



# DOA BELAJAR

رَضِيتُ بِاللَّهِ رَبًّا وَبِالْإِسْلَامِ دِينًا وَبِمُحَمَّدٍ نَبِيًّا وَرَسُولًا  
رَبِّي زِدْنِي عِلْمًا وَارْزُقْنِي فَهْمًا

“Kami ridho Allah SWT sebagai Tuhanku, Islam sebagai agamaku, dan Nabi Muhammad sebagai Nabi dan Rasul, Ya Allah, tambahkanlah kepadaku ilmu dan berikanlah aku kefahaman”



**unisa**  
Universitas 'Aisyiyah  
Yogyakarta

# **FISIKA ZAT CAIR, GAS, CAHAYA, THERMAL KIMIAWI DAN MEKANIK**

**NAMA DOSEN**

**Disampaikan pada Kuliah MK Fisika Dasar**

**Juni , 2021**



# Capaian Pembelajaran

**Mahasiswa mampu memahami teori tentang dasar fisika zat cair, gas, cahaya, thermal kimiawi dan mekanik**



# Bahan Kajian

- **FISIKA ZAT CAIR**
- **GAS**
- **CAHAYA**
- **THERMAL**
- **KIMIAWI DAN MEKANIK**

## TUJUAN PERKULIAHAN

- Mahasiswa mampu mengerti, memahami, macam bentuk dan macam gelombang pada penggunaan modalitas fisioterapi seperti cahaya, magnet, kelistrikan, elektromagnet dan yang lainnya
- Mahasiswa mengerti dan memahami jenis –jenis gelombang yang di pakai dalam modalitas fisioterapi.(fisika zat cair, cahaya, panas, dingin)



## ZAT CAIR

- Pengertian zat cair
  - Zat cair adalah zat atau benda yang memiliki volume yang tetap tetapi bentuknya berubah-ubah sesuai dengan tempat (wadahnya).
  - Contohnya;
    - Bensin dalam botol
    - Teh dalam gelas
    - Air minum dalam ceret
    - Dan lain-lain.



