk

Penulis :  
Nindha Ayu Berlianti, dkk



## ALAT PERAGA EDUKASI (APE) SEDERHANA RAMAH LINGKUNGAN

PENERBIT  
LPPM UNHASy TEBUIRENG JOMBANG  
2020



**ALAT PERAGA EDUKASI (APE)  
SEDERHANA RAMAH  
LINGKUNGAN**

### Sanksi Pelanggaran Pasal 113

#### Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

# **ALAT PERAGA EDUKASI (APE) SEDERHANA RAMAH LINGKUNGAN**

Oleh:  
**Nindha Ayu Berlianti, dkk**

**PENERBIT**



**LPPM UNHASY TEBUIRENG JOMBANG  
2020**

**JUDUL BUKU**

ALAT PERAGA EDUKASI (APE) SEDERHANA RAMAH  
LINGKUNGAN

**Penulis:**

Nindha Ayu Berlianti, S.Si, S.Pd, M.Si  
Nur Hayati, M.Pd  
Oktaffi Arinna Manasikana, S.Si., M.Pd

**ISBN: 978-623-91785-5-0****Perancang Sampul:**

Toto Prasetyo

**Penata Letak:**

Fauzi Fatkurrohman, S.Pd

**Editor:**

Noer Afidah, M.Si

**Penerbit :****LPPM UNHASY TEBUIRENG JOMBANG****Alamat Redaksi:**

Jl. Irian Jaya No. 55 Tebuireng,, Cukir, Diwek,  
Jombang, Jawa Timur 61471  
Gedung B UNHASY Lt.1  
Telp: (0321) 861719  
e-mail: [lppm.unhasy@gmail.com](mailto:lppm.unhasy@gmail.com)/ [lppm@unhasy.ac.id](mailto:lppm@unhasy.ac.id)  
<http://www.lppm.unhasy.ac.id>

Cetakan Pertama, Maret 2020  
i-vii+ 82hlm, 15.5 cm x 23.5 cm

Hak Cipta dilindungi Undang-undang  
*All Rights Reserved*

**Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan  
papun tanpa seizin tertulis dari penerbit**

# KATA PENGANTAR

**“Alat Peraga Edukasi (APE) Sederhana Ramah Lingkungan”** berisi tentang belajar membuat alat peraga IPA sederhana dengan berbahan dasar sampah atau bahan bekas pakai yang menitik beratkan pada memunculkan kreativitas dalam penyusunan alat peraga tersebut. APE IPA ini dapat diaplikasikan pada materi hukum pascal, kesetimbangan, gerak harmonis sederhana, hukum newton III, sistem gerak pada manusia dan struktur sel hewan.

Ruang lingkup buku ini adalah pemberian edukasi 5R (*Reduce, Reuse, Recycle, Replace, Respect*), pengelolaan dan pemanfaatan sampah, tahapan pembuatan alat peraga IPA sederhana yang di kaitkan dengan konsep alat peraga dalam pembelajaran IPA SMP. Buku ini ditujukan untuk kalangan siswa, mahasiswa dan para pengajar dibidang ilmu pengetahuan alam dan lingkungan. Paling tidak buku ini sebagai referensi atau pembuka wawasan untuk melengkapi bahan materi yang sudah ada sebelumnya. Guna menyebarkan pengetahuan ini semoga dapat berguna bagi kita semua.

Jombang, Januari 2020

# PRAKATA

Dengan menyebut nama Allah SWT dan dengan melimpahkan salam kepada Rasulullah SAW, kami panjatkan syukur atas terselesainya penulisan buku hasil penelitian ini yang berjudul **“Alat Peraga Edukasi (APE) Sederhana Ramah Lingkungan”** tepat pada waktunya. Buku ini ditulis dalam rangka Program Penelitian Dosen Pemula Hibah Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Tahun 2019 serta disusun berdasarkan hasil penelitian dengan judul Alat Peraga Edukasi 5R sebagai Strategi Pemanfaatan Sampah di Lingkungan Universitas Hasyim Asy’ari Tebuireng Jombang.

Penulisan buku ini dapat terselesaikan berkat dukungan, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga, terutama kepada Ditjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai kegiatan Penelitian Dosen Pemula sehingga penulis dapat mengembangkan wawasan, pengetahuan dan pengalaman sebagai pendidik dan peneliti. Rektor Universitas Hasyim Asy’ari Dr. HC. Ir. KH Salahuddin Wahid atas persetujuannya sehingga penulis dapat mengikuti program penelitian tersebut dengan baik. LPPM Universitas Hasyim Asy’ari yang telah merekomendasikan dan mendukung penulis untuk mengikuti program PDP. Serta semua pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan buku.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna karena segala sesuatu tidak lepas dari kesalahan, keterbatasan dan kekurangan. Dengan segala kerendahan hati, penulis menerima segala kritik dan saran yang bersifat perbaikan dari para pembaca untuk menyempurnakan buku ini. Akhir kata, penulis berharap semoga buku ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Jombang, Januari 2020  
Penulis

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iv
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
BAB 2 EDUKASI 5R, SAMPAH, ALAT PERAGA .....	5
2.1 Edukasi 5R( <i>Reduce, Reuse, Recycle, Replace, Respect</i> ) .....	6
2.2 Sampah dan Jenisnya .....	7
2.3 Alat Peraga .....	15
BAB 3 PEMBUATAN APE IPA SEDERHANA .....	23
3.1 Pendahuluan .....	24
3.2 Pembuatan APE Lengan Hidrolik .....	25
3.3 Pembuatan APE Jungkat-Jungkit .....	28
3.4 Pembuatan APE Ayunan Newton .....	33
3.5 Pembuatan APE Roket Balon .....	36
3.6 Pembuatan APE Otot Bisep dan Trisep .....	38
3.7 Pembuatan APE Sel Hewan 3D.....	42
BAB 4 KONSEP ALAT PERAGA DALAM PEMBELAJARAN .....	44
4.1 Hukum Pascal .....	45
4.2 Keseimbangan Benda Tegar .....	48
4.3 Gerak Harmonis Sederhana .....	52
4.4 Hukum Newton .....	58
4.5 Sistem Gerak pada Manusia .....	62
4.6 Struktur Sel .....	72
DAFTAR PUSTAKA .....	85
BIOGRAFI PENULIS .....	87



# DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis Sampah Anorganik, Organik dan B3.....	9
Gambar 2.2 Jenis Sampah Padat, Gas dan Cair.....	11
Gambar 3.1 Pembuatan APE Lengan Hidrolik.....	28
Gambar 3.2 Pembuatan APE Jungkat-Jungkit.....	32
Gambar 3.3 Pembuatan APE Ayunan Newton.....	35
Gambar 3.4 Pembuatan APE Roket Balon.....	38
Gambar 3.5 Pembuatan APE Otot Bisep dan Trisep.....	41
Gambar 3.6 Pembuatan APE Sel Hewan 3D.....	45
Gambar 4.1 Tekanan dialirkan ke semua arah sama besar.....	46
Gambar 4.2 Prinsip Hidrolik.....	47
Gambar 4.3 Anatomi Gerak Harmonik Sederhana.....	53
Gambar 4.4 Anatomi Gerak Harmonik Sederhana pada Pegas.....	54
Gambar 4.5 Anatomi Gerak Harmonik Teredam.....	55
Gambar 4.6 Anatomi Periode, Frekuensi dan Amplitudo.....	56
Gambar 4.7 Sistem Bandul.....	57
Gambar 4.8 Gaya Satu Newton.....	59
Gambar 4.9 Penerapan Hukum Newton II.....	60
Gambar 4.10 Penerapan Hukum Newton III.....	62
Gambar 4.11 Persamaan dan Perbedaan Sel Hewan dan Tumbuhan.....	73
Gambar 4.12 Jaringan Hewan.....	80
Gambar 4.13 Jaringan Tumbuhan.....	82

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Keberadaan sampah sebagai pemicu isu lingkungan sampai detik ini belum memiliki nilai ekonomis, bisa dikatakan bernilai negatif karena dalam penanganannya, membutuhkan biaya yang besar. (Alamsyah, 2013).

Bersumber pada Artikel yang telah tayang di tribunnews (15 Januari 2019), mengklaim 5 negara sebagai penyumbang sampah terbanyak di laut, sekitar 60 persen dari sampah plastik di laut berasal dari China, Indonesia, Thailand, Filipina dan Vietnam. Berdasarkan studi yang di rilis oleh McKinsey and Co dan Ocean Conservancy, sebagian besar plastik yang dibuang ke laut berasal dari darat. Sampah tersebut tidak dikumpulkan dan dibuang dengan benar di tempat pembuangan akhir.

Melihat permasalahan tersebut, untuk buangan hasil aktivitas manusia maupun alam masih perlu di tindak lebih lanjut melalui proses pengumpulan, pengangkutan, pemusnahan atau pengelolaan sampah dengan sedemikian rupa sehingga kesehatan masyarakat dan lingkungan hidup tidak terganggu (Notoatmojo, 2008).

Di mulai dari melakukan pemilahan sampah di lingkungan kampus (UNHASY) yang bertujuan untuk mengurangi dan mengendalikan sampah, memberikan pendorong bagi kami untuk melakukan suatu penelitian yang melibatkan sampah sebagai sumber utama dalam penyusunan alat peraga. Penelitian sebelumnya oleh Rini Astuti menunjukkan bahwa KBM yang telah dikembangkan, mampu menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif siswa dalam menyelesaikan tugas proyek tentang menangani limbah di sekolah.

Kemudian penelitian relevan lainnya dilakukan oleh Rusnilawati mengemukakan bahwa media pembelajaran edukasi dari sampah mampu meningkatkan sikap peduli siswa dalam melaksanakan program *reduce, reuse, recycle*.

Berdasar uraian diatas, kami mencoba melakukan inovasi baru dengan memanfaatkan sampah menjadi alat peraga yang mampu menstimulus kreativitas dan mengasah keterampilan mahasiswa pendidikan IPA yang telah menempuh matakuliah Fisika Dasar dan dikolaborasikan dengan mata kuliah ilmu pengetahuan lingkungan.

Mengembangkan kreativitas dan keterampilan dilakukan dengan membuat produk berupa media pembelajaran yang dapat digunakan di tingkat SMP atau SMA dengan memanfaatkan sampah seperti botol bekas, stik es krim, sisa potongan kayu dll. Alat peraga ini dirancang secara spesifik untuk menyampaikan pesan dari dosen kepada mahasiswa yang mampu merangsang pola pikir, perasaan, perhatian, dan minat belajar dalam KBM sehingga dapat meningkatkan hasil belajar.

Alat peraga juga harus menunjukkan kebaruan yang unik, mudah dipahami, memiliki makna, nilai guna, nilai ekonomi, mudah digunakan dan praktis yang sesuai dengan kriteria produk kreatif pada masing-masing indikator penilaian produk. Oleh karena itu, penilaian proses dan produk hasil pengelolaan sampah dijamin menggunakan lembar observasi, sesuai dengan kemampuan mahasiswa yang tampak pada setiap komponen penilaian produk.

Pemanfaatan sampah untuk di jadikan suatu alat peraga dapat dikatakan sebagai salah satu strategi yang tepat dalam pengelolaan sampah. Sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan penumpukan sampah yang ada disekitar lingkungan UNHASY. Setelah pelaksanaan penelitian ini, dihimbau agar mahasiswa prodi pendidikan IPA dapat mengembangkan kreativitas dan keterampilan dalam mendayagunakan sampah menjadi alat peraga edukasi sederhana.

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini yaitu mampu menambah keragaman pengetahuan dan sebagai acuan dalam penelitian selanjutnya, memberikan kontribusi terhadap pengembangan teori ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang pendidikan IPA. Disamping itu juga dapat menambah pengalaman riil pada mahasiswa yang dapat diterapkan ketika menjadi guru kelak. Meningkatkan kreativitas dan daya terampil mahasiswa pendidikan IPA dalam memanfaatkan sampah.

**BAB II**  
**EDUKASI 5R, SAMPAH**  
**DAN ALAT PERAGA**

## **BAB II**

# **EDUKASI 5R, SAMPAH DAN ALAT PERAGA**

### **2.1. Edukasi 5R (*Reduce, Reuse, Recycle, Replace, Respect*)**

Setiap orang harus mengolah sampah dengan metode yang berdasarkan lingkungan. Metode tersebut ialah 5R, yaitu (Panji, 2013):

a. *Reduce*

Mengurangi penggunaan barang habis pakai yang bisa memicu penimbunan sampah. Karena banyaknya barang sisa yang terbuang akan meimbulkan sampah.

b. *Reuse*

Penggunaan kembali barang-barang yang dapat dipakai lagi dan menghindari memakai barang sekali pakai.

c. *Recycle*

Memproses kembali barang yang masih dapat digunakan. Sehingga barang tersebut dapat di daur ulang menjadi barang yang lebih berguna.

d. *Replace*

Mengganti barang satu kali pakai dengan barang yang lebih tahan lama dan menggunakan barang yang lebih aman serta *biodegradable*

e. *Respect*

Strategi ini menimbulkan rasa cinta dan peduli pada alam, sehingga akan menumbuhkan rasa saling menghargai terhadap lingkungan.

Metode pendistribusian sampah bervariasi tergantung dari kuantitas, jenis, lahan, dan alat yang dipakai untuk mengolah limbah (Alex, 2012). Pengolahan sampah bisa diartikan sebagai suatu wadah yang berkaitan dengan pengaturan terhadap penimbunan, pemindahan, pengangkutan, pemrosesan, penyimpanan dan pembuangan sampah dengan cara yang tepat

dan sesuai dengan landasan baku dalam meminimalisir pencemaran lingkungan.

## **2.2. Sampah dan Jenisnya**

Sampah pada hakikatnya merupakan hasil buangan yang berasal dari kegiatan manusia dan proses alam, yang dalam penindakan (membersihkan dan menghilangkannya) butuh biaya yang lumayan besar. Undang- Undang No.18 menyatakan bahwa sampah bermula dari sisa kegiatan sehari-hari manusia yang berwujud padat (Gunawan, 2008)

Pengelolaan sampah biasanya mengacu pada material yang dikelola untuk mengurangi dampak negatif dan juga dilakukan untuk memulihkan SDA (*resources recovery*). Limbah padat dapat berupa materi yang berasal dari dapur/rumah tangga seperti plastik, gelas, metal dan lainnya. Sedangkan limbah cair bersumber dari sampah yang dihasilkan toilet, cucian, pabrik penyamaan kulit, tahu, tebu dan sebagainya yang di alirkan ke air tanah dan sungai sehingga berpotensi mencemari lingkungan (Artiningsih, 2008)

Jika sampah tidak diolah dengan sistemik, kontinu dan berkelanjutan maka akan menimbulkan berbagai efek negatif. Dampak tersebut ialah :

- a. Kesehatan: tempat berkembang biaknya mikroorganisme yang mampu memicu berbagai macam virus penyakit, membinasakan hewan dan mencemari tumbuhan yang dikonsumsi oleh manusia
- b. Alam: menurunnya habitat hewan dan tumbuhan mengakibatkan hancurnya unsur alam seperti menipisnya lapisan ozon, efek rumah kaca, rusaknya terumbu karang, asam/basa pH tanah dan perairan yang tercemar.
- c. Terhadap sosial ekonomi: terjadinya bencana banjir akibat penumpukan sampah, bau menyengat, sehingga mengurangi nilai estetika.



## A. Jenis-Jenis Sampah

Berdasarkan sifatnya, sampah itu dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu organik, anorganik dan (B3) (Daniel, 2009).

Sampah organik terdiri dari bahan-bahan yang bisa diuraikan secara alami/biologi, seperti sisa makanan, potongan sayur, daun kering, dan sebagainya. Sampah ini dapat difungsikan lebih lanjut untuk dijadikan pupuk kompos. Yang biasa disebut sebagai sampah basah.

Sampah anorganik sulit terurai dalam lingkungan dan memerlukan penanganan lebih lanjut, seperti bungkus plastic bekas makanan, sisa potongan kertas, botol kaca, gelas tempat minuman, kaleng susu, kayu, dan sebagainya. Atau biasa disebut dengan sampah kering. Sampah ini bisa didaur ulang dan laku dijual menjadi produk lainnya.

Sampah bahan berbahaya dan beracun (B3) merupakan sampah berasal dari bahan-bahan sisa buangan limbah rumah sakit, limbah radioaktif dan limbah industri.





