

# FISIKA KESEHATAN

Siti Mardhatillah Musa, S.ST., M.Keb.  
Wahidin, SKM., S.Sos., MKM., M.Si.  
Bdn. Eka Mardiana Afrilia, S.ST., MKM.  
Murni Lestari, S.ST., M.Keb.



# **FISIKA KESEHATAN**

Copyright © 2024  
PENERBITANEM

**KUTIPAN PASAL 72:**  
**Ketentuan Pidana Undang-Undang Republik**  
**Indonesia**  
**Nomor 19 Tahun 2002 tentang HAK CIPTA**

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud dalam ayat 1, dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Siti Mardhatillah Musa, S.ST., M.Keb.  
Wahidin, SKM., S.Sos., MKM., M.Si.  
Bdn. Eka Mardiana Afrilia, S.ST., MKM.  
Murni Lestari, S.ST., M.Keb.

# FISIKA KESEHATAN



Pekalongan - Indonesia

# FISIKA KESEHATAN

Copyright © 2024

## Penulis:

Siti Mardhatillah Musa, S.ST., M.Keb.

Wahidin, SKM., S.Sos., MKM., M.Si.

Bdn. Eka Mardiana Afrilia, S.ST., MKM.

Murni Lestari, S.ST., M.Keb.

## Penyunting:

Dina Raidanti, S.Si.T., M.Kes.

## Penata Letak:

Silmi Agustin

## Desain Sampul:

Gilang Riskiawan

Diterbitkan oleh:

**PT Nasya Expanding Management**  
(Penerbit NEM - Anggota IKAPI)

Jl. Raya Wangandowo, Bojong

Pekalongan, Jawa Tengah, Indonesia, 51156

Telp. (0285) 435833, Mobile: 0853-2521-7257

[www.penerbitnem.com](http://www.penerbitnem.com) / [penerbitnem@gmail.com](mailto:penerbitnem@gmail.com)

Hak Cipta dilindungi oleh Undang-Undang.

Dilarang memperbanyak sebagian

atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit

Cetakan ke-1, Juni 2024

ISBN: 978-623-115-359-3

## **Prakata**

Puji dan syukur ke hadirat Allah Swt., yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan buku ini dengan judul “**Fisika Kesehatan**”.

Buku ini berupaya disusun dengan menggunakan bahasa yang mudah dipahami dan dipelajari, serta dilengkapi dengan gambar dan ilustrasi yang memudahkan pemahaman. Selain itu, buku ini dilengkapi dengan latihan-latihan soal yang bertujuan untuk menguji pemahaman Anda tentang setiap materi yang telah dibaca dan dipelajari.

Kami berharap buku ini dapat membantu Anda mempelajari dan memahami tentang Fisika dalam Ilmu Kesehatan. Terima kasih telah menggunakan dan membaca buku ini, kami mendoakan semoga sukses dalam belajar dan sukses menjalani kehidupan ini. *Aamiin.*

Tangerang, 11 Juni 2024

**Tim Penulis**

# Daftar Isi

PRAKATA \_\_ v

DAFTAR ISI \_\_ vi

**BAB 1 PENDAHULUAN \_\_ 1**

**BAB 2 SUHU TUBUH \_\_ 5**

- A. Pengertian Suhu Tubuh \_\_ 5
- B. Pemindahan Keseimbangan Panas Tubuh \_\_ 6
- C. Temperatur \_\_ 7
- D. Faktor-faktor yang Memengaruhi Suhu Tubuh \_\_ 11
- E. Proses Termogenesis Tubuh Manusia \_\_ 13

**BAB 3 HIDRODINAMIKA \_\_ 16**

- A. Pengertian Hidrodinamika \_\_ 16
- B. Aliran Darah dalam Tubuh Manusia \_\_ 17
- C. Komponen dan Proses Aliran Darah dalam Tubuh Manusia \_\_ 20
- D. Laju Endap Darah/*Erythrocyte Sedimentation Rate* (ESR) \_\_ 23
- E. Alat Pelayanan Kesehatan Terkait Hidrodinamika \_\_ 24

**BAB 4 FENOMENA TEKANAN DALAM TUBUH \_\_ 28**

- A. Tekanan dalam Tubuh Manusia \_\_ 28
- B. Hukum-hukum Fisika Terkait Tekanan pada Tubuh Manusia \_\_ 33
- C. Fenomena Tekanan dalam Tubuh Manusia \_\_ 34

**BAB 5 BESARAN VEKTOR \_\_ 39**

- A. Vektor \_\_ 39
- B. Pengertian Besaran Vektor \_\_ 41
- C. Contoh Besaran Vektor \_\_ 42
- D. Mencari Arah dan Besar Resultan Vektor \_\_ 43

**BAB 6 GAYA DALAM TUBUH MANUSIA DAN ANALISA KEGUNAAN KLINIK \_\_ 47**

- A. Pengertian Gaya \_\_ 47
- B. Macam-macam Gaya \_\_ 48
- C. Gaya dan Kegunaan Klinik \_\_ 50
- D. Gaya Membentuk Sudut \_\_ 52
- E. Analisis Kegunaan Klinis \_\_ 54

**BAB 7 MENGANALISIS TEORI KONSEP GELOMBANG \_\_ 57**

- A. Teori Konsep Dasar Gelombang \_\_ 57
- B. Macam Gelombang Arus Listrik dalam Fisika Kesehatan \_\_ 61
- C. Listrik Tubuh \_\_ 62
- D. Alat Kedokteran Terkait Teori Gelombang \_\_ 63

**BAB 8 TEORI KONSEP ULTRASONIK \_\_ 67**

- A. Konsep Ultrasonik \_\_ 67
- B. Efek Daya Ultrasonik \_\_ 69
- C. Prinsip Penggunaan Ultrasonik \_\_ 70
- D. Penggunaan Ultrasonik dalam Dunia Kedokteran \_\_ 72
- E. Diagnosis dengan Ultrasonik \_\_ 74

**BAB 9 BIOMEKANIKA DAN DAMPAKNYA DALAM TUBUH MANUSIA \_\_ 77**

- A. Konsep Biomekanika \_\_ 77
- B. Pengukuran dan Satuan \_\_ 79

- C. Hukum Dasar Biomekanika \_\_ 81
- D. Aspek-aspek Biomekanika \_\_ 83

**BAB 10 PRINSIP DAN CARA KERJA ELEKTRIKAL DALAM PRAKTIK KEBIDANAN \_\_ 86**

- A. Elektrikal dalam Tubuh Manusia \_\_ 86
- B. *Electrocardiografi* (ECG) \_\_ 87
- C. Doppler \_\_ 90
- D. Suction \_\_ 93
- E. Vacum Ekstraksi \_\_ 101
- F. Alat Monitoring Kesejahteraan Janin \_\_ 115

**BAB 11 APLIKASI FISIKA KESEHATAN DALAM PRAKTIK PELAYANAN KEBIDANAN \_\_ 123**

- A. Pelayanan Kebidanan \_\_ 123
- B. Fisika Kesehatan dalam Layanan Kebidanan \_\_ 125
- C. Peralatan Elektronik dalam Layanan Kebidanan \_\_ 127

**DAFTAR PUSTAKA \_\_ 131**  
**TENTANG PENULIS**

# BAB 1

## PENDAHULUAN

Belajar fisika dalam konteks kesehatan penting memahami prinsip-prinsip dasar fisika terkait dengan berbagai aspek dalam perawatan kesehatan. Beberapa konsep fisika yang relevan dalam bidang Kesehatan, dalam hal ini kebidanan dan keperawatan secara umum meliputi:

1. Prinsip-prinsip Radiologi: Untuk memahami penggunaan sinar-X, CT scan, MRI, dan teknologi pencitraan medis lainnya, penting untuk memahami prinsip dasar fisika seperti radiasi, interaksi sinar-X dengan jaringan dan kontras dalam gambar medis.
2. Mekanika Tubuh: Mekanika Newton dan hukum-hukumnya dapat membantu dalam memahami gerakan tubuh manusia, misalnya, dalam hal postur tubuh, mekanika gerakan sendi dan tekanan yang diterapkan pada tulang dan otot selama perawatan.
3. Listrik dalam Kesehatan: Konsep listrik seperti arus listrik dan resistansi dapat diterapkan dalam memahami penggunaan perangkat medis elektronik seperti EKG (Elektrokardiogram), defibrilator dan alat-alat lain yang memanfaatkan prinsip listrik.
4. Teori Fluida: Prinsip-prinsip fluida seperti tekanan, aliran dan hidrodinamika dapat relevan dalam pemahaman terhadap sirkulasi darah, tekanan darah, pergerakan cairan tubuh dan penggunaan alat-alat medis yang terkait.

5. Panas dan Termodinamika: Konsep ini dapat diterapkan pada pemahaman suhu tubuh, pengaturan suhu lingkungan bagi pasien, dan prinsip-prinsip dasar termodinamika dalam proses metabolisme tubuh.

Fisika kesehatan adalah cabang ilmu fisika yang diterapkan dalam konteks medis dan kesehatan. Ini mencakup pemahaman prinsip-prinsip fisika yang berkaitan dengan berbagai teknologi medis, pengukuran, diagnosis dan pengobatan dalam bidang kesehatan.

Dalam fisika kesehatan, konsep-konsep fisika seperti radiasi, listrik, mekanika, optika, akustika dan prinsip-prinsip termodinamika diterapkan untuk memahami bagaimana teknologi medis bekerja dan bagaimana teknologi tersebut dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit, menyelidiki kondisi kesehatan serta melakukan perawatan.

Beberapa contoh penerapan fisika kesehatan meliputi:

1. Pencitraan Medis: Penggunaan sinar-X, CT scan, MRI, ultrasound dan teknologi pencitraan lainnya didasarkan pada prinsip-prinsip fisika seperti radiasi, gelombang elektromagnetik dan resonansi magnetik untuk mendapatkan gambaran internal tubuh pasien.
2. Radioterapi: Dalam pengobatan kanker, radioterapi menggunakan radiasi ionisasi untuk menghancurkan sel-sel kanker. Prinsip-prinsip fisika yang berkaitan dengan sifat radiasi digunakan dalam pengaturan dosis dan pengiriman radioterapi ini.
3. Pemantauan dan Diagnosis: Perangkat medis seperti EKG (Elektrokardiogram), EEG (Elektroensefalogram), alat pengukur tekanan darah dan alat diagnostik lainnya

bergantung pada prinsip-prinsip fisika seperti pengukuran listrik, gelombang otak dan tekanan dalam tubuh.

4. Terapi dan Pengobatan: Penggunaan laser dalam bedah, penggunaan alat magnetik dalam stimulasi saraf serta penggunaan suhu dalam terapi fisik merupakan beberapa contoh lain di mana prinsip-prinsip fisika digunakan dalam proses pengobatan.

Studi dalam bidang fisika kesehatan sangat penting untuk pengembangan teknologi medis, peningkatan metode diagnostik dan perawatan pasien. Hal ini membantu dalam meningkatkan efisiensi, akurasi dan keselamatan perawatan kesehatan serta pengembangan teknologi medis yang lebih canggih.

Bagi mahasiswa maupun praktisi kebidanan dan keperawatan, memahami konsep fisika yang mendasari berbagai alat medis dan prosedur pengobatan penting untuk memberikan perawatan yang efektif dan aman kepada pasien. Studi dalam buku ini akan memahami prinsip-prinsip di balik teknologi medis dan praktik klinis yang dapat digunakan dalam aktivitas pelayanan sehari-hari dalam lingkungan kesehatan.

Sebelum mempelajari lebih lanjut dari isi buku ini, diharapkan para pembaca yang budiman dapat mengikuti langkah-langkah praktis membaca dan mempelajari buku Fisika Kesehatan ini seperti berikut ini:

1. Untuk dapat memperhatikan dan coba untuk memahami terlebih dahulu tiap bagian materi yang disajikan dengan teliti dan berulang-ulang, seksama dan penuh konsentrasi, bila masih belum paham pelajari dan baca sekali lagi sampai Anda merasa yakin dan paham baru melanjutkan ke bab selanjutnya.

2. Siapkan buku catatan dan coba catatlah setiap hal baru atau kesulitan yang Anda dapatkan dalam mempelajari dan membaca buku yang Anda sedang baca ini.
3. Ini penting agar dapat ditanyakan kepada tim penulis buku ini, dosen atau instruktur pada saat ada waktu bertatap muka atau diskusi lanjutan, sebagai tim penyusun kami bersedia untuk dapat bertukar pikiran jika materi dalam buku ini Anda kesulitan memahaminya.
4. Dan coba Anda dapat menambah referensi pembanding, bacalah referensi lain yang berkaitan dengan materi yang ada dalam buku ini, tujuannya tiada lain agar wawasan pengetahuan Anda bertambah dan semakin luas.
5. Keberhasilan Anda mempelajari buku ini sangat tergantung pada kesungguhan dan keyakinan Anda dalam mempelajari buku ini. Harapan kami tim penulis Anda, untuk tetap terus berlatih dengan tekun, kapanpun Anda memiliki waktu untuk mempelajarinya.

Selamat membaca, semoga Anda sukses mempelajari dan memahami buku ini dan menambah wawasan Anda terkait dengan Fisika Kesehatan.



# BAB 2

## SUHU TUBUH

Memonitor suhu tubuh dapat membantu dalam pengawasan kondisi kesehatan seseorang. Metode umum untuk mengukur suhu tubuh termasuk penggunaan termometer yang dapat ditempatkan di bawah lidah, di ketiak atau di rektum untuk mendapatkan pembacaan suhu tubuh.

### A. Pengertian Suhu Tubuh

Suhu tubuh adalah ukuran dari panas atau dingin dalam tubuh manusia atau hewan. Secara khusus, suhu tubuh manusia sering diukur dalam derajat Celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ) dan merupakan indikator penting dari kesehatan seseorang. Suhu tubuh manusia biasanya berada pada rentang sekitar  $36,5^{\circ}\text{C}$  hingga  $37,5^{\circ}\text{C}$  pada saat kondisi normal, meskipun bisa bervariasi tergantung pada individu dan pada waktu tertentu dalam sehari.

Adanya fluktuasi suhu tubuh bisa disebabkan oleh berbagai faktor, seperti aktivitas fisik, lingkungan sekitar (misalnya, suhu ruangan atau cuaca), kondisi kesehatan (seperti infeksi) dan hormon. Naiknya suhu tubuh di atas rentang normal disebut sebagai demam, yang seringkali merupakan respons tubuh terhadap infeksi atau penyakit lainnya.

Tubuh manusia memiliki mekanisme pengaturan suhu yang kompleks, diatur oleh bagian otak yang disebut

hipotalamus. Suhu tubuh bisa naik karena aktivitas fisik, penyakit, paparan terhadap lingkungan yang panas atau respons terhadap infeksi. Naiknya suhu tubuh di atas rentang normal (demam) biasanya merupakan pertanda bahwa tubuh sedang berusaha melawan infeksi atau penyakit lainnya. Sebaliknya, suhu tubuh yang terlalu rendah bisa menandakan kondisi medis yang serius seperti hipotermia. Memantau suhu tubuh adalah salah satu cara penting untuk memantau kesehatan dan kondisi tubuh seseorang. Suhu tubuh diatur oleh sistem termoregulasi tubuh, yang dikendalikan oleh bagian otak yang disebut hipotalamus. Ketika suhu tubuh terlalu tinggi atau terlalu rendah dari rentang normal, hal itu bisa menandakan adanya masalah kesehatan.

## **B. Pemindahan Keseimbangan Panas Tubuh**

Pemindahan keseimbangan panas tubuh adalah proses yang dilakukan oleh tubuh manusia untuk menjaga suhu tubuh agar tetap stabil di dalam rentang yang normal. Suhu tubuh yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan masalah kesehatan. Oleh karena itu, penting bagi tubuh untuk dapat mengatur suhu agar tetap seimbang.

Beberapa mekanisme yang terlibat dalam pemindahan keseimbangan panas tubuh, antara lain:

1. *Termoregulasi*: Ini adalah proses utama di mana tubuh mengatur suhu internalnya. Hipotalamus yang merupakan bagian dari otak, bertindak sebagai termostat tubuh. Ketika suhu tubuh naik, misalnya, ketika terpapar pada suhu lingkungan yang tinggi, hipotalamus merespons dengan memicu mekanisme untuk menghilangkan panas. Ini termasuk vasodilatasi, di mana pembuluh darah di kulit melebar untuk memungkinkan lebih banyak aliran darah

ke permukaan kulit, sehingga panas tubuh dapat dilepaskan ke udara. Pada saat yang sama, tubuh juga bisa berkeringat, di mana cairan keluar dari kulit dan menguap untuk mendinginkan tubuh.

2. *Vasoconstriction*: Sebaliknya, ketika tubuh terlalu dingin, vasokonstriksi terjadi, yaitu pembuluh darah di kulit menyusut untuk membatasi aliran darah ke permukaan kulit. Hal ini membantu menjaga panas di dalam tubuh.
3. Pernapasan: Melalui pernapasan, tubuh juga bisa mengatur suhu. Ketika seseorang bernapas, udara hangat di dalam tubuh keluar melalui pernapasan.
4. *Termogenesis*: Ini adalah proses pembentukan panas di dalam tubuh. Ketika kita merasa kedinginan, otot-otot kita bisa berkontraksi dengan cepat (merinding) untuk membangkitkan panas.
5. *Regulasi Metabolisme*: Metabolisme tubuh juga berperan dalam pengaturan suhu. Ketika metabolisme meningkat, tubuh menghasilkan lebih banyak panas.

Pemindahan keseimbangan panas tubuh ini penting untuk mempertahankan fungsi normal tubuh. Ketika terjadi gangguan dalam proses ini, seperti pada kasus demam yang disebabkan oleh infeksi, tubuh mengalami peningkatan suhu yang disebabkan oleh reaksi imunologis terhadap agen infeksius. Mekanisme termoregulasi tetap aktif dalam upaya untuk membantu tubuh dalam melawan infeksi.

### C. Temperatur

Temperatur tubuh adalah indikator penting dari kesehatan seseorang. Beberapa poin penting tentang suhu tubuh manusia yaitu:

1. Pengukuran Suhu Tubuh: Suhu tubuh manusia dapat diukur dengan menggunakan termometer. Cara yang umum digunakan adalah dengan menempatkan termometer di bawah lidah, di ketiak atau di rektum. Suhu juga bisa diukur secara non-invasif menggunakan termometer inframerah yang ditempatkan di dahi atau telinga.
2. Faktor-faktor yang Memengaruhi Suhu Tubuh: Suhu tubuh manusia dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu lingkungan, aktivitas fisik, kondisi kesehatan, siklus hormonal dan waktu dalam sehari. Misalnya, suhu tubuh cenderung naik setelah berolahraga atau pada saat terjadi infeksi.
3. Termostat Tubuh: Otak, khususnya bagian yang disebut hipotalamus berfungsi sebagai termostat tubuh yang mengatur suhu tubuh dalam kisaran normal. Hipotalamus mengontrol proses termoregulasi tubuh untuk menjaga suhu tetap stabil.
4. Suhu Tubuh Abnormal: Suhu tubuh yang terlalu tinggi di atas rentang normal disebut demam. Ini seringkali merupakan respons tubuh terhadap infeksi atau kondisi medis lainnya. Sebaliknya, suhu tubuh yang terlalu rendah bisa menunjukkan kondisi seperti hipotermia.
5. Perubahan Suhu Tubuh pada Berbagai Tahap Kehidupan: Suhu tubuh bisa bervariasi pada berbagai tahap kehidupan. Misalnya, bayi baru lahir cenderung memiliki suhu tubuh yang sedikit lebih tinggi, sementara orang tua mungkin cenderung memiliki suhu tubuh yang sedikit lebih rendah dari rata-rata.

Memantau suhu tubuh manusia adalah salah satu cara penting untuk memonitor kesehatan seseorang. Perubahan suhu tubuh yang signifikan dari rentang normal bisa menjadi tanda adanya masalah kesehatan, sehingga penting untuk memahami dan mengenali perbedaan suhu tubuh normal dan kondisi abnormal untuk merespons dengan cepat jika diperlukan.

Pengukuran suhu tubuh manusia dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode dan alat yang umum digunakan. Beberapa tempat atau metode yang biasa digunakan untuk mengukur suhu tubuh sebagai berikut:

1. Termometer: Alat ini adalah alat klasik yang digunakan untuk mengukur suhu tubuh. Termometer dapat dimasukkan di bawah lidah (oral), di ketiak (aksila), di rektum (rektal) atau di dahi/telinga (inframerah). Termometer digital saat ini lebih umum digunakan karena pengukurannya yang cepat dan akurat.
2. Pengukuran Oral: Pengukuran suhu di bawah lidah adalah metode yang umum digunakan, terutama dengan termometer digital. Pasien diminta untuk meletakkan ujung termometer di bawah lidah dan menutup mulut selama beberapa detik hingga termometer memberikan pembacaan.
3. Pengukuran Aksila (Ketiak): Tempat lain yang sering digunakan untuk mengukur suhu adalah di ketiak. Termometer ditempatkan di bawah lengan yang diangkat dan ketiak ditutup rapat selama beberapa waktu untuk mendapatkan pembacaan suhu.
4. Pengukuran Rektal: Meskipun lebih invasif, pengukuran suhu rektal cenderung memberikan pembacaan yang lebih akurat. Ini melibatkan memasukkan ujung

termometer ke dalam rektum untuk beberapa waktu sebelum pembacaan dilakukan.

5. Pengukuran Dahi/Telinga: Termometer infra-merah non-kontak dapat digunakan untuk mengukur suhu tubuh dari jarak pendek. Alat ini dapat ditempatkan di dahi atau di sekitar daerah telinga dan mengukur suhu tubuh dengan cara mendeteksi panas yang dipancarkan dari tubuh.

Metode yang digunakan untuk mengukur suhu tubuh dapat dipilih berdasarkan kenyamanan pasien, jenis termometer yang tersedia, atau kondisi kesehatan pasien. Perlu diingat untuk selalu mengikuti petunjuk penggunaan yang benar dari alat pengukur suhu yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang akurat.

Untuk mengukur rata-rata suhu kulit, ada beberapa metode yang dapat digunakan, meskipun metode ini umumnya mengukur suhu pada area tertentu dan bukan secara keseluruhan di seluruh permukaan kulit:

1. Termometer Inframerah: Termometer inframerah non-kontak dapat digunakan untuk mengukur suhu kulit pada area tertentu, seperti dahi atau daerah sekitar telinga. Alat ini bekerja dengan mendeteksi panas yang dipancarkan dari permukaan kulit dan memberikan pembacaan suhu tanpa kontak langsung dengan kulit.
2. Termografi: Ini adalah metode pencitraan yang mengukur panas yang dipancarkan dari tubuh. Kamera termal digunakan untuk mendeteksi perbedaan suhu di permukaan kulit. Ini memberikan gambar termal yang menunjukkan distribusi suhu pada kulit di berbagai bagian tubuh.

3. **Sensor Suhu Kulit:** Sensor suhu yang ditempatkan pada permukaan kulit dapat digunakan untuk mengukur suhu pada area tertentu. Sensor ini dapat merekam data suhu secara terus-menerus selama periode waktu tertentu.