# ZAT GAS

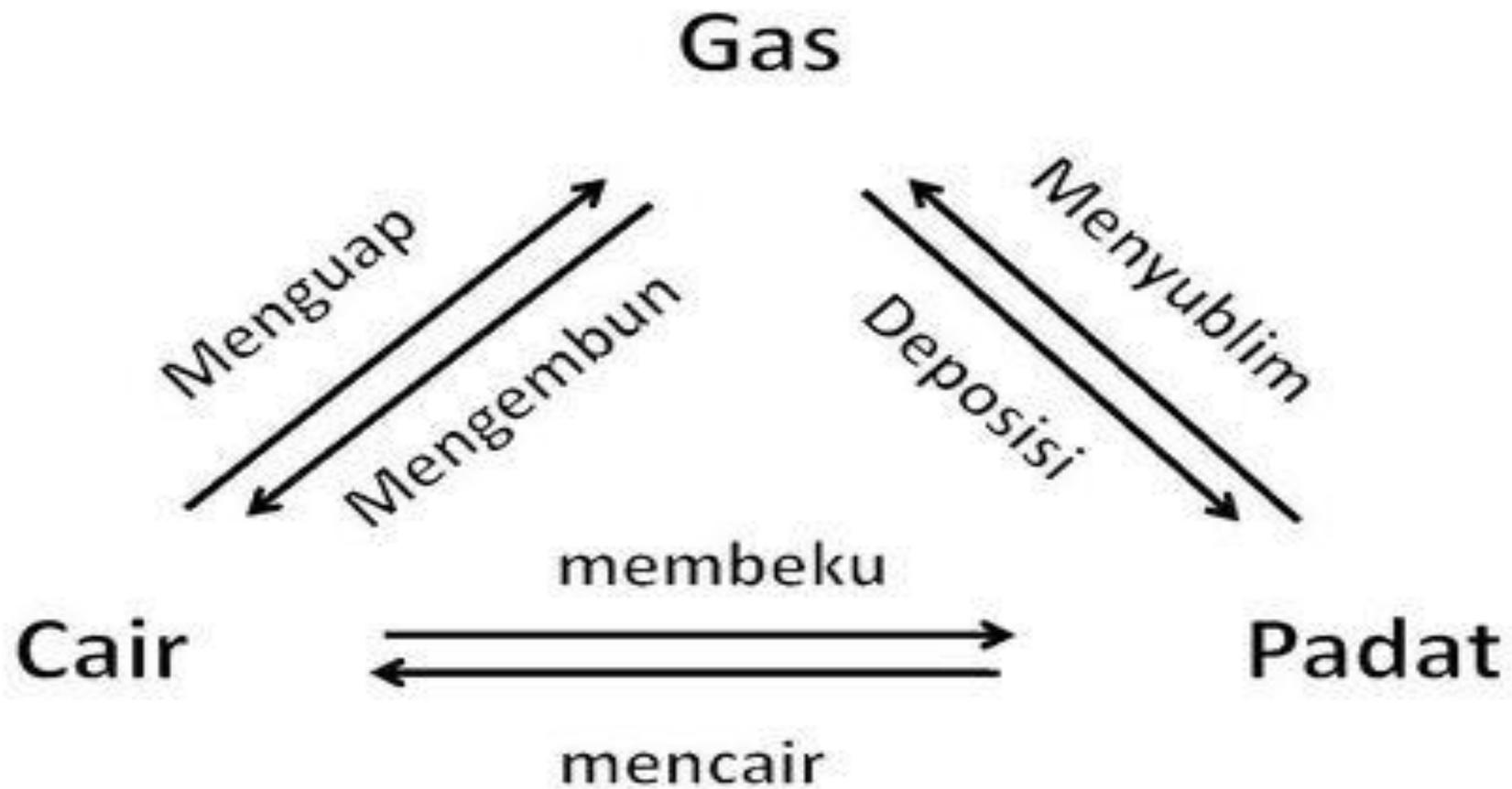
- Pengertian zat gas
  - Zat gas adalah zat atau benda yang memiliki volume dan bentuk yang selalu berubah-ubah sesuai dengan tempat (wadahnya).
  - Contohnya; balon, ban sepeda dan ban motor, gelas kosong, botol kosong, dan lain-lain.



# PERUBAHAN WUJUD ZAT

- Perubahan wujud suatu zat merupakan perubahan secara fisika. Zat yang mengalami perubahan fisika dapat dikembalikan ke asalnya. Hal inilah yang membedakannya dengan perubahan kimia.
- Yang dimaksud perubahan kimia adalah perubahan yang menghasilkan zat baru dan tidak dapat dikembalikan ke zat sebelumnya.
- Adapun perubahan fisika adalah perubahan yang tidak menghasilkan zat baru dan masih dapat dikembalikan ke zat sebelumnya





## PERUBAHAN ZAT DALAM ILMU FISIKA

- 1. Mencair, yaitu perubahan wujud zat dari padat menjadi cair. Contohnya; es mencair, membakar lilin.
- 2. Membeku, yaitu perubahan wujud zat dari cair menjadi padat. Contohnya; es yang membeku.
- 3. Mengembun, yaitu perubahan wujud zat dari gas menjadi cair. Contohnya; embun.



## PERUBAHAN ZAT DALAM ILMU FISIKA

- 4. Menguap, yaitu perubahan wujud zat dari cair menjadi gas. Contohnya; uap air.
- 5. Menyublim, yaitu perubahan wujud zat dari padat menjadi gas. Contohnya; kapur barus yang lama-lama habis.
- 6. Mengkristal (deposisi), yaitu perubahan wujud zat dari gas menjadi padat. Contohnya; kristal.