**Gambar 2.1. Jenis Sampah anorganik organik, B3**

Berdasarkan wujudnya sampah dikelompokkan menjadi sampah padat, cair, dan gas (Alex, 2012). Berikut ini merupakan penjelasan mengenai jenis sampah tersebut :

1. Sampah padat adalah segala bahan buangan selain kotoran manusia, urine dan sampah cair. Dapat berupa sampah rumah tangga seperti sampah dapur, sampah kebun, plastik, metal, gelas dan lain-lain. Menurut bahannya sampah ini dikelompokkan menjadi sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik Merupakan sampah yang berasal dari barang yang mengandung bahan-bahan organik, seperti sisa-sisa sayuran, hewan, kertas, potongan-potongan kayu dari peralatan rumah tangga, potongan-potongan ranting, rumput pada waktu pembersihan kebun dan sebagainya. Berdasarkan kemampuan diurai oleh alam (*biodegradability*), maka dapat dibagi lagi menjadi :

a. *Biodegradable* : Sampah yang dapat diuraikan secara sempurna oleh proses biologi baik aerob atau anaerob, seperti: sampah dapur, sisa-sisa hewan, sampah pertanian dan perkebunan.

b. *Non-biodegradable* : Sampah yang tidak bisa diuraikan oleh proses biologi. Dapat dibagi lagi menjadi :

1) *Recyclable* : sampah yang dapat diolah dan digunakan kembali karena memiliki nilai secara ekonomi seperti plastik, kertas, pakaian dan lain-lain.

2) *Non-recyclable* : sampah yang tidak memiliki nilai ekonomi dan tidak dapat diolah atau diubah kembali seperti tetra packs, carbon paper, thermocoal dan lain-lain.

2. Sampah cair adalah bahan cairan yang telah digunakan dan tidak diperlukan kembali dan dibuang ke tempat pembuangan sampah. Berikut merupakan jenis-jenis dari sampah cair :
  - a. Limbah hitam: sampah cair yang dihasilkan dari toilet. Sampah ini mengandung patogen yang berbahaya.
  - b. Limbah rumah tangga: sampah cair yang dihasilkan dari dapur, kamar mandi dan tempat cucian. Sampah ini mungkin mengandung patogen.
3. Sampah gas adalah kotoran atau sisa pembuangan dari suatu aktifitas yang biasanya dihasilkan dari industri. Sampah gas dapat dikatakan sebagai emisi. Emisi biasa dikaitkan dengan polusi. Salah satu contohnya adalah gas nuklir yang merupakan hasil dari fusi nuklir dan fisi nuklir yang menghasilkan uranium dan thorium yang sangat berbahaya bagi lingkungan hidup dan juga manusia. Dalam kehidupan manusia, sampah dalam jumlah besar datang dari aktivitas industri (dikenal juga dengan sebutan limbah) misalnya pertambangan, manufaktur, dan konsumsi. Hampir semua produk industri akan menjadi sampah pada suatu waktu, dengan jumlah sampah yang kira-kira mirip dengan jumlah konsumsi. Oleh karena itu sampah industri dan nuklir disimpan ditempat-tempat yang tidak berpotensi tinggi untuk melakukan aktivitas. Tempat-tempat yang dituju biasanya daerah bekas pertambangan atau dasar laut.





**Gambar 2.2. Jenis Sampah Padat, Gas, dan Cair**

Berdasarkan klasifikasinya sampah dibagi menjadi: (Slamet, 2002)

a. Sampah Rumah Tangga

- 1) Sampah basah (*garbage*) : sampah yang berasal dari sisa hasil pengolahan yang masih bisa diuraikan. Contohnya sisa makanan, bangkai hewan, sayur busuk, daun kering dan semua materi yang berasal dari makhluk hidup.
- 2) Sampah kering (*rubbish*) : berasal dari logam (besi tua, kaleng bekas, potongan seng); nonlogam (balok kayu, kertas, kaca, plastik, keramik, kain).
- 3) Sampah lembut : sampah yang berasal dari berbagai jenis abu seperti debu, asap rokok, serbuk gergaji, sisa

pembakaran. Merupakan partikel-partikel kecil yang mudah berterbangan dan dapat mengganggu pernafasan dan mata.

4) Sampah besar : buangan rumah tangga seperti almari, mesin cuci, mebel, kulkas, televisi, radio dan peralatan dapur.

b. Sampah Komersial.

Berasal dari kegiatan profit (toko, restoran, hotel, tempat wisata, pasar, supermarket, warung makan, dsb) dan kegiatan institusi seperti sekolah, perusahaan, kantor, peribadatan, lembaga-lembaga lainnya.

c. Sampah Bangunan.

Dihasilkan dari kegiatan pembangunan (pembongkaran bangunan, perbaikan jalan raya, renovasi jembatan, potongan kayu, pecahan atap genteng, bata, buangan adukan.

d. Sampah Fasilitas Umum

Berasal dari pembersihan jalan, taman, halte, terminal, kamar mandi umum. Contohnya ranting pohon, plastik kemasan, putung rokok, popok.

e. Sampah Berbahaya

Sampah B3 terdiri dari sampah patogen yang berasal dari rumah sakit atau klinik. Sampah beracun yaitu sampah sisa-sisa perstisida, kertas bekas pembungkus bahan-bahan beracun dll. Sampah radioaktif berasal dari bahan nuklir dan sampah yang dapat meledak seperti petasan, mesiu dan sebagainya. (Dirjen Cipta Karya, 2008)

f. Sampah kandang

Berasal dari proses pemotongan hewan, dapat pula berupa kotoran hewan, sisa makanannya, sisa-sisa daging, tulang, isi perut dan sebagainya

g. Sampah lumpur

Sampah setengah padat yang berasal dari lumpur selokan, riol, lumpur dari bangunan pengolahan air buangan, septic tank dan sebagainya

Berdasarkan karakteristiknya, sampah dibagi menjadi : (Dirjen Cipta Karya, 2008)

#### 1. Komposisi sampah

Komposisi sampah dibagi menjadi dua golongan, yaitu :

##### a. Komposisi fisik

Komposisi fisik sampah mencakup besarnya prosentase dari komponen pembentuk sampah yang terdiri dari organik, kertas, kayu, logam, kaca, plastik dan lain-lain

##### b. Komposisi kimia

Umumnya komposisi kimia sampah terdiri dari unsur Karbon, Hidrogen, Oksigen, Nitrogen, Sulfur, Fosfor, serta unsur lainnya yang terdapat dalam protein, karbohidat dan lemak

#### 1. Kepadatan sampah

Menyatakan berat sampah persatuan volume (Tchobanoglous, *et al*, 1993). Dirjen Cipta Karya (2008) menyebutkan bahwa informasi kepadatan sampah diperlukan untuk menentukan ketebalan dari lapisan sampah yang akan dibuang pada sistem *Sanitary Landfill*. Sedangkan bila menggunakan sistem pengolahan maka informasi ini diperlukan untuk merencanakan dimensi unit proses.

#### 2. Kadar air sampah

Merupakan perbandingan antara berat air dengan berat sampah total atau berat kering sampah tersebut.

### **B. Cara dan Teknik Pengelolaan Sampah**

Pengelolaan sampah dapat didefinisikan sebagai suatu bidang yang berhubungan dengan pengendalian terhadap timbunan sampah, penyimpanan, pengumpulan, pemindahan dan pengangkutan, pengolahan dan pembuangan sampah dengan suatu cara yang sesuai dengan prinsip-prinsip terbaik yang berhubungan dengan kesehatan masyarakat, ekonomi, teknik, perlindungan alam, keindahan dan pertimbangan lingkungan lainnya serta mempertimbangkan masyarakat luas. (Tchobanoglous, *et al*, 1993). Dengan demikian pengelolaan

sampah merupakan suatu cara untuk menyikapi sampah agar dapat memberikan suatu manfaat dan tidak merusak lingkungan.

### 1. Cara pengelolaan sampah

Untuk mengelola sampah yang terkumpul tersedia 3 cara yang dapat dilakukan yaitu dengan menimbun disuatu tempat, dengan mengabukan dan dengan daur ulang atau *recycling* ke proses-proses lain.

#### a. Penimbunan

Cara penimbunan sampah yang paling sederhana ialah penimbunan terbuka, yaitu sampah dikumpulkan begitu saja disuatu tempat yang dipilih jauh dari tempat aktifitas masyarakat, sehingga tidak menimbulkan banyak gangguan. Cara penimbunan sampah yang baik ialah dengan cara menimbun sampah dibawah tanah atau digunakan untuk mengurug tanah berawa yang kemudian ditutup dengan lapisan tanah. Dengan demikian proses dekomposisi berlangsung di bawah tanah, sehingga apabila terdapat kuman berbahaya tidak tersebar ke dalam udara. Namun cara ini juga masih menimbulkan masalah seperti pencemaran air tanah yang dapat mempengaruhi air sumur dan air selokan yang dekat dengan sampah tersebut.

Pengelolaan sampah dengan cara penimbunan melibatkan beberapa pihak dengan urutan :

- 1) Masyarakat membuang sampah ke tempat pembuangan sampah sementara
- 2) Petugas dinas kebersihan mengangkut sampah dari tempat timbunan sementara dengan memadatkan sampah terlebih dahulu lalu dibuang ke tempat pembuangan akhir.
- 3) Pemungut sampah memungut sampah-sampah seperti botol, bahan plastik, rongsokan besi
- 4) Sampah yang ditimbun di tempat penimbunan akhir sebaiknya di timbun di dalam tanah agar hancur oleh mikroorganisme

#### b. Mengabukan

Mengabukan atau insinerasi (*incineration*) sampah, ini sering dilakukan untuk mengurangi jumlah sampah yang ada. Prosesnya tidak sama dengan membakar sampah begitu saja di tempat terbuka. Sampah sibakar di dalam dapir khusus, pencemaran-pencemaran yang keluar dari hasil pembakaran yang berupa abu

dan bahan-bahan lain yang volumenya tinggal sedikit, ditimbun atau dipendam di tempat yang telah di sediakan. Pada proses insinerasi timbul panas, sehingga dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan tenaga uap atau listrik. Pada proses insinerasi mempunyai beberapa keuntungan :

- 1) Mengurangi masalah kesehatan yang berhubungan dengan penimbunan sampah
- 2) Mengurangi volume sampah hingga 80%
- 3) Kotoran dan sampah dapat dikerjakan bercampur, tidak perlu dipisah-pisahkan
- 4) Alat yang digunakan dapat dibuat untuk berbagai ukuran, untuk keperluan besar, sedang atau kecil
- 5) Sisa pembakarannya kecil dan tidak berbau dan mudah ditangani

c. Daur ulang atau *recycling*

*Recycling* ialah suatu proses yang memungkinkan bahwa, bahan-bahan yang terbuang dapat dimanfaatkan lagi, sehingga seolah-olah tidak ada bahan buangan. Terdapat berbagai bentuk pemanfaatan buangan sehingga sebagian besar dari masalah sampah dapat teratasi. Bahan organik seperti daun, kayu, kertas dan sisa makanan, kotoran dan sebagainya dapat dijadikan kompos dengan pertolongan mikro-organisme

Kompos berupa bahan organik yang mengalami dekomposisi seperti humus yang berguna sebagai pupuk dan juga dapat memperbaiki struktur tanah. Sampah yang terdiri dari logam dapat diolah lagi menjadi bahan mentah industri.

*Recycling* lain yang dapat dilakukan ialah dengan melakukan proses destilasi kering. Sampah dimasukkan kedalam ruang tertutup dipanaskan tanpa diberi udara. Karena dengan pemanasan tersebut sampah mengeluarkan berbagai macam gas yang dapat dimanfaatkan. (Morgan, 2009)

### **2.3. Alat Peraga**

Merupakan serangkaian benda yang sengaja dirancang untuk dipergunakan dalam membantu menanamkan konsep-konsep dalam pembelajaran. Fungsi alat peraga secara umum ialah untuk menjabarkan keabstrakan konsep, agar makna tersebut mampu diterima dengan baik. Penyampaian informasi yang hanya melalui bahasa memungkinkan terjadinya miss



konsepsi/salah konsep artinya peserta didik hanya mengetahui tentang penafsiran kata tanpa memahami arti yang terkandung dalam kata tersebut.

Pelajaran dikatakan menarik jika disampaikan dengan luwes sehingga mampu menciptakan imajinasi peserta didik tentang pemahaman dan pandangan yang menyenangkan dari materi pembelajaran. Alat peraga mampu memperkuat pembelajaran, antara lain sebagai berikut: (Anas, 2014)

- a. Membantu mengenal pengetahuan secara langsung.
- b. Menunjang kata terucap.
- c. Membuat lebih konkret, transparan, menarik, dan hidup.
- d. Membantu mengembangkan kepekaan terhadap waktu dan tempat.
- e. Memunculkan hubungan sebab akibat.
- f. Membantu pengajar mengembangkan bahan pembelajarannya.
- g. Menunjang buku pelajaran.
- h. Membantu pembelajaran permanen.
- i. Menambah kesenangan dan minat pada pembelajaran.

#### **A. Fungsi Alat Peraga**

Sebagai alat bantu dalam proses belajar mengajar, alat peraga/media mempunyai beberapa fungsi yang dibagi menjadi enam kategori, yaitu:

- a. Penggunaan media dalam proses belajar mengajar bukan fungsi tambahan.
- b. Penggunaan media pengajaran merupakan bagian yang integral dari keseluruhan situasi mengajar artinya media harus dikembangkan pendidik.
- c. Media pengajaran dalam pengajaran, penggunaan integral dengan tujuan dan isi pengajaran.
- d. Penggunaan media dalam pengajaran lebih diutamakan untuk mempercepat proses belajar mengajar dan membantu peserta didik dalam menangkap pengertian yang diberikan pendidik
- e. Penggunaan media dalam pengajaran bukan semata-mata alat hiburan, tapi untuk menarik perhatian peserta didik

f. Penggunaan media pengajaran diutamakan untuk mempertinggi mutu belajar mengajar.

Berdasarkan pendapat Fathurrohman dan Sutikno. Fungsi media pembelajaran adalah:

- a. Menarik perhatian peserta didik
- b. Membantu untuk mempercepat pemahaman dalam proses pembelajaran
- c. Memperjelas penyajian pesan agar tidak bersifat verbalistis (dalam bentuk kata-kata tertulis atau lisan)
- d. Mengatasi keterbatasan ruang
- e. Pembelajaran lebih komunikatif dan produktif,
- f. Waktu pembelajaran bisa dikondisikan
- g. Menghilangkan kebosanan peserta didik dalam belajar
- h. Meningkatkan motivasi peserta didik dalam mempelajari sesuatu/ menimbulkan gairah belajar
- i. Melayani gaya belajar peserta didik yang beraneka ragam
- j. Meningkatkan kadar keaktifan/keterlibatan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran.

Dari pemaparan diatas dapatlah disimpulkan bahwa alat peraga berfungsi sebagai cara atau teknik untuk mengantarkan bahan pelajaran agar sampai kepada tujuan. Hal ini senada dengan pendapat *Ytreberg dan Scott* yakni *Lesson will be much easier and much more interesting for the children if you make full use of things and objects as well as language to get your meaning across.*

## **B. Kriteria Alat Peraga**

kriteria dalam pemilihan media pembelajaran menurut Fathurrohman dan Sutikno ialah

- a. Dapat menarik minat peserta didik untuk belajar
- b. Materi yang terkandung dalam media tersebut penting dan berguna bagi peserta didik
- c. Sebagai sumber pembelajaran yang pokok isinya relevan dengan kurikulum yang berlaku
- d. Materi yang disajikan otentik dan aktual, atau informasi yang sudah lama diketahui dan peristiwanya telah terjadi

- e. Fakta dan konsepnya terjamin kecermatannya atau ada suatu hal yang masih diragukan
- f. Format penyajiannya berdasarkan tata urutan belajar yang logis
- g. Pandangannya obyektif dan tidak mengandung unsur propaganda atau hasutan terhadap peserta didik
- h. Narasi, gambar, efek, warna dan sebagainya memenuhi syarat standar kualitas teknis
- i. Bobot penggunaan bahasa, simbol-simbol, ilustrasi sesuai dengan tingkat kematangan berpikir peserta
- j. Sudah diuji kesahihannya (validitasnya).

Beberapa kriteria pendukung lainnya yang juga patut diperhatikan dalam memilih media pengajaran disampaikan sebagai berikut :

- a. Media yang dipilih hendaknya selaras dan menunjang tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Dalam penetapan media harus jelas dan operasional, spesifik, dan benar-benar tergambar dalam bentuk perilaku.
- b. Aspek materi menjadi pertimbangan yang dianggap penting dalam memilih media. Sesuai atau tidaknya antara materi dengan media yang akan digunakan akan berdampak pada hasil pembelajaran peserta didik.
- c. Kondisi audien (peserta didik) dari segi subjek belajar menjadi perhatian yang serius bagi pendidik dalam memilih media yang sesuai dengan kondisi anak. Faktor umum, intelegensi, latar belakang pendidikan, budaya, dan lingkungan anak menjadi titik perhatian dan pertimbangan dalam memilih media pengajaran.
- d. Ketersediaan media di sekolah atau memungkinkan bagi pendidik mendesain sendiri media yang akan digunakan merupakan hal yang perlu menjadi pertimbangan seorang pendidik. Seringkali suatu media dianggap tepat untuk digunakan di kelas akan tetapi di sekolah tersebut tidak tersedia media atau peralatan yang diperlukan, sedangkan untuk mendesain atau merancang suatu media yang dikehendaki tersebut tidak mungkin dilakukan oleh guru.