Ketepatan pengukuran rata-rata suhu kulit dapat bervariasi tergantung pada metode yang digunakan dan area tempat pengukuran dilakukan. Suhu kulit bisa bervariasi di berbagai bagian tubuh dan bisa dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti aktivitas fisik, lingkungan sekitar dan kondisi kesehatan.

Penting untuk memahami bahwa pengukuran suhu kulit mungkin tidak selalu mencerminkan suhu tubuh inti secara akurat. Suhu tubuh inti dapat diukur secara lebih akurat melalui pengukuran suhu di dalam tubuh, seperti pengukuran suhu rektal atau suhu tubuh yang diukur di area mulut (oral).

Baik termometer inframerah maupun termografi adalah metode non-kontak yang memungkinkan pengukuran suhu kulit secara cepat dan relatif mudah. Namun, perlu dicatat bahwa pengukuran suhu kulit dapat bervariasi di berbagai area tubuh dan tidak selalu mencerminkan suhu tubuh inti dengan akurat. Metode-metode ini memberikan informasi tentang suhu rata-rata di permukaan kulit pada waktu tertentu dan bukan suhu tubuh secara keseluruhan.

#### **D. Faktor-faktor yang Memengaruhi Suhu Tubuh**

Ada beberapa faktor yang memengaruhi suhu tubuh seseorang. Beberapa di antaranya adalah:

1. **Lingkungan:** Suhu lingkungan adalah faktor utama yang memengaruhi suhu tubuh. Pemaparan terhadap suhu udara yang tinggi atau rendah dapat memengaruhi suhu tubuh. Misalnya, ketika suhu lingkungan tinggi, tubuh cenderung

mengeluarkan panas lebih banyak melalui mekanisme seperti berkeringat untuk mendinginkan tubuh.

2. **Aktivitas Fisik:** Ketika seseorang beraktivitas fisik, tubuh menghasilkan panas karena metabolisme yang meningkat. Hal ini bisa meningkatkan suhu tubuh seseorang. Selain itu, setelah melakukan olahraga yang intens, suhu tubuh dapat tetap meningkat dalam jangka waktu tertentu setelah berhenti bergerak.
3. **Siklus Hormonal:** Perubahan hormonal, seperti yang terjadi selama siklus menstruasi pada wanita, dapat memengaruhi suhu tubuh. Suhu tubuh basal pada wanita cenderung naik selama ovulasi.
4. **Usia:** Suhu tubuh pada bayi dan anak-anak biasanya sedikit lebih tinggi daripada orang dewasa. Pada orang tua, suhu tubuh cenderung sedikit lebih rendah.
5. **Kesehatan:** Kondisi kesehatan dapat memengaruhi suhu tubuh. Misalnya, ketika terjadi infeksi atau penyakit, tubuh bisa merespon dengan meningkatkan suhu tubuh sehingga terjadi demam.
6. **Siklus Circadian/Variasi Diurnal:** Suhu tubuh cenderung bervariasi sepanjang hari sebagai bagian dari ritme sirkadian tubuh. Pada umumnya, suhu tubuh rendah pada malam hari dan meningkat pada siang hari.

Penting untuk dipahami bahwa perubahan suhu tubuh seseorang sebagai respons terhadap faktor-faktor di atas bisa bervariasi antar individu. Mekanisme termoregulasi tubuh yang kompleks membantu tubuh untuk menjaga suhu tubuh di dalam rentang yang normal. Oleh karena itu, jika terjadi

perubahan suhu tubuh yang signifikan tanpa sebab yang jelas atau terdapat gejala yang mengkhawatirkan, sebaiknya dapat berkonsultasi dengan profesional medis untuk evaluasi lebih lanjut.

### **E. Proses Termogenesis Tubuh Manusia**

Termogenesis adalah proses di mana tubuh manusia menghasilkan panas atau energi termal. Ini adalah bagian dari metabolisme tubuh yang memproduksi panas sebagai hasil dari aktivitas biokimia di dalam sel-sel tubuh. Termogenesis merupakan komponen penting dari fungsi fisiologis yang memungkinkan tubuh untuk mempertahankan suhu tubuh yang konstan. Mekanisme termogenesis pada tubuh manusia sebagai berikut:

1. Termogenesis Dapat Diinduksi oleh Makanan: Proses pencernaan makanan membutuhkan energi yang disebut termogenesis makanan. Saat makanan dicerna, tubuh menghabiskan energi untuk mencerna dan mengubahnya menjadi bentuk yang dapat digunakan oleh tubuh, menghasilkan panas sebagai hasil sampingan dari proses ini.
2. Termogenesis yang Dapat Diinduksi oleh Dingin: Ketika tubuh terpapar pada suhu lingkungan yang dingin, proses termogenesis akan terjadi untuk menjaga suhu tubuh agar tetap konstan. Ini terjadi melalui mekanisme seperti menggigil dan aktivasi jaringan adiposa coklat (brown adipose tissue/BAT) yang merupakan jenis jaringan lemak yang menghasilkan panas.
3. Aktivitas Fisik: Saat seseorang bergerak atau berolahraga, tubuh menggunakan energi untuk melakukan aktivitas

tersebut. Proses ini menghasilkan panas sebagai efek samping, sehingga menyebabkan peningkatan termogenesis.

4. **Metabolisme Basal:** Termogenesis juga terjadi sebagai bagian dari metabolisme basal, yang merupakan energi yang dibutuhkan oleh tubuh untuk mempertahankan fungsi dasar seperti pernapasan, detak jantung dan menjaga suhu tubuh dalam keadaan istirahat.
5. **Hormon:** Beberapa hormon seperti hormon tiroid (terutama hormon T3 dan T4) memengaruhi tingkat termogenesis tubuh. Hormon ini memengaruhi laju metabolisme dan kemampuan tubuh untuk menghasilkan panas.

Proses termogenesis penting dalam menjaga suhu tubuh dan memberikan energi yang dibutuhkan untuk aktivitas sehari-hari. Terdapat berbagai faktor yang memengaruhi tingkat termogenesis pada individu, termasuk tingkat aktivitas fisik, diet, kondisi kesehatan, serta faktor genetik dan lingkungan.

### Latihan Soal

1. Jelaskan tentang pentingnya memonitor suhu tubuh!
2. Jelaskan apa itu suhu tubuh, dan mengapa suhu tubuh adalah salah satu indikator penting kesehatan seseorang?
3. Mengukur suhu tubuh dapat dilakukan dengan termometer. Cara yang umum digunakan adalah dengan menempatkan termometer dibagian tubuh mana?
4. Sebutkan dan jelaskan faktor-faktor yang memengaruhi suhu tubuh manusia!
5. Jelaskan proses metabolisme tubuh yang memproduksi panas sebagai hasil dari aktivitas biokimia di dalam sel-sel tubuh!

~oOo~

Copyright © 2014  
PENERBIT NEMO

**HIDRODINAMIKA**

Hidrodinamika memiliki aplikasi luas dalam berbagai bidang seperti teknik penerbangan, rekayasa perkapalan, rekayasa sipil (misalnya, desain jembatan dan bendungan), ilmu meteorologi dan biologi (misalnya, dalam studi aliran darah dalam tubuh manusia). Pemahaman terhadap prinsip-prinsip dasar hidrodinamika menjadi penting dalam merancang sistem, meramalkan aliran dan memahami fenomena yang terjadi di sekitar kita yang melibatkan pergerakan fluida.

**A. Pengertian Hidrodinamika**

Hidrodinamika adalah cabang ilmu dalam fisika yang mempelajari gerakan fluida dan interaksi antara fluida dengan benda yang berada di dalamnya. Fluida yang dimaksud meliputi cairan dan gas. Ilmu ini mencakup pemahaman tentang prinsip-prinsip dasar yang mengatur aliran fluida, tekanan, kecepatan dan sifat-sifat lainnya dari fluida yang bergerak. Beberapa konsep penting dalam hidrodinamika meliputi:

1. Hukum Kekekalan Massa: Hukum ini menyatakan bahwa massa dalam suatu sistem tertutup tetap konstan. Artinya, aliran fluida masuk sama dengan aliran fluida keluar dari suatu wilayah atau sistem.
2. Persamaan Kontinuitas: Persamaan ini berkaitan dengan hukum kekekalan massa dan menggambarkan bagaimana

aliran fluida terkait dengan luas penampang serta kecepatan aliran.

3. Hukum Bernoulli: Hukum ini menjelaskan hubungan antara tekanan, kecepatan dan ketinggian pada fluida dalam aliran yang stabil. Dalam situasi tertentu, jika kecepatan fluida meningkat, tekanan fluida akan menurun dan sebaliknya.
4. Hambatan dan Gesekan: Konsep ini mempelajari gaya gesekan yang terjadi antara fluida dan permukaan benda padat yang berinteraksi dengan fluida. Gesekan ini dapat memengaruhi aliran fluida dan mungkin memperlambat atau mengubah arah aliran.
5. Turbulensi: Turbulensi adalah keadaan di mana aliran fluida menjadi tidak teratur, cenderung berputar atau berpindah-pindah, seringkali menghasilkan gaya-gaya yang kompleks dan sulit diprediksi. Studi tentang turbulensi merupakan bagian penting dalam hidrodinamika, terutama dalam konteks aliran yang kompleks seperti di sungai atau udara yang melintasi sayap pesawat terbang.

## **B. Aliran Darah dalam Tubuh Manusia**

Pemahaman tentang prinsip-prinsip hidrodinamika sangat penting dalam mempelajari sifat-sifat aliran darah dan bagaimana aliran ini dapat berubah dalam berbagai kondisi kesehatan atau penyakit. Dalam bidang kedokteran, ini membantu dalam memahami dinamika aliran darah, perancangan alat medis (seperti kateterisasi, pembuatan stent dan lain-lain) serta dalam diagnosis dan penanganan kondisi kardiovaskular dan sirkulasi darah lainnya. Aliran darah dalam tubuh manusia sangat terkait erat dengan konsep-konsep hidrodinamika. Sistem peredaran darah manusia adalah sebuah sistem yang kompleks di mana darah, sebagai fluida,

mengalir melalui jaringan pembuluh darah dengan berbagai ukuran dan struktur.

Beberapa konsep hidrodinamika yang relevan dalam aliran darah manusia meliputi:

1. Hukum Poiseuille: Hukum ini menjelaskan hubungan antara tekanan, viskositas, panjang dan radius pembuluh darah dalam menentukan laju aliran darah. Menurut hukum ini, laju aliran darah dalam pembuluh darah bergantung secara langsung pada perbedaan tekanan di antara dua ujung pembuluh darah, namun berbanding terbalik dengan panjang pembuluh darah dan berbanding kuadrat dengan radiusnya.
2. Turunan Hukum Bernoulli: Konsep ini berkaitan dengan perubahan tekanan, kecepatan dan diameter pembuluh darah. Misalnya, jika kecepatan aliran darah meningkat dalam pembuluh darah tertentu, tekanan darah pada daerah tersebut akan menurun sesuai dengan hukum Bernoulli.

### **Hukum Bernoulli**

Hukum Bernoulli adalah prinsip dasar dalam hidrodinamika yang menjelaskan hubungan antara kecepatan aliran fluida, tekanan dan energi potensial dalam aliran fluida yang tidak saling bertabrakan atau berbelok tajam. Hukum ini berdasarkan prinsip konservasi energi yang diterapkan pada fluida yang mengalir.

Hukum Bernoulli menyatakan bahwa dalam aliran fluida yang stabil dan tidak kompresibel (seperti air atau udara dalam kondisi tertentu), total energi per satuan massa fluida pada setiap titik dalam aliran fluida akan tetap konstan jika tidak ada energi

yang ditambahkan atau hilang dari sistem. Secara matematis, hukum Bernoulli dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{konstan}$$

Dimana:

$P$  : tekanan dalam fluida di titik tertentu dalam aliran (dalam satuan tekanan, seperti Pascal atau mmHg)

$\rho$  : kerapatan fluida

$v$  : kecepatan aliran fluida di titik tersebut

$g$  : percepatan gra

$h$  : tinggi fluida di atas titik referensi tertentu.

Rumus ini menyatakan bahwa total energi per satuan massa fluida (yang merupakan kombinasi dari energi tekanan, kinetik, dan potensial) pada suatu titik dalam aliran tetap konstan. Jika salah satu dari variabel-variabel ini berubah, maka yang lainnya juga akan mengalami perubahan sesuai dengan Hukum Bernoulli untuk mempertahankan total energi tetap konstan. Hukum Bernoulli sering diilustrasikan dengan contoh seperti pesawat terbang, dimana peningkatan kecepatan udara di atas sayap membuat tekanan udara di atas sayap menjadi lebih rendah dibandingkan dengan tekanan udara di bawah sayap. Perbedaan tekanan ini menciptakan gaya angkat yang mengangkat pesawat.

Bernoulli merumuskan dengan persyaratan atau pendekatan khusus yaitu: 1) Zat cair tanpa adanya geseran dalam (cairan tidak viskos). 2) Zat cair mengalir secara stasioner (tidak berubah) dalam kecepatan arah maupun besarnya (selalu konstan). 3) Zat cair mengalir secara steady yaitu mengalir melalui lintasan tertentu. 4) Zat cair tidak termampatkan (incompressible) melalui sebuah pembuluh dan mengalir sejumlah cairan yang sama besarnya (constinuitas).

1. Resistansi Vaskular: Seperti resistansi dalam hidrodinamika, resistansi vaskular mengacu pada hambatan yang dihadapi aliran darah saat melewati pembuluh darah. Pembuluh darah yang lebih kecil (arteriola) memiliki resistansi yang lebih tinggi dibandingkan dengan pembuluh darah yang lebih besar (arteri), dan ini memengaruhi distribusi aliran darah dalam sistem peredaran darah.
2. Turbulensi Darah: Meskipun darah cenderung mengalir dalam keadaan aliran laminar (teratur), pada beberapa kondisi, terutama di dalam katup jantung atau di tempat-tempat di mana aliran berbelok tajam, dapat terjadi turbulensi dalam aliran darah. Konsep turbulensi dalam hidrodinamika relevan dalam memahami bagaimana turbulensi dapat memengaruhi kesehatan jantung dan kondisi pembuluh darah.

### **C. Komponen dan Proses Aliran Darah dalam Tubuh Manusia**

Untuk memastikan darah dapat mengalir dan mencapai seluruh bagian tubuh, diperlukan sistem peredaran darah yang efisien. Sistem peredaran darah manusia terdiri dari jaringan pembuluh darah, termasuk arteri, vena dan kapiler yang mengangkut darah dari dan ke jantung serta ke seluruh bagian tubuh.

Beberapa komponen penting dalam sistem peredaran darah yang memungkinkan darah mengalir ke seluruh tubuh adalah:

1. Jantung: Jantung adalah pusat dari sistem peredaran darah. Ini memompa darah ke seluruh tubuh melalui serangkaian kontraksi otot yang disebut denyut jantung. Jantung memiliki empat ruang: dua atrium (atrium kanan dan kiri)

yang menerima darah dari tubuh dan paru-paru serta dua ventrikel (ventrikel kanan dan kiri) yang memompa darah keluar dari jantung.

2. Arteri: Arteri adalah pembuluh darah yang membawa darah dari jantung ke seluruh tubuh. Arteri memiliki dinding yang kuat dan elastis agar dapat menahan tekanan darah yang tinggi ketika darah dipompa keluar dari jantung.
3. Vena: Vena adalah pembuluh darah yang membawa darah kembali ke jantung dari seluruh tubuh. Vena memiliki katup yang membantu mencegah darah mengalir mundur dan membantu mengarahkan aliran darah ke jantung.
4. Kapiler: Kapiler adalah pembuluh darah yang sangat kecil dan tipis. Mereka bertanggung jawab untuk pertukaran zat-zat antara darah dan jaringan tubuh seperti oksigen, nutrisi dan limbah. Kapiler sangat penting karena mereka memungkinkan darah untuk mencapai setiap sel di tubuh.
5. Sistem Peredaran Darah Tertutup: Sistem peredaran darah manusia adalah sistem peredaran darah tertutup, yang berarti darah tetap berada dalam pembuluh darah (arteri, vena, kapiler) dan tidak langsung bersentuhan dengan sel-sel tubuh. Hal ini memastikan darah tetap dalam sirkulasi yang teratur.
6. Pengaturan Tekanan Darah: Tekanan darah yang tepat memastikan aliran darah yang cukup ke seluruh bagian tubuh. Tekanan darah yang terlalu rendah dapat mengakibatkan perfusi yang buruk (suplai darah yang tidak mencukupi) ke organ-organ tubuh, sementara tekanan darah yang terlalu tinggi dapat merusak pembuluh darah dan organ tubuh.

Dengan adanya komponen-komponen ini yang berfungsi dengan baik, darah dapat mengalir melalui seluruh tubuh dengan lancar, membawa oksigen dan nutrisi yang diperlukan oleh sel-sel tubuh serta mengangkut limbah-limbah yang harus dikeluarkan dari tubuh.

Supaya darah dapat mengalir dan mencapai seluruh bagian tubuh, maka diperlukan adanya tekanan darah minimum disebut juga *critical closing pressure* yield pressure. Tekanan minimal ini diperlukan untuk membuka rongga pembuluh darah kecil (kapiler) sebesar 20 mm air raksa (hg). Kecepatan aliran darah yang tercepat pada aorta (pembuluh darah tempat keluarnya darah dari jantung), maka makin rendah kecepatannya. Jumlah total darah yang dipompa keluar jantung sekitar 5,5 liter darah per menit. Secara umum sistem sirkulasi darah yang mengalir dari dalam tubuh manusia dapat dibagi menjadi 2 (dua) yaitu:

1. Sistem sirkulasi umum (sistemik), sirkulasi darah yang mengalir dari jantung kiri ke seluruh tubuh dan kembali ke jantung kanan.
2. Sistem sirkulasi paru-paru (pulmoner), sirkulasi darah yang mengalir dari jantung kanan ke paru-paru lalu kembali lagi ke jantung kiri.

Aliran darah dalam tubuh manusia dibedakan menjadi 2 (dua) bagian yaitu:

1. Sistem sirkulasi sistemik: jantung (bilik kanan/ventrikel kiri) - aorta - artery - arteriole - capillary bed atau A-V anastosome, - venule - vena (vena cava (vena kava inferior dan vena superior) - jantung (atrium/serambi kanan).
2. Sistem sirkulasi paru-paru: jantung (bilik/ventrikel kanan) - artery pulmonalis - paru - kapilaria paru - vena

pulmonalis - jantung (atrium/serambi kiri). Pada orang dewasa, jumlah darah volume yang mengalir di dalam sistem sirkulasi mencapai 5-6 liter (4,7 - 5,7 liter). Darah terus berputar mengalir didalam sistem sirkulasi sistemik dan paru-paru tanpa henti.

#### D. Laju Endap Darah/*Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR)*

Laju endap darah (ESR) atau *Erythrocyte Sedimentation Rate* adalah tes laboratorium yang mengukur seberapa cepat sel darah merah (eritrosit) mengendap di dalam tabung darah selama suatu periode tertentu, biasanya satu jam. Tes ini umumnya dilakukan untuk mendeteksi adanya peradangan dalam tubuh. LED sering juga diistilahkan dalam bahasa asing, yaitu:

1. BBS (*Blood Bezenking Snelheid*)
2. BSR (*Blood Sedimentation Rate*)
3. BSE (*Blood Sedimentation Erythrocyte*)

Proses ESR melibatkan pengamatan seberapa cepat eritrosit menetap ke dasar tabung darah dalam waktu tertentu. Selama proses ini, jika terdapat peradangan dalam tubuh, protein-protein tertentu yang dihasilkan oleh sistem kekebalan tubuh dapat menyebabkan eritrosit saling berikatan satu sama lain, sehingga menyebabkan eritrosit menggumpal dan beratnya lebih besar. Akibatnya, eritrosit akan lebih cepat mengendap ke dasar tabung darah dibandingkan jika tidak ada peradangan.

Proses pengendapan darah terjadi dalam 3 tahap yaitu tahap pembentukan rouleaux - sel darah merah berkumpul membentuk kolol, tahap pengendapan dan tahan pematatan. Di laboratorium cara untuk memeriksa Laju Endap Darah

(LED) yang sering dipakai adalah cara wintrobe dan cara westergren. Pada cara wintrobe nilai rujukan untuk wanita 0-20 mm/jam dan untuk pria 0-10 mm/jam, sedang pada cara westergren nilai rujukan untuk wanita 0-15 mm/jam dan untuk pria 0-10 mm/jam.

Meskipun ESR adalah tes yang umum dilakukan, namun hasil ESR yang tinggi sendiri bukanlah diagnosa spesifik untuk kondisi medis tertentu. Hal ini karena peningkatan ESR bisa terjadi pada berbagai kondisi, seperti infeksi, arthritis, penyakit autoimun, penyakit jantung, kanker dan kondisi inflamasi atau peradangan lainnya. Selain itu, ESR juga bisa dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti usia, jenis kelamin dan kondisi lain dalam tubuh.

ESR seringkali dianggap sebagai indikator non-spesifik untuk adanya peradangan atau infeksi dalam tubuh, namun untuk mendapatkan diagnosa yang lebih pasti, seringkali diperlukan tes tambahan dan evaluasi medis lebih lanjut oleh dokter. Tes ini dapat memberikan petunjuk kepada dokter untuk mengarahkan diagnosis dan penanganan lebih lanjut atas kondisi kesehatan seseorang.

## E. Alat Pelayanan Kesehatan Terkait Hidrodinamika

### 1. Sphygmomanometer (Tensimeter)



**Gambar 3.1** Tensimeter

Sphygmomanometer atau Blood Pressure Manometer, dikenal dengan nama Tensimeter. Kegunaannya yaitu untuk mengukur tekanan darah tubuh, beberapa angka sistol (pada waktu jantung mengembang kembali).

Sphygmomanometer terdiri dari manometer air raksa, pressure cuff dan stetoskop. Pressure cuff dipasang pada lengan kemudian dipompa perlahan-lahan dengan tujuan aliran darah dapat distop, tampak air raksa dalam tabung naik pada skala tertentu, kemudian pressure cuff dilepas secara perlahan-lahan.

Stetoskop diletakkan pada lengan daerah volar tepat di atas arteri brachialis, melalui stetoskop akan terdengar suara vibrasi turbulensi darah yang disebut bunyi Korotkoff (suara K). K ini adalah tekanan sistolik.

## 2. Tonometer



**Gambar 3.2** Tonometer

Tonometer adalah suatu alat yang digunakan untuk pemeriksaan untuk mengetahui TIO (Tekanan Intra Okuler) pada mata. Alat ini dipakai untuk mengukur tekanan intra okuler pada penderita glukoma atau tidak. Satuan tonometer adalah Hg atau Torr. Harga normal tekanan intra okuler 12-23 mmHg.

3. Sistometer



**Gambar 3.3** Sistomer

Sistometer adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur tekanan kandung kemih. Alat sistometer terdiri dari pipa kapiler yang mengandung skala dalam cm H<sub>2</sub>O. Pipa kapiler ini dihubungkan dengan jarum melalui pipa karet.

Copyright © 2024  
PENERBIT NEMO

### Latihan Soal

1. Jelaskan apa yang anda ketahui tentang hidrodinamika?
2. Jelaskan dan sebutkan konsep penting dalam hidrodinamika!
3. Jelaskan dan sebutkan keterkaitan dengan pembuluh darah manusia!
4. Sebutkan dan jelaskan tentang Laju Endap Darah/LED!
5. Jelaskan tentang fungsi sistometer!