Sifat	Zat Padat	Zat Cair	Zat Gas
Bentuk	Tetap	Mengikuti wadahnya	Mengikuti bentuk wadahnya
Volume	Tetap	Tetap	Tergantung pada tempatnya
Kompresibilitas (pemampatan)	Tidak dapat dimampatkan	Sulit untuk dimampatkan	Mudah dimampatkan
Massa jenis	Umumnya mempunyai massa jenis besar	Mempunyai massa jenis sedang	Mempunyai massa jenis yang sangat kecil
Kemudahan mengalir	Tidak mengalir	Dapat mengalir	Dapat mengalir

# DALAM PHYSICAL AGENT

- PANAS (HOT PACK)
- DINGIN (COOL PACK)
- GAS
- GEL





## Introduction

Reasoning Process

Biophysical Change



Physiological Effect



Clinical Effect

### Superficial Heat

Hotpacks  
Paraffin Bath  
Infrared

### Conversive Heat

Ultrasound  
Microwave  
Shortwave

### Cryotherapy

Ice Pack / Cold Pack  
Ice Bath  
Ice Massage

### Electrotherapy

DC Stimulators  
AC Stimulators  
PC Stimulators

### Phototherapy

Ultraviolet  
LASERs

### Mechanotherapy

Traction  
CPM Devices  
(Ultrasound)



## Introduction

### Physiological Effect

#### Superficial Heat

Hotpacks  
Paraffin Bath  
Infrared

#### Conversive Heat

Ultrasound  
Diathermy  
Shortwave

The physiological effects of heat application depend on increasing the temperature of the target tissue to a therapeutic level of 41°C to 45°C.

The temperature is reached in about 8 to 10 minutes.

In response to heat stimulus, the body produces physiologic responses that may be therapeutic.

Within 30 minutes, the body reaches thermal equilibrium, and further heating is not beneficial.





## Introduction

### Superficial Heat

Hotpacks  
Paraffin Bath  
Infrared

### Physiological Effect

### Conversive Heat

Ultrasound  
Diathermy  
Shortwave



① Increased metabolism

② Increased perspiration

③ Increased capillary pressure and permeability

④ Local vasodilation with hyperaemia

⑤ Muscle relaxation via muscle spindles & GTO

⑥ Linear increase in oxygen tension

⑦ Increased tissue extensibility

⑧ Sedation of sensory nerves





## Introduction

Commercial hot packs are a conductive means of delivering moist heat.

Some packs are made of canvas and filled with silica gel.

They are available in a variety of shapes and sizes and are kept immersed in water of about 75°C to 80°C in a thermostatically controlled heater.





## Physiological Effect

### Possible

② Increased perspiration

④ Local vasodilation with hyperaemia

⑧ Sedation of sensory nerves

### Probable

① Increased metabolism

③ Increased capillary pressure and permeability

⑥ Linear increase in oxygen tension

### Not Possible

⑤ Muscle relaxation via muscle spindles & GTO

⑦ Increased tissue extensibility





## Clinical Effect

### Possible

Painful conditions such as muscle guarding, neuroma or trigger areas

Increase skin conductivity

### Probable

Wound healing

### Not Possible

Subacute & chronic inflammation

Soft tissue shortening (joint contractures, scarring)



# DINGIN

- Pada umumnya terapi dingin pada suhu 3,5 °C
- Selama 10 menit dapat mempengaruhi suhu sampai dengan 4 cm dibawah kulit (Ernstet al., 1994:56).
- Jaringan otot dengan kandungan air yang tinggi merupakan konduktor yang baik
- sedangkan jaringan lemak merupakan isolator suhu sehingga menghambat penetrasi dingin (Ernstet al., 1994:56).



**Tabel 1. Efek Fisiologis dan Terapetis Terapi Dingin**

<b>Efek Fisiologis Sistemik</b>	<b>Efek Fisiologis Lokal</b>	<b>Efek Terapetis</b>
Vasokonstriksi	Vasokonstriksi lokal	Relaksasi otot
Piloereksi	Desensitisasi akhيران saraf	Menghambat pertumbuhan
Menggigil	bebas	bakteri
	Penurunan <i>refill</i> kapiler	Mencegah pembengkakan
	Penurunan metabolisme sel	Mengurangi nyeri
		Mengurangi perdarahan

((Ernst *et al.*, 1994:56)

Respon neurohormonal terhadap terapi dingin adalah sebagai berikut :

- Pelepasan endorfin
- Penurunan transmisi saraf sensoris
- Penurunan aktivitas badan sel saraf
- Penurunan iritan yang merupakan limbah metabolisme sel
- Peningkatan ambang nyeri



**Tabel 2. Respon Kulit Pada Aplikasi Dingin**

<b>Tahap</b>	<b>Waktu Pemberian Aplikasi Dingin</b>	<b>Respon</b>
1	0-3 menit	Sensasi dingin
2	2-7 menit	Rasa terbakar, Nyeri
3	5-12 menit	Anestesi relatif kulit

(Ernst *et al.*, 1994:56)



A vibrant rainbow arches across a dark, overcast sky. The rainbow's colors are clearly visible, transitioning from red on the left to violet on the right. Below the rainbow, a line of trees is silhouetted against the dark sky. The overall scene is atmospheric and serene.