- e. Media yang dipilih seharusnya dapat menjelaskan apa yang akan disampaikan kepada audien (peserta didik) secara tepat dan berhasil guna, dengan kata lain tujuan yang ditetapkan dapat dicapai secara optimal.
- f. Biaya yang akan dikeluarkan dalam pemanfaatan media harus seimbang dengan hasil yang akan dicapai. Pemanfaatan media yang sederhana mungkin lebih menguntungkan daripada menggunakan media yang canggih (teknologi tinggi) bilamana hasil yang dicapai tidak sebanding dengan dan yang dikeluarkan.

### **C. Macam-macam Alat Peraga**

Alat peraga merupakan media yang dapat digunakan untuk mengongkritkan pemahaman peserta didik yang masih abstrak. Penggunaan alat peraga bertujuan agar pembelajaran menjadi aktif dan kreatif dan membantu peserta didik dalam memahami materi. Oleh karena itu pendidik harus pandai-pandai dalam memilih alat peraga agar alat peraga tidak menambah kebingungan peserta didik dalam memahami materi.

Media pembelajaran diklasifikasikan menjadi beberapa klasifikasi tergantung dari sudut mana melihatnya:(Sanjaya, 2006)

- a. Dilihat dari sifatnya, media dapat dibagi ke dalam :
  - 1) Media audio yaitu media yang dapat didengar saja, seperti radio dan rekaman.
  - 2) Media visual yaitu media yang hanya dapat dilihat saja tanpa unsur suara.
  - 3) Media audiovisual yaitu jenis media yang selain mengandung unsur suara juga mengandung unsure gambar yang biasa dilihat.
- b. Dilihat dari kemampuan jangkauan, media dapat pula dibagi ke dalam:
  - 1) Media yang diproyeksikan seperti film, transparansi, film strip.
  - 2) Media yang tidak diproyeksikan seperti gambar, foto, lukisan.

Ada beberapa jenis media pengajaran yang biasa digunakan dalam proses pengajaran. Pertama, media grafis seperti gambar,

foto, grafik, bagan atau diagram, poster, kartun, komik dan lain-lain. Media grafis sering juga disebut media dua dimensi, yakni media yang mempunyai ukuran panjang dan lebar. Kedua, media tiga dimensi yaitu dalam bentuk model seperti model padat (*solid model*), model penampang, model susun, model kerja, mock up, diorama dan lain-lain. Ketiga, media proyeksi seperti slide, film strips, film, penggunaan OHP dan lain-lain. Keempat penggunaan lingkungan sebagai media pengajaran.

Penggunaan media di atas tidak dilihat atau dinilai dari segi kecanggihan medianya, tetapi yang lebih penting adalah fungsi dan perannya dalam membantu mempertinggi proses pengajaran.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan pendidik dalam menggunakan media pengajaran untuk mempertinggi kualitas pengajaran. Pertama, pendidik perlu memiliki pemahaman media pengajaran antara lain jenis dan manfaat media pengajaran, kriteria memilih dan menggunakan media pengajaran, menggunakan media sebagai alat bantu mengajar dan tindak lanjut penggunaan media dalam proses belajar peserta didik. Kedua, pendidik terampil membuat media pengajaran sederhana untuk keperluan pengajaran, terutama media dua dimensi atau media grafis, dan beberapa media tiga dimensi, dan media proyeksi. Ketiga, pengetahuan dan keterampilan dalam menilai keefektifan penggunaan media dalam proses pengajaran. Menilai keefektifan media pengajaran sehubungan dengan prestasi belajar yang dicapai peserta didik. Apabila penggunaan media pengajaran tidak mempengaruhi proses dan kualitas pengajaran, sebaiknya pendidik tidak memaksakan penggunaannya, dan perlu mencari usaha lain di luar media pengajaran.

Gagne dan Briggs menyatakan bahwa media pembelajaran meliputi alat yang secara fisik digunakan untuk menyampaikan isi materi pengajaran yang terdiri dari: buku, *tape recorder*, kaset, video, televisi, dan komputer. Dengan kata lain, media adalah komponen sumber belajar atau wahana fisik yang mengandung materi instruksional di lingkungan anak didik untuk belajar. (Azhar, 2002)

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa media adalah bagian yang tidak terpisahkan dari proses belajar-mengajar demi tercapainya tujuan pendidikan pada umumnya dan tujuan pembelajaran di sekolah.

#### **D. Prinsip Penggunaan Alat Peraga**

Pada penggunaan alat peraga terdapat prinsip-prinsip yang harus diperhatikan agar penggunaan alat peraga dapat mencapai tujuan yang diharapkan. Prinsip-prinsip penggunaan alat peraga diantaranya: (Hermawan, 2007)

- a. Tidak satupun sarana alat peraga dan alat praktik yang dapat sesuai dengan segala macam kegiatan belajar mengajar
- b. Sarana atau alat tertentu cenderung untuk lebih tepat menyajikan suatu pelajaran tertentu daripada sarana lainnya.
- c. Penggunaan sarana atau alat yang terlalu banyak secara bersamaan belum tentu akan memperjelas konsep. Bahkan sebaliknya dapat mengalihkan perhatian peserta didik.
- d. Sarana atau alat pelajaran yang akan digunakan harus bagian-bagian integral dari pelajaran yang akan disampaikan.
- e. Sarana atau alat pelajaran yang canggih belum tentu akan dapat mengaktifkan peserta didik.
- f. Penggunaan sarana alat pelajaran bukan hanya sekedar selingan atau pengisi waktu tapi untuk memperjelas konsep.
- g. Alat peraga meletakkan dasar-dasar konkret untuk berpikir.
- h. Alat peraga bisa meningkatkan kualitas proses belajar mengajar. Pada umumnya hasil belajar peserta didik dengan menggunakan alat peraga akan bertahan lama pada ingatan siswa sehingga pembelajaran memiliki kualitas yang tinggi.

Dari hal ini dapatlah disimpulkan bahwa alat peraga edukatif adalah salah satu bagian dari media pembelajaran. Alat peraga dalam pembelajaran memegang peranan penting sebagai alat bantu untuk menciptakan proses belajar mengajar yang efektif

**BAB III**  
**PEMBUATAN ALAT PERAGA**  
**EDUKASI IPA SEDERHANA**

# BAB III

## PEMBUATAN ALAT PERAGA EDUKASI IPA SEDERHANA

### 3.1. Pendahuluan

Kegiatan program edukasi 5R pada penelitian ini dilaksanakan melalui mata kuliah ilmu pengetahuan lingkungan yang diterapkan pada mahasiswa yang telah menempuh fisika dasar. Dosen memberikan materi yang berkaitan dengan pengelolaan sampah dengan menggunakan metode 5R (*Reduce, Reuse, Recycle, Replace, Respect*) pada mahasiswa. Adapun beberapa materi yang disampaikan berisi tentang definisi, macam, jenis sampah beserta contoh realnya dalam kehidupan sehari-hari dan bagaimana mendistribusikan sampah tersebut berdasarkan metode 5R. Kemudian dosen membentuk menjadi beberapa team dan menyampaikan tema permasalahan tentang bagaimana membuat alat peraga fisika dengan berbahan dasar sampah yang bisa diperoleh dari lingkungan sekitar UNHASY. Mahasiswa diberi kebebasan untuk merancang sendiri alat peraga fisika sesuai ide kreativitas masing-masing. Proses pembuatan sampai dengan hasil berjalan selama 4 minggu setelah pemberian materi. Selama proses kegiatan berlangsung, dosen tetap memberikan pembimbingan dan pengarahan terhadap mahasiswa agar alat peraga yang di buat tetap berpedoman pada kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Kriteria tersebut berdasarkan atas kelayakan alat peraga tersebut saat digunakan dalam KBM fisika di kelas. Menurut kelayakan APE tersebut harus memenuhi beberapa faktor diantaranya: kesesuaian dengan konsep fisika dan kurikulum, bentuk dan tampilan dari alat peraga harus menarik dan sesuai dengan peserta didik yang hendak diteliti, mudah dimengerti oleh peserta didik dan keterbacaan alat mudah, lalu yang terakhir hendaknya mudah dioperasionalkan. Karena alat peraga yang



baik digunakan ialah alat peraga yang mampu memperkuat pembelajaran, mampu menarik perhatian, mampu menciptakan imajinasi berkaitan dengan materi pembelajaran (Anas, 2014)

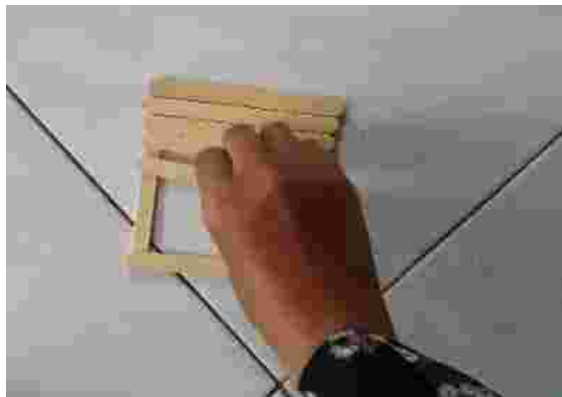
### **3.2. Pembuatan APE Lengan Hidrolik**

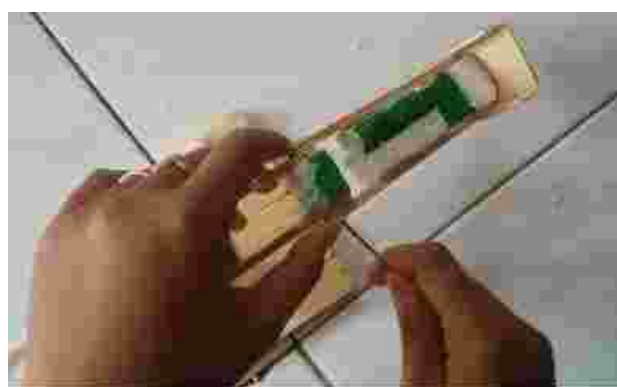
Dalam proses pembuatan alat peraga lengan hidrolik dibutuhkan beberapa alat dan bahan seperti : potongan kayu, pipet suntikan 6 ml, stik es krim, lidi, styrofoam/gabus, air berwarna, lem kayu, lem tembak,/lem lilin, silet/cutter, selang infus, solder, triplek, gunting, ampelas, pernis/cat (jika ada).

Langkah kerja :

- A. Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan
- B. Ambil 4 buah stik es krim lalu bentuk menjadi persegi kemudian rekatkan dengan menggunakan lem kayu (Lem G)
- C. Susun beberapa stik es krim diatas stik yang berbentuk persegi hingga memenuhi lubangnya. Jangan lupa lem setiap celahnya dengan menggunakan lem G
- D. Ulangi langkah nomor 2 dan nomor 3
- E. Lubangi kedua ujung 12 stik es krim dengan solder
- F. Rekatkan stik yang sudah dilubangi dengan lem G menjadi 6 pasang
- G. Potong dadu styrofoam dengan menggunakan silet sebanyak 5 buah
- H. Tempelkan styrofoam ke kedua ujung stik es krim dengan menggunakan lem tembak lalu tempelkan kembali satu stik lainnya
- I. Lakukan kembali langkah sebelumnya, namun styrofoam yang di tempelkan hanya di satu ujung saja. Jangan lupa tempel styrofoam pada bagian tengah sepasang stik lainnya yang nantinya berfungsi untuk mengaitkan suntikan.
- J. Isi 2 buah suntikan dengan air
- K. Hubungkan kedua suntikan dengan selang infus. Salah satu suntikannya berisi air
- L. Tempelkan sepasang stik es krim yang terdapat styrofoam di kedua ujungnya ke salah satu ujung papan stik dengan lem tembak
- M. Kaitkan stik es krim yang lain dan dibagian tengah stik terdapat styrofoam dengan lidi

- N. Tempelkan triplek yang sudah di gunting tadi ke salah satu ujung stik yang tersisa, dengan menggunakan lem tembak
- O. Kaitkan ke rangkaian sebelumnya dengan menggunakan lidi
- P. Pasang salah satu suntikan ditengah stik yang sudah ditempel ke papan dengan menggunakan lem tembak Kemudian ujung suntikannya di tempel kebagian tengah stik yang ada styrofoam nya
- Q. Tempelkan suntikan lainnya dirangkaian bagian atas dengan menggunakan lem tembak. Kemudian ujung stiknya dipasang dan di tempel ke ujung yang horizontal
- R. Lengan hidrolik siap untuk di uji coba







**Gambar 3.1. Pembuatan APE Lengan Hidrolik**

### **3.3. Pembuatan APE Jungkat-Jungkit**

Dalam proses pembuatan alat peraga jungkat-jungkit dibutuhkan beberapa alat dan bahan seperti : stik es krim, magnet, potongan kayu, *double tape*, lidi, cutter/silet, ampelas, solder.

Langkah kerja :

- A. Siapkan alat dan bahan (bahan-bahan seperti potongan kayu yang sudah di lubangi dengan solder, magnet dan *double tape*)

- B. Buatlah alas jungkat-jungkit dari stik es krim dan potongan kayu yang sudah disiapkan sebelumnya, lalu hubungkan keduanya pada posisi horisontal dengan menggunakan *double tape*
- C. Tempelkan dua buah potongan kayu dengan posisi vertikal pada sisi kanan kiri alas jungkat-jungkit
- D. Pasang papan jungkat-jungkit yang dikaitkan dengan menggunakan lidi
- E. Siapkan alat dan bahan (bahan-bahan seperti potongan kayu yang sudah di lubangi dengan solder, magnet dan *double tape*)
- F. Buatlah alas jungkat-jungkit dari stik es krim dan potongan kayu yang sudah disiapkan sebelumnya, lalu hubungkan keduanya pada posisi horisontal dengan menggunakan *double tape*
- G. Tempelkan dua buah potongan kayu dengan posisi vertikal pada sisi kanan kiri alas jungkat-jungkit
- H. Pasang papan jungkat-jungkit yang dikaitkan dengan menggunakan lidi
- I. Atur posisi papan jungkat-jungkit agar dapat mengenai alas jungkat-jungkit
- J. Tempelkan *double tape* pada salah satu sisi magnet
- K. Tempelkan magnet yang sudah ditempel *double tape* ke sisi atas kanan kiri dan ke papan jungkat-jungkit sisi atas dan bawah kanan kiri
- L. Posisikan jungkat-jungkit dalam keadaan setimbang, lalu pasang sandaran papan jungkat-jungkit dengan menggunakan potongan stik es krim yang ditempel menggunakan *double tape* pada sisi kanan kiri papan agar menyerupai jungkat-jungkit yang sesungguhnya.
- M. Jungkat-jungkit siap digunakan





③



④



⑤



⑦



⑧

**Gambar 3.2. Pembuatan APE Jungat-Jungkit**



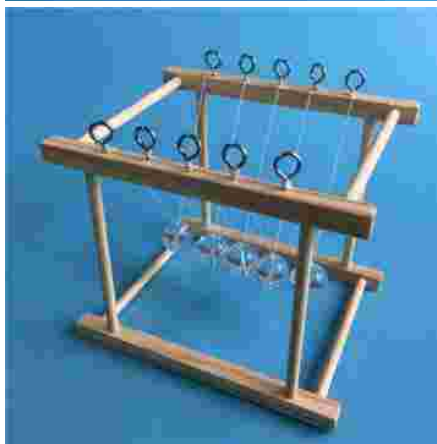
### **3.4. Pembuatan APE *Newton Scradle* (Ayunan Newton)**

Dalam proses pembuatan alat peraga ayunan newton dibutuhkan beberapa alat dan bahan seperti : potongan kayu, benang kasur, bola pendulum, solder, silet/cutter, ampelas, besi pengait model o.