~oOo~

Copyright © 2024  
PENERBIT NEM

# BAB 4

## FENOMENA TEKANAN DALAM TUBUH

Pemahaman konsep tekanan dalam tubuh manusia membantu dalam memahami berbagai sistem fisiologis dan bagaimana tubuh berinteraksi dengan lingkungan serta menjaga keseimbangan fungsi organ dan sistem. Gangguan atau perubahan dalam tekanan dalam tubuh bisa menjadi tanda kondisi medis yang penting dan memerlukan perhatian medis lebih lanjut.

### A. Tekanan dalam Tubuh Manusia

Di dalam tubuh manusia, terdapat berbagai jenis tekanan yang memainkan peran penting dalam menjaga fungsi tubuh. Beberapa jenis tekanan yang terdapat di dalam tubuh manusia meliputi:

#### 1. Tekanan Darah

Tekanan darah adalah tekanan yang dihasilkan oleh aliran darah melalui pembuluh darah. Tekanan darah diukur dengan dua angka: tekanan sistolik (tekanan saat jantung berkontraksi) dan tekanan diastolik (tekanan saat jantung beristirahat antara kontraksi). Tekanan darah yang normal berperan penting dalam menjaga aliran darah ke seluruh tubuh dan organ.

## 2. Tekanan Intraokular

Tekanan intraokular adalah tekanan di dalam bola mata. Tekanan ini penting untuk menjaga bentuk dan struktur bola mata serta untuk menyediakan nutrisi ke bagian dalam mata. Cairan jernih di bola mata (*aqueous dan vitreus humor*) yang meneruskan cahaya ke retina (bagian mata yang peka cahaya) dipengaruhi tekanan dan mempertahankan bola mata dalam bentuk dan ukuran yang tetap.

Ukuran-ukuran mata sangat penting bagi penglihatan perubahan yang hanya  $10^{-4}$ m (0,1 mm) pada diameter bola mata sudah menimbulkan dampak bermakna pada ketajaman penglihatan. Tekanan di mata normal berkisar dari 1,6 sampai 3 kPa (12 sampai 23 mmHg). Cairan dibagian depan mata, *aqueous humor*, sebagian besar terdiri dari air. Mata secara terus-menerus menghasilkan *aqueous humor* dan kelebihan cairan yang terjadi dikeluarkan melalui sistem drainase.

Apabila terjadi penyumbatan parsial terhadap sistem drainase ini, tekanan tersebut akan meningkat dan peningkatan tekanan ini dapat menghambat aliran darah retina kemudian memengaruhi penglihatan, kasus atau keadaan ini kemudian disebut dengan glaukoma. Dimana glaukoma ini menimbulkan “penglihatan terowongan” (*tunnel vision*) pada kasus sedang dan sampai dengan kebutaan pada kasus berat.

## 3. Tekanan Intrakranial

Tekanan intrakranial adalah tekanan di dalam tengkorak atau otak. Ini dapat meningkat dalam kasus seperti trauma kepala atau kondisi medis tertentu yang

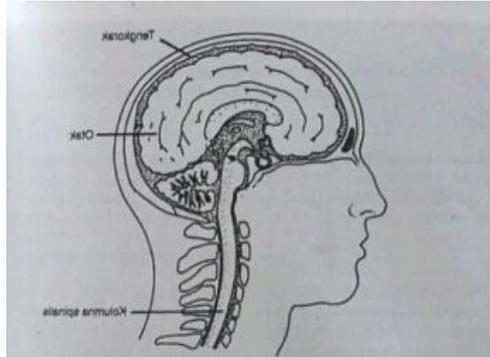
menyebabkan penumpukan cairan di dalam tengkorak. Otak manusia mengandung sekitar  $150 \text{ cm}^3$  cairan serebrospinal (CSS) yang terdapat disuatu rangkaian rongga saling berhubungan yang disebut ventrikel.

Cairan *serebrospinal* dihasilkan di dalam otak dan mengalir melalui ventrikel-ventrikel ke dalam kolumna spinalis dan akhirnya ke dalam sistem sirkulasi. Apabila pada saat lahir lubang ini tersumbat karena suatu hal, CSS akan terperangkap di dalam tengkorak dan meningkatkan tekanan internal. Meningkatnya tekanan menyebabkan tengkorak membesar.

Penyakit serius ini yang disebut hidrosefalus (secara harfiah, kepala air atau waterhead), cukup sering dijumpai pada bayi. Namun, apabila cepat dideteksi, penyakit ini sehingga dapat diperbaiki dengan memasang suatu sistem drainase pintas untuk CSS melalui pembedahan.

Salah satu metode yang agak kasar untuk mendeteksi hidrosefalus adalah dengan mengukur lingkaran tengkorak tepat di atas telinga. Angka-angka normal untuk neonatus adalah 0,32 sampai 0,37 m dan angka yang lebih besar mungkin mengisyaratkan hidrosefalus. Metode deteksi kualitatif yang lain tetapi lebih sensitif yaitu transiluminasi, memanfaatkan sifat pemendaran cahaya oleh CSS yang relatif jernih di dalam tengkorak.

Gambar di bawah ini memperlihatkan potongan melintang otak, memperlihatkan lokasi cairan serebrospinal (daerah berasir) dan akuaduktus (tanda panah). Cairan ini menjadi bantalan dan menopang otak yang rapuh.



**Gambar 4.1** Tekanan Intrakranial

#### 4. Tekanan Hidrostatik dalam Cairan Tubuh

Cairan tubuh, seperti cairan *serebrospinal* di sekitar otak dan sumsum tulang belakang, memiliki tekanan yang dapat bervariasi. Tekanan hidrostatik ini penting untuk menjaga fungsi sistem saraf pusat.

#### 5. Tekanan dalam Sistem Pernapasan

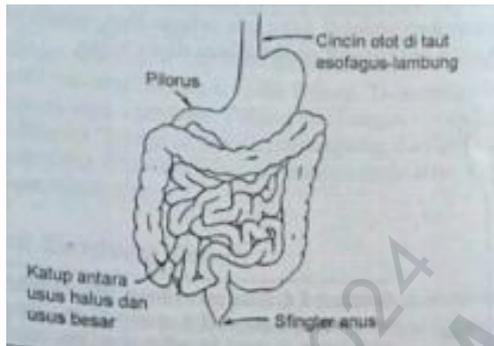
Tekanan di dalam paru-paru (tekanan alveolar) berubah selama siklus pernapasan, di mana tekanan ini berperan dalam pertukaran oksigen dan karbon dioksida di dalam tubuh.

#### 6. Tekanan pada Sistem Pencernaan

Saluran cerna dalam tubuh manusia bentuknya berkelok-kelok dan memiliki panjang lebih dari 6 m dari mulut sampai anus, saluran cerna hampir selalu tertutup di bagian ujung bawah dan memiliki beberapa pembatas lain. Katup-Katup dirancang agar makanan mengalir satu arah. Dengan beberapa upaya, aliran tersebut dapat dibalikkan, misalnya sewaktu kita muntah (emisis).

Saat makan, tekanan di lambung meningkat seiring dengan terenggangnya dinding lambung. Peningkatan

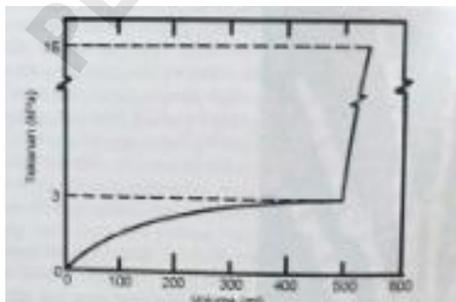
tekanan yang lebih bermakna terjadi karena tertelannya udara saat makan. Udara yang terperangkap di lambung menyebabkan sendawa atau bertahak.



**Gambar 4.2** Katup dan Stringer di Saluran Cerna

#### 7. Tekanan Kandung Kemih

Salah satu tekanan internal yang paling jelas dirasakan adalah tekanan di kandung kemih akibat penimbunan urine, gambar di bawah tersebut memperlihatkan kurva tekanan volume standar untuk kandung kemih yang teregang seiring dengan meningkatnya volume. Gambar hubungan standar tekanan-volume di kandung kemih (sistometrogram) digambarkan seperti pada gambar berikut ini:



**Gambar 4.3** Kurva Tekanan Kandung Kemih

Tekanan berkemih normal sebenarnya cukup rendah, 2-4 kPa (20-40 cm H<sub>2</sub>O) tetapi bagi pria yang menderita

obstruksi saluran kemih akibat pembesaran prostat, tekanan yang diperlukan agar dapat berkemih mungkin lebih dari 10 kPa, 100 cmH<sub>2</sub>O. Hal ini sering menyebabkan retensi urine yang memerlukan pemasangan kateter untuk mengosongkan kandung kemih.

#### 8. Tekanan pada Tulang dan Sendi

Tekanan pada tulang dan sendi berubah selama gerakan tubuh. Tekanan ini dapat berperan dalam menjaga struktur tulang dan jaringan ikat serta memengaruhi kesehatan dan kekuatan tulang.

Semua jenis tekanan ini penting untuk menjaga fungsi normal tubuh manusia. Fluktuasi yang signifikan dalam tekanan tubuh dapat menjadi tanda masalah kesehatan dan membutuhkan perhatian medis. Mempertahankan keseimbangan tekanan dalam tubuh sangat penting untuk menjaga kesehatan dan fungsi tubuh yang optimal.

### **B. Hukum-hukum Fisika Terkait Tekanan pada Tubuh Manusia**

Ada beberapa hukum fisika yang terkait dengan tekanan yang memengaruhi tubuh manusia:

1. Hukum Hidrostatik/Hukum Pascal: Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada fluida (cairan atau gas) dalam wadah tertutup akan merambat dengan sama ke segala arah. Ini berarti tekanan yang diberikan pada fluida akan merata di seluruh bagian fluida. Dalam tubuh manusia, hukum Pascal dapat dilihat dalam sistem sirkulasi darah, di mana tekanan yang dihasilkan oleh denyut jantung akan merambat ke seluruh sistem pembuluh darah.

2. Hukum Bernoulli: Hukum Bernoulli menjelaskan hubungan antara kecepatan aliran fluida, tekanan, dan energi potensial dalam aliran fluida yang stabil. Dalam tubuh manusia, prinsip Bernoulli digunakan dalam menjelaskan bagaimana aliran darah yang lebih cepat di suatu pembuluh darah dapat menyebabkan tekanan darah yang lebih rendah pada area tersebut.
3. Hukum Torricelli: Hukum ini berkaitan dengan laju aliran fluida melalui pipa yang memiliki lubang di bagian bawahnya. Dalam tubuh manusia, analogi hukum ini dapat ditemukan dalam proses pernapasan di mana tekanan atmosfer yang lebih tinggi di luar tubuh memungkinkan udara masuk ke paru-paru yang memiliki tekanan lebih rendah.
4. Hukum Boyle: Hukum Boyle menggambarkan hubungan antara tekanan dan volume gas yang diberikan suhu tetap. Dalam tubuh manusia, ini bisa berkaitan dengan proses pernapasan di mana tekanan di paru-paru akan berubah seiring dengan perubahan volume saat bernapas.

Dalam tubuh manusia, tekanan juga memiliki peran penting dalam proses biologis seperti pernapasan, sirkulasi darah dan fungsi organ tubuh lainnya. Pemahaman tentang prinsip-prinsip fisika yang terkait dengan tekanan membantu dalam memahami bagaimana tubuh berfungsi dan berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya.

### **C. Fenomena Tekanan dalam Tubuh Manusia**

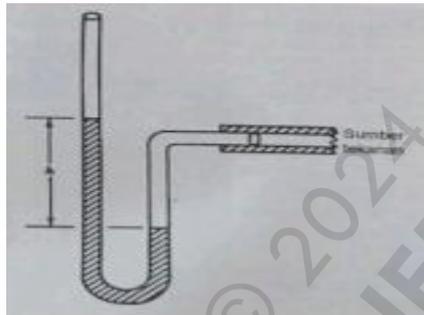
Fenomena tekanan dalam tubuh manusia terkait dengan berbagai proses fisiologis yang memengaruhi keseimbangan dan fungsi tubuh. Fenomena tekanan dalam tubuh manusia

menunjukkan kompleksitas sistem fisiologis yang terlibat dalam menjaga keseimbangan dan fungsi tubuh. Sistem tubuh manusia memiliki mekanisme yang kompleks untuk mengatur dan mempertahankan tekanan yang sesuai untuk fungsi organ dan sistem tubuh yang optimal. Gangguan atau perubahan yang signifikan dalam tekanan dapat menjadi tanda perubahan kesehatan yang penting dan memerlukan perhatian medis.

Tekanan ( $p$ ) adalah gaya persatuan luas ( $P=F/A$ ) dalam gas atau cairan. Pada sistem metrik, tekanan diukur dalam newton per meter persegi ( $N/M^2$ ); satuan SI adalah pascal ( $1 \text{ pa} = 1 \text{ N/m}^2$ ). Tekanan atmosfer standar setinggi permukaan air laut ( $1 \text{ atm}$ ) adalah  $101 \text{ kPa}$  ( $1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$ ;  $14,7 \text{ lb/in}^2$ ;  $760 \text{ mmHg}$ ) dan tekanan di dalam ban sepeda dapat mencapai  $620 \text{ kPa}$  ( $90 \text{ lb/in}^2$ ). Walaupun jarang digunakan di dunia kedokteran di Amerika Serikat, metode umum untuk menyatakan tekanan di bidang kedokteran adalah dengan ketinggian kolom air raksa  $\text{mmHg} = 0,133 \text{ kPa}$ . Sebagai contoh, tekanan darah puncak (sistolik) sebesar  $120 \text{ mmHg}$  menunjukkan bahwa kolom air raksa setinggi ini memiliki tekanan di dasarnya yang sama dengan tekanan darah sistolik pasien.

Terdapat sejumlah tempat di tubuh yang tekanannya lebih rendah dari pada tekanan atmosfer atau negatif. Sebagai contoh saat menghirup udara (inspirasi), tekanan di paru harus lebih rendah daripada tekanan atmosfer atau udara tidak akan mengalir masuk. Tekanan paru selama inspirasi biasanya negatif beberapa sentimeter air [beberapa sentipascal (cPa)]. Saat seseorang minum melalui sedotan, tekanan di mulutnya harus negatif yang besarnya sama dengan ketinggian mulutnya di atas cairan yang ia minum.

Metode klasik untuk mengukur tekanan adalah menentukan ketinggian suatu kolom cairan yang menghasilkan tekanan sama dengan tekanan yang sedang diukur. Instrumen yang mengukur tekanan dengan cara ini disebut manometer. Suatu tipe manometer yang lazim adalah tabung berbentuk U yang berisi cairan.



**Gambar 4.4** Manometer tabung U

Manometer jenis ini dapat mengukur tekanan positif maupun negatif. Cairan yang digunakan biasanya air raksa tetapi air atau cairan berdensitas rendah lainnya dapat digunakan apabila tekanan yang diukur relatif kecil. Instrumen klinis yang paling umum untuk mengukur tekanan adalah sfigmomanometer yang mengukur tekanan darah. Pada sfigmomanometer terdapat dua jenis ukuran tekanan yang digunakan. Pada manometer air raksa, tekanan ditunjukkan oleh ketinggian kolom air raksa di dalam tabung kaca. Pada manometer aneroid, tekanan yang merubah bentuk suatu wadah fleksibel tertutup yang menyebabkan jarum menunjukkan suatu angka. Beberapa bagian tubuh dapat berfungsi sebagai indikator kasar untuk tekanan. Sebagai contoh, seseorang yang naik atau turun elevator atau pesawat udara sering menyadari terjadinya perubahan dalam tekanan atmosfer di telinga. Saat menelan tuba Eustachius membuka sesaat dan membuka tengah menjadi sama dengan

tekanan luar, mungkin terasa gendang telinga “meletup”. Indikator tekanan kualitatif lainnya adalah ukuran vena di punggung tangan. Sewaktu tangan sedikit diangkat melewati ketinggian jantung, vena ini menjadi lebih kecil akibat tekanan vena yang berkurang.

Copyright © 2024  
PENERBIT NEM

### Latihan Soal

1. Sebutkan fungsi tekanan yang terjadi dalam tubuh!
2. Jelaskan jenis-jenis tekanan dalam tubuh yang memainkan peranan penting dalam menjaga fungsi tubuh!
3. Mengapa tekanan dalam tubuh manusia itu penting?
4. Jelaskan mengapa fenomena tekanan dalam tubuh manusia menunjukkan kompleksitas sistem fisiologis?
5. Jelaskan tentang metode klasik untuk mengukur tekanan!

~oOo~

Copyright © 2024  
PENERBIT NEM

## BESARAN VEKTOR

# BAB 5

Penerapan vektor sangat luas dalam berbagai bidang, termasuk fisika, matematika, teknik dan grafika komputer. Dalam fisika, vektor digunakan untuk menggambarkan besaran seperti kecepatan, percepatan, gaya dan momen. Dalam matematika, vektor digunakan dalam aljabar linear, analisis vektor dan topik-topik lainnya. Dalam rekayasa dan ilmu komputer, vektor sering digunakan dalam pemodelan grafis, animasi dan pemrograman komputer.

### A. Vektor

Dalam matematika, vektor adalah suatu entitas yang memiliki besaran (magnitude) dan arah. Secara konseptual, vektor digunakan untuk menggambarkan perubahan posisi atau perpindahan dari satu titik ke titik lain dalam ruang. Vektor sering digambarkan sebagai panah dengan panjang yang mewakili besaran dan arah yang menunjukkan orientasi.

Vektor dapat diwakili secara matematis oleh koordinat atau komponen yang terkait dengan ruang kartesian. Sebagai contoh, dalam ruang dua dimensi, sebuah vektor dapat dinyatakan sebagai  $v=(vxvy)$ , di mana  $vx$  dan  $vy$  adalah komponen-komponen vektor tersebut dalam sumbu-x dan sumbu-y. Beberapa poin penting tentang vektor sebagai berikut:

1. **Besaran dan Arah:** Vektor memiliki dua karakteristik utama: besaran (magnitude) dan arah. Besaran menunjukkan seberapa besar atau seberapa panjang vektor tersebut, sedangkan arah menunjukkan orientasi atau ke mana vektor tersebut mengarah.
2. **Operasi Vektor:** Terdapat berbagai operasi yang terkait dengan vektor seperti penjumlahan vektor, pengurangan vektor, perkalian vektor dengan skalar dan produk vektor. Operasi ini memungkinkan manipulasi dan analisis lebih lanjut terhadap vektor.
3. **Representasi Grafis:** Grafik vektor sering kali digambarkan sebagai panah dengan panjang yang sesuai dengan besaran vektor dan arah panah yang menunjukkan arahnya. Ini mempermudah visualisasi dan pemahaman terhadap vektor.
4. **Penerapan dalam Fisika dan Ilmu Pengetahuan:** Vektor digunakan secara luas dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan terutama fisika. Untuk menggambarkan besaran seperti kecepatan, percepatan, gaya dan momen. Konsep vektor juga penting dalam geometri, rekayasa dan banyak bidang lainnya.
5. **Sifat Matematis Vektor:** Vektor memiliki sifat-sifat matematis khusus, seperti komutatif, asosiatif, distributif dan sifat-sifat lain yang memudahkan manipulasi matematika terkait dengan vektor.

Pemahaman tentang vektor penting dalam memahami berbagai konsep fisika, matematika, rekayasa dan ilmu lainnya. Kemampuan untuk memanipulasi, menganalisis dan memahami vektor memberikan dasar yang kuat untuk berbagai aplikasi ilmiah dan teknologi dalam kehidupan sehari-hari.

## B. Pengertian Besaran Vektor

Besaran vektor adalah konsep matematika yang mencakup dua elemen penting: besaran (magnitudo) dan arah. Ini berbeda dengan besaran skalar yang hanya memiliki magnitudo saja tanpa arah tertentu.

1. Besaran (Magnitudo): Merupakan ukuran atau nilai numerik dari vektor yang menunjukkan seberapa besar atau seberapa panjang vektor tersebut. Besaran ini dapat diukur dalam unit yang sesuai tergantung pada jenis vektor yang diwakili (misalnya, meter untuk perpindahan, meter per detik untuk kecepatan).
2. Arah: Merupakan orientasi atau arah dari vektor tersebut. Dalam representasi grafis, arah vektor ditunjukkan dengan panah yang mengindikasikan ke mana vektor mengarah.

Dalam ruang dua dimensi, vektor sering direpresentasikan dengan pasangan nilai numerik  $(a,b)$  di mana  $a$  adalah komponen vektor pada sumbu- $x$  dan  $b$  adalah komponen vektor pada sumbu- $y$ . Misalnya, vektor  $v$  dapat direpresentasikan sebagai  $v=(3,4)$  yang berarti memiliki komponen 3 pada sumbu- $x$  dan komponen 4 pada sumbu- $y$ . Panjang vektor ini bisa dihitung menggunakan rumus pythagoras sebagai  $a^2+b^2$ .

Dalam ruang tiga dimensi, vektor memiliki tiga komponen:  $x$ ,  $y$ , dan  $z$  yang mewakili arah vektor pada sumbu- $x$ , sumbu- $y$  dan sumbu- $z$ . Konsep besaran vektor sangat penting dalam fisika karena banyak besaran fisik yang bisa diwakili sebagai vektor seperti kecepatan, percepatan, gaya dan momentum. Dalam ilmu teknik, vektor digunakan untuk

memodelkan dan menganalisis berbagai situasi seperti gaya yang bekerja pada struktur bangunan atau pergerakan objek dalam ruang tiga dimensi. Sifat-sifat matematis khusus vektor seperti penjumlahan vektor, perkalian skalar dan produk vektor, memungkinkan manipulasi dan analisis yang kuat terhadap vektor dalam berbagai aplikasi ilmiah dan teknik.

### C. Contoh Besaran Vektor

Besaran vektor memiliki dua komponen penting: magnitudo (besaran) dan arah. Dalam berbagai disiplin ilmu, terdapat banyak contoh besaran vektor yang diwakili oleh panjang dan arah, di antaranya:

1. Kecepatan: Kecepatan adalah besaran vektor karena tidak hanya memiliki nilai numerik (magnitudo), tetapi juga memiliki arah. Ketika berbicara tentang kecepatan kendaraan, misalnya, seberapa cepatnya (magnitudo) dan arahnya (ke mana kendaraan tersebut bergerak).
2. Percepatan: Percepatan juga merupakan besaran vektor karena menggambarkan perubahan kecepatan suatu objek dalam waktu tertentu. Ini memiliki nilai numerik (magnitudo) dan arah yang menunjukkan arah perubahan kecepatan.
3. Gaya: Gaya adalah besaran vektor yang diterapkan pada objek dan memiliki magnitudo serta arah. Misalnya, saat mendorong suatu objek, maka akan memberikan gaya pada objek tersebut yang memiliki arah dan seberapa kuat mendorongnya (magnitudo).
4. Momentum: Momentum adalah besaran vektor yang merupakan hasil kali antara massa suatu objek dengan

kecepatannya. Momentum memiliki arah yang sama dengan arah gerakan objek tersebut.