# GELOMBANG CAHAYA

# ALAM SEMESTA

- Suatu bentuk energi yang sangat penting yang dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup yang ada di bumi.
- Sumber kehidupan dari hewan tumbuhan



## TEORI TENTANG CAHAYA

- Cahaya menurut Newton (1642 - 1727) terdiri dari partikel-partikel ringan berukuran sangat kecil yang dipancarkan oleh sumbernya ke segala arah dengan kecepatan yang sangat tinggi.
- Menurut Huygens ( 1629 - 1695), cahaya adalah gelombang seperti halnya bunyi.
- Perbedaan antara keduanya hanya pada frekuensi dan panjang gelombangnya saja



## EKSPERIMEN

- para ilmuwan seperti Thomas Young (1773 - 1829) dan Augustin Fresnel (1788 - 1827) berhasil membuktikan bahwa cahaya dapat melentur (difraksi) dan berinterferensi. Sesuatu yang berbeda dibandingkan gelombang bunyi yang tergolong gelombang mekanik



- Gelombang elektromagnetik dapat merambat dengan atau tanpa medium dan kecepatan rambatnya pun amat tinggi bila dibandingkan gelombang bunyi.
- Gelombang elektromagnetik merambat dengan kecepatan 300.000 km/s.
- Kebenaran pendapat Maxwell ini tak terbantahkan ketika Hertz (1857 - 1894) berhasil membuktikannya secara eksperimental yang disusul dengan penemuan-penemuan berbagai gelombang

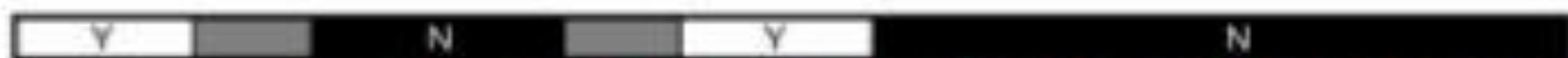


# GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK

- Golongan gelombang elektromagnetik:
  1. Sinar x
  2. Sinar gamma
  3. gelombang mikro



Menembus Atmosfer Bumi?



Jenis Radiasi  
Panjang gelombang (m)

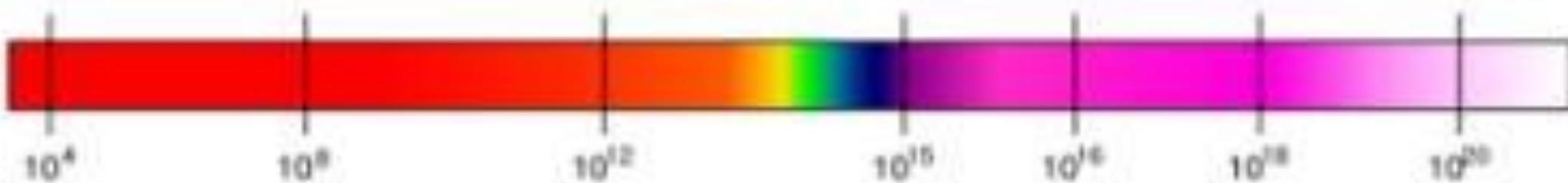
Radio	Microgelombang	Inframerah	Tampak	Ultraviolet	Sinar-X	Sinar gamma
$10^2$	$10^{-2}$	$10^{-6}$	$0.5 \times 10^{-6}$	$10^{-8}$	$10^{-10}$	$10^{-12}$