Langkah kerja :

- A. Siapkan bahan (2 buah kayu persegi panjang yang telah di lubangi 2 sisi kanan dan kiri sebagai alas, 2 buah kayu persegi panjang yang dilubangi 5 titik untuk menempatkan besi pengait, 8 kayu kecil sebagai konektor)
- B. Susun alas dengan posisi lubang diatas dan samping. Hubungkan dengan kayu konektor pada posisi lubang – lubang tersebut.
- C. Pasang besi pengait pada 2 buah kayu persegi panjang yang telah dilubangi 5 titik
- D. Hubungkan 2 buah kayu persegi panjang yang telah di pasang besi pengait tersebut pada alas yang sudah terpasang kayu konektor
- E. Ikat ujung ke dua sisi bola pendulum yang telah di pasang benang kasur ke pengait besi
- F. Posisikan bola pendulum yang telah terikat pada kedua sisinya dalam keadaan sejajar dan sama panjang antar bola pendulum yang lain
- G. Ayunkan/simpangkan bola pendulum tersebut agar terjadi tumbukan, sehingga bola pendulum terpantul dengan sudut simpangan yang relatif mirip dengan simpangan dari bola pertama.
- H. Ayunan Newton siap digunakan





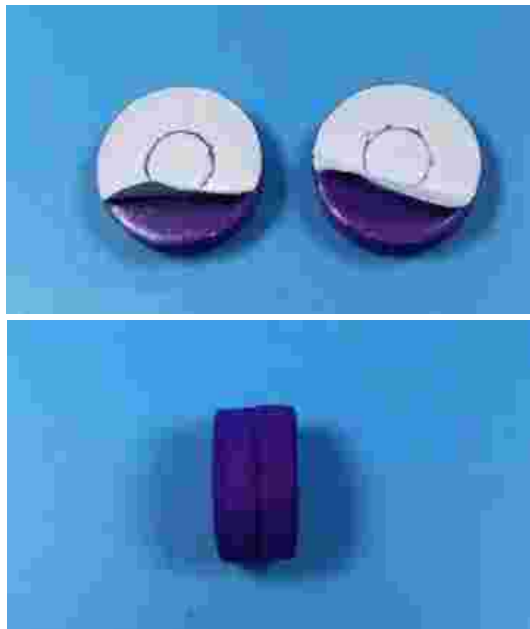
**Gambar 3.3. Pembuatan APE Ayunan Newton**

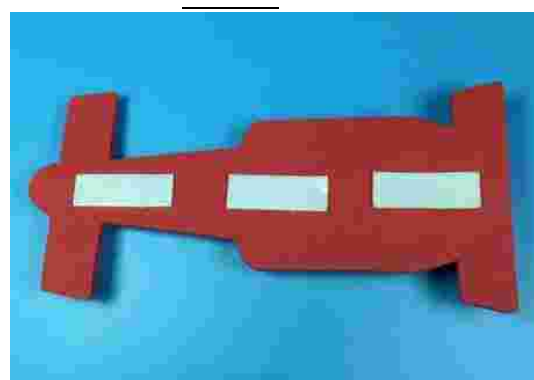
### 3.5. Pembuatan APE Roket Balon

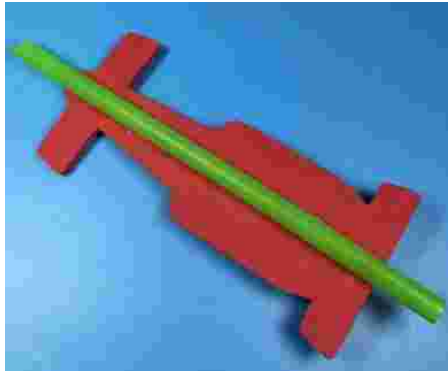
Dalam proses pembuatan alat peraga ayunan newton dibutuhkan beberapa alat dan bahan seperti : foam bekas/gabus bekas, balon, tali pancing, sedotan, gunting, lem, *glow tape*, double tape.

Langkah kerja :

- A. Siapkan bahan (pola pesawat dari foam/gabus yang sudah dipotong, *glow tape* dipotong berbentuk bulat seukuran kancing)
- B. Masukkan 2 buah *glow tape* yang sudah disatukan/ditempelkan satu sama lain ke dalam lubang balon.
- C. Tempelkan sedotan ke badan pesawat dengan menggunakan *double tape*
- D. Sedotan pada sisi bawah digunakan untuk meniup balon dan sedotan pada sisi atas digunakan sebagai lintasan roket balon
- E. Masukkan tali pancing pada sedotan sisi atas yang digunakan untuk menggerakkan roket balon
- F. Tiup roket balon dan lepaskan maka roket balon siap digunakan







**Gambar 3.4. Pembuatan APE Roket Balon**

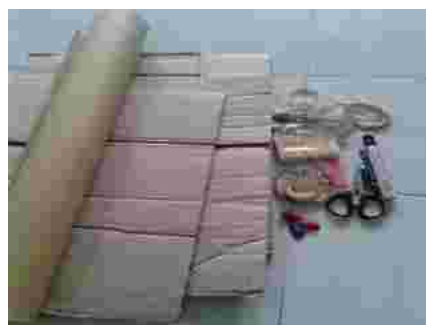
### **3.6. Pembuatan APE Otot Bisep dan Trisep**

Dalam proses pembuatan alat peraga otot bisep dan trisep dibutuhkan beberapa alat dan bahan seperti : gunting, cutter,

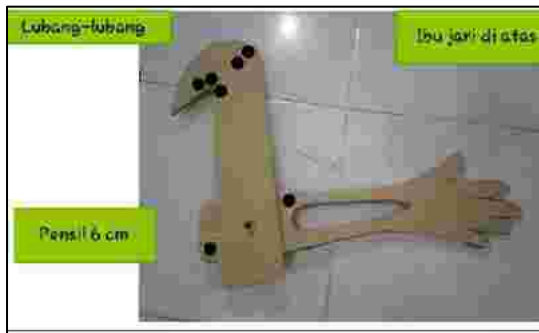
double tape, lem kayu, pensil, spidol hitam, tusuk gigi, jarum pentul, kardus bekas, kertas karton, karet celana warna putih, karet gelang, balon kecil warna biru dan merah, batang pensil ukuran 6 cm.

Langkah kerja :

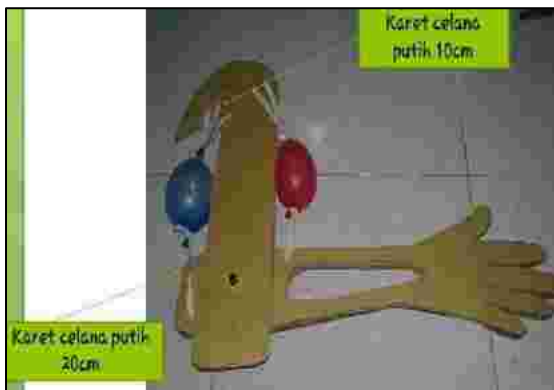
- A. Siapkan alat dan bahan
- B. Membuat Pola lengan atas dan bawah pada kardus bekas
- C. Memotong pola lengan atas dan bawah menggunakan gunting dan *cutter*
- D. Menggambarkan pola lengan di kertas karton, dipotong lalu dirangkai dengan kardus menggunakan lem kayu.
- E. Merangkai/Merakit lengan atas dengan lengan bawah serta memberi lubang-lubang menggunakan jarum pentul dan tusuk gigi.
- F. Memotong karet celana putih 150cm menjadi 7 bagian, Yaitu : 3 bagian ukuran 10cm, 2 bagian ukuran 15cm dan 2 bagian ukuran 20cm. Lalu merakit satu persatu karet celana putihnya untuk otot bisep.
- G. Menyiapkan balon merah (otot bisep) dan balon biru (otot trisep) ditiup kecil dan disimpul lalu dirangkai.
- H. Mulai merangkai sisa lubang, sisa karet celana putih, dan satu balon biru.
- I. Mencoba menggerakkan alat peraga ke atas dan ke bawah. Jika tangan diluruskan, otot bisep mengencang (berkontraksi) dan otot trisep mengendor (berelaksasi). Apabila tangan dilipat otot trisep akan mengencang (berkontraksi) dan otot bisep mengendor (berelaksasi).
- J. APE otot bisep dan trisep siap di gunakan







**Gambar 3.5. Pembuatan APE Otot Bisep dan Trisep**



### 3.7. Pembuatan APE Sel Hewan 3D

Dalam proses pembuatan alat peraga otot bisep dan trisep dibutuhkan beberapa alat dan bahan seperti : gunting, bola besar, Cutter, bola kecil, penggaris, kardus, pensil, kain flanel, kuas, lem, lilin, cat, korek, sterofom.

Langkah kerja :

- A. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan
- B. Ambil bola besar yang sudah disiapkan sebelumnya, lalu belah bola besar tersebut menggunakan cutter kurang lebih  $\frac{1}{4}$  bagian dari bola tersebut.
- C. Rapiakan hasil potongan menggunakan gunting.
- D. Cat bagian luar bola besar tersebut menggunakan cat.
- E. Ambil kardus, lalu potong berbentuk lingkaran.
- F. Tempelkan potongan kardus berbentuk lingkaran tersebut pada bola besar yang berlubang, kemudian lem.
- G. Setelah di lem, lapiasi kardus tersebut dengan menggunakan kain flanel.
- H. Ambil bola kecil, buat lingkaran agar menutupi bola kecil dengan menggunakan lilin mainan.
- I. Lapiasi 1 kali lagi dengan lilin mainan yang berbeda warna.
- J. Buatlah organel-organel sel hewan dari kain flanel dan kardus seperti inti sel, mitokondria, ribosom, lisosom, retikulum endoplasma, sentriol dan sebagainya.
- K. Setelah organel-organel sudah dibuat, tempelkan organel-organel tadi keatas kerdus yang menempel pada bola besar.
- L. Susun organel-organel tersebut sedemikian rupa layaknya susunan organel-organel pada sel dengan rapi.
- M. Amati setiap bagian organel-organel pada model 3D sel hewan tersebut.
- N. Setelah diamati, pahami juga fungsi drai organel-organel tersebut.
- O. Ambil sterofom sebagai penjelasan sekaligus alas agar sel tidak mudah jatuh.







**Gambar 3.6. Pembuatan APE Sel Hewan**

**BAB IV**  
**KONSEP ALAT PERAGA**  
**DAN PEMBELAJARAN**

# BAB IV

## KONSEP ALAT PERAGA DAN PEMBELAJARAN

### 4.1. Hukum Pascal

#### 4.1.1 Prinsip hidrolik

Kata hidrolik sendiri berasal dari bahasa “Greek” yakni dari kata “hydro” yang berarti air dan “aulos” yang berarti pipa. Sistem hidrolik adalah teknologi yang memanfaatkan fluida (zat cair) untuk melakukan gerakan segaris atau putaran. Dalam sistem hidrolik, fluida digunakan sebagai penerus gaya. Prinsip dasar hidrolik adalah *jika suatu zat cair dikenakan tekanan, maka tekanan itu akan merambat ke segala arah dengan tidak bertambah atau berkurang kekuatannya* (Hukum Archimedes). Bentuk sifat zat cair adalah menyesuaikan terhadap ruangan yang ditempatinya. Zat cair mempunyai sifat tidak dapat dikompresikan, beda dengan gas yang bisa dikompresikan.

Seorang ilmuwan Francis bernama Pascal menemukan prinsip dasar tentang fluida yang ada kaitannya dengan cairan sebagai tenaga yang melipat gandakan gaya dan modifikasi gerakan-gerakan. Pascal mengatakan bahwa : “tekanan yang diberikan pada suatu fluida, akan diteruskan ke segala arah, bekerja dengan gaya yang sama besar pada luas yang sama dan bergerak ke arah tegak lurus terhadap titik-titik mereka bekerja”.

Hidrolik juga dapat didefinisikan sebagai transmisi dan pengontrol gaya-gaya dan pergerakan fluida. Ada banyak keuntungan yang dapat diambil dari sistem hidrolik, yaitu untuk memudahkan pengontrolan sebesar gaya pembangkitnya dan mentransmisikan gaya yang besar dan power melalui unit-unit yang kecil. Karena sistem hidrolik bekerja dengan fluida makan pelumasan komponen hidrolik dapat berlangsung dengan

sendirinya sehingga dapat menunda terjadinya keausan (*long service life*) pada benda yang mengalami gesekan.

Selain memiliki keuntungan, sistem hidrolik juga memiliki beberapa kerugian yang disebabkan pengaruh tekanan dan fluida hidrolik itu sendiri, yaitu antara lain:

- a. Bahaya tekanan tinggi fluida hidrolik, oleh karena itu harus dipastikan bahwa semua sambungan kuat dan tidak bocor
- b. Gesekan fluida dan kebocoran akan mengakibatkan berkurangnya efisiensi
- c. Fluida dari sirkuit yang tercemar oleh kotoran akan menyebabkan peralatan hidrolik menjadi lemah dan cepat rusak

#### 4.1.2 Prinsip hidrolik pada hukum pascal

Pascal menyatakan bahwa “tekanan yang diberikan pada fluida dalam sebuah wadah tertutup maka tekanannya akan diteruskan sama besar dan merata kesemua arah”. Seperti ditunjukkan pada gambar 4.1



**Gambar 4.1.** Tekanan dialirkan kesemua arah sama besar



Tekanan sering digunakan untuk mengukur kekuatan dari suatu cairan atau gas. Tekanan (P) adalah satuan fisika yang menyatakan gaya (F) per satuan luas (A). Maka dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$P = \frac{F}{A} \left( \frac{N}{m^2} \right)$$

Dimana :

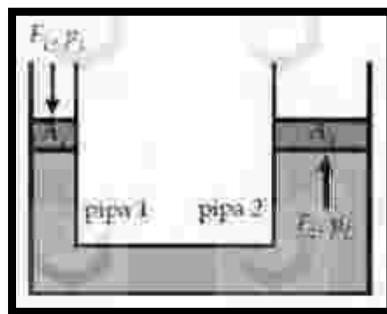
P = Tekanan (bar)

G = Gaya (N)

A = Luas penampang (m<sup>2</sup>)

Satuan dari tekanan dapat dihubungkan dengan satuan volume (isi) dan suhu. Bila tekanan semakin tinggi maka suhu akan semakin tinggi

Sistem hidrolik menggunakan fluida yang sifatnya inkompresible untuk mengirimkan gaya dari suatu titik ketitik lainnya disepanjang jalur yang dilewati fluida tersebut. Dengan menggunakan metode ini kita dapat menghasilkan output gaya yang sangat besar hanya dengan menggunakan input gaya yang kecil. Seperti yang terlihat pada gambar dibawah.



**Gambar 4.2.** Prinsip Hidrolik

Pada sistem internasional, tekanan kemudian diberi satuan (N/m<sup>2</sup>) yang disebut dengan “1 pascal” atau disingkat Pa. Tekanan 1 pascal adalah sangat kecil, dan hampir tidak dapat

dirasakan oleh kulit. Sehingga biasanya digunakan satuan kelipatan ribuan, kilopascal (kPa) atau Bar :

$$1 \text{ bar} = 10^5 - 100 \text{ kPa} (=10 \text{ N/cm}^2) = 14,5 \text{ psi}$$

#### 4.2. Kesetimbangan Benda Tegar

Keseimbangan / benda seimbang artinya : Benda dalam keadaan diam atau pusat massanya bergerak dengan kecepatan tetap. Benda tegar : adalah suatu benda yang tidak berubah bentuk bila diberi gaya luar. Partikel : adalah benda dengan ukuran yang dapat diabaikan, sehingga benda dapat digambarkan sebagai titik dan gerak yang dialami hanyalah gerak translasi. Momen gaya : adalah kemampuan suatu gaya untuk dapat menyebabkan gerakan rotasi. Besarnya momen gaya terhadap suatu titik sama dengan perkalian gaya dengan lengan momen.

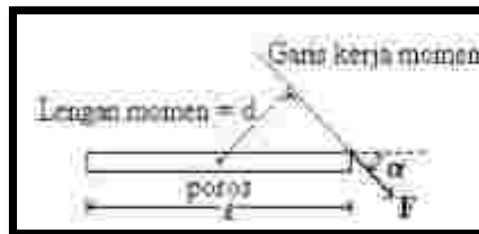
$$\lambda = d \cdot F$$

$\lambda$  = momen gaya

$d$  = lengan momen

$F$  = gaya

Lengan momen : adalah panjang garis yang ditarik dari titik poros sampai memotong tegak lurus garis kerja gaya.

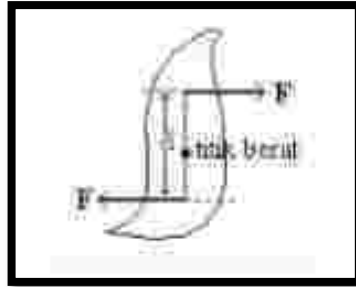


Perjanjian tanda untuk momen gaya

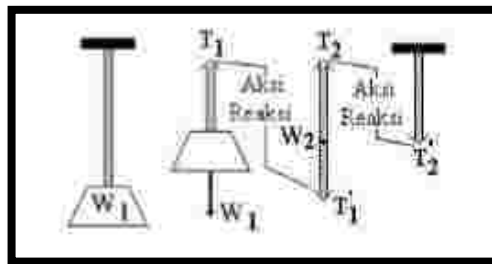
Momen gaya yang searah jarum jam bertanda POSITIF.