5. Gaya Berat: Gaya berat adalah contoh lain dari besaran vektor. Berat suatu objek adalah gaya yang ditarik oleh gravitasi bumi. Arah gaya berat selalu menuju ke pusat bumi.
6. Medan Magnetik: Medan magnetik adalah vektor yang menunjukkan kekuatan dan arah medan magnet pada suatu titik dalam ruang.
7. Resultan dari Beban pada Struktur: Dalam rekayasa struktur, jika terdapat beban-beban yang bekerja pada suatu struktur, resultan dari beban-beban tersebut akan menjadi vektor yang memiliki besar (magnitudo) dan arah tertentu.

Ketujuh contoh di atas adalah ilustrasi dari besaran-besaran fisik yang memiliki magnitudo dan arah sehingga dikategorikan sebagai besaran vektor. Dalam setiap contoh tersebut, penting untuk memperhatikan besarnya dan juga arahnya untuk menggambarkan sepenuhnya sifat-sifatnya dalam ruang tiga dimensi.

#### **D. Mencari Arah dan Besar Resultan Vektor**

Untuk mencari arah dan besar resultan vektor (vektor total yang merupakan hasil dari penjumlahan atau pengurangan vektor-vektor yang diberikan) dapat menggunakan beberapa metode, tergantung pada situasi dan vektor-vektor yang diberikan. Di bawah ini adalah beberapa teknik yang umum digunakan:

## 1. Metode Grafis

### a. Metode diagram panah (metode paralelogram)

- 1) Gambar vektor-vektor yang diberikan pada sistem koordinat yang sama, menjaga arah dan skala yang benar.
- 2) Buatlah sebuah paralelogram yang dibentuk oleh dua vektor yang akan dijumlahkan dan buat diagonalnya.
- 3) Panjang diagonal tersebut mewakili besar resultan vektor, sedangkan arahnya diukur dari titik awal ke titik akhir diagonal.

### b. Metode diagram komponen

- 1) Ubah vektor-vektor tersebut menjadi komponen-komponen mereka pada sumbu-x dan sumbu-y (jika dalam ruang dua dimensi) atau pada sumbu-x, sumbu-y, dan sumbu-z (jika dalam ruang tiga dimensi).
- 2) Jumlahkan komponen-komponen vektor yang sesuai untuk mendapatkan komponen x, y dan z dari resultan vektor.
- 3) Gunakan komponen-komponen ini untuk menghitung besar dan arah resultan vektor menggunakan trigonometri atau konsep sudut.

## 2. Metode Analitis

### a. Metode komponen

- 1) Ubah vektor-vektor tersebut menjadi komponen-komponen vektor pada sumbu-x dan sumbu-y (atau sumbu-x, sumbu-y dan sumbu-z untuk ruang tiga dimensi).

- 2) Jumlahkan atau kurangkan komponen-komponen yang sesuai dari vektor-vektor tersebut untuk mendapatkan komponen-komponen resultan.
- 3) Gunakan komponen-komponen ini untuk menghitung besar dan arah resultan vektor menggunakan trigonometri atau konsep sudut.

b. Metode trigonometri

Jika memiliki informasi tentang besar sudut antara vektor-vektor tersebut, dapat menggunakan hukum cosinus atau hukum sinus untuk menghitung besar dan arah resultan vektor.

Memahami konsep trigonometri, koordinat vektor serta kalkulus vektor dapat membantu dalam menghitung besar dan arah resultan vektor dengan tepat. Metode yang digunakan tergantung pada informasi yang tersedia tentang vektor-vektor yang diberikan.

### Latihan Soal

1. Jelaskan pengertian besaran vektor!
2. Bagaimana konsep dasar besaran vektor?
3. Berikan contoh besaran vektor dalam fisika kesehatan!

~oOo~

Copyright © 2024  
PENERBIT NEM

# **GAYA DALAM TUBUH MANUSIA DAN ANALISA KEGUNAAN KLINIK**

## **BAB 6**

Gaya merupakan bagian penting dari fungsi tubuh manusia yang normal. Mereka memungkinkan gerak, menjaga keseimbangan dan memastikan fungsi normal organ dan sistem dalam tubuh. Gangguan atau ketidakseimbangan gaya dalam tubuh manusia dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan atau disfungsi fisiologis. Oleh karena itu, pemahaman tentang bagaimana gaya berinteraksi dan bekerja dalam tubuh manusia sangat penting untuk menjaga kesehatan dan fungsi tubuh yang optimal.

### **A. Pengertian Gaya**

Dalam fisika, gaya adalah suatu pengaruh atau interaksi yang dapat menyebabkan perubahan pada gerak, bentuk atau keadaan suatu benda. Gaya merupakan besaran vektor, yang berarti memiliki magnitudo (besaran) dan arah tertentu. Gaya memiliki peran penting dalam menjelaskan fenomena fisika di alam semesta dan dalam menganalisis gerak, interaksi benda serta fenomena lainnya. Dalam konteks manusia, gaya juga merupakan komponen penting dalam memahami bagaimana tubuh bereaksi terhadap interaksi antara bagian tubuh yang berbeda atau terhadap lingkungan eksternal. Beberapa poin penting tentang gaya di antaranya:

1. Interaksi antar Benda: Gaya muncul ketika ada interaksi antara dua benda atau lebih. Misalnya, gaya dapat muncul ketika dua objek saling menarik (seperti gaya gravitasi antara benda-benda dengan massa) atau saling tolak (seperti gaya listrik antara partikel bermuatan).
2. Pengaruh terhadap Gerak atau Deformasi: Gaya dapat menyebabkan perubahan pada gerak suatu objek atau menyebabkan deformasi (perubahan bentuk) dari objek tersebut. Gaya dapat mempercepat atau memperlambat gerak, mengubah arah gerak, atau merubah bentuk suatu benda.
3. Sifat Vektor: Gaya memiliki sifat-sifat vektor artinya selain besarnya, gaya juga memiliki arah tertentu. Dalam kasus gaya, arah sangat penting karena dapat memengaruhi hasil akhir dari gaya-gaya yang bekerja pada suatu objek.
4. Satuan Pengukuran: Satuan umum untuk mengukur gaya adalah Newton (N) yang dinamai dari ilmuwan Sir Isaac Newton. Gaya satu Newton didefinisikan sebagai gaya yang diperlukan untuk memberikan percepatan satu meter per detik kepada benda bermassa satu kilogram.
5. Hukum Newton tentang Gerak: Konsep gaya terkait erat dengan Hukum Newton, khususnya Hukum Pertama, Kedua dan Ketiga Newton. Hukum-hukum ini menjelaskan tentang hubungan antara gaya, gerak dan interaksi antar benda.

## **B. Macam-macam Gaya**

Dalam tubuh manusia, gaya merujuk pada interaksi antara objek atau struktur di dalam tubuh yang menghasilkan perubahan gerak atau deformasi pada objek tersebut. Gaya memiliki peran yang signifikan dalam menjaga keseimbangan, gerak dan struktur tubuh manusia. Beberapa aspek penting tentang gaya dalam tubuh manusia sebagai berikut:

1. Gaya pada Sistem Muskuloskeletal

- a. Gaya Kontraksi Otot: Kontraksi otot menghasilkan gaya yang memungkinkan gerak tubuh manusia. Ketika otot berkontraksi, gaya dihasilkan dan diteruskan melalui tendon ke tulang untuk menggerakkan anggota tubuh.
- b. Gaya Tegangan Tulang: Ketika terjadi beban atau gaya pada tulang, tegangan terjadi. Tegangan ini berperan dalam menjaga kekuatan dan integritas struktural tulang.

2. Gaya dalam Sistem Jantung dan Pembuluh Darah

- a. Gaya Kontraksi Jantung: Kontraksi jantung menghasilkan gaya yang mendorong darah ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah.
- b. Gaya Tekanan Darah: Tekanan darah menggambarkan gaya yang dihasilkan oleh aliran darah dalam pembuluh darah. Tekanan ini penting untuk menjaga aliran darah yang cukup ke organ dan jaringan.

3. Gaya dalam Sistem Respirasi

Gaya Pernapasan: Proses pernapasan melibatkan kontraksi otot-otot pernapasan untuk menghasilkan perubahan tekanan dalam paru-paru sehingga memungkinkan masuk dan keluarnya udara. Ini menciptakan gaya yang memungkinkan pertukaran gas yang diperlukan untuk respirasi.

4. Gaya pada Sistem Saraf

Gaya Potensial: Gaya potensial terbentuk melalui sinyal-sinyal listrik yang dikirimkan oleh sistem saraf ke seluruh tubuh. Ini memungkinkan gerak otot dan komunikasi antar sel saraf.

5. Gaya pada Sistem Ekskresi

Gaya Filtrasi Ginjal: Ketika darah disaring melalui ginjal, gaya tekanan dan filtrasi memungkinkan proses pembuangan produk sisa dan pengaturan keseimbangan cairan dalam tubuh.

6. Gaya pada Sistem Gastrointestinal

Gaya Peristaltik: Peristaltik adalah gaya yang dihasilkan oleh kontraksi otot-otot di dinding saluran pencernaan. Gaya ini mendorong makanan dan sisa pencernaan melalui sistem pencernaan.

7. Gaya dalam Sistem Reproduksi

Gaya Kontraksi Rahim: Kontraksi otot rahim pada saat melahirkan merupakan gaya yang membantu dorongan bayi keluar dari rahim.

**C. Gaya dan Kegunaan Klinik**

Gaya dalam konteks klinikal atau kedokteran berkaitan dengan berbagai jenis gaya fisik atau kekuatan yang diterapkan atau terjadi pada tubuh manusia dan bagaimana hal tersebut dapat diukur, diidentifikasi dan dikelola untuk keperluan diagnosis, penanganan dan pemulihan kondisi kesehatan. Beberapa jenis gaya dan penerapannya dalam konteks klinikal sebagai berikut:

1. Gaya yang Terjadi pada Tubuh Manusia

a. Gaya Berat: Gaya yang ditimbulkan oleh gravitasi bumi pada tubuh manusia. Hal ini penting untuk memahami dampaknya terhadap tulang, persendian dan otot

terutama dalam situasi seperti beban berlebih, cedera atau kondisi kesehatan tertentu seperti osteoporosis.

- b. Gaya yang Terjadi pada Sistem Muskuloskeletal: Gaya yang diterapkan pada tulang, sendi dan otot selama aktivitas fisik, olahraga, pemulihan cedera atau intervensi terapi fisik.

## 2. Penggunaan Klinikal

- a. Diagnostik: Pengukuran gaya atau kekuatan tertentu dapat membantu dalam mendiagnosis kondisi kesehatan seperti gangguan muskuloskeletal, cedera atau masalah postur tubuh.
- b. Penanganan Terapeutik: Terapi fisik dan rehabilitasi sering melibatkan penerapan gaya atau kekuatan tertentu untuk meningkatkan kekuatan otot, mengembalikan mobilitas atau memperbaiki postur.

## 3. Pengukuran dan Evaluasi

- a. Analisis Postur dan Biomekanika: Pengukuran gaya yang bekerja pada tubuh dalam situasi tertentu dapat memberikan informasi tentang distribusi beban atau kekuatan yang diterapkan pada bagian tubuh tertentu.
- b. Pengukuran Tekanan dan Distribusi Beban: Penggunaan alat seperti alat pengukur tekanan dapat membantu dalam mengidentifikasi tekanan yang diterapkan pada bagian tubuh tertentu, penting dalam mendiagnosis kondisi seperti luka tekanan.

## 4. Penerapan Teknologi Medis

Penggunaan Alat Bantu: misalnya brace, pelindung atau alat bantu lainnya yang dibuat untuk menopang atau membatasi gerakan pada bagian tubuh tertentu

memanfaatkan prinsip-prinsip gaya untuk memberikan dukungan atau melindungi area yang terkena.

#### 5. Penelitian dan Pengembangan Terapi Baru

Studi mengenai gaya yang bekerja pada tubuh manusia dapat membantu pengembangan terapi yang lebih efektif untuk cedera, gangguan muskuloskeletal, atau kondisi kesehatan lainnya.

Gaya dan penerapannya dalam konteks klinikal penting dalam pemahaman dan penanganan berbagai masalah kesehatan yang berkaitan dengan tubuh manusia. Memahami bagaimana gaya dapat memengaruhi tubuh serta bagaimana menerapkan prinsip-prinsip gaya untuk penanganan dan rehabilitasi.

### D. Gaya Membentuk Sudut

Dalam konteks fisika, gaya dapat bekerja membentuk sudut tertentu ketika dua atau lebih gaya diterapkan pada suatu objek atau titik tertentu. Ketika gaya-gaya ini bekerja pada suatu objek dan memiliki arah yang berbeda, mereka dapat membentuk sudut antara satu sama lain. Beberapa konsep penting terkait dengan gaya yang membentuk sudut sebagai berikut:

#### 1. Komponen Gaya

Ketika dua atau lebih gaya bekerja pada suatu objek, masing-masing gaya dapat diuraikan menjadi komponen-komponen vektor pada sumbu  $x$  dan  $y$  (atau sumbu  $x$ ,  $y$  dan  $z$  dalam ruang tiga dimensi). Komponen ini membentuk sudut satu sama lain tergantung pada arah masing-masing gaya.

## 2. Hukum Trigonometri

Untuk menghitung sudut antara dua vektor gaya, hukum trigonometri seperti hukum sinus atau hukum kosinus, sering digunakan. Misalnya, hukum kosinus dapat digunakan untuk menghitung sudut antara dua vektor gaya jika besaran dari kedua vektor dan besaran hasil dot product antara kedua vektor diketahui.

## 3. Pengaruh pada Gerak atau Stabilitas

Sudut antara gaya-gaya yang bekerja pada suatu objek dapat memengaruhi gerak atau stabilitas objek tersebut. Sudut antara gaya-gaya tersebut dapat menentukan apakah gaya-gaya tersebut saling mendukung atau saling membatalkan, yang dapat memengaruhi hasil akhir dari gaya-gaya tersebut.

## 4. Distribusi Gaya

Distribusi gaya-gaya yang bekerja pada suatu titik pada objek dapat berbeda tergantung pada sudut di mana gaya-gaya tersebut diterapkan. Sudut-sudut yang berbeda dapat menghasilkan distribusi gaya yang berbeda pada suatu objek.

Dalam analisis gaya dan vektor, penting untuk mempertimbangkan hubungan antara gaya-gaya yang bekerja pada suatu objek, termasuk sudut-sudut yang dibentuk antara gaya-gaya tersebut. Memahami sudut-sudut ini membantu dalam pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana gaya-gaya tersebut berinteraksi dan memengaruhi kondisi objek yang terkena gaya-gaya tersebut.

## E. Analisis Kegunaan Klinis

Analisis kegunaan klinis (*clinical utility analysis*) merupakan proses evaluasi sistematis yang digunakan dalam bidang kesehatan untuk menilai nilai, manfaat dan kontribusi dari suatu tes atau intervensi medis dalam praktek klinis. Tujuan utamanya adalah untuk mengevaluasi seberapa berguna atau bermanfaat suatu tes atau tindakan medis dalam membantu diagnosis, penilaian risiko, perawatan atau pengelolaan suatu kondisi kesehatan.

Proses analisis kegunaan klinis melibatkan beberapa tahapan yaitu:

### 1. Pengumpulan Data dan Informasi

Pengumpulan bukti-bukti ilmiah terkait dengan tes atau intervensi yang sedang dievaluasi, termasuk hasil dari penelitian klinis, data populasi, informasi epidemiologi dan hasil uji klinis.

### 2. Evaluasi Akurasi dan Keandalan

Mengukur tingkat keakuratan dan keandalan dari tes atau intervensi tersebut dalam mendeteksi, mendiagnosis atau memprediksi suatu kondisi kesehatan. Ini melibatkan evaluasi statistik terkait sensitivitas, spesifisitas, nilai prediktif positif dan negatif serta analisis statistik lainnya.

### 3. Pengukuran Nilai Klinis

Evaluasi manfaat klinis dari penggunaan tes atau intervensi seperti pengaruhnya terhadap prognosis, kemampuan untuk memprediksi hasil kesehatan, kemampuan untuk memengaruhi perawatan atau

pengobatan yang tepat serta manfaat bagi pasien atau populasi yang diuji.

4. Analisis Biaya-Manfaat

Mengevaluasi hubungan antara biaya yang dikeluarkan untuk melakukan tes atau intervensi dengan manfaat yang dihasilkan. Ini termasuk biaya langsung (seperti biaya tes itu sendiri) dan biaya tidak langsung (seperti biaya perawatan tambahan yang mungkin diperlukan akibat hasil tes).

5. Evaluasi Etika dan Dampak Sosial

Pertimbangan etika dan dampak sosial dari penerapan tes atau intervensi dalam konteks kesehatan masyarakat.

6. Penyusunan Kesimpulan dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil evaluasi, menyusun kesimpulan tentang kegunaan klinis dari tes atau intervensi tersebut dan memberikan rekomendasi mengenai penggunaannya dalam praktek klinis.

Analisis kegunaan klinis merupakan instrumen penting dalam pengambilan keputusan klinis yang rasional, membantu dokter dan tenaga kesehatan dalam memilih tes atau intervensi yang paling tepat, efektif dan bermanfaat bagi pasien atau populasi yang diuji.

### Latihan Soal

1. Jelaskan pengertian gaya!
2. Jelaskan sistem gaya pada muskuloskeletal!
3. Jelaskan gaya dalam sistem reproduksi!

~oOo~

Copyright © 2024  
PENERBIT NEM

# BAB 7

## MENGANALISIS TEORI KONSEP GELOMBANG

Teori konsep gelombang merujuk pada pemahaman tentang perilaku gelombang dalam berbagai konteks ilmiah termasuk fisika, matematika dan berbagai disiplin ilmu lainnya. Gelombang adalah fenomena di mana energi atau informasi bergerak dari satu tempat ke tempat lain tanpa perpindahan massa secara keseluruhan.

Dalam bidang Fisika Kesehatan, konsep gelombang memiliki berbagai aplikasi yang relevan dengan pemahaman dan aplikasi dalam dunia medis dan kesehatan. Gelombang, baik itu dalam bentuk gelombang elektromagnetik maupun gelombang suara memiliki dampak signifikan dalam berbagai aspek kesehatan dan bidang kedokteran.

Konsep gelombang memainkan peran penting dalam berbagai aspek dalam bidang Fisika Kesehatan. Penerapan dan pemahaman yang baik tentang prinsip-prinsip gelombang memungkinkan pengembangan teknologi medis yang lebih canggih, diagnosis yang lebih baik serta terapi yang lebih efektif dalam bidang kesehatan dan kedokteran.

### A. Teori Konsep Dasar Gelombang

Teori konsep gelombang digunakan untuk menjelaskan berbagai fenomena seperti sifat cahaya, suara, gempa bumi dan

banyak fenomena fisika lainnya. Pemahaman tentang gelombang sangat penting dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan, termasuk fisika, teknik, kedokteran dan rekayasa.

### 1. Konsep Dasar Gelombang

- a. Sifat Gelombang: Gelombang memiliki sifat yang khas termasuk panjang gelombang, frekuensi, amplitudo dan kecepatan.
- b. Perambatan: Gelombang dapat merambat melalui medium seperti udara, air atau bahkan ruang hampa (seperti gelombang elektromagnetik).
- c. Jenis Gelombang: Ada beberapa jenis gelombang termasuk gelombang mekanik (seperti gelombang suara), gelombang elektromagnetik (seperti cahaya), gelombang air dan gelombang seismik (yang terjadi dalam bumi).
- d. Gelombang Transversal dan Longitudinal: Gelombang transversal bergerak tegak lurus terhadap arah perambatan, sementara gelombang longitudinal bergerak sejajar dengan arah perambatan.

### 2. Teori Matematika dan Fisika Gelombang

- a. Persamaan Gelombang: Persamaan gelombang adalah ekspresi matematika yang menggambarkan bagaimana gelombang bergerak dalam medium tertentu. Contoh termasuk persamaan gelombang yang menggambarkan gelombang suara atau persamaan gelombang elektromagnetik.
- b. Polarisasi: Gelombang transversal dapat memiliki polarisasi yang menggambarkan arah getarannya (misalnya gelombang cahaya yang polarisasi linier).
- c. Interferensi dan Superposisi: Gelombang dapat saling berinteraksi dan bertumpang tindih. Interferensi

adalah hasil dari pertemuan dua gelombang yang menghasilkan penguatan atau pelemahan. Superposisi adalah konsep di mana dua gelombang yang bertemu saling menjumlahkan amplitudo mereka.

- d. Pemantulan dan Pembiasan: Gelombang dapat memantul ketika bertemu dengan permukaan yang tidak dapat ditembus. Pembiasan adalah perubahan arah gelombang saat melewati batas antara dua medium.
- e. Resonansi: Resonansi terjadi ketika gelombang berinteraksi dengan objek atau medium yang memiliki frekuensi resonansi yang sama, yang dapat menyebabkan penguatan gelombang.

Berikut adalah beberapa aspek konsep gelombang dalam Fisika Kesehatan:

### 1. Diagnostik Medis

- a. Gelombang Ultrasonik: Penggunaan gelombang ultrasonik dalam teknologi ultrasonografi (USG) memungkinkan pencitraan non-invasif dalam berbagai pemeriksaan medis, seperti deteksi kehamilan, pengamatan organ dalam tubuh atau pemindaian jantung.
- b. Gelombang Elektromagnetik: Berbagai teknik pencitraan medis menggunakan gelombang elektromagnetik, seperti sinar-X, MRI (Magnetic Resonance Imaging) dan CT scan (Computed Tomography) yang mampu memberikan gambaran internal tubuh untuk diagnosis.

### 2. Terapi Medis

- a. Gelombang Elektromagnetik: Terapi menggunakan gelombang elektromagnetik seperti terapi radiasi dalam

pengobatan kanker (radioterapi) dan pemakaian MRI untuk intervensi bedah (MRI-guided interventions).

- b. Gelombang Suara: Terapi menggunakan gelombang suara dalam bidang rehabilitasi seperti terapi ultrasonik untuk mempercepat penyembuhan cedera jaringan lunak.

### 3. Penelitian dan Pengembangan Alat Medis

Penggunaan gelombang dalam pengembangan teknologi medis yang lebih canggih seperti pengembangan sensor untuk memantau aktivitas jantung atau alat pencitraan yang lebih canggih.

### 4. Pengukuran dan Monitoring

Penerapan konsep gelombang untuk pengukuran berbagai parameter fisiologis seperti gelombang elektrokardiografi (EKG) untuk memantau aktivitas listrik jantung atau gelombang elektromiografi (EMG) untuk memantau aktivitas otot.

### 5. Analisis Sinyal Biomedis

Analisis sinyal gelombang dalam rekayasa biomedis seperti pemrosesan sinyal untuk mengidentifikasi pola dan karakteristik sinyal dari tubuh manusia untuk tujuan diagnosis atau penelitian.

### 6. Keselamatan dan Kesehatan Lingkungan

Penggunaan gelombang dalam evaluasi paparan radiasi atau evaluasi risiko kesehatan terkait radiasi dalam lingkungan medis.

## B. Macam Gelombang Arus Listrik dalam Fisika Kesehatan

Dalam konteks Fisika Kesehatan, terdapat beberapa macam gelombang arus listrik yang memiliki aplikasi dalam berbagai bidang, terutama dalam pengobatan dan rehabilitasi. Beberapa jenis gelombang arus listrik yang umum digunakan dalam Fisika Kesehatan antara lain:

### 1. Gelombang Arus Listrik Kontinu (DC - *Direct Current*)

*Galvanic Current* (Arus Galvanis): Arus listrik searah yang digunakan dalam terapi untuk mengurangi nyeri, mengurangi peradangan dan memfasilitasi proses penyembuhan jaringan.