Skala Perkiraan  
Panjang Gelombang

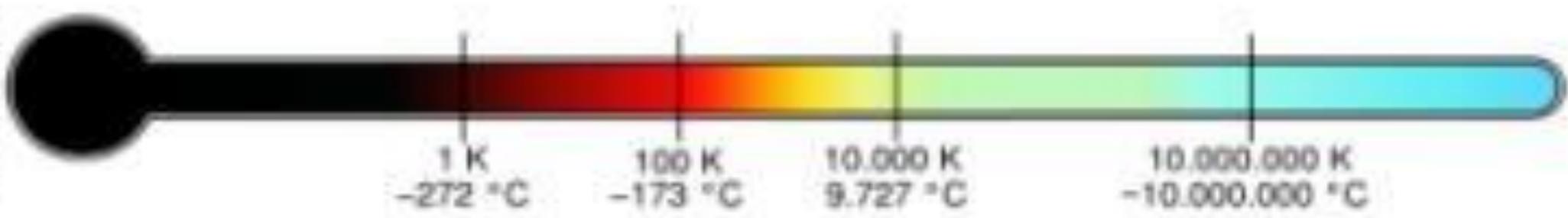


Bangunan	Manusia	Kupu-kupu	Ujung jarum	Protozoa	Molekul	Atom	Inti atom
----------	---------	-----------	-------------	----------	---------	------	-----------

Frekuensi (Hz)



Temperatur objek  
ketika radiasi ini  
memiliki intensitas  
pancaran gelombang  
yang paling besar



## SINAR GAMMA

- mempunyai frekuensi paling tinggi dan panjang gelombang yg paling kecil, dimana dgn begitu ia memiliki daya tembus sangat besar hingga bisa menembus plat besi.
- Sinar ini merupakan hasil dari inti atom yg tak stabil. Kegunaan dalam dunia medis, memiliki manfaat untuk membunuh sel kanker dan untuk sterilitas berbagai peralatan/perengkapan kedokteran.



## SINAR X :

- umumnya dikenal dengan nama sinar rontgen. Sinar ini merupakan hasil dari sejumlah elektron yg letaknya pada bagian kulit elektron atau bisa juga dari pancaran radiasi yg mencuat saat elektron berkecepatan tinggi membentur ke permukaan sebuah logam.
- Daya tembusnya juga besar, hingga bisa di aplikasi kan dalam kehidupan sehari-hari di dunia kesehatan.
- Yang paling umum dipakai untuk memfoto tatanan tulang yg ada didalam tubuh, agar diketahui bagian tulang mana yg bermasalah.
- Penggunaan sinar ini haruslah dengan sangat hati-hati karena bisa mengionisasi sel hidup kita, terutama dilarang untuk digunakan pada ibu yg hamil



# Sifat gelombang dari cahaya

- **Kecepatan cahaya**
- **Warna dan panjang gelombang cahaya matahari**
- **Pemantulan cahaya**
- **Pembiasan cahaya**
- **Difraksi cahaya**
- **Interferensi cahaya**



# KECEPATAN CAHAYA

- Kelajuan cOlaus Roemer (ahli fisika Denmark), dalam 1676.
- Beliau menciptakan kaedah mengukur kelajuan cahaya pergerakan planet Saturnus dan satu dari bulannya dengan menggunakan teleskop.
- Roomer mendapati bahwa bulan tersebut mengorbit Saturnus sekali setiap 42-1/2 jam.
- Cahaya telah sering diukur oleh ahli fisika



## *SINAR ULTRAVIOLET*

- *: disebut juga ultraungu merupakan hasil dari proses loncatan nyala api listrik oleh atom dan molekul.*
- *Karena mempunyai energi kimia maka kita melihat kegunaannya, yaitu untuk memendarkan barium-platina-sianida; membunuh kuman dan bakteri; serta menghitamkan pelat pada foto.*
- *Bisa juga penerapannya sebagai pembeda diantara uang palsu dan asli.*
- *Sumber utama sinar ultraviolet adalah matahari, namun terdapat juga sumber lainnya yaitu: lampu mercury dan busur karbon.*