Momen gaya yang berlawanan arah jarum jam bertanda NEGATIF.

Koppel : adalah dua gaya yang sama besar tetapi berlawanan arah dan memiliki garisgaris kerja yang berbeda. Momen koppel terhadap semua titik sama besar, yaitu :  $F \cdot d$



Pasangan gaya aksi-reaksi



$W_1$  = Gaya berat balok ;  $W_2$  = Gaya berat tali

Balok digantung dalam keadaan diam pada tali vertikal. gaya  $W_1$  dan  $T_1$  bukanlah pasangan aksi - reaksi, meskipun besarnya sama, berlawanan arah dan segaris kerja. Sedangkan yang merupakan pasangan aksi - reaksi.

#### 4.2.1 Macam - macam Keseimbangan.

Ada 3 macam keseimbangan, yaitu :

- a. Keseimbangan translasi apabila benda tak mempunyai percepatan linier ( $a = 0$ )

$$\Sigma F = 0$$

dapat diurai ke sumbu x dan y

$$\Sigma F_x = 0 \quad \text{dan} \quad \Sigma F_y = 0$$

$\Sigma F_x$  = Resultan gaya pada komponen sumbu x.

$\Sigma F_y$  = Resultan gaya pada komponen sumbu y.

Benda yang mempunyai persyaratan tersebut mungkin :

- Diam

- Bergerak lurus beraturan.

a. Keseimbangan rotasi, apabila benda tidak memiliki percepatan angular atau benda tidak berputar ( $\Sigma \lambda = 0$ )

$$\Sigma \lambda = 0$$

Benda yang mempunyai persyaratan tersebut mungkin :

- Diam

- Bergerak melingkar beraturan.

a. Keseimbangan translasi dan rotasi, apabila benda mempunyai kedua syarat keseimbangan yaitu :

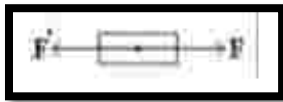
$$\Sigma F = 0$$

$$\Sigma \lambda = 0$$

Dari macam-macam keseimbangan yang telah kita ketahui tersebut maka dapat diperjelas dengan uraian berikut ini tentang :

#### 4.2.2 Syarat sebuah benda dalam keadaan setimbang/diam

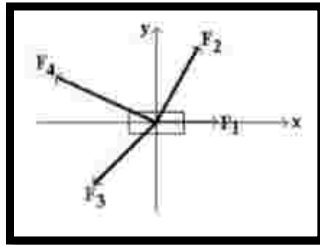
a. Jika pada sebuah benda bekerja satu gaya F.



Syarat setimbang :

Pada garis kerja gaya F itu harus diberi gaya F' yang besarnya sama dengan gaya F itu tetapi arahnya berlawanan.

- a. Jika pada benda bekerja gaya-gaya yang terletak pada satu bidang datar dan garis kerjanya melalui satu titik.



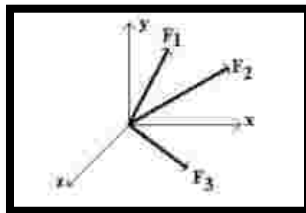
Syarat setimbang :

1. Gaya resultannya harus sama dengan nol.
2. Kalau dengan pertolongan sumbu-sumbu x dan y, haruslah :

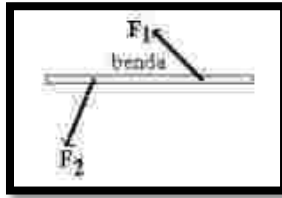
$$\Sigma F_x = 0 ; \Sigma F_y = 0$$

- a. Jika pada sebuah benda bekerja gaya-gaya yang tidak terletak pada satu bidang datar tetapi garis-garis kerjanya melalui satu titik. Syarat setimbang : Dengan pertolongan sumbu-sumbu x, y dan z, haruslah :

$$\Sigma F_x = 0 ; \Sigma F_y = 0 ; \Sigma F_z = 0$$



- b. Jika pada sebuah benda bekerja gaya-gaya yang tidak terletak pada satu bidang datar tetapi garis-garis kerjanya tidak melalui satu titik.



Syarat setimbang :

Dengan pertolongan sumbu-sumbu x dan y, haruslah :

$$\Sigma F_x = 0 ; \Sigma F_y = 0 ; \Sigma \lambda = 0$$

Momen gaya-gaya boleh diambil terhadap sebarang titik pada bidang gaya-gaya itu. ( titik tersebut kita pilih sedemikian hingga memudahkan kita dalam menyelesaikan soal-soal ). Perpindahan sebuah gaya kesuatu titik yang lain akan menimbulkan suatu koppel.

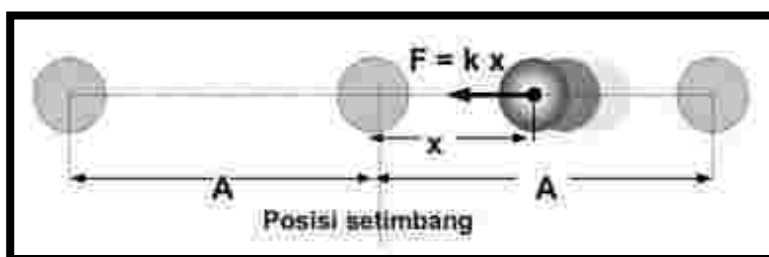
#### 4.3. Gerak Harmonis Sederhana

Gerak harmonik adalah sebuah kajian yang bergelut dalam bidang teknik, elektronika, geofisika dan lain-lain. Banyak gejala yang bisa dijelaskan melalui pemahaman yang baik tentang GHS ini dan gelombang pada umumnya. Seperti sinyal arus dan tegangan pada rangkaian listrik, gelombang seismik, getaran pada mesin dan lain-lain. Sebuah gelombang seismik yang merambat pada batuan merupakan contoh yang baik melihat salah satu jenis gerak osilasi.

Bila suatu benda bergerak bolak-balik terhadap suatu titik tertentu, maka benda tersebut dinamakan bergetar. Dalam fisika dasar, terdapat beberapa kasus benda bergetar, diantaranya adalah Gerak Harmonik Sederhana Apabila suatu gaya (dalam hal ini diartikan tarikan atau dorongan) bekerja pada suatu sistem, misalnya saja pada sebuah pegas yang diberi beban, maka akan

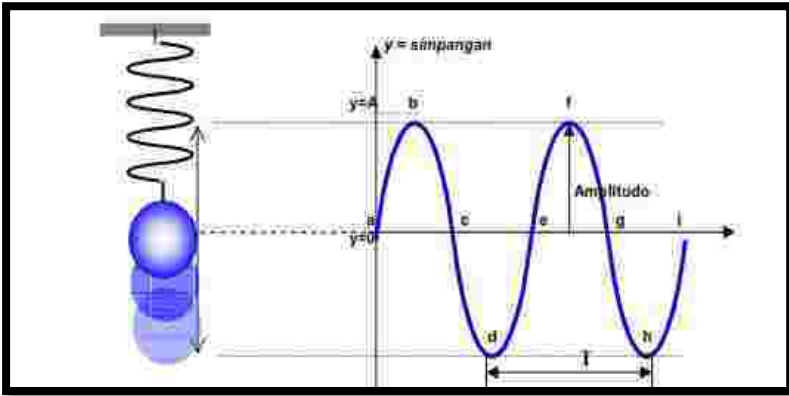
menimbulkan perubahan keadaan, yaitu pemanjangan/pemendekan pegas dan perubahan posisi beban dari titik setimbang (titik di mana sistem belum diganggu). Gerak Harmonik Sederhana terjadi karena adanya gaya pemulih (*restoring force*), dalam kasus di atas gaya pemulihnya ditimbulkan oleh gaya pegas. Berdasar hukum Hooke gaya pemulih tersebut besarnya :

$$F = -k x$$



**Gambar 4.3. Anatomi Gerak Harmonik Sederhana**

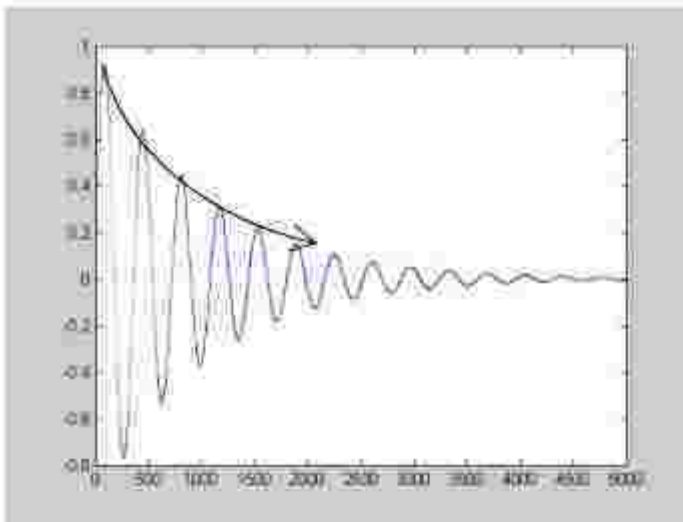
Dimana  $k$  adalah konstanta pegas, dan  $x$  adalah perubahan posisi terhadap titik setimbang. Dinamakan gaya pemulih karena gaya ini selalu melawan perubahan posisi benda agar 'pulih" kembali ke titik setimbang. Karena itulah terjadi gerak harmonik. Pengertian sederhana adalah bahwa kita menganggap tidak ada gaya disipatif, misalnya gaya gesek dengan udara, atau gaya gesek antar komponen sistem. Tetapan pegas  $k$ , berhubungan dengan kekekaran pegas, makin sulit sebuah pegas diregangkan maka hal tersebut menunjukkan  $k$  pegas makin besar. Jika kita gambarkan dalam sebuah grafik simpangan terhadap waktu maka akan kita dapatkan :



**Gambar 4.4. Anatomi Gerak Harmonik Sederhana pada Pegas**

Sebuah grafik sinusoidal (grafik sinus atau cosinus). Ketiadaan gaya disipatif atau gaya gesek mengakibatkan amplitudo grafik sinus selalu konstan hingga akhir masa. Tentu saja hal ini hanya ada dalam dunia matematis yang diidealisasi, sebab pada kenyataannya selalu ada gaya gesek yang mengakibatkan amplitudo makin mengecil dan akhirnya sistem tidak lagi beresilasi, misalnya gesekan bandul dengan udara, gerak osilasi seperti ini biasa dikenal dengan istilah "*damped oscillation*" atau osilasi teredam. Gerak yang mirip dengan "*damped oscillation*" adalah gerak pegas peredam getaran yang dipasang pada kendaraan kita. Ilustrasi dari "*damped oscillation*" adalah seperti berikut :





**Gambar 4.5. Anatomi Gerak Harmonik Teredam**

**Amplitudo**

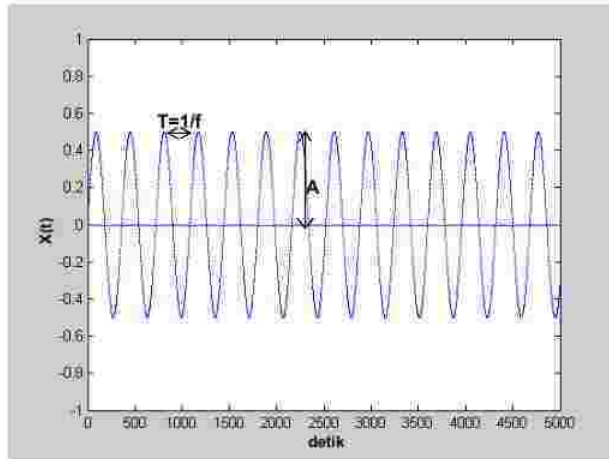
Adalah jarak maksimum/simpangan maksimum dari titik setimbang Pada gambar 4 di atas amplitudo dilambangkan dengan huruf A atau pada gambar 2 adalah ketika bola ada pada titik terendah atau titik tertinggi.

**Periode**

Adalah waktu yang dibutuhkan benda untuk mengalami satu getaran, satu getaran adalah benda mengalami keadaan (posisi dan fasa yang sama) yang sama pada saat berikutnya. Jika kita kembali melihat gambar 2 maka 1 periode adalah waktu yang diperlukan dari titik a ke e atau dari titik be ke f dan sebagainya.

**Frekuensi**

Adalah banyaknya getaran setiap satu detik. Satuan untuk frekuensi adalah seperdetik atau dikenal dengan Hertz (Hz).



**Gambar 4.6. Anatomi Periode, Frekuensi dan Amplitudo**

### 4.3.1 Persamaan Gerak Harmonik Sederhana

Perhatikan sistem pegas berikut :

Kita perhatikan sistem pegasnya dan anggap tidak ada gesekan apapun lalu terapkan hukum kedua Newton tentang gerak :

$$\Sigma F = m a$$

$$-k \cdot x = m \cdot a$$

$$-k \cdot x = m \cdot \frac{d^2 x}{dt^2}$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{m}{k} x = 0$$

(1)

Persamaan (1) adalah persamaan diferensial yang harus dipecahkan untuk mencari solusinya. Dari banyak solusi yang memenuhi salah satunya adalah :

$$x = A \cos (\omega t - \varphi)$$

(2)

dengan  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

(3)

dari persamaan (2) , jika  $\phi$  sama dengan 0, maka pada saat  $t = 2\pi/\omega$  akan menghasilkan :

$$x = A$$

yang artinya benda mengalami satu getaran. Sehingga  $t = 2\pi/\omega$  dinamakan perioda dan dilambangkan dengan T. Jadi kita bisa menuliskan  $T = 2\pi/\omega$ , atau :

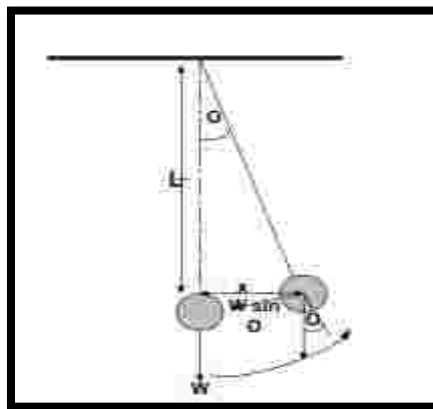
$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (4)$$

dan jika (4) dipersamakan dengan (3) dan dikuadratkan akan menghasilkan :

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{k}\right) \cdot m \quad (5)$$

Dengan persamaan (5) ini kita bisa menghitung konstanta pegas jika T kita ukur.

Kasus lain yang sering dibahas dalam Gerak Harmonik Sederhana adalah pendulum atau bandul. Jika sebuah bandul diberi simpangan disekitar titik setimbangnya dengan sudut ayunan  $\theta$  (dalam hal ini sudut  $\theta$  kecil), maka akan terjadi gerak harmonis, yang timbul karena adanya gaya pemulih sebesar  $F = m \cdot g \cdot \sin \theta$  yang arahnya selalu berlawanan dengan arah ayunan bandul.



**Gambar 4.7. Sistem Bandul**

$$\Sigma F = m \cdot a \quad (\text{dalam arah } x):$$

$$-W \cdot \sin \theta = m \cdot \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$-m \cdot g \cdot \sin \theta = m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} \quad (\text{dengan menghilangkan } m)$$

$$-g \cdot \sin \theta = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (\text{untuk sudut } \theta \text{ yang kecil } \sin \theta = \tan \theta)$$

$$-g \cdot \tan \theta = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (\tan \theta = \frac{x}{L} \text{ sehingga :})$$

$$-g \cdot \frac{x}{L} = m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} \quad (\text{atau bisa ditulis dengan}$$

pers.diferensial)

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \left(\frac{g}{L}\right)x = 0 \quad (\text{seperti juga pers (1) yang}$$

kemudian

menghasilkan)

frekuensi sudut  $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$ , dimana  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ , sehingga :

$$\frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{L}}, \text{ atau } T^2 = \frac{4\pi^2}{g} \cdot L \quad (7)$$

Persamaan (7) ini dapat digunakan untuk menghitung percepatan gravitasi bumi, caranya dengan mengukur periode ayunan dan panjang tali.

#### 4.4. Hukum Newton

Ilmuwan yang sangat berjasa dalam mempelajari hubungan antara gaya dan gerak adalah Isaac Newton, seorang ilmuwan Inggris. Newton mengemukakan tiga buah hukumnya yang dikenal dengan Hukum Newton I, Newton II dan Hukum Newton III.