### 2. Gelombang Arus Listrik Berubah-Arah (AC - *Alternating Current*)

a. *Interferential Current* (Arus Interferensial): Gabungan dari dua frekuensi arus listrik yang berbeda yang menghasilkan efek analgesik untuk mengurangi nyeri.

b. *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS - Stimulasi Saraf Elektrik Transkutan): Menggunakan gelombang arus listrik untuk mengurangi rasa nyeri dengan merangsang saraf melalui kulit.

c. *Russian Current* (Arus Rusia): Arus listrik frekuensi rendah yang digunakan untuk memperkuat otot-otot dalam rehabilitasi fisik.

### 3. Gelombang Pulsed Current (Arus Listrik Pulsed)

a. *High-Voltage Pulsed Current* (HVPC - Arus Listrik Pulsed Tegangan Tinggi): Digunakan dalam proses penyembuhan luka dan rehabilitasi otot.

- b. *Microcurrent* (Arus Mikro): Arus listrik dengan amplitudo rendah yang digunakan dalam pengobatan nyeri kronis dan mempercepat penyembuhan jaringan.
4. Gelombang Elektromagnetik (EMW - *Electromagnetic Waves*): *Pulsed Electromagnetic Field* (PEMF - Medan Elektromagnetik Pulsed)

Menggunakan medan elektromagnetik untuk merangsang penyembuhan tulang, pengobatan nyeri kronis dan rehabilitasi otot.

5. Gelombang Ultrasonik (USW - *Ultrasound Waves*)

Meskipun bukan arus listrik, gelombang ultrasonik sering digunakan dalam Fisika Kesehatan untuk terapi fisik, pemulihan cedera jaringan lunak dan pengobatan nyeri.

Setiap jenis gelombang arus listrik ini memiliki karakteristik, aplikasi klinis, dan efek yang berbeda dalam bidang Fisika Kesehatan. Penggunaannya dapat bervariasi tergantung pada tujuan terapi, kondisi medis pasien dan pengaturan perawatan yang diinginkan.

### C. Listrik Tubuh

Listrik dalam tubuh manusia merupakan dasar dari berbagai proses fisiologis yang terjadi di dalamnya. Sinyal listrik dihasilkan dan diatur oleh sistem saraf dan sistem kardiovaskular. Meskipun tidak menghasilkan tegangan listrik yang besar seperti sumber listrik eksternal, listrik dalam tubuh manusia memiliki peran penting dalam fungsi-fungsi berikut:

1. Sistem Saraf: Potensial Aksi (*Action Potential*): Sinyal listrik dalam bentuk potensial aksi digunakan untuk mengirim

informasi dari satu neuron ke neuron lain dalam sistem saraf. Ini memungkinkan transmisi sinyal sensorik, motorik dan interneuron dalam sistem saraf.

2. Sistem Kardiovaskular: Sinyal Listrik Jantung: Listrik dalam jantung mengatur detak jantung. Sistem jantung memiliki nodus penghasil listrik yang memicu kontraksi jantung secara teratur, menghasilkan ritme jantung yang stabil.
3. Aktivitas Otot: Sinyal Listrik pada Otot: Sinyal listrik memicu kontraksi otot. Ketika otot menerima sinyal listrik dari neuron motorik, ion-ion bermuatan di dalam sel otot berpindah, menghasilkan kontraksi otot.
4. Sinyal Kimia: Sinyal Listrik sebagai Sinyal Pra-Rangsang: Sinyal listrik dalam sel-sel tubuh digunakan sebagai sinyal pra-rangsang untuk memulai reaksi kimia dalam tubuh seperti produksi hormon atau reaksi biokimia lainnya.
5. Komunikasi Seluler: Pengiriman Sinyal antar Sel: Sinyal listrik memungkinkan komunikasi antara sel-sel dalam organ dan jaringan. Ini memungkinkan koordinasi yang kompleks antara berbagai bagian tubuh untuk menjaga fungsi tubuh yang normal.

Listrik dalam tubuh manusia dihasilkan melalui proses kimia dan fisika yang kompleks seperti pergerakan ion-ion tertentu melalui membran sel dan perubahan potensial listrik yang dihasilkan oleh neuron dan jaringan otot. Meskipun sinyal listrik dalam tubuh manusia pada umumnya lemah, mereka memainkan peran krusial dalam memungkinkan fungsi normal tubuh serta komunikasi antar sel dan organ.

#### **D. Alat Kedokteran Terkait Teori Gelombang**

Dalam bidang Fisika Kesehatan, terdapat berbagai alat kedokteran yang berhubungan dengan berbagai jenis

gelombang, baik itu gelombang elektromagnetik, gelombang suara maupun gelombang lainnya. Berikut adalah beberapa alat kedokteran yang menggunakan prinsip gelombang:

1. Gelombang Ultrasonik (USW - *Ultrasound Waves*)

Mesin Ultrasonografi (USG): Digunakan untuk pencitraan organ dalam tubuh dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Alat ini umumnya digunakan untuk memonitor perkembangan janin selama kehamilan, memeriksa organ dalam tubuh seperti hati, ginjal atau jantung dan dalam prosedur diagnostik lainnya.

2. Gelombang Elektromagnetik (EMW - *Electromagnetic Waves*)

- a. *Computed Tomography* (CT Scan): Menggunakan gelombang elektromagnetik (sinar-X) untuk membuat gambar potongan-potongan detail organ dalam tubuh.
- b. *Magnetic Resonance Imaging* (MRI): Memanfaatkan medan magnet dan gelombang radio untuk menghasilkan gambaran detail organ dalam tubuh tanpa radiasi sinar-X.

3. Gelombang Elektrik

- a. *Electrocardiogram* (ECG/EKG): Digunakan untuk merekam aktivitas listrik jantung untuk mendiagnosis gangguan jantung.
- b. *Electromyography* (EMG): Mengukur aktivitas listrik otot untuk mendiagnosis gangguan neuromuskular.

4. Gelombang Suara

- a. *Audiometer*: Alat yang digunakan untuk mengukur pendengaran seseorang dengan mengirimkan gelombang suara pada berbagai frekuensi.

b. *Bone Densitometer*: Menggunakan gelombang suara untuk mengukur kepadatan tulang, membantu dalam diagnosis osteoporosis.

## 5. Terapi dengan Gelombang

a. *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)*: Menggunakan gelombang listrik untuk mengurangi rasa sakit dengan merangsang saraf melalui kulit.

b. *Pulsed Electromagnetic Field (PEMF)*: Menggunakan medan elektromagnetik pulsasi untuk memfasilitasi penyembuhan tulang, mengurangi nyeri dan mempercepat proses penyembuhan.

## 6. Gelombang Laser

*Laser Therapy*: Menggunakan gelombang laser untuk merangsang penyembuhan jaringan, mengurangi nyeri, dan memperlancar peredaran darah.

Alat-alat ini menggunakan prinsip gelombang dalam berbagai bentuknya untuk membantu diagnosis, pemantauan dan terapi dalam berbagai kondisi medis. Teknologi yang memanfaatkan gelombang telah menjadi bagian integral dari praktik medis modern, membantu dalam penyediaan perawatan kesehatan yang lebih akurat, non-invasif dan efektif.

### Latihan Soal

1. Jelaskan mengapa konsep gelombang memainkan peran penting?
2. Sinyal listrik dalam tubuh manusia dikendalikan dan diatur oleh sistem apa?
3. Apa saja yang mengatur sinyal listrik jantung?
4. Sebutkan dan jelaskan alat-alat kedokteran yang menggunakan prinsip gelombang!
5. Jelaskan tentang mesin ultrasonografi (USG)!

~oOo~

Copyright © 2024  
PENERBIT NEM

# BAB 7

## TEORI KONSEP ULTRASONIK

Ultrasonik dalam Fisika Kesehatan, khususnya dalam teknologi ultrasonografi merupakan alat penting dalam praktik medis modern. Hal ini memungkinkan dokter dan tenaga medis untuk melihat struktur dalam tubuh tanpa perlu melakukan pembedahan invasif sehingga memfasilitasi diagnosis yang akurat serta pengawasan terapi dan prosedur medis lainnya.

Penting untuk dicatat bahwa penggunaan gelombang ultrasonik harus sesuai dengan standar keamanan yang ditetapkan untuk memastikan efek yang dihasilkan tidak merugikan. Intensitas, durasi dan frekuensi gelombang ultrasonik harus dikendalikan dengan cermat sesuai dengan kebutuhan pengobatan atau pencitraan medis yang dilakukan. Pemahaman tentang efek yang dihasilkan dari daya ultrasonik adalah penting untuk menjaga keselamatan pasien dan memastikan penggunaan yang tepat dalam praktik medis

### A. Konsep Ultrasonik

Ultrasonik adalah gelombang mekanik dengan frekuensi di atas batas atas pendengaran manusia yaitu sekitar 20.000 hertz (Hz). Dalam Fisika Kesehatan, penggunaan gelombang ultrasonik dalam teknologi medis dikenal sebagai ultrasonografi atau USG. Ini merupakan

teknik pencitraan non-invasif yang menggunakan gelombang ultrasonik untuk menghasilkan gambaran struktur internal tubuh manusia atau hewan.

### 1. Prinsip Dasar Ultrasonografi

- a. Penghasilan Gelombang Ultrasonik: Sinyal ultrasonik dihasilkan oleh transduser atau probe ultrasonik. Ketika diberi arus listrik, transduser menghasilkan gelombang ultrasonik yang diterapkan ke area tubuh yang ingin diamati.
- b. Pemantulan Gelombang: Gelombang ultrasonik dipantulkan oleh struktur dalam tubuh yang memiliki akustik yang berbeda seperti batas antara jaringan, organ atau cairan.
- c. Deteksi Gelombang yang Dipantulkan: Transduser juga berfungsi sebagai penerima gelombang ultrasonik yang dipantulkan. Gelombang yang dipantulkan ini kemudian dikonversi menjadi sinyal listrik.
- d. Pemrosesan Sinyal: Sinyal listrik yang diterima diolah oleh komputer dan diubah menjadi gambaran visual dalam bentuk citra. Berbagai informasi, seperti kedalaman struktur, tekstur dan ukuran organ atau jaringan, dapat dilihat dalam gambar.

### 2. Aplikasi dalam Fisika Kesehatan

- a. Diagnostik Medis: Penggunaan utama ultrasonografi adalah untuk memantau kehamilan, melihat organ dalam (seperti hati, ginjal, kandung kemih), mengidentifikasi kelainan atau massa dalam tubuh serta mendeteksi patologi dalam jaringan seperti kista atau tumor.

- b. **Prosedur-Guided Interventions:** Ultrasonografi juga digunakan sebagai panduan untuk prosedur invasif seperti biopsi, aspirasi cairan dari kista atau penyisipan jarum untuk drainase.
- c. **Tidak Memerlukan Radiasi:** USG tidak menggunakan radiasi ionisasi (seperti sinar-X) dan relatif aman untuk digunakan, bahkan pada wanita hamil atau anak-anak.
- d. **Real-Time Imaging:** Karena penggunaan gelombang ultrasonik, USG memungkinkan citra yang diperbarui secara real-time, memungkinkan pengamatan struktur yang bergerak seperti detak jantung atau gerakan janin.
- e. **Pemantauan Terapi:** Dalam beberapa kasus, USG digunakan untuk memantau efektivitas terapi atau prosedur tertentu seperti pengobatan kanker atau pemulihan cedera.

## **B. Efek Daya Ultrasonik**

Daya ultrasonik dalam Fisika Kesehatan dapat memiliki beberapa efek pada jaringan atau organ tubuh yang terpapar gelombang ultrasonik. Beberapa efek ini penting untuk dipahami dalam konteks penggunaan teknologi ultrasonografi atau terapi ultrasonik:

1. **Efek Termal: Peningkatan Suhu:** Paparan gelombang ultrasonik dalam intensitas tertentu dapat menyebabkan peningkatan suhu lokal pada jaringan tubuh. Hal ini dapat dimanfaatkan dalam terapi seperti mempercepat proses penyembuhan luka.
2. **Efek Mekanis: Cavitasi:** Gelombang ultrasonik dalam intensitas tertentu dapat menyebabkan terbentuknya gelembung-gelembung kecil di dalam cairan atau jaringan yang disebut cavitasi. Efek ini bisa dimanfaatkan dalam pembersihan luka atau terapi fisik tertentu.

3. Efek Biologis: Perubahan Permeabilitas Sel: Paparan gelombang ultrasonik dapat memengaruhi permeabilitas membran sel yang dapat memengaruhi proses metabolisme seluler dan transportasi zat-zat melintasi membran.
4. Efek Diagnostik: Pencitraan: Gelombang ultrasonik digunakan dalam ultrasonografi untuk menciptakan gambaran struktur dalam tubuh. Efek ini merupakan hasil dari pantulan gelombang yang digunakan untuk membentuk gambaran visual dari organ atau jaringan tubuh.
5. Efek Terapi: Penyembuhan Luka: Terapi ultrasonik dapat digunakan untuk mempercepat proses penyembuhan luka, mengurangi peradangan dan merangsang pertumbuhan jaringan.

### **C. Prinsip Penggunaan Ultrasonik**

Prinsip-prinsip ini menjadi dasar dalam pemahaman bagaimana gelombang ultrasonik berinteraksi dengan jaringan tubuh dan bagaimana informasi yang berguna diambil dari pantulan gelombang untuk aplikasi diagnostik maupun terapeutik. Penerapan prinsip-prinsip ini dalam praktik medis memastikan bahwa teknologi ultrasonik digunakan secara efektif, aman dan tepat guna dalam berbagai aspek perawatan kesehatan.

Prinsip-prinsip dasar penggunaan gelombang ultrasonik dalam konteks Fisika Kesehatan melibatkan sejumlah konsep utama yang meliputi:

1. Gelombang Ultrasonik sebagai Sinyal: Gelombang ultrasonik adalah sinyal mekanik yang dihasilkan oleh perubahan tekanan secara periodik yang bergerak melalui medium. Dalam aplikasi medis, sinyal ini dihasilkan oleh transduser ultrasonik dan dipancarkan melalui jaringan tubuh.

2. **Pantulan dan Penerimaan Gelombang:** Ketika gelombang ultrasonik bertemu dengan batas antara jaringan yang memiliki akustik yang berbeda (seperti antara udara dan jaringan atau antara jaringan lunak dan tulang) sebagian gelombang tersebut dipantulkan. Transduser ultrasonik juga berfungsi sebagai penerima gelombang yang dipantulkan.
3. **Analisis Sinyal:** Gelombang ultrasonik yang dipantulkan diubah menjadi sinyal listrik oleh transduser. Sinyal ini kemudian dianalisis dan diolah oleh komputer untuk membuat gambaran visual atau citra yang merepresentasikan struktur internal tubuh.
4. **Perubahan Sifat Akustik Jaringan:** Sifat akustik jaringan seperti kecepatan gelombang suara di dalamnya, kemampuan memantulkan atau menyerap gelombang dan lainnya, memengaruhi bagaimana gelombang ultrasonik berinteraksi dengan jaringan tersebut dan bagaimana citra akhir dibentuk.
5. **Keamanan dan Standar:** Penggunaan gelombang ultrasonik harus mematuhi standar keamanan yang ditetapkan. Hal ini termasuk mengontrol intensitas, durasi dan frekuensi gelombang ultrasonik untuk memastikan efek yang dihasilkan tidak membahayakan pasien.
6. **Terapi Ultrasonik:** Dalam terapi, prinsip-prinsip penggunaan ultrasonik mencakup kontrol intensitas untuk memanfaatkan efek termal atau mekanis sesuai dengan tujuan terapi tertentu seperti mempercepat penyembuhan luka atau mengurangi peradangan.

## D. Penggunaan Ultrasonik dalam Dunia Kedokteran

Ultrasonik telah menjadi alat penting dalam dunia kedokteran karena sifatnya yang non-invasif, aman dan efektif dalam memberikan informasi visual yang berguna untuk diagnosis, pemantauan dan terapi. Penggunaan yang luas dari teknologi ultrasonik telah membantu dalam meningkatkan presisi diagnosa, mengurangi risiko prosedur invasif serta memberikan perawatan yang lebih baik bagi pasien.

Penggunaan teknologi ultrasonik dalam dunia kedokteran memiliki beragam aplikasi, baik dalam diagnosa medis, pencitraan, terapi maupun prosedur medis. Berikut adalah beberapa penggunaan utama ultrasonik dalam kedokteran:

1. Ultrasonografi (USG)
  - a. Pemeriksaan Kehamilan: Penggunaan paling umum adalah untuk pemantauan perkembangan janin selama kehamilan untuk memeriksa pertumbuhan dan kondisi janin serta organ-organ dalam rahim.
  - b. Pencitraan Organ Dalam: USG digunakan untuk melihat organ-organ dalam tubuh seperti hati, ginjal, kandung kemih, uterus dan lainnya untuk mendiagnosis kondisi medis tertentu seperti kista, tumor atau batu.
  - c. Pencitraan Kardiovaskular: USG juga digunakan untuk pemeriksaan jantung dan pembuluh darah untuk memeriksa struktur dan fungsi jantung serta aliran darah.
2. Terapi Medis
  - a. Terapi Fisik: Terapi ultrasonik digunakan untuk mempercepat penyembuhan cedera jaringan lunak,

mengurangi peradangan atau meredakan nyeri pada kondisi tertentu.

- b. Pengobatan Penyakit: Penggunaan ultrasonik dalam pengobatan beberapa penyakit seperti pengobatan batu ginjal dengan menggunakan gelombang ultrasonik untuk menghancurkan batu.

### 3. Proses Panduan Prosedur Medis

- a. Panduan Intervensi: Ultrasonografi sering digunakan sebagai panduan saat melakukan prosedur invasif, seperti biopsi atau drainase cairan dari kista atau abses.
- b. Prosedur Bedah: Dalam beberapa kasus, ultrasonik digunakan sebagai panduan dalam prosedur bedah atau intervensi.

### 4. Pemeriksaan Klinis Tambahan

Pencitraan Areal Spesifik: USG juga digunakan untuk melihat area yang spesifik misalnya pada kasus cedera olahraga, trauma atau penyakit tertentu untuk melihat kerusakan atau perubahan dalam jaringan.

### 5. Terapi pada Kesehatan Tulang dan Otot

- a. Fisioterapi: Ultrasonik digunakan dalam bidang fisioterapi untuk mempercepat proses penyembuhan cedera otot dan jaringan lunak.
- b. Pengobatan pada Kesehatan Tulang: Digunakan dalam pengobatan penyakit tulang tertentu seperti osteoporosis, untuk mengukur kepadatan tulang atau merangsang pertumbuhan tulang.

## E. Diagnosis dengan Ultrasonik

Ultrasonik memiliki keuntungan karena non-invasif, aman dan dapat memberikan gambaran real-time dari struktur dalam tubuh manusia. Ini memungkinkan dokter untuk membuat diagnosis yang lebih akurat dalam banyak kondisi medis, memantau perkembangan penyakit serta membantu dalam perencanaan dan pengawasan prosedur medis yang diperlukan.

Diagnosis menggunakan teknologi ultrasonografi atau ultrasonik adalah salah satu aplikasi utama dalam bidang medis. Ultrasonografi adalah teknik pencitraan non-invasif yang memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk menghasilkan gambaran struktur dalam tubuh manusia. Berikut adalah beberapa cara ultrasonik digunakan dalam proses diagnosis:

### 1. Pemeriksaan Kehamilan

Pemantauan Janin: Ultrasonografi sering digunakan selama kehamilan untuk memeriksa kesehatan dan perkembangan janin serta mendeteksi kelainan atau masalah potensial.

### 2. Pemeriksaan Organ Dalam Tubuh

- a. Pencitraan Organ: Ultrasonik digunakan untuk melihat organ dalam tubuh seperti hati, ginjal, kandung kemih dan uterus untuk mendiagnosis kondisi medis seperti kista, tumor atau batu.
- b. Pencitraan Kardiovaskular: Ultrasonografi jantung (*ekokardiografi*) memungkinkan evaluasi struktur dan fungsi jantung, termasuk deteksi kelainan jantung.

3. Pemeriksaan Otot dan Jaringan Lunak

Pencitraan Otot dan Sendi: Ultrasonik digunakan untuk memeriksa cedera otot, tendon atau masalah pada sendi, membantu dalam diagnosis cedera olahraga atau masalah ortopedi.

4. Pemeriksaan Kanker

Deteksi Tumor: Dalam beberapa kasus, ultrasonografi digunakan untuk mendeteksi tumor atau pertumbuhan ganas pada organ seperti payudara, tiroid atau organ lain.

5. Pemeriksaan Pencernaan dan Saluran Kemih

a. Evaluasi Saluran Pencernaan: Ultrasonik dapat digunakan untuk memeriksa organ pencernaan seperti hati, pankreas atau saluran empedu.

b. Pemeriksaan Saluran Kemih: Ultrasonik digunakan untuk memeriksa masalah pada kandung kemih, ginjal atau ureter.

6. Panduan dalam Proses Medis

Pemandu Proses Invasif: Ultrasonografi sering digunakan sebagai panduan dalam prosedur invasif seperti biopsi atau prosedur drainase.

### Latihan Soal

1. Jelaskan mengapa ultrasonik merupakan alat penting dalam praktik medis modern?
2. Sebutkan dan jelaskan efek daya ultrasonik!
3. Sebutkan dan jelaskan tentang keuntungan pencitraan non invasif!
4. Jelaskan manfaat USG pada kehamilan!
5. Jelaskan tentang pemeriksaan organ dalam dengan ultrasonografi!

~oOo~

Copyright © 2024  
PENERBIT NEM

# BAB 9

## BIOMEKANIKA DAN DAMPAKNYA DALAM TUBUH MANUSIA

### A. Konsep Biomekanika

Biomekanika adalah cabang ilmu yang mempelajari interaksi antara struktur biologis dan prinsip-prinsip mekanika. Dalam Fisika Kesehatan, biomekanika memiliki relevansi yang besar karena memahami bagaimana kekuatan, gerakan dan struktur tubuh manusia berinteraksi. Dalam Fisika Kesehatan, biomekanika membantu dalam memahami bagaimana tubuh manusia berinteraksi dengan lingkungannya, bagaimana cedera terjadi, bagaimana proses pemulihan terjadi dan bagaimana kinerja tubuh dapat ditingkatkan melalui pemahaman yang lebih baik tentang mekanika tubuh manusia.

Berikut adalah beberapa konsep penting dalam biomekanika dalam konteks Fisika Kesehatan:

1. Analisis Gerakan Manusia
  - a. Kinematika: Studi mengenai gerakan tubuh manusia tanpa mempertimbangkan gaya atau kekuatan yang menyebabkannya. Ini termasuk studi tentang posisi, kecepatan dan percepatan gerakan tubuh.
  - b. Kinetics: Analisis tentang gaya dan kekuatan yang memengaruhi gerakan tubuh manusia. Ini mempertimbangkan bagaimana kekuatan yang

diterapkan atau gerakan tubuh yang dihasilkan terkait dengan anatomi dan struktur tubuh.