## SINAR INFRA MERAH :

- Infrared ray mempunyai area dgn cakupan frekuensi 10<sup>11</sup> s/d 10<sup>14</sup> Hz.
- Sinar inframerah merupakan hasil dari elektron yang berasal dari sejumlah molekul yg bergetar krn panas.
- Contohnya adalah panas tubuh manusia, dan bara api ataupun nyala api. Lagi-lagi sumber terbesar salah satu *gelombang elektromagnetik* ini adalah dari matahari.
- Sifat istimewa dari jenis sinar ini adalah membawa energi panas yg bila memiliki intensitas yg tinggi bisa jada membakar benda yang dikenainya.
- Sifat lain yang dimilikinya ialah tak terlihat namun bisa menghitamkan pelat photo, jd bisa dipakai buat penginderaan pd tempat yg gelap.
- Fungsi lain sinar ini adalah untuk kamera infra merah yg bisa dipakai untuk membikin foto satelit layaknya yg dipakai oleh google earth.



## GELOMBANG MIKRO

- adalah gelombang radio yg mempunyai frekuensi tertinggi yakni 3 GHz atau setara 3 kali  $10^9$  Hz, sehingga disebut juga Super High Frekuensi / SHF.
- Gelombang ini dihasilkan sebuah alat yg memiliki nama tabung klystron.
- Manfaat gelombang elektromagnetik ini untuk menghantarkan panas yg dipakai pd microwave oven, yaitu untuk memasak makanan agar lebih cepat dan juga ekonomis.
- Aplikasi lainnya yaitu di antena RADAR (singkatan dari Radio Detection & Ranging), dimana pesawat radar tersebut beroperasi memakai sifat pantulan layaknya



○ **Cahaya matahari terdiri atas tujuh:**

- 1. warna merah**
- 2. Jingga**
- 3. kuning**
- 4. hijau**
- 5. biru**
- 6. nila**
- 7. ungu.**



- Warna-warna dalam cahaya putih matahari dapat dipecahkan dengan menggunakan prisma menjadi **jalur warna**.
- Jalur warna ini dikenal sebagai spektrum sedangkan pemecahan cahaya putih kepada spektrum ini dikenal sebagai **penyerakan cahaya**.
- **Pelangi** adalah contoh spektrum yang terbentuk secara alamiah.



- Pemecahan cahaya putih kepada spektrum ini dikenal sebagai penyerakan cahaya.
- Pelangi adalah contoh spektrum yang terbentuk secara alamiah.
- Pelangi terbentuk selepas hujan, ketika cahaya matahari dibiaskan oleh tetesan air hujan.
- Tetesan air itu hujan bertindak sebagai prisma yang menyerakkan cahaya matahari menjadi tujuh warna.



## INTERPRETASI OTAK

- Otak manusia akan menginterpretasikan warna sebagai panjang gelombang:
  - merah adalah panjang gelombang terpanjang (frekuensi paling rendah)
  - ungu dengan panjang gelombang terpendek (frekuensi paling tinggi).



# ULTRA VIOLET

- Cahaya dengan frekuensi di bawah 400 nm dan di atas 700 nm tidak dapat dilihat manusia.
- Cahaya disebut sebagai sinar ultraviolet pada batas frekuensi tinggi
- inframerah (IR atau infrared) pada batas frekuensi rendah



# PRINSIP MEKANIKA

- PRINSIP MEKANIKA TIDAK LAIN ADALAH KETENTUAN MENDASAR YANG MENGATUR AKSI MANUSIA.
- MISALNYA JIKA SEORANG PELATIH DAN ATLET MENGETI CIRI-CIRI DAN CARA KERJA DAYA TARIK BUMI,
  - APA YANG HARUS DILAKUKAN UNTUK MELAWAN PENGARUH DAYA, DAN SEKALIGUS DAPAT MEMANFAATKANNYA.