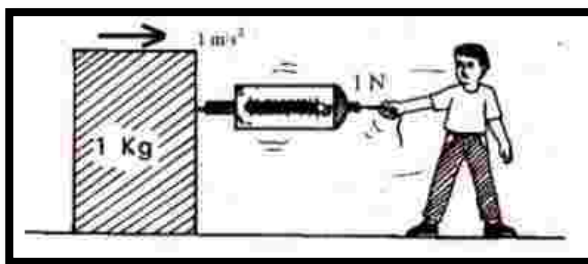
##### 4.4.1 Pengertian Gaya

Dalam kehidupan sehari-hari, tiap orang sebenarnya punya konsep dasar tentang gaya. Misalnya pada waktu kita menarik

atau mendorong suatu benda atau kita menendang bola, kita mengatakan bahwa kita mengerjakan suatu gaya pada benda itu. Gaya dapat mengubah arah gerak suatu benda, gaya dapat mengubah bentuk suatu benda serta gaya juga dapat mengubah ukuran suatu benda dengan syarat gaya yang kita berikan cukup besar.

Gaya menyebabkan percepatan. Arah gaya searah dengan arah percepatan. Dari sini dapat disimpulkan bahwa gaya adalah besaran yang mempunyai besar dan arah. Ini berarti, gaya dapat digolongkan sebagai sebuah vektor.

Satuan gaya adalah Newton, satu Newton adalah besarnya gaya yang diperlukan untuk menimbulkan percepatan  $1 \text{ m/s}^2$  pada benda bermassa  $1 \text{ kg}$ .



**Gambar 4.8. Gaya Satu Newton**

Disamping Newton, satuan gaya sering ditulis juga dalam bentuk  $\text{kg m/s}^2$ .  $1 \text{ Newton} = 1 \text{ kg m/s}^2$

Dalam sistem satuan lain seperti cgs, satuan gaya dinyatakan dalam 1 dyne  $1 \text{ dyne} = 1 \text{ gr cm/s}^2$ . Hubungan antara dyne dan Newton adalah  $1 \text{ Newton} = 10^5 \text{ dyne}$ . Newton sering disingkat dengan N.

#### **4.4.2 Hukum Newton I**

Benda yang diam akan bergerak jika diberi gaya. Benda yang sudah bergerak dengan kecepatan tertentu, akan tetap bergerak dengan kecepatan itu jika tidak ada gangguan (gaya). Hal di atas merupakan dasar dari Hukum Newton I yang dapat dituliskan

sebagai berikut: Jika gaya total yang bekerja pada benda itu sama dengan nol, maka benda yang sedang diam akan tetap diam dan benda yang sedang bergerak lurus dengan kecepatan tetap akan tetap bergerak lurus dengan kecepatan tetap. Secara sederhana Hukum Newton I mengatakan bahwa percepatan benda nol jika gaya total (gaya resultan) yang bekerja pada benda sama dengan nol. Secara matematis dapat ditulis.

$$\Sigma F = 0$$

Sebenarnya pernyataan hukum Newton I di atas sudah pernah diucapkan oleh Galileo beberapa tahun sebelum Newton lahir Galileo mengatakan: Kecepatan yang diberikan pada suatu benda akan tetap dipertahankan jika semua gaya penghambatnya dihilangkan.

#### **4.4.3 Hukum Newton II**

Hukum Newton II akan membicarakan keadaan benda jika resultan gaya yang bekerja tidak nol. Bayangkan anda mendorong sebuah benda yang gaya  $F$  dilantai yang licin sekali sehingga benda itu bergerak dengan percepatan  $a$ .



**Gambar 4.9. Penerapan Hukum Newton II**

Menurut hasil percobaan, jika gayanya diperbesar 2 kali ternyata percepatannya menjadi 2 kali lebih besar. Demikian juga jika gaya diperbesar 3 kali percepatannya lebih besar 3 kali lipat. Dan sini kita simpulkan bahwa percepatan sebanding dengan resultan gaya yang bekerja. Sekarang kita lakukan percobaan lain. Kali ini

massa bendanya divariasasi tetapi gayanya dipertahankan tetap sama. Jika massa benda diperbesar 2 kali, ternyata percepatannya menjadi  $\frac{1}{2}$  kali. Demikian juga jika massa benda diperbesar 4 kali, percepatannya menjadi  $\frac{1}{4}$  kali percepatan semula. Dan sini kita bisa simpulkan bahwa percepatan suatu benda berbanding terbalik dengan massa benda itu. Kedua kesimpulan yang diperoleh dari eksperimen tersebut dapat diringkaskan dalam Hukum Newton II : Percepatan suatu benda sebanding dengan resultan gaya yang bekerja dan berbanding terbalik dengan massanya, matematik hukum ini ditulis :

$$a = \frac{F}{m} \text{ atau } \sum F = m \cdot a$$

$\Sigma F$  = resultan gaya yang bekerja

$m$  = massa benda

$a$  = percepatan yang ditimbulkan

Jika dalam bentuk vektor maka penulisannya adalah :

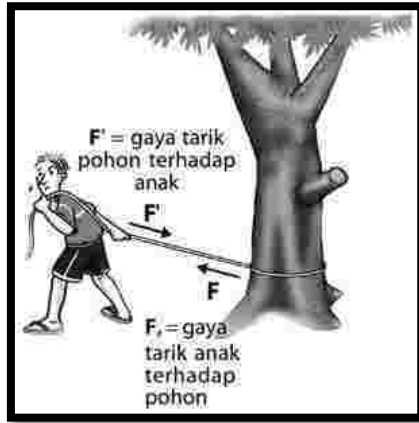
$$\Sigma F_x = m \cdot a_x$$

$$\Sigma F_y = m \cdot a_y$$

$$\Sigma F_z = m \cdot a_z$$

#### 4.4.4 Hukum Newton III

Hukum Newton III berbunyi : Jika suatu benda mengerjakan gaya pada benda lain, maka benda yang kedua ini mengerjakan gaya pada benda yang pertama yang besarnya sama dengan gaya yang diterima tapi arahnya berlawanan.



**Gambar 4.10. Penerapan Hukum Newton III**

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

$F_{\text{aksi}}$  = gaya yang bekerja pada benda

$F_{\text{reaksi}}$  = gaya reaksi benda akibat gaya aksi

Hukum ketiga menyatakan bahwa tidak ada gaya timbul di alam semesta ini, tanpa keberadaan gaya lain yang sama dan berlawanan dengan gaya itu. Jika sebuah gaya bekerja pada sebuah benda (aksi) maka benda itu akan mengerjakan gaya yang sama besar namun berlawanan arah (reaksi). Dengan kata lain gaya selalu muncul berpasangan. Tidak pernah ada gaya yang muncul sendirian.

#### **4.5. Sistem Gerak pada Manusia**

Sistem gerak adalah sistem organ pada manusia yang berperan dalam pergerakan tubuh. Organ yang mendukung kerja sistem gerak.

Kerangka pada tubuh manusia memiliki fungsi yang sangat penting, yaitu:

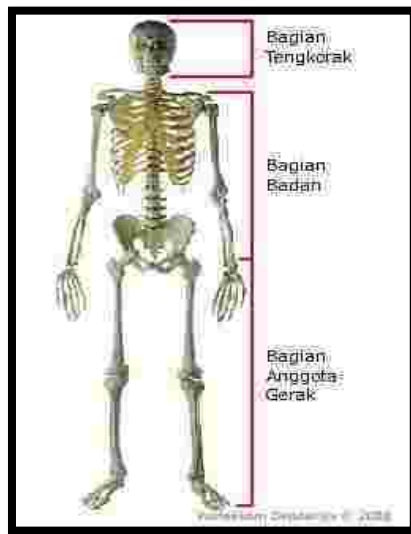
- a. Sebagai penegak tubuh
- b. Sebagai pembentuk tubuh
- c. Sebagai tempat melekatnya otot (otot rangka)



- d. Sebagai pelindung bagian tubuh yang penting
- e. Sebagai tempat pembentukkan sel darah merah
- f. Sebagai alat gerak pasif

Kerangka manusia dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu:

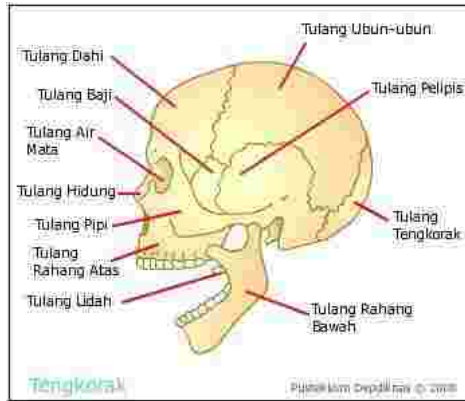
- a. Bagian Tengkorak
- b. Bagian Badan
- c. Bagian Anggota Gerak



#### 4.5.1 Bagian Tengkorak (Kepala)

Tersusun dari tulang pipih yang berfungsi sebagai tempat pembuatan sel-sel darah merah dan sel-sel darah putih.

Terdiri dari :



### Tempurung kepala (Kranium)

Nama Latin	Nama trivial	Jumlah
Frontal	dahi	1
Parietal	ubun-ubun	2
Occipital	kepala belakang	1
Temporal	pelvis	2
Sphenoid	baji	1
Ethmoid	tagis	1

Terdapat **foramen magnum** yang merupakan tempat masuk keluarnya pembuluh darah dan saraf dari sumsum tulang belakang.

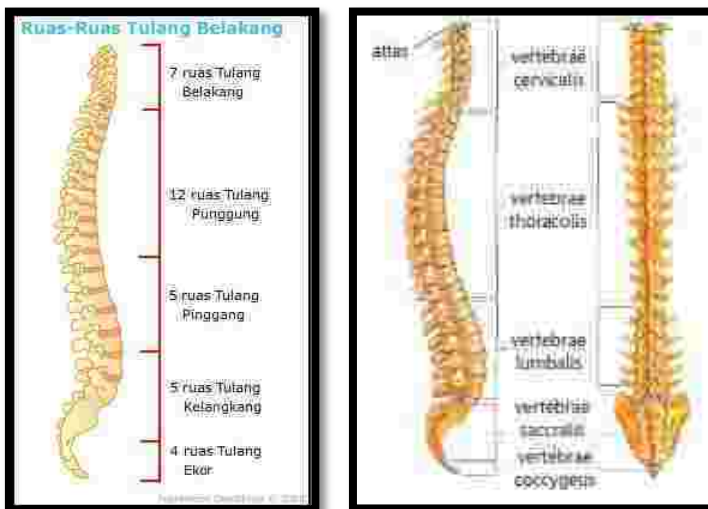
## Wajah

Nama Latin	Nama trivial	Jumlah
Maksila	rahang atas	2
Mandibula	rahang bawah	1
Zigomata	pipi	2
Lakrimal	air mata	2
Nasal	hidung	2
Vomer	rongga hidung	1
Palatina	langit-langit lunak	2
Nasal konka inferior	-	2

### 4.5.2 Bagian Badan

Bagian badan terbagi menjadi 5 kelompok, yaitu:

#### a. Ruas-ruas tulang belakang (33 ruas)



Tulang atlas adalah tulang pertama yang berhubungan dengan tengkorak

## b. Tulang rusuk (12 pasang)



### Tulang rusuk

Nama Latin	Nama trivial	Jumlah
Costae verae	rusuk sejati	7 x 2
Costae spuriae	rusuk palsu	3 x 2
Costae fluctuantes	rusuk melayang	2 x 2

**Tulang rusuk sejati** masing-masing menempel pada satu ruas tulang belakang 1-7 dan tulang dada.

**Tulang rusuk palsu** masing-masing menempel pada satu ruas tulang belakang 8-10 dan menumpang pada tulang rusuk sejati 7

**Tulang rusuk melayang** masing-masing menempel pada satu ruas tulang belakang 11-12 dan tidak menempel pada tulang dada

## c. Tulang dada,

Terdiri dari : tulang hulu, tulang badan, tulang pedang - pedangan

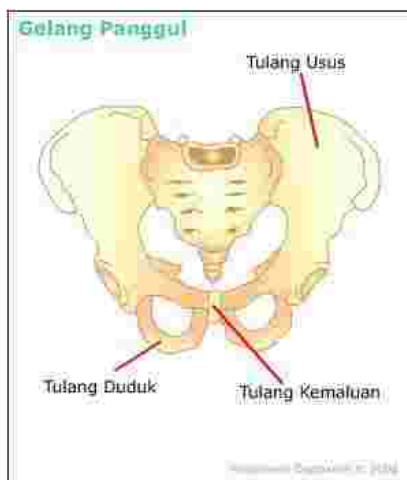
### Tulang dada (sternum)

Nama Latin	Nama trivial	Jumlah
Manubrium	pechu	1 (satu kesatuan)
Manubrium /gladibus	dada tengah	
Xiphisternum /processis xifoid	taju pedang	

d. Gelang bahu, terdiri dari :



e. Gelang panggul, terdiri dari :



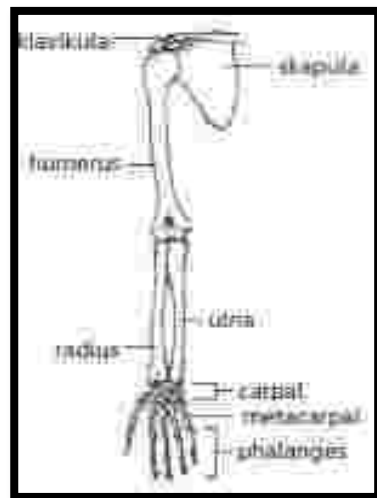
Nama Latin	Nama trivial	Jumlah
Ilium	tulang usus	2
Pubis	tulang kemaluan	2
Ischium	tulang duduk	2

Gelang panggul berhubungan dengan tulang kelangkang atau tulang ekor. Oleh karena itu, tulang kelangkang dan tulang ekor juga termasuk gelang panggul. Diantara dua tulang pubis, terdapat *pubic simfisis* yang dapat meregang pada wanita ketika melahirkan

### 4.5.3 Bagian Anggota Gerak

Anggota gerak dapat dibagi menjadi 2 bagian, yaitu :

a. **Anggota gerak atas**, terdiri dari :



Nama Latin	Nama trivial	Jumlah
Scapula	belikat	2 x 1
Klavikula	selangka	2 x 1
Humerus	lengan atas	2 x 1
Radius	pengumpul	2 x 1
Ulna	hasta	2 x 1
Carpal	pergelangan tangan	2 x 8
Metacarpal	telapak tangan	2 x 5
Phalange	ruas jari	2 x 14

Tulang selangka berhubungan dengan tulang dada. Tulang pengumpul adalah tulang yang posisinya segaris dengan ibu jari dan tulang hasta adalah tulang yang posisinya segaris dengan jari kelingking.

**b. Anggota gerak bawah (kaki kiri dan kanan),** terdiri dari :



Nama Latin	Nama trivial	Jumlah
Femur	paha	2 x 1
Patella	tempurung lutut	2 x 1
Tibia	tulang kering	2 x 1
Fibula	tulang betis	2 x 1
Tarsus	pergelangan kaki	2 x 7
Metatarsus	telapak kaki	2 x 5
Phalanges	ruas jari	2 x 14

Tulang paha berhubungan dengan *asetabulum* yaitu bagian dari gelang panggul. Tulang kering berukuran lebih besar dari tulang betis, dan letak tulang kering lebih depan daripada tulang betis.

#### 4.5.4 Kelainan-kelainan pada sistem gerak

- a. Distrofi otot yaitu penyakit menurun yang disebabkan oleh mutasi gen yang bertanggung jawab untuk sintesis protein otot, sehingga otot menjadi lemah. Umumnya terjadi pada laki-laki umur antara 3 – 7 tahun
- b. Tetanus yaitu terjadinya kontraksi otot seluruh tubuh yang kuat dalam waktu tertentu, disebabkan oleh stimulus racun yang dikeluarkan oleh *Clostridium tetani*. Penyakit ini menyebabkan 40-60 dari 100 orang yang terinfeksi tetanus, sehingga penting untuk dilakukan imunisasi.
- c. Atrofi otot yaitu terjadinya pengurangan ukuran otot, ketegangan dan kekuatan otot yang disebabkan oleh mengecilnya serabut-serabut otot. Segala jenis kerusakan pada neuron motorik akan menyebabkan terjadinya atrofi otot secara bertahap. Misalnya virus polio yang menyerang saraf otak dan sumsum tulang belakang menyebabkan paralisis dan atrofi otot.
- d. Hipertrofi yaitu membesarnya otot yang disebabkan oleh aktivitas berat otot yang dilakukan secara terus-menerus. Otot yang mengalami hipertrofi, diameter serabut ototnya meningkat dan jumlah zat yang terdapat di dalam otot juga bertambah.