## 2. Biomekanika Struktural

- a. Studi Struktur Tulang dan Jaringan: Melibatkan pemahaman tentang kekuatan, elastisitas dan adaptabilitas tulang dan jaringan dalam merespons tekanan, regangan atau beban tertentu.
- b. Pemodelan Struktural: Pemahaman tentang bagaimana struktur tubuh manusia berperilaku dalam kondisi-kondisi tertentu seperti saat olahraga, aktivitas fisik atau selama proses penyembuhan luka.

## 3. Ergonomi: Desain dan Penggunaan Alat-alat dan Lingkungan

Penggunaan prinsip biomekanika dalam merancang alat-alat atau lingkungan kerja yang ergonomis untuk mengurangi risiko cedera atau masalah kesehatan akibat beban kerja atau postur yang buruk.

## 4. Kinerja Gerak Manusia

- a. Penelitian Gerakan Manusia: Studi tentang bagaimana tubuh manusia bergerak dan beradaptasi terutama dalam konteks olahraga, aktivitas fisik dan rehabilitasi.
- b. Peningkatan Kinerja: Penggunaan biomekanika untuk memahami dan meningkatkan kinerja dalam olahraga atau aktivitas fisik tertentu termasuk pengembangan teknik dan program latihan yang lebih efektif.

## 5. Penerapan dalam Proses Kesehatan

- a. Rehabilitasi: Memahami biomekanika memungkinkan para profesional kesehatan untuk merancang program rehabilitasi yang tepat untuk cedera atau kondisi tertentu.

- b. **Diagnosis:** Penggunaan prinsip biomekanika untuk membantu dalam diagnosis penyakit muskuloskeletal atau masalah postur.
6. **Analisis Kekuatan dan Pemulihan Cedera**
    - a. **Pemahaman tentang Kekuatan:** Memahami bagaimana tubuh manusia menanggapi latihan, beban dan terapi untuk membangun kekuatan otot atau jaringan.
    - b. **Pemulihan Cedera:** Menerapkan prinsip biomekanika dalam proses pemulihan dari cedera otot, tulang atau jaringan lainnya.

## **B. Pengukuran dan Satuan**

Penggunaan satuan ini sesuai dengan Sistem Internasional (SI) untuk pengukuran fisik, namun dalam praktiknya, penggunaan satuan lainnya juga umum tergantung pada bidang spesifik dalam biomekanika atau preferensi masing-masing peneliti. Hal ini memungkinkan peneliti dan profesional kesehatan untuk memahami, menganalisis dan mengukur berbagai aspek dalam biomekanika guna meningkatkan pemahaman tentang struktur, fungsi dan pergerakan tubuh manusia.

Dalam biomekanika, terdapat sejumlah pengukuran dan satuan yang digunakan untuk mengukur berbagai aspek terkait dengan gerakan, kekuatan dan struktur tubuh manusia. Berikut adalah beberapa contoh pengukuran dan satuan yang umum digunakan dalam biomekanika:

1. **Pengukuran Gerak (Kinematics)**
  - a. **Posisi:** Pengukuran lokasi relatif suatu titik dalam ruang tiga dimensi, sering kali menggunakan koordinat kartesian ( $x, y, z$ ).

- b. Kecepatan: Satuan umum untuk kecepatan adalah meter per detik (m/s) atau kilometer per jam (km/jam).
  - c. Percepatan: Diukur dalam meter per detik kuadrat (m/s<sup>2</sup>).
2. Pengukuran Kekuatan (Kinetics)
  - a. Gaya: Satuan standar untuk gaya adalah Newton (N).
  - b. Tekanan: Diukur dalam pascal (Pa) yaitu satuan SI untuk tekanan atau dalam mmHg (milimeter raksa) dalam pengukuran tekanan darah.
  - c. Torsi: Diukur dalam satuan Newton-meter (Nm) yang menggambarkan gaya putar.
3. Pengukuran Struktur Tubuh
  - a. Panjang: Diukur dalam satuan meter (m) atau milimeter (mm) terutama saat mengukur panjang tulang atau jarak antar titik pada tubuh.
  - b. Luas dan Volume: Luas diukur dalam satuan meter persegi (m<sup>2</sup>) sementara volume diukur dalam satuan meter kubik (m<sup>3</sup>) atau liter (L).
4. Biomekanika Kesehatan
  - a. Indeks Massa Tubuh (BMI): Menggunakan pengukuran berat dan tinggi badan dalam satuan kilogram (kg) dan meter (m) untuk mengevaluasi proporsi tubuh seseorang.
  - b. Kekuatan Otot: Dapat diukur dalam satuan Newton (N) atau kilogram (kg) sering kali dalam konteks peningkatan kekuatan otot pada terapi fisik.

## 5. Alat Pengukuran Khusus

Alat-alat Pengukuran: Termasuk alat-alat seperti accelerometer, dinamometer, goniometer atau alat pencitraan medis seperti ultrasonografi, CT scan atau MRI yang memberikan pengukuran khusus untuk aspek tertentu dalam biomekanika.

## C. Hukum Dasar Biomekanika

Pemahaman tentang hukum-hukum ini memungkinkan para ilmuwan, peneliti atau profesional kesehatan dalam biomekanika untuk memahami dan menerapkan prinsip-prinsip dasar dalam mempelajari gerak, kinerja dan interaksi struktur tubuh manusia dengan lingkungan mereka. Hal ini membantu dalam perancangan program latihan yang lebih efektif, pencegahan cedera, pengembangan alat bantu yang ergonomis serta pemahaman yang lebih baik tentang mekanisme cedera dan penyakit yang berkaitan dengan biomekanika tubuh manusia.

Hukum dasar dalam biomekanika memberikan landasan konseptual yang penting dalam memahami bagaimana tubuh manusia bergerak dan berinteraksi dengan lingkungannya. Beberapa hukum dasar dalam biomekanika meliputi:

### 1. Hukum Newton tentang Gerak

- a. Hukum Pertama Newton atau Hukum Inersia: Tubuh cenderung untuk tetap dalam keadaan gerak atau diam sampai adanya gaya eksternal yang bekerja padanya.
- b. Hukum Kedua Newton atau Hukum Percepatan: Gaya yang diberikan pada suatu benda sebanding dengan percepatannya, dengan massa benda menjadi faktor yang memengaruhi gaya tersebut ( $F = m \cdot a$ ).

- c. Hukum Ketiga Newton atau Hukum Aksi-Reaksi: Setiap aksi memiliki reaksi yang sebanding dan berlawanan.

## 2. Prinsip Konservasi Energi

Hukum Kekekalan Energi Mekanik: Total energi mekanik suatu sistem (energi kinetik dan energi potensial) tetap konstan jika tidak ada energi yang masuk atau keluar dari sistem.

## 3. Hukum-hukum Biomekanika Khusus

- a. Prinsip Arus Cepat atau Kompak: Tubuh cenderung memilih jalur gerakan yang paling efisien untuk meminimalkan energi yang dikeluarkan dalam suatu gerakan tertentu.
- b. Hukum Leverage dan Momen: Prinsip tentang bagaimana leverage atau tuas pada sendi-sendi tubuh memengaruhi kekuatan atau momen yang dihasilkan oleh otot.

## 4. Prinsip Keamanan dalam Pekerjaan Fisik dan Ergonomi

Prinsip Ergonomi: Merancang lingkungan kerja yang ergonomis untuk meminimalkan cedera atau masalah kesehatan akibat tekanan kerja atau postur yang buruk.

## 5. Hukum-hukum Khusus dalam Penelitian Gerak Manusia

Hukum-hukum Khusus Gerak Manusia: Seperti hukum-hukum tentang gerak proyektil, gerak lingkaran, gerak rotasi dan lainnya yang berkaitan langsung dengan penelitian gerak tubuh manusia dalam berbagai konteks.

## **D. Aspek-aspek Biomekanika**

Aspek-aspek ini memberikan pemahaman yang mendalam tentang bagaimana tubuh manusia bergerak, berinteraksi dengan lingkungan, menanggapi beban atau tekanan dan bagaimana dapat memahami serta meningkatkan kesehatan, kinerja dan kualitas hidup melalui aplikasi ilmu biomekanika. Biomekanika mencakup berbagai aspek yang berhubungan dengan interaksi antara struktur biologis dan prinsip-prinsip mekanika dalam tubuh manusia. Berikut adalah beberapa aspek utama dalam biomekanika:

### **1. Biomekanika Gerak**

- a. Kinematika: Studi tentang gerakan tubuh manusia tanpa mempertimbangkan gaya yang menyebabkannya.
- b. Kinetics: Analisis tentang gaya dan kekuatan yang memengaruhi gerakan tubuh manusia.
- c. Analisis Postur: Memahami posisi tubuh, distribusi beban dan interaksi antara struktur tubuh dengan lingkungan.

### **2. Biomekanika Struktural**

- a. Studi Struktur Tulang: Pemahaman tentang kekuatan, elastisitas dan adaptabilitas tulang terhadap tekanan, regangan atau beban.
- b. Studi Jaringan Lunak: Analisis tentang kekuatan dan sifat mekanik jaringan lunak seperti otot, tendon atau ligamen.

### **3. Ergonomi**

Desain Ergonomis: Merancang alat atau lingkungan kerja yang ergonomis untuk mengurangi risiko cedera atau masalah kesehatan akibat beban kerja atau postur yang buruk.

4. Prestasi Manusia

- a. Peningkatan Kinerja: Penggunaan biomekanika untuk memahami dan meningkatkan kinerja dalam olahraga atau aktivitas fisik tertentu.
- b. Rehabilitasi: Menerapkan prinsip biomekanika dalam program rehabilitasi untuk cedera otot, tulang atau jaringan lainnya.

5. Analisis Kekuatan dan Pemulihan Cedera

- a. Pemahaman tentang Kekuatan: Memahami bagaimana tubuh manusia menanggapi latihan, beban dan terapi untuk membangun kekuatan otot atau jaringan.
- b. Pemulihan Cedera: Menerapkan prinsip biomekanika dalam proses pemulihan dari cedera otot, tulang atau jaringan.

6. Teknologi Medis

- a. Pencitraan Medis: Penggunaan teknologi seperti MRI, CT scan atau ultrasonografi dalam konteks penelitian dan diagnosis kondisi medis yang terkait dengan biomekanika tubuh manusia.
- b. Prostetik dan Bionik: Merancang dan mengembangkan perangkat atau implan yang cocok dengan struktur tubuh manusia dan meningkatkan fungsionalitas.

7. Kesehatan Kerja dan Keselamatan

- a. Analisis Risiko Cedera: Menganalisis risiko cedera atau kelelahan pada pekerjaan tertentu berdasarkan pemahaman biomekanika tubuh manusia.
- b. Desain Pekerjaan yang Aman: Merancang pekerjaan agar sesuai dengan kapasitas dan keterbatasan tubuh manusia.

### Latihan Soal

1. Jelaskan konsep penting biomekanika dalam analisis gerakan manusia!
2. Jelaskan tentang pengukuran gerak, kekuatan dan struktur tubuh!
3. Jelaskan tentang alat-alat pengukuran khusus!
4. Jelaskan tentang hukum newton!
5. Sebutkan dan jelaskan tentang aspek-aspek utama dalam biomekanika!

~oOo~

Copyright © 2024  
PENERBIT NEM

## PRINSIP DAN CARA KERJA ELEKTRIKAL DALAM PRAKTIK KEBIDANAN

### A. Elektrikal dalam Tubuh Manusia

Dalam tubuh manusia, ada berbagai aktivitas elektrikal yang penting untuk fungsi normal tubuh. Sinyal-sinyal listrik digunakan dalam berbagai proses biologis, termasuk aktivitas otot, transmisi sinyal saraf dan fungsi jantung. Berikut adalah beberapa aspek elektris dalam tubuh manusia:

#### 1. Aktivitas Listrik pada Jantung

Sistem Jantung: Jantung memiliki sistem konduksi listrik internal yang mengontrol detak jantung. Ini termasuk sinyal-sinyal listrik yang mengatur kontraksi dan relaksasi otot jantung yang bisa terlihat dalam elektrokardiogram (EKG).

#### 2. Sinyal-sinyal Saraf

- a. Potensial Aksi: Sinyal listrik ini terjadi ketika impuls saraf bergerak melalui neuron, memungkinkan transmisi informasi dari otak ke bagian tubuh lainnya.
- b. Sinyal Elektrokimia: Sinyal listrik ini digunakan untuk menyampaikan pesan dari otak ke sistem saraf pusat dan selanjutnya ke seluruh tubuh.

### 3. Aktivitas Elektrik dalam Otot

Potensial Aksi Otot: Ketika otot berkontraksi, ada perubahan aktivitas listrik dalam serabut otot yang tercatat dalam elektromiografi (EMG). Ini membantu dalam mendiagnosis gangguan neuromuskular atau menilai aktivitas otot.

### 4. Fungsi Sel

Potensial Membran: Setiap sel dalam tubuh manusia memiliki potensial membran, yang merupakan perbedaan muatan listrik antara bagian dalam dan luar sel. Ini penting dalam berbagai proses seluler, termasuk pengangkutan zat-zat dan transmisi sinyal.

### 5. Teknologi Medis

- a. *Elektroensefalogram* (EEG): Merekam aktivitas listrik otak, membantu dalam diagnosis kondisi neurologis atau penelitian fungsi otak.
- b. *Elektrokardiogram* (EKG): Merekam aktivitas listrik jantung, membantu dalam diagnosis kondisi jantung atau gangguan irama jantung.

### 6. Pemahaman dan Aplikasi dalam Kesehatan

Studi tentang aktivitas listrik dalam tubuh manusia membantu dalam diagnosis penyakit, pemantauan fungsi jantung, pemahaman tentang gangguan saraf atau otot serta pengembangan teknologi medis yang berbasis listrik.

#### **B. *Electrocardiography* (ECG)**

*Electrocardiography* (ECG) adalah proses perekaman aktivitas jantung menggunakan elektroda yang di tempatkan di

atas kulit. ECG umum di gunakan untuk mendeteksi masalah jantung. Di mana pada sinyal ECG ini memiliki nilai periode waktu yang di sebut PQRST.

Sinyal ECG terdiri atas beberapa gelombang yang mempresentasikan aktivitas yang berbeda-beda. Sinyal ini terdiri atas:

1. Gelombang P yang disebabkan oleh depolarisasi atrium.
2. Gelombang QRS merupakan akibat dari depolarisasi ventrikel.
3. Gelombang T merupakan proses repolarisasi ventrikel, interval PR dan segmen ST.

Sinyal elektrokardiogram (ECG) terdiri dari beberapa gelombang yang merepresentasikan aktivitas listrik yang berbeda di dalam siklus kontraksi dan relaksasi jantung. Gelombang-gelombang ini merefleksikan berbagai fase dalam proses kerja jantung.

Berikut adalah komponen-komponen utama yang terdapat dalam sinyal ECG:

1. Gelombang P
  - a. Deskripsi: Gelombang P adalah gelombang pertama dalam siklus ECG.
  - b. Arti: Merepresentasikan depolarisasi atrium atau kontraksi atrium saat impuls listrik bergerak melalui dua atrium.

## 2. Kompleks QRS

Deskripsi: Terdiri dari gelombang Q, R dan S. Arti:

- a. Gelombang Q: Awal dari depolarisasi ventrikel.
- b. Gelombang R: Puncak tinggi yang merefleksikan depolarisasi ventrikel.
- c. Gelombang S: Turunan dari gelombang R yang menunjukkan pengosongan ventrikel.

## 3. Gelombang T

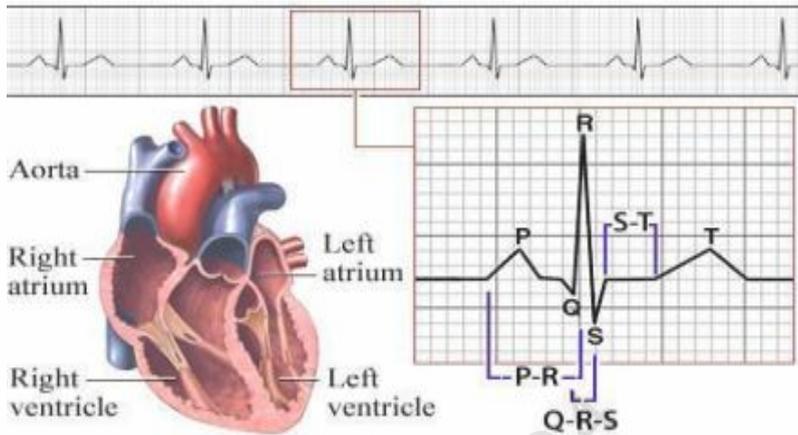
- a. Deskripsi: Gelombang T adalah gelombang terakhir dalam siklus ECG.
- b. Arti: Merepresentasikan repolarisasi atau pemulihan kembali ke keadaan awal jantung setelah kontraksi.

Interval yang penting yaitu:

- a. Interval PR: Waktu yang diperlukan impuls listrik untuk mencapai nodus atrioventrikular (AV node) menunjukkan konduksi dari atrium ke ventrikel.
- b. Interval QT: Waktu yang dibutuhkan oleh ventrikel untuk depolarisasi dan repolarisasi.

Segmen yang signifikan yaitu:

- a. Segmen ST: Segmen antara gelombang S dan gelombang T yang mencerminkan fase di mana ventrikel berada pada fase depolarisasi penuh.
- b. Segmen TP: Segmen antara gelombang T dan gelombang P yang menunjukkan periode di mana jantung beristirahat.



**Gambar 10.1** Output Sinyal Jantung

Dalam keadaan normal impuls untuk kontraksi jantung berasal dari nodus SA dengan melewati serabut-serabut otot atrium impuls di teruskan ke nodus AV dan seterusnya melalui berkas His → cabang His kiri dan kanan → jaringan Purkinje → akhirnya ke serabut otot ventrikel. Nodus SA menjadi *pacemaker* utama dan *pacemaker* lain yang terletak lebih rendah tidak berfungsi. Apabila nodus SA terganggu maka fungsi sebagai *pacemaker* digantikan oleh *pacemaker* yang lain. Irama jantung yang normal demikian dinamakan irama sinus ritmis yaitu iramanya teratur, dan tiap gelombang P diikuti oleh kompleks QRS. Irama sinus merupakan irama yang normal dari jantung dan nodus SA sebagai *pacemaker*.

### C. Doppler

Teknologi Doppler digunakan untuk mengukur perubahan frekuensi gelombang suara, cahaya atau gelombang lainnya yang dipantulkan dari objek yang bergerak atau berdenyut. Dalam konteks medis, aplikasi utama dari teknologi Doppler adalah Doppler Ultrasonografi atau Doppler sonografi.

Prinsip kerja doppler ultrasonografi di antaranya:

1. Frekuensi Gelombang: Ketika gelombang suara atau gelombang ultrasonik dipancarkan ke arah objek yang bergerak seperti darah dalam pembuluh darah, frekuensinya akan berubah tergantung pada kecepatan gerakan objek tersebut.
2. Efek Doppler: Ketika sinyal yang dipantulkan dari objek yang bergerak kembali ke sensor, perubahan frekuensi ini (yang disebut efek Doppler) digunakan untuk mengukur kecepatan gerakan objek tersebut.

Aplikasi doppler ultrasonografi di antaranya:

1. Pemeriksaan Aliran Darah: Digunakan untuk memantau aliran darah dalam pembuluh darah arteri dan vena. Ini membantu dalam mendeteksi kelainan aliran darah seperti penyempitan pembuluh darah (stenosis) atau pembekuan darah (trombosis).
2. Dalam Kebidanan: Digunakan untuk memantau aliran darah plasenta dan janin selama kehamilan.
3. Diagnostik Jantung: Mempelajari pola aliran darah di dalam jantung, seperti pada kasus katup jantung yang bocor atau sumbatan pada arteri koroner.
4. Aplikasi Vaskular: Melihat aliran darah dalam pembuluh darah arteri dan vena, serta penilaian kondisi pembuluh darah.

Jenis doppler ultrasonografi:

1. Doppler CW (*Continuous Wave*): Menggunakan dua kristal ultrasonik yang berfungsi sebagai pemancar dan penerima sinyal. Cocok untuk mendapatkan kecepatan aliran darah

dalam pembuluh yang dalam, namun tidak dapat mengidentifikasi lokasi pasti dari sumber aliran darah.

2. Doppler PW (*Pulse Wave*): Mampu memberikan informasi tentang kecepatan aliran darah dan lokasi pasti dari sumber aliran darah. Cocok untuk mengukur aliran darah dalam pembuluh darah yang lebih dangkal.

Doppler Ultrasonografi memberikan informasi penting kepada dokter untuk mengevaluasi kondisi aliran darah dalam tubuh pasien tanpa invasif dan dapat membantu dalam diagnosis kondisi medis yang berkaitan dengan peredaran darah.



**Gambar 10.2** Alat Fetal Doppler

Fetal Doppler adalah alat diagnostik yang digunakan untuk mendeteksi denyut jantung bayi yang berada dalam kandungan. Denyut Jantung Janin (DJJ) adalah sebuah indikator dalam sebuah pemeriksaan kandungan yang menandakan bahwa ada kehidupan di dalam kandungan seorang ibu sehingga alat fetal doppler yang digunakan harus menampilkan BPM yang akurat agar tidak ada kesalahan dalam pemeriksaan janin. Untuk itu harus dilakukan kalibrasi

pada fetal doppler dengan alat kalibrator yaitu fetal simulator, menurut standar alat di Loka Pengamanan Fasilitas Kesehatan (LPFK) output yang digunakan diantaranya 60, 90, 120, 150, 180 dan 240 BPM.

Mesin fetal doppler pada dasarnya terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut:

1. Probe Transduser, yang berfungsi mengirim dan menerima gelombang suara.
2. Central Processing Unit (CPU), yang melakukan semua perhitungan dan berisi sumber daya untuk computer dan probe transduser.
3. Pulsa Control Transduser, berfungsi mengubah amplitudo, frekuensi dan durasi dari pulsa yang diemisikan dari probe transduser.
4. Monitor, yang menampilkan dan memperagakan kandungan, kelenjar prostat, perut, kandungan dan gambar dari data ultrasonik yang telah diproses oleh CPU.
5. Keyboard, untuk memasukan data dan mengambil hasil pengukuran untuk ditampilkan dan diperagakan.
6. Piranti Penyimpan (disket, CD), diperlukan untuk menyimpan gambar yang dibutuhkan.
7. Printer, untuk mencetak gambar dari tampilan dan peragaan data.

#### **D. Suction**

Suction adalah suatu tindakan untuk membersihkan jalan nafas dengan memakai kateter penghisap melalui nasotrakeal tube (NTT), orotracheal tube (OTT), traceostomy tube (TT) pada saluran pernafasan bagian atas. Suction melibatkan pembuatan perbedaan tekanan antara dua ruang, yang menyebabkan aliran atau hisapan dari ruang dengan tekanan tinggi ke ruang

dengan tekanan rendah. Dalam aplikasi medis, alat hisap umumnya menggunakan pompa atau mesin untuk menciptakan perbedaan tekanan untuk menarik cairan atau udara dari suatu area tertentu.