## PRINSIP & KONSEP DASAR

- Mekanika  
“studi ttg bagaimana sesuatu bergerak dan apa yang menyebabkan bergerak” (Hickman, 1995)
- Biomekanika  
“studi ttg gerakan yang dihasilkan oleh sistem muskuloskeletal”  
→ Hukum Newton (oleh Isaac Newton, 1643-1727)

## PRINSIP & KONSEP DASAR

- **BAGAIMANA SUATU BENDA DAPAT BERGERAK?**
- Aristoteles  
“kekuatan konstan diperlukan untuk menjaga sesuatu tetap bergerak”
- Hukum NEWTON I (*Inertia* = kelembaman)
  - benda bersifat mempertahankan keadaan
  - semua benda/ obyek akan bergerak bila ada gaya (*force*) yang mengakibatkan pergerakan

## PRINSIP & KONSEP DASAR

- Hukum NEWTON II

$$F = m \cdot a$$

“Apabila ada gaya yang bekerja pada suatu benda maka benda akan mengalami suatu percepatan yang arahnya sama dengan arah gaya”

- Hukum NEWTON III

“Untuk setiap aksi, selalu ada reaksi yang arahnya berlawanan”

## PENERAPAN DALAM OLAHRAGA

- HUKUM GERAK DAN MEKANIKA GERAK TIDAK HANYA BERLAKU PADA ATLET SENDIRI.
- PRINSIP MEKANIKA PUN DIGUNAKAN UNTUK MEMPERBAIKI EFISIENSI PERALATAN OLAHRAGA DAN FASILITAS LAINNYA



# FISIOTERAPI

- MENGANALISA MEKANIKA GERAK
- MENGANALISA SESUAI DENGAN TINGKAT CIDERA
- MENGETAHUI TINGKAT CIDERA

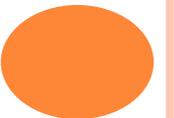


# BERAT

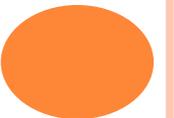
- BERAT TUBUH ADALAH KONSEP YANG DIBERIKAN PADA UKURAN DARI JUMLAH MASSA TUBUH:
  - TULANG
  - OTOT
  - LEMAK
  - JARINGAN
  - dll



- SEMAKIN BANYAK JUMLAH MASSA DALAM TUBUH AKAN SEMAKIN BERAT.
- DALAM ISTILAH MEKANIKA, BERAT TUBUH SESEORANG MEWAKILI DAYA TARIK BUMI (GRAVITASI) YANG MENARIK TUBUH, DAN SEBALIKNYA, MEWAKILI TARIKAN TUBUH TERHADAP BUMI (CARR, 1997).



- DERAJAT BESARAN TARIKAN ANTARA TUBUH DAN BUMI BERGANTUNG PADA SEBERAPA BANYAK MASSA BUMI DAN SEBERAPA BANYAK MASSA TUBUH DIMILIKI



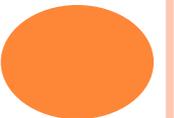
## MASSA TUBUH

- Massa secara sederhana berarti substansi atau zat.
- Jika suatu benda memiliki substansi dan berada dalam suatu ruang
- benda itu memiliki massa.



## INNERZIA

- Inertia berarti bertahan terhadap aksi atau terhadap perubahan.
- Inertia dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk membedakan orang yang lamban untuk melakukan suatu aksi. Jadi dalam kehidupan sehari-hari, istilah inertia bisa juga berarti „malas“.
- Dalam istilah mekanika gerak, inertia berarti lebih dari sekedar malas karena hal itu juga menggambarkan keinginan dari suatu benda untuk terus melakukan apa yang sedang dilakukannya—bahkan ketika sedang bergerak (Carr, 1997).



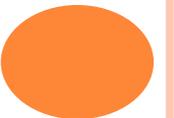
## INNERZIA

- Seluruh benda cenderung bertahan tidak bergerak.
- Tetapi jika suatu daya cukup besar untuk membuatnya bergerak dalam arah tertentu, benda itu cenderung ingin mempertahankan gerakannya dalam arah yang sama pada kecepatan yang tetap