- e. Hiperplasia yaitu membesarnya otot yang disebabkan karena jumlah serabut otot bertambah, tetapi tidak disebabkan karena membesarnya serabut otot.
- f. Osteopenia yaitu tulang-tulang pada rangka menjadi menipis dan lemah karena proses penuaan. Masa tulang menjadi kurang karena menurunnya osifikasi. Berlangsung pada usia 30-40 tahun.
- g. Osteoporosis, istilah lainnya adalah keropos tulang yang dapat menyebabkan patah atau retak pada tulang. Hormon seks ikut berperan dalam proses osteoporosis, karena hormon ini berperan dalam deposisi pada tulang.
- h. Osteomalasia yaitu tulang menjadi lunak atau tidak terlalu keras karena berkurangnya kandungan mineral di dalamnya.
- i. Gigantisme yaitu suatu kondisi yang disebabkan oleh produksi hormon pertumbuhan yang berlimpah sebelum masa pubertas.
- j. Akromegali yaitu suatu kondisi yang disebabkan oleh efek samping dari produksi hormon pertumbuhan setelah masa pubertas, terjadi pertumbuhan rangka yang abnormal pada kartilago dan tulang-tulang pendek lainnya.
- k. Ricketsia yaitu kelainan pada anak-anak yang disebabkan oleh kekurangan garam-garam kalsium di dalam rangkanya.
- l. Scurvy yaitu suatu keadaan dimana tulang menjadi lemah dan rapuh sebagai akibat kekurangan vitamin C.
- m. Fraktur yaitu tulang retak atau patah yang disebabkan oleh tekanan atau gerakan salah atau benturan dengan benda-benda keras lainnya.
- n. Osteomyelitis yaitu sakit pada tulang yang umumnya disebabkan oleh infeksi bakteri.
- o. Osteopetrosis yaitu suatu keadaan yang disebabkan oleh menurunnya aktivitas osteoklas, sehingga masa tulang meningkat dan bentuk tulang menjadi tidak beraturan.
- p. Arthritis yaitu kelainan pada sinovial persendian, menyebabkan kerusakan pada kartilago persendian.

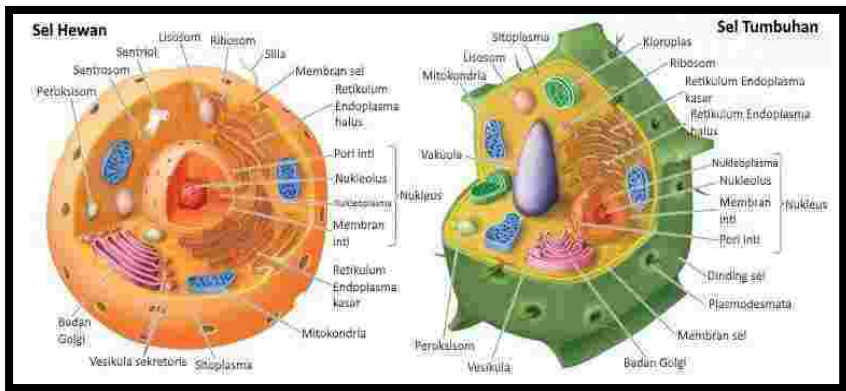
- q. Bursitis yaitu inflamasi pada bursa, menyebabkan rasa sakit pada hubungan antar tendon atau ligamen saat digerakan.
- r. Luksasi yaitu dislokasi, suatu keadaan dimana persendian keluar dari posisi semestinya.
- s. Kifosis yaitu suatu keadaan dimana ruas-ruas tulang belakang melengkung ke depan, dan jika melengkungnya ke bagian belakang dinamakan lordosis. Sedangkan jika ruas-ruas tulang belakang melengkung ke samping dinamakan skoliosis.
- t. Rakhitis yaitu gangguan pada bentuk tulang anak-anak yang disebabkan oleh defisiensi vitamin D. Misalnya kaki berbentuk huruf X atau O pada anak-anak.

## 4.6. Struktur Sel

### 4.6.1 Sifat dan Keragaman Sel

Sel merupakan unit terkecil makhluk hidup, baik struktural maupun fungsional. Sel terdiri atas membran plasma, sitoplasma, nucleus dan organel-organel lain yang masing-masing mempunyai fungsi khusus dan secara bersama menyusun suatu sistem yang kompak. Pada makhluk hidup terdapat dua golongan tipe sel yang utama. Pertama disebut **prokariotik**, sel yang tidak memiliki membran nukleus (membran inti), terdapat pada bakteri, cyanobakteria, dan alga hijau-biru. Kedua disebut **eukariotik**, sel ini memiliki membran nukleus.

Sedangkan berdasarkan struktur dan fungsinya, sel hewan juga dapat dibedakan dari sel tumbuhan. Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar sel hewan dan sel tumbuhan di bawah ini.



**Gambar 4.11. Persamaan dan Perbedaan Sel Hewan dan Tumbuhan**

Setelah mempelajari perbedaan gambar struktur sel di atas, untuk lebih memperjelas perbedaan organel sel hewan dan sel tumbuhan, perhatikan tabel berikut ini :

Sel Hewan	Sel Tumbuhan
Tidak mempunyai dindingsel, hanya membran sel.	Mempunyai dinding sel dan membran sel
Tidak mempunyai plastida	Mempunyai plastida
Mempunyai lisosom	Tidak memiliki lisosom
Memiliki sentrosom	Tidak memiliki entrosom

Struktur sel terdiri atas organel sel yang bertugas sebagai pelaksana kegiatan hidup suatu organisma. Ini menunjukkan bahwa sel sebagai unit fungsional disamping sebagai unit struktural.

### 1. Membran plasma

Membran plasma disebut juga membran sel, Membran plasma pada sel tumbuhan terletak di sebelah dalam yang melekat pada dinding sel, sedangkan pada sel hewan merupakan bagian terluar

karena tidak mempunyai dinding sel. Membran plasma tersusun atas protein dan lemak, oleh karena itu sering disebut sebagai lipoprotein. Molekul membran plasma seperti ini, menyebabkan membran plasma mempunyai kemampuan untuk memisahkan zat-zat tertentu untuk bisa masuk atau keluar, maupun tidak masuk. Ini yang disebut sebagai fungsi selektif dari membran plasma, erat kaitannya dengan homeostasis (kemampuan untuk menjaga stabilisasi kondisi di dalam sel dan di luar sel).

Pengangkutan molekul zat dalam sel melalui membran plasma dapat berlangsung secara difusi, osmosis, dan transpor aktif.

#### a. Difusi

Merupakan perpindahan molekul zat dari kadar yang lebih tinggi menuju kadar yang lebih rendah dalam usahanya untuk meniadakan perbedaan konsentrasi. Misalnya ketika kita menuangkan sirup ke dalam gelas berisi air, maka molekul-molekul gula akan berdifusi ke dalam air.

#### b. Osmosis

Merupakan perpindahan molekul air dari kadar yang tinggi menuju air yang kadarnya rendah disebut juga difusi air. Misalnya ketika kita memasukan irisan daun *Rhoeo discolor* yang berwarna ungu ke dalam larutan gula 15 % dan dilihat dengan mempergunakan mikroskop maka warna ungu daun tadi menjadi berkurang (tidak memenuhi seluruh sel). Mengapa bisa terjadi demikian? Benar, anda perhatikan, hal itu terjadi karena sebagian molekul air dalam sel keluar menuju larutan yang lebih pekat (kadar airnya rendah). Coba menurut anda sekarang peristiwa osmosis itu sesungguhnya bagaimana ? Benar sekali, keluarnya air dari dalam sel melewati dinding sel dan membran plasma seperti yang terjadi pada percobaan tadi merupakan osmosis.

#### c. Transpor aktif

Merupakan energi yang dilibatkan dalam mengaktifkan suatu bentuk perubahan senyawa kimia tertentu di dalam sel. Misalnya, perubahan glukosa fosfat memerlukan energi yang

diambil dari pemecahan adenosine trifosfat (ATP) menjadi adenosine difosfat (ADP). Energi yang dilibatkan dalam mengaktifkan glukosa itu dinamakan energi pengangkitan.

#### 1) Inti sel (Nucleus)

Yang nampak paling dominan ketika melihat struktur sel di bawah mikroskop adalah nucleus. Dalam beberapa jenis bakteri dan ganggang biru (*cyanophyceae*) belum nampak adanya struktur inti sel, disebut prokariotik. Sedangkan inti sel yang telah memiliki membran inti disebut eukariotik.

Terdapat beberapa organel di dalam nucleus, antara lain :

##### a) Membran inti

Bagian ini membatasi antara sitoplasma dengan nucleoplasma. Nucleoplasm merupakan cairan kental yang banyak mengandung protein, di dalamnya didapatkan kromosom yang nampak ketika sel melakukan pembelahan.

##### b) Anak inti (nucleolus)

Disebut demikian karena merupakan benda kecil yang terdapat di dalam inti. Bagian ini banyak tersusun atas RNA (ribonukleat) dan protein. Oleh karena itu, berfungsi dalam penyusunan protein dan mengontrol penggandaan kromatin.

##### c) Benang kromatin

Benang kromatin akan ditemukan ketika sel sedang membelah, dan nampak sebagai kromosom. Di dalam kromosom terdapat ADN (asam deoksiribosanukleat) yang berperan dalam sintesis protein dan hereditas.

##### d) Nukleoprotein

Merupakan protein dalam inti yang kaya akan asam amino dari jenis lisin dan arginin.

##### e) Asam Nucleat

Asam nucleat yang terdapat dalam inti berupa ADN dan ARN. ADN berperan dalam pengaturan hereditas dan sintesis protein, sementara untuk ARN hanya berperan dalam sintesis protein

## 2) Sitoplasma

Merupakan cairan yang terdapat di dalam dan di luar sel, banyak mengandung senyawa organik maupun anorganik yang disebut protoplasma

## 3) Retikulum Endoplasma

Pada beberapa retikulum endoplasma, ada yang selaputnya melekat pada membrane inti sel dan ada juga yang melekat pada membrane sel. Retikulum endoplasm berfungsi dalam mensintesis lemak dan transfor materi di dalam sel.

## 4) Ribosom

Ribosom adalah partikel nucleoprotein yang bebas atau melekat pada retikulum endoplasma, berfungsi sebagai tempat berlangsungnya sintesis protein. Ribosom merupakan struktur paling kecil yang tersuspensi di ddalam sitoplasma , terdiri atas RNA ribosom (RNAr) dan protein.

## 5) Badan Mikro

Badan mikro terdiri atas peroksisom dan glioksisom yang mengandung enzim katalase dan enzim oksidase. Badan mikro berperan dalam proses oksidasi. Misalnya enzim katalase berperan dalam perombahakan peroksida air ( $H_2O_2$ ) menjadi  $H_2O$  dan  $O_2$ . sebagai upaya untuk menetralkan peroksida air yang bersifat racun di dalam sel.

## 6) Badan Golgi

Badan golgi hampir ditemukan pada hampir semua sel tumbuhan dan sel hewan, terutama pada sel-sel yang secara aktif terlibat di dalam sekresi. Fungsi badan golgi adalah untuk menambahkan glikosilat pada protein dan untuk sekresi.

## 7) Lisosom

Lisosom dihasilkan oleh badan golgi yang penuh dengan protein, dan merupakan tempat pembuatan enzim pencernaan bagi sel yang menyelenggarakan pencernaan.

## 8) Mitochondria

Struktur mitochondria dibatasi oleh membrane rangkap, membran luar merupakan batas halus yang tidak terputus-putus, sedangkan membran dalam berlekuk menjadi lipatan-lipatan. Lekukan tersebut berfungsi untuk memperluas permukaan penyerapan kaitannya dengan fungsi mitochondria sebagai tempat melakukan respirasi sel dan mensintesis ATP.

Berbeda dari individu uniseluler, tumbuhan maupun hewan multiseluler disusun oleh milyaran sel, sel-sel yang sama akan membentuk jaringan, selanjutnya jaringan-jaringan yang berbeda akan membentuk organ, dan organ-organ yang mempunyai struktur dan fungsi yang saling berhubungan akan membentuk sistem organ (misalnya : organ-organ pencernaan seperti mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, poros usus dan anus, membentuk sistem pencernaan), dan semua sistem organ akan membentuk suatu organisme (individu).

Sel-sel terdeferensiasi pada hewan tersusun menjadi jaringan. Setiap jaringan biasanya terdiri atas beberapa tipe sel-sel terdiferensiasi.

Macam jaringan berikut ini terdapat pada hewan vertebrata :

1. Jaringan epitel : jaringan epitel dibuat dari sel-sel memadat yang tersusun dalam lapisan pipih. Jaringan ini melapisi berbagai rongga dan tabung pada tubuh. Jaringan ini juga membentuk kulit yang membungkus tubuh. Jaringan epitel menjalankan berbagai fungsi. Dalam setiap kasus fungsi-fungsi ini mencerminkan kenyataan bahwa epitel selalu terdapat di perbatasan antara massa sel dan rongga atau ruang. Epitelium kulit melindungi jaringan di bawahnya terhadap kerusakan karena gesekan mekanis, radiasi ultraviolet dan serangan bakteri.

Epitel juga berfungsi mengangkut bahan-bahan dari dan ke jaringan dan rongga yang dipisahkannya. Epitel memiliki tiga bentuk yaitu pipih (*squamous*), misalnya terdapat pada permukaan rongga mulut, pada permukaan dalam pembuluh

darah, bentuk silindris (kolumnar), misalnya terdapat pada permukaan rongga usus yang berfungsi mengeluarkan enzim-enzim pencernaan dan menyerap produk akhir pencernaan dan pada saluran pernapasan mengeluarkan lendir untuk melindungi terhadap kekeringan dan untuk menangkap partikel-partikel debu yang terhirup. Banyak sel-selnya mempunyai silia di permukaannya. dan epitel bentuk kubus (kuboidal), misalnya terdapat pada dinding saluran ginjal, dinding kelenjar dan lain-lain.

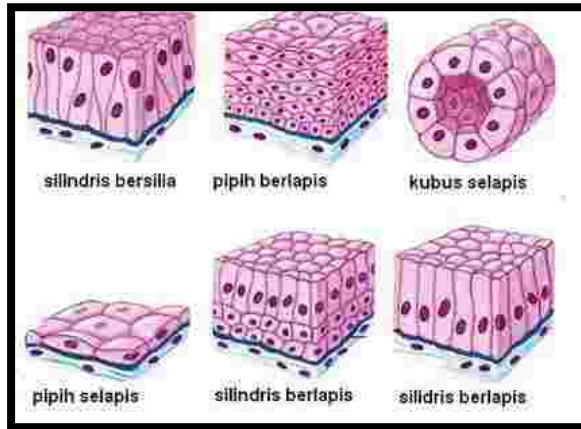
2. Jaringan konektif, masing-masing sel terbenam dalam sejumlah besar bahan ekstraseluler (matriks). Matriks ini disekresi oleh sel. Jaringan konektif dapat dibedakan menjadi :

- a. konektif penunjang (tulang kompak dan rawan). Jaringan konektif penunjang digunakan untuk memberi kekuatan, bantuan, dan perlindungan bagi bagian-bagian tubuh yang lemah. Jaringan tulang kompak dan rawan merupakan jaringan konektif penunjang yang terdapat pada manusia. Matriks pada tulang rawan adalah campuran protein dan polisakarida yang disebut kondrin, tulang rawan terdapat pada telinga bagian luar. Matriks pada tulang keras berisi serat dan kolagen protein serta bahan utamanya terdiri dari kalsium karbonat, fosfat, ion-ion magnesium, dan fluorida.
- b. konektif pengikat. Jaringan konektif pengikat berfungsi untuk mengikat bagian-bagian tubuh. Tendon berfungsi menghubungkan tulang dengan otot. Matriks dasarnya adalah kolagen protein dan serat sejajar satu sama lain. Hal ini memberikan kekuatan besar pada jaringan, akan tetapi tendon tidak lentur (elastis). Ligamen mengaitkan satu tulang dengan yang lainnya. Selain serat kolagen, ligamen mengandung elastin protein. Protein yang memungkinkan ligamen dapat meregang atau melar.
- c. konektif berserat. Terdapat merata di seluruh tubuh. Berfungsi sebagai bahan pengemas atau pengikat bagi sebagian besar organ manusia. Juga menjadi lintasan bagi



pembuluh darah dari saraf. Matriksnya mengandung kolagen dan protein lainnya. Selaput otot (fasia) adalah jaringan konektif berserat yang mengikat otot-otot menjadi satu dan mengikat kulit pada struktur di bawahnya, selain itu jaringan adiposa merupakan jaringan konektif berserat yang sel-selnya berisi penuh dengan minyak.