Tujuan utama dari prosedur suction adalah untuk menghilangkan cairan, bahan padat, atau debris dari suatu area tertentu, baik itu dalam konteks medis, industri atau lingkungan lainnya. Beberapa tujuan umum dilakukannya suction sebagai berikut:

#### 1. Dalam Konteks Medis

- a. Pembedahan: Menghilangkan darah, cairan tubuh atau debris dari area operasi agar dokter dapat bekerja dengan lebih baik dan mengurangi risiko infeksi.
- b. Manajemen Saluran Napas: Membersihkan lendir, darah atau bahan lainnya dari saluran pernapasan untuk membantu pasien bernapas dengan lebih baik.
- c. Aspirasi Cairan: Mengeluarkan cairan dari lambung, trakea atau paru-paru yang mungkin menjadi hambatan bagi fungsi pernapasan normal.
- d. Pemeriksaan Medis: Dalam pengambilan sampel cairan tubuh untuk diuji, seperti biopsi cairan atau pengambilan sampel cairan amnion dalam amniosentesis.

#### 2. Dalam Konteks Industri dan Lingkungan Lainnya

- a. Pembersihan dan Perawatan: Menghilangkan debu, partikel atau bahan lain yang mengganggu atau berpotensi merusak peralatan, mesin atau lingkungan kerja.
- b. Manufaktur dan Proses Produksi: Dalam industri makanan, kimia atau manufaktur, penggunaan suction

membantu dalam menghilangkan limbah atau material yang tidak diinginkan dari proses produksi.

- c. Penyedotan dan Pengangkutan: Dalam proses pembuangan limbah, membersihkan genangan air atau memindahkan cairan dari satu tempat ke tempat lain.

### 3. Tujuan Umum

**Kebersihan dan Sterilisasi:** Membersihkan area tertentu untuk menjaga kebersihan, mencegah kontaminasi atau memastikan sterilisasi di lingkungan medis. Pada dasarnya, tujuan utama dari suction adalah untuk membersihkan area tertentu dari bahan-bahan yang tidak diinginkan agar proses medis, industri atau lingkungan dapat berjalan dengan baik dan aman.

Dalam dunia medis, terdapat beberapa jenis alat suction yang digunakan untuk berbagai tujuan. Berikut adalah beberapa jenis utama dari suction yang digunakan dalam konteks medis:

#### 1. Suction Konvensional

- a. Suction Bedah (Surgical Suction): Suction Yankauer: Alat hisap yang digunakan selama prosedur pembedahan untuk menghilangkan darah, cairan atau debris dari area operasi. Alat ini memiliki ujung berbentuk semacam leher gelas yang digunakan untuk membersihkan luka.
- b. Suction untuk Saluran Napas: 1) Suction Endotrakeal: Alat hisap yang digunakan dalam mengeluarkan lendir, darah, atau cairan dari saluran napas bagian atas pasien yang terpasang dengan tabung endotrakeal. 2) Suction Intrapulmoner: Digunakan untuk menghilangkan lendir

atau cairan dari saluran napas dalam pasien yang terpasang dengan tabung endotrakeal.

## 2. Suction Khusus

- a. Suction Gastrointestinal : Suction Gastrointestinal: Alat yang digunakan untuk menghisap cairan dari lambung atau usus selama prosedur medis tertentu seperti endoskopi atau pemeriksaan pencernaan.
- b. Suction Trauma atau Darurat : Suction untuk Darurat: Alat hisap portable yang digunakan dalam situasi darurat seperti pada resusitasi atau penanganan keadaan gawat darurat untuk membersihkan saluran napas.

## 3. Vacum Aspirators: Obstetric Vacuum Aspirator

Digunakan selama proses persalinan, khususnya dalam situasi persalinan yang sulit, untuk membantu dalam pengangkatan bayi dari rahim.

## 4. Suction Ultrasonik: Ultrasonic Aspirator

Alat yang menggunakan teknologi ultrasonik untuk memecah dan menghisap jaringan dalam prosedur neurokirurgi, terutama untuk pengangkatan tumor otak.

Setiap jenis suction memiliki peran dan aplikasi spesifik dalam penggunaannya dalam konteks medis. Penggunaan alat suction medis yang tepat sangat penting dalam prosedur medis untuk menjaga kebersihan, menghilangkan cairan atau debris, dan memastikan keberhasilan prosedur medis secara keseluruhan.

## **Open Suction dan Close Suction**

Open suction dan closed suction adalah dua teknik yang berbeda dalam prosedur hisapan pada saluran napas atau luka

pada pasien. Kedua teknik ini memiliki perbedaan dalam cara pelaksanaan dan penggunaannya.

### 1. Open Suction

Open suction adalah teknik di mana selama proses hisapan, selang hisap (suction catheter) dimasukkan ke dalam saluran napas atau luka dan kemudian disambungkan langsung ke alat hisap eksternal (biasanya dihubungkan ke vakum eksternal) dengan cara melepas selang hisap dari alat penyedot setelah selesai prosedur hisap. Setelah selesai hisap, selang hisap ditarik keluar dari saluran napas atau luka.

### 2. Closed Suction

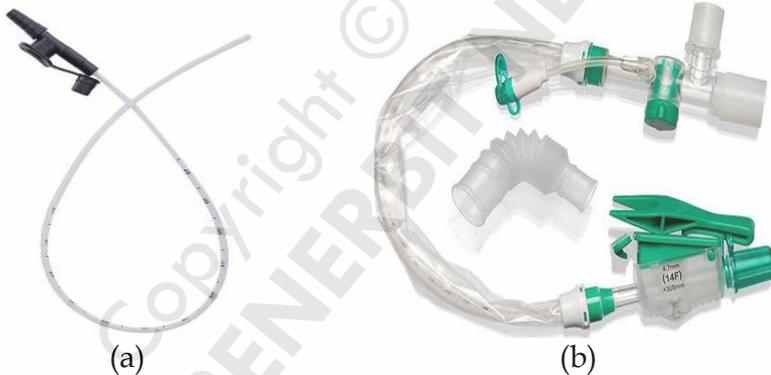
Closed suction melibatkan penggunaan sistem tertutup untuk prosedur hisap. Ini dilakukan dengan menggunakan kateter hisap khusus yang memiliki lubang atau saluran internal yang tertutup. Kateter ini terhubung dengan sistem tertutup yang memungkinkan penggunaan hisap tanpa perlu memasukkan atau melepas kateter dari saluran napas atau luka. Selama proses hisap, cairan atau lendir dihisap ke dalam kateter dan sistem tertutup memungkinkan untuk menghilangkan benda asing tanpa membuka saluran napas secara langsung.

Perbedaan Utamanya, sebagai berikut:

1. Ketahanan terhadap Kontaminasi: Closed suction lebih terlindungi dari kontaminasi udara luar daripada open suction karena proses hisapnya dilakukan dalam sistem tertutup yang mengurangi risiko paparan bakteri atau benda asing dari lingkungan.

2. **Kenyamanan Pasien:** Closed suction memungkinkan hisap berkali-kali tanpa perlu memasukkan ulang kateter ke saluran napas atau luka yang dapat lebih nyaman bagi pasien.

Kedua teknik ini digunakan dalam konteks perawatan medis, dan pemilihan teknik biasanya tergantung pada kondisi pasien, prosedur medis yang dilakukan serta kebutuhan pengelolaan kebersihan dan penanganan saluran napas atau luka. Biasanya, closed suction lebih sering digunakan pada pasien yang memerlukan ventilasi mekanis atau perawatan intensif di unit perawatan intensif (ICU) untuk mengurangi risiko kontaminasi dan gangguan pada pasien yang lebih lemah atau rentan.



**Gambar 10.3** *Open Suction* (a) dan *Close Suction* (b)

Ukuran selang kateter (suction catheter) yang digunakan dalam prosedur hisap (suction) dapat bervariasi tergantung pada kebutuhan pasien dan jenis prosedur medis yang dilakukan. Ukuran kateter hisap biasanya diukur dalam ukuran French (Fr) yang mengacu pada diameter lumen dalam kateter tersebut.

Berikut adalah beberapa ukuran umum untuk selang kateter hisap yang digunakan dalam konteks medis:

1. Untuk hisap saluran napas pada orang dewasa, kateter hisap yang umumnya digunakan memiliki ukuran sekitar 12 Fr hingga 18 Fr, tergantung pada kebutuhan dan kondisi pasien.
2. Pada bayi atau anak-anak, ukuran kateter hisap yang lebih kecil, seperti sekitar 6 Fr hingga 10 Fr, seringkali lebih cocok karena saluran napas yang lebih kecil.

Pemilihan ukuran kateter hisap yang tepat penting untuk memastikan efektivitas prosedur hisap tanpa menyebabkan cedera atau ketidaknyamanan berlebihan pada pasien. Dokter atau petugas medis yang melakukan prosedur hisap biasanya akan memilih ukuran kateter yang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan pasien tertentu.

### **Ukuran Tekanan Suction**

Ukuran tekanan suction yang digunakan dalam prosedur hisap (suction) pada pasien juga sangat penting dan harus disesuaikan dengan kebutuhan serta kondisi pasien. Tekanan suction yang terlalu tinggi dapat menyebabkan trauma pada jaringan yang dihisap, sementara tekanan yang terlalu rendah mungkin tidak cukup efektif dalam menghilangkan cairan atau lendir yang ada.

Pengaturan tekanan suction biasanya dilakukan dalam satuan tertentu seperti milimeter raksa (mmHg) atau dalam skala tertentu pada alat hisap medis. Beberapa pedoman umum terkait pengaturan tekanan suction meliputi:

1. Hisap Saluran Napas
  - a. Dewasa: Biasanya, tekanan suction yang umumnya digunakan berkisar antara 80 mmHg hingga 150

mmHg tergantung pada kebutuhan individu pasien dan jenis prosedur medis yang dilakukan.

- b. Anak-anak dan Bayi: Untuk pasien yang lebih kecil, tekanan suction yang digunakan biasanya lebih rendah berkisar antara 60 mmHg hingga 100 mmHg.

## 2. Hisap Cairan di Luka atau Area Operasi

- a. Pengaturan tekanan suction dapat bervariasi tergantung pada jenis luka, tingkat cairan yang perlu dihilangkan dan kondisi pasien.
- b. Dalam kasus operasi, dokter atau petugas medis yang melakukan prosedur akan menyesuaikan tekanan suction sesuai dengan kondisi spesifik dari operasi yang dilakukan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- a. Penyesuaian Individu: Setiap pasien memiliki kebutuhan yang berbeda. Oleh karena itu, tekanan suction harus disesuaikan dengan kondisi pasien secara individual.
- b. Monitoring Terus-Menerus: Penting untuk terus memantau respon pasien terhadap prosedur hisap dan memodifikasi tekanan suction sesuai kebutuhan.
- c. Pemilihan Alat yang Tepat: Penggunaan alat hisap medis yang sesuai dan memiliki pengaturan tekanan yang akurat juga sangat penting.

Pengaturan tekanan suction yang tepat adalah bagian integral dari prosedur hisap medis. Hal ini diperlukan untuk memastikan efektivitas prosedur tanpa menyebabkan kerusakan atau ketidaknyamanan berlebihan pada pasien.

Rumus konversi dari satuan mmHg ke satuan Kpa adalah  $1 \text{ mmHg} = 0,133 \text{ Kpa}$  dan rumus konversi satuan mmHg ke cmHg adalah  $1 \text{ mmHg} = 0,1 \text{ cmHg}$ . Pada penelitiannya, Anang (2014) mengungkapkan bahwa tekanan suction yang paling tepat adalah antara 80-100 mmHg karena tekanan tersebut aman untuk melakukan suction karena penurunan saturasi oksigen yang terjadi tidak terlalu besar.

## **E. Vacum Ekstraksi**

### **1. Pengertian Ekstraksi Vakum**

Ekstraksi vakum adalah prosedur medis yang digunakan dalam proses persalinan untuk membantu kelahiran bayi dengan menggunakan alat vakum extractor. Prosedur ini dilakukan ketika persalinan alami memerlukan bantuan tambahan untuk menarik bayi keluar dari rahim ibu. Ekstraksi vakum merupakan metode yang digunakan sebagai upaya terakhir dalam membantu persalinan alami. Prosedur ini biasanya dilakukan dengan hati-hati untuk mengurangi risiko dan komplikasi, namun penggunaannya harus dipertimbangkan secara hati-hati oleh tenaga medis yang berpengalaman. Proses ekstraksi vakum sebagai berikut:

#### **a. Indikasi**

Biasanya, ekstraksi vakum dipertimbangkan jika proses persalinan alami mengalami kesulitan atau lambat, namun tidak memerlukan operasi Caesar.

#### **b. Pemilihan Pasien**

Tidak semua persalinan memerlukan ekstraksi vakum. Biasanya, dokter mempertimbangkan kondisi ibu

dan bayi serta progressi persalinan sebelum memutuskan untuk menggunakan alat vakum extractor.

c. Penggunaan Alat Vakum

Alat vakum extractor terdiri dari cangkir plastik yang ditempatkan pada kepala bayi yang telah mencapai titik tertentu di dalam jalan lahir. Alat ini terhubung ke pompa vakum yang menciptakan tekanan negatif dan membantu dalam menarik bayi keluar.

d. Prosedur

Alat vakum ditempatkan pada kepala bayi dan dihubungkan ke pompa vakum. Kemudian, dengan kontraksi ibu, dokter menarik atau mendorong bayi keluar dengan hati-hati dan terkontrol.

Hal-hal yang perlu diperhatikan di antaranya:

a. Keamanan

Meskipun ekstraksi vakum merupakan metode bantu kelahiran yang umum, prosedur ini harus dilakukan oleh dokter atau petugas medis yang berpengalaman untuk mengurangi risiko komplikasi pada bayi maupun ibu.

b. Risiko dan Komplikasi

Meskipun jarang terjadi, ekstraksi vakum dapat menyebabkan beberapa risiko seperti memar kepala bayi, kerusakan kulit kepala, perdarahan atau luka di rahim ibu.

c. Alternatif lain

Jika ekstraksi vakum tidak berhasil atau tidak dianjurkan, prosedur persalinan lain seperti penarikan forceps atau operasi caesar mungkin menjadi alternatif yang dipertimbangkan.

2. Alat-alat Ekstraksi Vakum

Alat-alat yang digunakan dalam prosedur ekstraksi vakum (vacuum extraction) terdiri dari beberapa komponen yang membentuk sistem untuk menarik bayi keluar selama proses persalinan. Berikut adalah beberapa alat yang digunakan dalam ekstraksi vakum:

a. Vakum extractor

Alat ini merupakan bagian utama dari prosedur ekstraksi vakum yang terdiri dari beberapa bagian:

- 1) Cangkir Vakum (Vacuum Cup): Cangkir plastik yang di tempatkan pada kepala bayi dan menempel menggunakan vakum untuk membantu menarik bayi keluar.
- 2) Penutup Vakum (Vacuum Cap): Komponen yang menutupi cangkir vakum untuk mempertahankan tekanan vakum selama proses pengeluaran bayi.
- 3) Selang Vakum (Vacuum Tubing): Menyambungkan cangkir vakum ke sumber tekanan negatif yang dihasilkan oleh pompa vakum.

b. Pompa vakum

Pompa ini menghasilkan tekanan negatif yang dibutuhkan untuk menciptakan hisapan di dalam

cangkir vakum, memungkinkan untuk menarik bayi keluar dengan lembut dan terkontrol. Pompa ini juga dapat memiliki pengaturan untuk mengontrol kekuatan tekanan hisapan yang dihasilkan.

c. Penyangga dan pegangan

- 1) Penyangga: Alat ini biasanya digunakan untuk membantu mempertahankan posisi cangkir vakum pada kepala bayi selama prosedur ekstraksi.
- 2) Pegangan: Perangkat untuk memastikan bahwa petugas medis dapat menarik bayi keluar secara tepat dan terkendali selama prosedur.

d. Alat pengukur dan pengontrol

Manometer: Alat pengukur tekanan yang membantu petugas medis mengontrol kekuatan tekanan hisapan yang diberikan oleh alat vakum.

e. Perlengkapan tambahan

Perlindungan Kepala Bayi: Kadang-kadang, selain cangkir vakum, perlindungan tambahan seperti topi pelindung atau bantalan lembut digunakan untuk melindungi kulit kepala bayi selama ekstraksi.

Alat-alat ini membentuk sistem yang digunakan oleh dokter atau petugas medis yang berpengalaman selama prosedur ekstraksi vakum untuk membantu kelahiran bayi dengan aman dan terkendali. Penting untuk menggunakan alat-alat ini dengan hati-hati dan oleh tenaga medis yang terlatih agar prosedur tersebut berhasil dan mengurangi risiko komplikasi.



**Gambar 10.4** Alat Ekstraksi Vakum

### 3. Keuntungan Tindakan Ekstraksi Vakum

Penggunaan ekstraksi vakum harus dipertimbangkan secara hati-hati oleh tenaga medis yang berpengalaman. Meskipun memiliki beberapa keuntungan, prosedur ini juga memiliki risiko komplikasi yang harus dipertimbangkan, termasuk risiko cedera pada bayi dan ibu. Keputusan penggunaan ekstraksi vakum harus mempertimbangkan manfaat dan risiko yang terkait dengan kondisi spesifik persalinan dan keadaan pasien.

Prosedur ekstraksi vakum (*vacuum extraction*) dalam konteks persalinan memiliki beberapa keuntungan yang bisa menjadi pertimbangan bagi dokter atau petugas medis saat memutuskan metode bantu kelahiran. Beberapa keuntungan dari tindakan ekstraksi vakum meliputi:

#### a. Alternatif terhadap operasi caesar (C-section)

Menghindari Prosedur Operasi Caesar: Ekstraksi vakum dapat menjadi alternatif bagi wanita yang tidak memenuhi syarat atau ingin menghindari operasi Caesar. Operasi Caesar memiliki pemulihan yang lebih lama dan risiko komplikasi tertentu.

b. Proses persalinan yang lebih cepat

Menambahkan Bantuan dalam Proses Persalinan: Saat proses persalinan alami terhambat atau lambat, ekstraksi vakum dapat membantu dalam menarik bayi keluar dengan cepat, mengurangi waktu persalinan.

c. Pengurangan risiko ibu dan bayi

- 1) Risiko Penurunan Fetal Distress: Dalam situasi di mana detak jantung janin menunjukkan tanda-tanda yang memerlukan bantuan, ekstraksi vakum dapat membantu mengurangi risiko distress janin dan membantu dalam kelahiran yang cepat.
- 2) Mengurangi Risiko Infeksi: Dibandingkan dengan operasi, ekstraksi vakum mungkin mengurangi risiko infeksi pada ibu karena tidak melibatkan insisi pada rahim.

d. Pemulihan ibu yang lebih cepat

Pemulihan yang Lebih Cepat: pasca persalinan, pemulihan ibu mungkin lebih cepat karena tidak melibatkan prosedur bedah besar seperti pada operasi caesar.

e. Penurunan risiko cedera kepala bayi

Cedera Kepala yang Lebih Rendah: Dibandingkan dengan penarikan dengan forceps, ekstraksi vakum mungkin memiliki risiko cedera kepala yang lebih rendah bagi bayi.

#### 4. Kerugian Ekstraksi Vakum

Prosedur ekstraksi vakum (vacuum extraction) dapat memberikan manfaat, tetapi juga memiliki potensi risiko atau kerugian yang perlu dipertimbangkan oleh dokter atau petugas medis sebelum melakukan tindakan tersebut. Beberapa kerugian dari ekstraksi vakum meliputi:

##### a. Risiko cedera bayi

- 1) Cedera pada Kepala Bayi: Penggunaan alat vakum extractor dapat menyebabkan cedera pada kepala bayi, termasuk luka kulit kepala, memar atau pembengkakan karena tekanan yang diberikan oleh alat tersebut.
- 2) Cedera pada Bagian Tubuh Lain: Selain kepala, penggunaan alat vakum juga berpotensi menyebabkan cedera pada bagian tubuh lain bayi seperti bahu atau leher.

##### b. Kegagalan proses persalinan

Gagalnya Proses Persalinan: Ada kemungkinan bahwa meskipun menggunakan alat vakum, proses persalinan tetap tidak berhasil dan akhirnya memerlukan operasi Caesar (C-section) yang menyebabkan penundaan dan risiko tambahan.

##### c. Risiko untuk ibu

Risiko Luka pada Jalan Lahir: Penggunaan alat vakum extractor dapat menyebabkan luka atau robekan pada jalan lahir ibu yang dapat memerlukan perawatan tambahan setelah persalinan.

d. Perdarahan

Perdarahan: Proses ekstraksi vakum juga berpotensi menyebabkan perdarahan pada ibu setelah persalinan yang memerlukan perhatian medis.

e. Infeksi

Risiko Infeksi: Meskipun risikonya lebih rendah daripada operasi Caesar, ekstraksi vakum juga memiliki risiko terjadinya infeksi pada ibu.

f. Gangguan pada alat vakum

Gangguan Teknis: Kadang-kadang, alat vakum yang digunakan dapat mengalami gangguan teknis, seperti kegagalan hisap atau pelepasan cangkir vakum secara tidak terduga.

Keputusan untuk menggunakan ekstraksi vakum harus didasarkan pada evaluasi yang cermat terhadap kondisi ibu, kondisi janin, kemajuan persalinan serta pengalaman dokter atau petugas medis yang melakukan tindakan tersebut. Risiko dan manfaat prosedur ini harus diperhitungkan dengan cermat agar dapat menghasilkan keputusan terbaik bagi ibu dan bayi.

5. Indikasi dan Kontraindikasi Persalinan dengan Tindakan Vakum Ekstraksi

Indikasi atau alasan untuk melakukan prosedur vakum ekstraksi (*vacuum extraction*) selama persalinan adalah ketika proses persalinan alami memerlukan bantuan tambahan untuk membantu kelahiran bayi. Di sisi lain, kontraindikasi atau kondisi yang membuat tindakan ini

tidak dianjurkan atau tidak aman untuk dilakukan juga perlu diperhatikan.

Indikasi untuk ekstraksi vakum, sebagai berikut:

- a. Proses Persalinan yang Lambat atau Tertunda: Ketika proses persalinan alami mengalami hambatan atau lambat tanpa adanya progressi yang memadai selama fase pengeluaran.
- b. Kondisi Kesehatan Janin yang Memerlukan Bantuan: Ketika terdapat tanda-tanda distres janin atau masalah kesehatan yang memerlukan bantuan cepat untuk mengekstraksi bayi.
- c. Kondisi Ibu yang Memerlukan Bantuan Tambahan: Misalnya, kelelahan ekstrem pada ibu atau kondisi medis tertentu yang membuat proses persalinan menjadi sulit.
- d. Proses Persalinan yang Tidak Lancar setelah Pemberian Anestesi Epidural: Terkadang, setelah pemberian anestesi epidural, proses persalinan menjadi lambat dan memerlukan bantuan tambahan.

Kontraindikasi untuk ekstraksi vakum, sebagai berikut:

- a. Kondisi Fetal Tidak Cocok: Saat bayi memiliki kondisi tertentu yang membuat ekstraksi vakum berisiko tinggi bagi kesehatannya, seperti posisi kepala bayi yang tidak cocok untuk penggunaan alat vakum.
- b. Gagalnya Presentasi Kepala Bayi: Jika kepala bayi tidak terletak dengan benar untuk penggunaan alat vakum atau ada masalah dengan posisi bayi.
- c. Gagalnya Proses Persalinan: Jika sudah terdapat tanda-tanda bahwa proses persalinan tidak akan berhasil bahkan dengan bantuan ekstraksi vakum.