## BENDA

- KECEPATAN
- AKSELESARSI
- VELOCITY

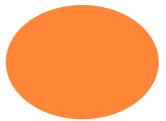
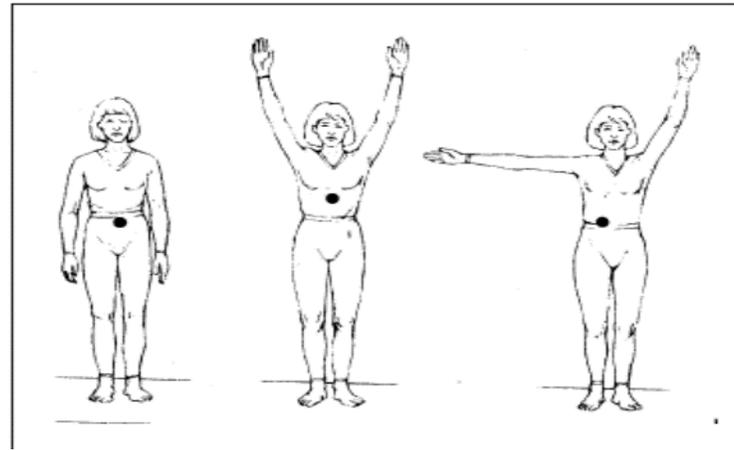


## DAYA TARIK BUMI

- Titik berat tubuh
- Pergeseran titik berat tubuh



## PERGESERAN GARIS TITIK TENGAH TUBUH



## PRINSIP & KONSEP DASAR

- Massa  
“jumlah unsur suatu obyek”  
satuan: kg → besaran skalar
- Berat  
“jumlah unsur suatu obyek yang dipengaruhi gaya tarik bumi/gravitasi”  
satuan: kg m/s(Newton) → besaran vektor

## PRINSIP & KONSEP DASAR

- **Gaya gravitasi**  
“gaya tarik bumi terhadap suatu benda”
- **Pengaruh gaya gravitasi thd tubuh manusia**
  - berat badan,
  - varises,
  - edema tungkai, dll.
- **Gaya yang mempengaruhi tubuh manusia**
  - gaya pada tubuh manusia → spt saat tubuh menabrak suatu benda
  - gaya di dalam tubuh manusia → gaya otot mempengaruhi sirkulasi darah dan pernapasan

## *PADA* MANUSIA

- **Gaya yang bekerja pada manusia**
  - dalam keadaan statis
  - dalam keadaan dinamis
- **Gaya pada tubuh manusia dalam keadaan statis**
  - dalam keadaan setimbang/ jumlah gaya dlm segala arah ( $F=0$ )
  - sistem muskuloskeletal bekerja sbg pengumpul/pengungkit



## TULISKAN:

1. Sebutkan Perubahan Wujud Gas ?
2. Sebutkan Sifat gelombang dari Cahaya ?
3. Sebutkan hukum newton beserta penjelasannya contoh aplikasi mekanika penerapan dalam keehariannya?
4. Apakah fungsi air panas penerapan dalam fisiologi efek tubuh manusia dalam pengobatan?



## Gabriel JF. 1996. fisika kedokteran. Edisi 7. EGC. Jakarta

Hocutt, J. E. (1982). "Cryotherapy in ankle sprains." *The American journal of sports medicine* **10**(5): 316.

Hubbard, T. J. and C. R. Denegar (2004). "Does cryotherapy improve outcomes with soft tissue injury?" *Journal of athletic training* **39**(3): 278.

Hurme, T., J. Rantanen and H. Kaliomo (1993). "Effects of early cryotherapy in experimental skeletal muscle injury." *Scandinavian journal of medicine & science in sports* **3**(1): 46.

Konrath, G. A., T. Lock, H. T. Goitz and J. Scheidler (1996). "The use of *cold therapy* after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized study and literature review." *The American journal of sports medicine* **24**(5): 629.

Swenson, C., L. Swärd and J. Karlsson (1996). "Cryotherapy in sports medicine." *Scandinavian journal of medicine & science in sports* **6**(4): 193.



# PENUTUP BELAJAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللَّهُمَّ أَرِنَا الْحَقَّ حَقًّا وَارْزُقْنَا اتِّبَاعَهُ وَأَرِنَا الْبَاطِلَ بَاطِلًا وَارْزُقْنَا اجْتِنَابَهُ

Ya Allah Tunjukkanlah kepada kami kebenaran sehingga kami dapat mengikutinya,

Dan tunjukkanlah kepada kami keburukan sehingga kami dapat menjauhinya.



**wnisa**  
Universitas 'Aisyiyah  
Yogyakarta