- d. jaringan hematopoietik, merupakan sumber semua sel yang ada dalam darah. Termasuk sel darah merah, darah putih dan trombosit (platelet/keping darah). Sel darah merah mengangkut oksigen dan karbondioksida. Sel darah putih melindungi tubuh terhadap serbuan benda asing (misalnya, infeksi virus, bakteri). Trombosit memulai proses pembekuan darah. Sumsum tulang ialah jaringan hematopoietik yang di dalamnya terbentuk semua sel darah. Dua macam sel darah putih (limfosit dan monosit) juga dibentuk dalam simpul limfa yaitu limfa kecil dan timus.
3. Jaringan otot. Pada manusia terdapat tiga macam jaringan otot. (1). Otot rangka terdiri dari serat-serat panjang dan memiliki garis melintang, kontraksinya secara sadar; (2). Otot polos atau tidak memiliki serat melintang, terdapat pada dinding organ dalam (misalnya usus dan pembuluh darah), kontraksinya tanpa disadari; dan (3). Otot jantung, otot yang memiliki serat melintang dan percabangan, terletak pada jantung, kontraksinya tanpa disadari.
4. Jaringan saraf. Jaringan saraf terutama dibangun oleh neuron, yaitu sel-sel yang berfungsi menghantarkan impuls saraf elektrokimia. Setiap neuron terdiri atas badan sel, dendrit, akson. Sel-sel ini saling berhubungan mulai dari otak dan sumsum tulang belakang, kemudian bersambung ke saraf tepi di seluruh bagian tubuh.



**Gambar 4.12. Jaringan Hewan**

Jika kita memeriksa tumbuhan berpembuluh yang matang, terdapat beberapa tipe sel yang dapat dibedakan secara nyata. Terdiri dari beberapa macam sel antara lain :

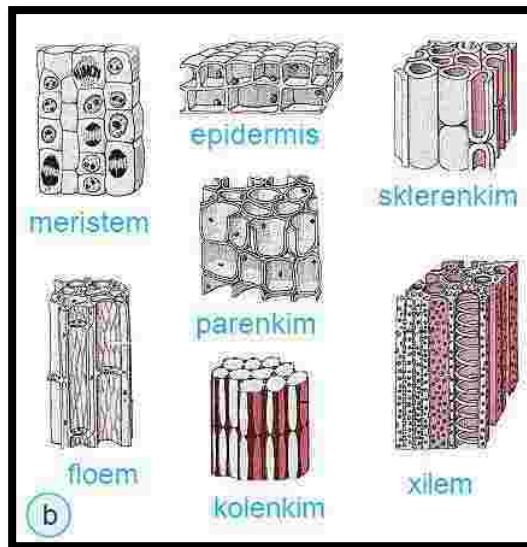
1. Meristematik. Fungsi utama sel-sel meristematik ialah melakukan pembelahan sel (secara mitosis ). Sel-selnya kecil dan berdinding tipis, tanpa vakuola tengah dan tidak ada ciri-ciri khusus. Jaringan meristem terdapat pada titik tumbuh (ujung) akar dan batang. Pada beberapa tumbuhan lingkaran meristem terdapat pada batang, disebut kambium. Mitosis pada meristem menghasilkan sel-sel untuk pertumbuhan tanaman, dan sel-sel itu segera terdiferensiasi (berubah bentuk dan fungsi) menjadi beberapa macam sel.
2. Epidermis (protektif/pelindung). Sel-sel ini berfungsi melindungi sel yang ada dibawahnya. Jaringan pelindung dijumpai pada permukaan akar, batang dan daun. Sel-selnya berbentuk pipih dengan permukaan atas dan bawahnya sejajar, tetapi sisinya dapat tersusun tidak beraturan.
3. Parenkim. Sel-sel parenkim terdapat di seluruh tubuh tumbuhan. Ukurannya besar-besar, berdinding tipis dan biasanya memiliki vakuola tengah. Seringkali terpisah-pisah sebagian dan terdapat ruang antar sel yang berisi gas. Fungsi utama sel-sel parenkim ialah menyimpan cadangan makanan,

sebagian besar mengandung plastida dan pada sisi yang terkena cahaya matahari banyak mengandung kloroplas yang berfungsi untuk fotosintesis.

4. Kolenkim. Sel-sel kolenkim berdinding tebal, yang secara khusus dikembangkan di sudut-sudut sel. Sel-sel ini berfungsi sebagai penunjang bagi tumbuhan, dan biasanya terdapat pada bagian tumbuhan yang tumbuh dengan cepat dan perlu diperkuat. Tangkai biasanya diperkuat dengan sel-sel kolenkim.
5. Sklerenkim. Sel-sel sklerenkim merupakan sel penunjang yang lebih umum. Dinding selnya sangat tebal, dan sel-sel sklerenkim dapat bergabung dengan sel lain untuk memberi tunjangan mekanis. Seringkali protoplas sel sklerenkim mati setelah dinding sel terbentuk seluruhnya. Sel sklerenkim terdapat pada batang dan juga bergabung dengan tulang daun. Sel-sel itu merupakan komponen yang amat penting pada penutup luar biji keras dan buah keras.
6. Xilem. Xilem merupakan “jaringan campuran” yang terdiri atas beberapa tipe sel. Yang paling khas dan penting di antaranya ialah pembuluh xilem dan trakeid xilem (xilem paku-pakuan dan tusam (pinus) hanya mengandung trakeid). Pembuluh xilem mempunyai dinding sel tebal. Dindingnya tidak dalam lapisan seragam tetapi biasanya menebal dalam pola berkas-berkas spiral. Bila berkembang sepenuhnya, dinding ujung pembuluh xilem melarut dan protoplasmanya mati. Hal ini membentuk tabung panjang. Trakeid berbeda dengan pembuluh karena sel-selnya tidak mempunyai berkas spiral dan ujung-ujungnya meruncing. Ujung-ujung meruncing ini saling menutupi dan saling berhubungan dengan noktah-noktah. Baik trakeid maupun pembuluh digunakan untuk mengalirkan air dan mineral dari akar ke daun. Pada tumbuhan berpembuluh, xilem tua berhenti berperan serta dalam pengangkutan dan hanya berfungsi memberi kekuatan kepada batang pokok tumbuhan yang

tumbuh. Bila gelang tahunan sebatang pohon dihitung, maka yang dihitung itu ialah gelang-gelang xilem.

7. Floem. Inipun merupakan jaringan campuran . Sel-sel terpenting di dalamnya ialah tabung tapis. Diberi nama demikian karena dindingujungnya berlubang-lubang. Hal ini memungkinkan hubungan sitoplasmik di antara sel-sel. Mungkin inilah yang membantu sel-sel melakukan fungsi utamanya untuk mengangkut makanan dan hormon ke seluruh tubuh tumbuhan. Pada saat matang, tabung tapis tidak mempunyai nukleus. Berdekatan dengan sel-sel ini terdapat sel-sel bernukleus dan dinamakan “sel tetangga” yang dapat mengambil alih pengendalian umum sel-sel tabung tapis tersebut. Sel sklerenkim seringkali terdapat pada jaringan floem dan memberikan kekuatan kepadanya.



**Gambar 4.13. Jaringan Tumbuhan**

Berbagai jaringan tumbuhan itu ditata dalam pola tertentu. Kelompok jaringan terorganisasi ini menjadikan organ-organ pada tumbuhan. Akar, batang, dan daun merupakan organ utama tumbuhan tingkat tinggi. Fungsi yang sesuai bergantung

kepada penataan dan koordinasi yang sesuai dari jaringan yang mendirikannya.

#### **4.6.2 Sambungan dan Komunikasi Antar Sel**

Pada banyak jaringan, misalnya jaringan konektif, terdapat lapisan ekstraseluler atau matriks yang memisahkan membran sel dalam jaringan tersebut. Akan tetapi pada jaringan tertentu, misalnya epitelium yang melapisi intestin, membran antara dua sel yang berdekatan terdapat titik tertentu sebagai sambungan atau hubungan antar sel.

Sel memiliki struktur khusus pada permukaannya yang menyebabkan sel-sel tersebut bergabung bersama-sama menjadi jaringan memungkinkan sel dapat berkomunikasi satu dengan lainnya, dan dengan lingkungannya, dan mencegah hilangnya cairan dari jaringan tertentu.

Beberapa tipe hubungan yang menggabungkan sel dan menyediakan saluran untuk komunikasi interseluler adalah :

- a. Sambung erat (*Tight junctions*) : Sambung erat mempererat selsel epitelium yang berdekatan dalam pita sempit tepat dibawah permukaan sel, dapat membuat berbagai bentuk, tetapi semuanya berfungsi sebagai pembatas untuk mencegah perembesan substansi ke daerah diantara sel. Contohnya pada sel-sel epitel dekat kandung kemih, berfungsi mencegah kembalinya urin ke daerah jaringan tubuh.
- b. Sambung Renggang (*Gap junctions*) : Sambung renggang berfungsi sebagai tempat pertukaran materi di atara sel dengan sel, dimana dua sel yang berhubungan membentuk celah.
- c. Sambung lekat (*Desmosome*) : *Desmosome* sama dengan tempat atau daerah yang menyatukan, pemancang, kancing di antara dua sel. Sesuai namanya, sambung lekat menggabungkan secara kuat antara dua sel yang berdekatan. Desmosom banyak terdapat pada jaringan yang mengalami tekanan mekanis seperti lapisan luar kulit manusia dan leher

rahim. Zonula pada desmosom berfungsi mengendalikan bentuk sel dan tempat menyisipkan filamen sitoskeleton (rangka sel).

#### **4.6.3 Ukuran Sel**

Pada awalnya diperkirakan bahwa suatu organisme yang berukuran besar dibangun oleh sel-sel yang besar, dan organisme yang berukuran kecil juga dibangun oleh sel-sel yang kecil. Hasil pengukuran memperlihatkan bahwa perbedaan antara paus dengan tikus karena perbedaan jumlah keseluruhan sel-sel yang menyusunnya bukan ukuran selnya. Ukuran sel bervariasi dapat dibandingkan pada beberapa organisme berikut ini dibandingkan dengan ukuran molekul, antara lain :

- a. Sel bakteri Tifoid panjangnya mulai dari 0,2  $\mu\text{m}$  - 0,5  $\mu\text{m}$ ;
- b. Sel darah merah 7 $\mu\text{m}$
- c. Sel hati 20 $\mu\text{m}$
- d. Sel Amoeba + 100  $\mu\text{m}$ ; Ukuran sebagian besar sel tunggal biasanya tidak melebihi 35  $\mu\text{m}$ ;
- e. Sel telur manusia berdiameter 0,1 mm (100  $\mu\text{m}$ );
- f. Molekul hemoglobin + 0,00

# DAFTAR PUSTAKA

- Alex, S. (2012). *Sukses Mengolah Sampah Organik Menjadi Pupuk Organik*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press
- Azhar, A. (2002). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada
- Badan Pusat Statistik. (2014). *Produksi Tanaman Pangan*. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Berita Resmi Statistik: Keadaan Ketenagakerjaan Indonesia Februari 2018*. No. 42/05/Th. XXI. Jakarta.
- Bahri, S., dan & Zain, A. (1995) . *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Bhineka Cipta.
- Baum, J. R., Frese, M., dan Baron, R. A. (2007). *The psychology of Entrepreneurship*. Mahwa, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Berlian, Z; Aini, F; dan Ulandari, R. (2016). Uji Kadar Alkohol pada Tapai Ketan Putih dan Singkong melalui Fermentasi dengan Dosis Ragi yang Berbeda. *Jurnal Biota*, Vol. 2, No. 1  
*Edisi Januari 2016, Hal. 106-111.*
- Budiyanto, M.A.K.K. (2004). *Mikrobiologi Terapan*. Malang: UMM Press.
- Daniel, Y. (2009). *Sampah dan Manajemen Persampahan*. Jakarta: Yayasan Obor
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. UU No. 18 Tahun 2008. *Tentang Pengelolaan Sampah*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum
- Dwidjoseputro, D. (2005). *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Fathurrohman, P., dan Sutikno, M.S. (2007). *Strategi Belajar Mengajar Melalui Penanaman Konsep Umum dan Konsep Islam*. Bandung: Refika Aditama.

- Fatmawati, U; Prasetyo, F.I; Supia, M; & Utami, A.N. (2013).  
 Karakteristik Yogurt yang Terbuat dari Berbagai Jenis Susu dengan Penambahan Kultur Campuran *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. *Jurnal Bioedukasi*, Vol. 6, No. 2, Hal. 1-9.
- Frazier, W.C. dan P.C. Westhoff. (1988). *Food Microbiology*. Tata McGraw-Hill. New Delhi: Company Limited.
- Gagne , R.M., & Briggs, L.J. (1979). *Principle of Instructional Design*. New Yorks: Holt Rinehart and Winston.
- Hermawan, H. (2007). *Media Pembelajaran SD*. Bandung: Upi Press
- Honest, U.K. (2017). Pemanfaatan Alat Peraga Edukatif Sebagai Media Pembelajaran Bahasa Inggris Sekolah Dasar. *Jurnal Prosiding URECOL University Research Colloquium*. Unmuh Magelang
- Morgan, S. (2009). *Daur Ulang Sampah*. Solo: Tiga Serangkai
- Sanjaya, W. (2006). *Strategi Pembelajaran*. Jakarta: Nusa Indah
- Scott, Wendy ., Yreteberg, Lisbeth. (1990). *Teaching English to Children*. New York: Longman
- Slamet, A. (2002). *Teknik Mengelola Sampah Ramah Lingkungan*. Bandung: Bina Cipta
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., dan Vigil, S. (1993). *Integrated Solid Waste Managemen*. New York: McGraw-Hill



# BIOGRAFI PENULIS



**Nindha Ayu Berlianti** lahir di Bojonegoro pada 07 November 1989. Penulis adalah dosen tetap di Program Studi Pendidikan IPA Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang Jawa Timur. Memperoleh Sarjana Fisika Sains (S.Si) dan Sarjana Pendidikan Fisika (S.Pd) dari Universitas Negeri Malang pada tahun (2012). Menyelesaikan Studi Magister Fisika (M.Si) pada tahun (2014) di Universitas Brawijaya Malang. Artikel

Ilmiah yang pernah dipublikasikan: (1) *Improving Students Creativity in Producing Instructional Aids for Physics Lesson from Waste and Garbage* pada Jurnal Momentum: Physics Education Journal Vol 3 No. 2 2019 (2) Perbaikan Kualitas Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Lingkungan Melalui Metode Presentasi dan Diskusi Kelas pada Jurnal Ilmu Pendidikan *Ed-Humanistics* Vol. 1, No. 2, November 2016 (3) Beberapa artikel yang dimuat dalam prosiding nasional.

## BIOGRAFI PENULIS



**Nur Hayati** lahir di Jombang, pada 28 Pebruari 1988. Penulis adalah dosen tetap di Program Studi Pendidikan IPA Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Hasyim Asy'ari. Menamatkan pendidikan S1 bidang ilmu pendidikan biologi di Universitas Negeri Malang tahun 2010 dan S2 bidang ilmu pendidikan biologi di Universitas Negeri Malang lulus tahun 2015. Sejumlah karya ilmiah yang telah diterbitkan: (1) Peningkatan Kesadaran Metakognitif dan Hasil Belajar Siswa SMA Malang melalui Penerapan Diagram *Roundhouse* Dipadu Model Pembelajaran *Cooperative Integrated Reading and Composition* (CIRC) pada Jurnal Ilmu Pendidikan Ed- Humanistics Vol. 1, No. 1, April 2016 (2) Peningkatan Aktivitas dan Hasil Belajar Mahasiswa Universitas Hasyim Asy'ari melalui Pembelajaran Discovery Terbimbing pada JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia) Vol. 2, No. 3, Hal: 206-214, Nopember 2016. (3) Beberapa artikel yang dimuat dalam prosiding nasional.



**Oktaffi Arinna Manasikana** Lahir di Kab. Semarang, 20 Oktober 1985, istri dari Nur Pramono Adi Sasmito dan dikarunia seorang anak bernama Muh Rakan Abqori Alfarizky. Penulis menyelesaikan pendidikannya di SD Negeri Dukuh 01 Salatiga, SMP Negeri 5 Salatiga, SMA Negeri 2 Salatiga. Setelah itu melanjutkan S1 di Universitas Diponegoro Undip pada Program Studi Kimia FMIPA dan S2 di Universitas Sebelas Maret dengan Program Studi Pendidikan Kimia FIP. Selama menjadi

mahasiswa, penulis aktif mengajar serta aktif di kegiatan intra dan ekstra kampus. Saat ini mengajar di Program Studi Pendidikan IPA Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Hasyim Asy'ari Jombang. Selama belajar dan menyelesaikan pendidikan S1 dan S2, penulis bekerja sebagai pengajar di Pondok Pesantren Darul Fikri Bawen Kab. Semarang. Sampai sekarang masih aktif terlibat dengan forum-forum ilmiah baik sebagai peserta maupun narasumber. Penulis aktif menulis di berbagai jurnal terutama jurnal pendidikan dan sains. Selain itu, aktif melakukan penelitian dan pengabdian masyarakat baik individu atau kelompok. Penulis dapat dihubungi melalui email: [changemaker.salatiga@gmail.com](mailto:changemaker.salatiga@gmail.com)