- d. Kelainan Struktural atau Medis pada Jalan Lahir: Ada kelainan struktural atau kondisi medis pada jalan lahir ibu yang membuat penggunaan alat vakum berisiko tinggi.

Keputusan untuk menggunakan atau tidak menggunakan ekstraksi vakum selama persalinan harus didasarkan pada evaluasi yang hati-hati terhadap kondisi ibu dan bayi serta pengalaman dan keterampilan dokter atau petugas medis yang terlibat dalam proses persalinan. Dokter atau bidan yang merawat ibu hamil akan mengevaluasi kasus secara individual sebelum memutuskan untuk melakukan ekstraksi vakum.

## 6. Syarat Ekstraksi Vakum

Prosedur ekstraksi vakum (*vacuum extraction*) adalah teknik bantu persalinan yang dapat digunakan dalam kondisi tertentu. Terdapat beberapa syarat atau kondisi tertentu yang harus dipenuhi sebelum melakukan tindakan ekstraksi vakum. Berikut adalah beberapa syarat umum yang diperlukan sebelum melakukan ekstraksi vakum:

- a. Kepala bayi dalam presentasi yang tepat
  - 1) Kepala Bayi telah Turun: Kepala bayi harus sudah turun ke panggul (*engaged*) dan siap untuk dilahirkan.
  - 2) Presentasi Kepala: Dalam kondisi persalinan normal, syarat utama adalah presentasi kepala bayi untuk memudahkan penggunaan alat vakum *extractor*.

b. Evaluasi fetal dan kondisi ibu

- 1) Evaluasi Fetal: Evaluasi janin harus menunjukkan kondisi yang memungkinkan untuk melakukan ekstraksi vakum tanpa risiko yang terlalu tinggi bagi bayi, termasuk penilaian detak jantung janin dan kesehatan bayi secara keseluruhan.
- 2) Evaluasi Kesehatan Ibu: Kondisi kesehatan ibu juga harus dievaluasi untuk memastikan bahwa ibu dapat menangani prosedur ekstraksi vakum dengan aman.

c. Kemajuan persalinan yang cukup

Pemantauan Kemajuan Persalinan: Persalinan harus sudah mencapai tahap yang memungkinkan untuk menggunakan ekstraksi vakum, seperti fase pengeluaran (expulsion) yang sesuai.

d. Pengalaman dan keterampilan dokter atau petugas medis

Keterampilan Dokter atau Petugas Medis: Prosedur ekstraksi vakum harus dilakukan oleh dokter atau petugas medis yang berpengalaman dan terlatih dalam penggunaan alat vakum extractor.

e. Kesiapan ibu

Persetujuan Ibu: Penting untuk mendapatkan persetujuan dan pemahaman dari ibu terkait prosedur ekstraksi vakum sebelum tindakan dilakukan.

Syarat-syarat ini adalah pertimbangan penting sebelum melakukan ekstraksi vakum untuk meminimalkan risiko dan memastikan keberhasilan prosedur dengan

selamat bagi ibu dan bayi. Penilaian dan evaluasi kondisi ibu dan janin yang teliti sebelum melakukan prosedur ekstraksi vakum sangat penting.

## 7. Persiapan Operasi Ekstraksi Vakum

Sebelum melakukan operasi ekstraksi vakum (*vacuum extraction*), persiapan yang teliti dan pemahaman yang baik tentang prosedur ini penting untuk memastikan keberhasilan tindakan serta keselamatan ibu dan bayi. Berikut adalah beberapa persiapan yang umumnya dilakukan sebelum operasi ekstraksi vakum:

### a. Evaluasi awal

Evaluasi Kondisi Ibu dan Janin: Dokter atau petugas medis akan melakukan evaluasi terhadap kesehatan ibu dan janin untuk memastikan bahwa kondisi kesehatan mereka memungkinkan untuk melakukan ekstraksi vakum tanpa risiko yang terlalu tinggi.

### b. Persiapan ruangan dan alat

- 1) Kesiapan Alat: Memastikan ketersediaan alat-alat yang diperlukan, termasuk vakum extractor, pompa vakum, cangkir vakum serta alat pengukur tekanan yang diperlukan untuk memantau prosedur.
- 2) Sterilitas: Mempersiapkan ruang operasi yang bersih dan steril untuk mengurangi risiko infeksi bagi ibu dan bayi.

### c. Persetujuan dan pemahaman

Persetujuan Pasien: Mendapatkan persetujuan informir dari ibu terkait prosedur ekstraksi vakum dan

memastikan bahwa dia memahami risiko dan manfaat dari tindakan tersebut.

d. Penjelasan prosedur

Pemahaman Prosedur: Dokter atau petugas medis akan menjelaskan prosedur ekstraksi vakum secara detail kepada ibu termasuk apa yang diharapkan dan bagaimana tindakan tersebut akan dilakukan.

e. Persiapan psikologis

Dukungan Emosional: Memberikan dukungan emosional dan informasi yang cukup kepada ibu untuk menenangkan dan mempersiapkan mentalnya menjelang prosedur.

f. Tim medis yang terlatih

Tim Medis yang Siap: Pastikan tim medis terlatih dan siap untuk bekerja sama dalam melakukan prosedur ekstraksi vakum dengan lancar.

g. Pengukuran awal

Pengukuran Dasar: Melakukan pengukuran dasar seperti detak jantung janin, tekanan darah, dan evaluasi kondisi persalinan sebelum memulai prosedur.

h. Alat pencegah dan perlindungan bayi

Memastikan perlindungan pada kepala bayi dengan menempatkan perlindungan khusus seperti topi pelindung sebelum menggunakan alat vakum.

Persiapan yang cermat dan komprehensif sebelum operasi ekstraksi vakum sangat penting untuk

meminimalkan risiko dan memastikan keberhasilan prosedur. Hal ini juga penting untuk memastikan keselamatan ibu dan bayi serta hasil yang optimal dari prosedur tersebut.

#### 8. Teknik Ekstraksi Vakum

- a. Setelah persiapan, penolong memilih *cup* yang dapat dipasang pada kepala janin.
- b. Cup dimasukan secara obstetris menuju kepala janin dan dipasang sedemikian sehingga tidak menjepit serviks uteri.
- c. Bila cup vakum terpasang dan tangan masih di dalam, lakukan pemompaan tekanan negative sampai mencapai 7,5-15 kg/cm<sup>2</sup>.
- d. Setiap penurunan 0,2 kg/cm<sup>2</sup> dikerjakan dalam waktu 2 menit (untuk terjadinya pembentukan kaput sucsedaneum diperlukan waktu antara 15-30 menit).
- e. Dilakukan pemeriksaan apakah terdapat bagian serviks yang terjepit antara cup dan kepala janin.
- f. Setelah pemeriksaan dilakukan tarikan vakum pada waktu bersamaan dengan His dan mengejan sehingga tarikan melalui vakum merupakan kekuatan tambahan.
- g. Bila pembukaan belum lengkap di lakukan dilatasi serviks secara paksa sambil melakukan tarikan cup alat ekstraksi vakum.
- h. Tarikan dilakukan sesuai dengan mekanisme persalinan normal dengan hipomoklion sebagai titik putarnya. Setelah kepala lahir, cup di lepaskan dan kepala janin dilakukan sesuai dengan mekanisme persalinan normal (Manuaba, 2010:485).

## **F. Alat Monitoring Kesejahteraan Janin**

Metode medis dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori utama: metode invasive dan non-invasive. Ini mencakup berbagai teknik atau pendekatan dalam dunia kedokteran yang memiliki dampak yang berbeda pada pasien dan prosedur pengujian. Penjelasan singkat tentang keduanya sebagai berikut:

### **1. Metode Invasif**

Metode Invasif ini melibatkan penetrasi atau masuknya alat atau bahan ke dalam tubuh pasien. Ini bisa melalui kulit, membran mukosa, atau organ internal. Beberapa contoh meliputi:

- a. Biopsi: Pengambilan sampel jaringan atau sel dari organ atau area tertentu dalam tubuh untuk tujuan analisis atau pemeriksaan lebih lanjut.
- b. Pemasangan Kateter: Penyisipan tabung tipis (kateter) ke dalam pembuluh darah atau saluran kemih untuk memungkinkan pengiriman obat-obatan, drainase atau pengukuran tekanan.
- c. Prosedur Bedah: Termasuk operasi terbuka dan prosedur invasif lainnya yang memerlukan sayatan atau penetrasi jaringan untuk diagnosis atau pengobatan.

### **2. Metode Non-Invasif**

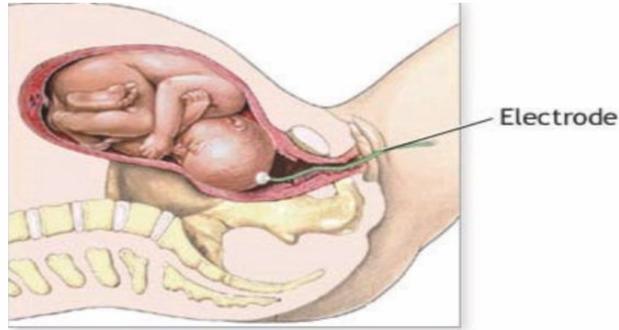
Metode Non-Invasif ini tidak memerlukan penetrasi atau gangguan pada integritas tubuh pasien. Contoh metode non-invasif di antaranya yaitu:

- a. *Ultrasonografi*: Menggunakan gelombang suara tinggi (ultrasonik) untuk membuat gambar organ dalam tubuh.
- b. MRI (*Magnetic Resonance Imaging*): Teknik pencitraan menggunakan medan magnet dan gelombang radio untuk menghasilkan gambar organ dan struktur tubuh.
- c. Pemeriksaan Darah Non-Invasif: Misalnya, pengukuran tekanan darah, pemeriksaan kadar gula darah atau analisis darah rutin.
- d. Monitor Kardiotokografi: Alat yang mencatat detak jantung janin dan kontraksi rahim ibu selama kehamilan atau persalinan.

Metode non-invasif sering lebih aman, memiliki waktu pemulihan yang lebih cepat dan memiliki risiko yang lebih rendah dibandingkan dengan metode invasif. Namun, tergantung pada kebutuhan diagnostik atau intervensi medis yang spesifik, sering kali kedua jenis pendekatan ini diperlukan untuk memberikan informasi yang lengkap atau perawatan yang tepat bagi pasien.

- a. *Internal electronic fetal monitoring*

Pada Tindakan ini pemeriksaan denyut jantung janin dilakukan langsung dari kulit kepala janin. Merupakan Tindakan *invasive* dengan cara memecahkan kulit ketuban. Hasilnya berupa grafik gambar EKG (elektrokardiografi) berupa gelombang PQRS dan T. Dari gambar ini dapat dilihat kondisi denyut jantung janin normal dan abnormal.

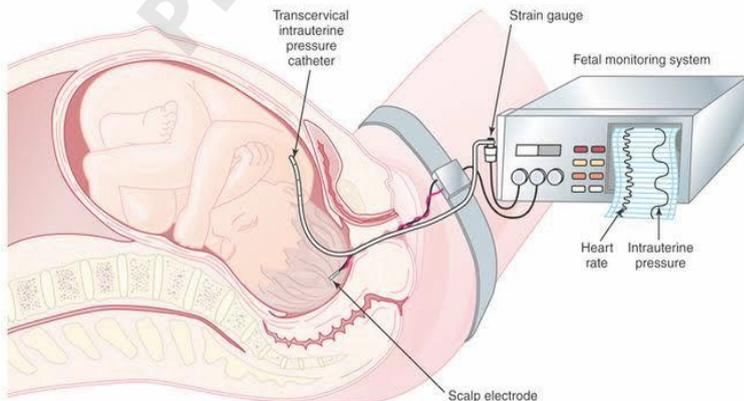


Internal fetal monitoring

**Gambar 10.5** *Internal Electronic Fetal Monitoring*

b. *Internal electronic contraction monitoring*

Merupakan tindakan invasive dengan cara memecahkan kulit ketuban. Pemeriksaan tekanan intra uterin langsung di dalam ketuban. Teknologi ini digunakan apabila dokter tidak mendapatkan bacaan yang baik dari pemeriksaan eksternal electronic monitoring biasa dikenal dengan Non Stress Test. Dokter akan memasang elektroda kebagian tubuh bayi yang paling dekat dengan pembukaan serviks biasanya adalah kepala bayi. Dokter juga menyisipkan kateter tekanan kedalam rahim untuk memantau kontraksi.



**Gambar 10.6** *Internal Electronic Contraction Monitoring*

c. *Non stress test*

Pemeriksaan *Non Stress Test* (NST) adalah cara pemeriksaan janin dengan menggunakan kardiotokografi (CTG), pada usia kehamilan  $\geq 26$  minggu. Merupakan Tindakan non-invasif. Pemeriksaan ini bertujuan untuk melihat interaksi antara perubahan denyut jantung dengan gerakan janin. Pemeriksaan ini dapat dilakukan baik pada saat kehamilan maupun persalinan. Pemeriksaan frekuensi denyut nadi melalui Doppler Ultrasound, bersamaan dengan tekanan otot Rahim.



**Gambar 10.7** *Non Stres Test* (NST)

Fungsi dari NST ini adalah:

- 1) Untuk menilai gambaran Denyut Jantung Janin (DJJ) dalam hubungannya dengan gerakan atau aktivitas janin. Adapun penilaian NST dilakukan terhadap frekuensi dasar DJJ (baseline), variabilitas (variability) dan timbulnya akselerasi yang sesuai dengan gerakan atau aktivitas janin (Fetal Activity Determination/FAD).
- 2) Untuk menilai bayi masih merespon stimulus secara normal dan bayi menerima cukup oksigen.

Umumnya biasanya di lakukan pada usia kandungan minimal 26-28 minggu atau kapanpun sesuai dengan kondisi bayi.

- 3) Yang dinilai adalah gambaran DJJ dalam hubungannya dengan gerakan atau aktivitas janin. Pada janin sehat yang bergerak aktif dapat dilihat peningkatan frekuensi denyut jantung janin. Sebaliknya jika janin kurang baik, pergerakan bayi tidak di ikuti oleh peningkatan frekuensi denyut jantung janin.

Aktivitas dinamika jantung dipengaruhi oleh sistem saraf autonom yaitu simpatis dan parasimpatis. Bunyi jantung dasar dan variabilitas dari jantung janin normal terjadi bila oksigenasi jantung normal. Bila cadangan plasenta untuk nutrisi (oksigen) cukup, maka stress intrinsik (gerakan janin) akan menghasilkan akselerasi bunyi jantung janin dan stress ekstrinsik (kontraksi rahim) tidak akan mengakibatkan deselerasi.

d. Ultrasonografi

Ultrasonografi (USG) adalah suatu alat dalam dunia kedokteran yang memanfaatkan gelombang ultrasonik, yaitu gelombang suara yang memiliki frekuensi yang tinggi (250 kHz - 2000 kHz) yang kemudian hasilnya ditampilkan dalam layer monitor. Pemantuan menggunakan USG ini dapat dilakukan pada kehamilan 12 minggu. Tetapi pemantuan menggunakan USG ini disarankan untuk tidak dilakukan sering kali, biasanya dianjurkan pada awal kehamilan dan akhir kehamilan.



Gambar 10.8 Alat USG

#### Jenis-jenis Pemeriksaan USG

1) USG 2 dimensi

Menampilkan gambar dua bidang (memanjang dan melintang). Kualitas gambar yang baik sebagian besar keadaan janin dapat ditampilkan.

2) USG 3 dimensi

Dengan alat USG ini maka ada tambahan 1 bidang gambar lagi yang disebut koronal. Gambar yang tampil mirip seperti aslinya. Permukaan suatu benda (dalam hal ini tubuh janin) dapat dilihat dengan jelas. Begitupun keadaan janin dari posisi yang berbeda. Ini dimungkinkan karena gambarnya dapat diputar (bukan janinnya yang diputar).

3) USG 4 dimensi

Sebetulnya USG 4 dimensi ini hanya istilah untuk USG 3 dimensi yang dapat bergerak (live

3D). Kalau gambar yang diambil dari USG 3 dimensi statis, sementara pada USG 4 dimensi, gambar janinnya dapat “bergerak”. Jadi pasien dapat melihat lebih jelas dan membayangkan keadaan janin dalam rahim.



**Gambar 10.9** USG 4D

Copyright ©  
PENERBIT

### Latihan Soal

1. Sebutkan alat-alat kesejahteraan janin!
2. Jelaskan tentang *electrocardiography* (ECG)!
3. Jelaskan penggunaan fetal doppler?
4. Jelaskan indikasi dan kontraindikasi dari penggunaan suction!
5. Jelaskan perbedaan masing-masing dari jenis USG!

~oOo~

Copyright © 2024  
PENERBIT NEM

# **APLIKASI FISIKA KESEHATAN DALAM PRAKTIK PELAYANAN KEBIDANAN**

## **BAB 11**

### **A. Pelayanan Kebidanan**

Pelayanan kebidanan adalah serangkaian layanan yang disediakan oleh bidan atau tenaga kesehatan terlatih lainnya dalam rangka merawat dan mendukung kesehatan perempuan sepanjang siklus kehidupan mereka termasuk saat hamil, melahirkan dan masa pasca persalinan. Beberapa aspek yang mencakup pelayanan kebidanan sebagai berikut:

1. Pelayanan Antenatal (Sebelum Persalinan)
  - a. Pemeriksaan Kesehatan: Penilaian kesehatan ibu hamil untuk memastikan perkembangan janin yang sehat dan mendeteksi potensi risiko selama kehamilan.
  - b. Pendidikan Kesehatan: Memberikan informasi kepada ibu hamil tentang perawatan prenatal, nutrisi, persiapan persalinan dan tanda-tanda bahaya yang harus diwaspadai.
2. Pelayanan Persalinan
  - a. Bantuan Persalinan: Mendukung proses persalinan, memberikan bantuan dan merawat ibu saat proses persalinan berlangsung.
  - b. Monitor Janin: Memantau kesehatan janin selama proses persalinan, mengidentifikasi potensi komplikasi dan mengambil tindakan yang tepat jika dibutuhkan.

3. Pelayanan Postnatal (Pasca Persalinan)

- a. Perawatan Pasca Persalinan: Memberikan perawatan pada ibu dan bayi setelah persalinan untuk memastikan pemulihan yang optimal.
- b. Pemberian ASI: Memberikan dukungan dan bimbingan dalam pemberian ASI (Air Susu Ibu) serta perawatan bayi baru lahir.

4. Konseling dan Pendidikan

- a. Konseling Kesehatan Reproduksi: Memberikan konseling tentang perencanaan keluarga, kehamilan yang sehat, dan perawatan ibu dan bayi.
- b. Pendidikan Kesehatan: Menyediakan informasi kepada pasien tentang kesehatan reproduksi, pola hidup sehat dan pentingnya perawatan kesehatan rutin.

5. Penyuluhan Masyarakat

Program Pencegahan: Mengembangkan program kesehatan masyarakat untuk mencegah penyakit, meningkatkan kesadaran kesehatan ibu dan anak serta mengurangi angka kematian ibu dan bayi.

6. Peran dalam Tim Kesehatan

Kolaborasi dengan Tenaga Medis Lain: Berkolaborasi dengan dokter, perawat dan tenaga medis lainnya dalam tim kesehatan untuk memberikan perawatan yang holistik.

Pelayanan kebidanan melibatkan banyak aspek yang mencakup pendidikan, perawatan, dukungan emosional dan upaya pencegahan untuk memastikan kesehatan optimal bagi ibu dan bayi sepanjang proses kehamilan, persalinan, dan masa pasca persalinan.

## **B. Fisika Kesehatan dalam Layanan Kebidanan**

Penerapan Fisika Kesehatan dalam layanan kebidanan membantu dalam pemantauan, diagnosis, perawatan dan pemulihan selama siklus kehamilan, persalinan dan pasca persalinan. Hal ini memainkan peran penting dalam mendukung kesehatan ibu dan bayi serta memastikan proses kebidanan berjalan dengan aman dan efektif. Fisika Kesehatan memiliki peran yang signifikan dalam layanan Kebidanan dengan memberikan kontribusi melalui aplikasi prinsip-prinsip Fisika untuk meningkatkan perawatan kesehatan perempuan selama siklus kehidupan mereka.

1. **Ultrasonografi: Pemeriksaan Kehamilan:** Penggunaan ultrasonografi dalam mendeteksi kehamilan, memantau pertumbuhan janin, menilai kesehatan janin dan mengidentifikasi masalah potensial selama kehamilan.
2. **Monitor Kardiotokografi (CTG): Pantauan Detak Jantung Janin:** Penerapan monitor kardiotokografi untuk memantau detak jantung janin selama kehamilan dan persalinan, membantu dalam mengevaluasi kondisi janin dan reaksi terhadap kontraksi rahim.
3. **Pemeriksaan Tekanan Darah:** Pengukuran Tekanan Darah: Menggunakan prinsip Fisika untuk mengukur tekanan darah ibu hamil untuk memantau kesehatan ibu dan janin.
4. **Prinsip Tekanan dalam Proses Persalinan:** Pemahaman Tekanan: Bidan menggunakan pemahaman tentang tekanan dalam membantu ibu selama proses persalinan terutama dalam memandu teknik-teknik bernapas yang tepat.
5. **Pemahaman Fisika Aspek Posisi dan Gerakan:** Optimasi Posisi Persalinan: Pengetahuan tentang Fisika membantu dalam mengevaluasi posisi terbaik bagi ibu untuk

memfasilitasi proses persalinan yang lebih nyaman dan efisien.

6. Manajemen Suhu: Pemantauan Suhu: Pengukuran suhu tubuh ibu dan bayi baru lahir untuk memantau kondisi kesehatan dan memastikan kenyamanan termal.
7. Pendekatan Teknologi Medis: Penggunaan Perangkat Medis: Implementasi teknologi medis seperti pompa infus, monitor detak jantung dan alat bantu lainnya yang didasarkan pada prinsip-prinsip Fisika untuk mendukung perawatan ibu dan bayi.
8. Terapi dan Pemulihan: Terapi Fisik: Bidan juga dapat menggunakan terapi fisik yang didasarkan pada prinsip-prinsip fisika untuk membantu pemulihan pasca persalinan, misalnya dalam memfasilitasi proses penyembuhan luka caesar.

Dalam praktik Kebidanan, Fisika Kesehatan dapat digunakan untuk memahami berbagai fenomena Fisika yang terjadi selama kehamilan, persalinan dan pasca persalinan. Beberapa aplikasi Fisika dalam praktik Kebidanan antara lain:

1. Pengaturan suhu tubuh (termoregulasi)
2. Pengaturan cairan tubuh, ekskresi dan biomekanika
3. Penggunaan alat medis seperti USG, CT-scan dan MRI
4. Termodinamika dan penerapan energi panas dalam pengobatan.

Berikut adalah beberapa cara pengaplikasian Fisika Kesehatan dalam praktik Kebidanan:

1. Pengaturan suhu tubuh (termoregulasi): Fisika Kesehatan dapat digunakan untuk memahami bagaimana tubuh manusia mengatur suhu tubuhnya dan

bagaimana perubahan suhu tubuh dapat memengaruhi kesehatan ibu dan bayi selama kehamilan, persalinan dan pasca persalinan.

2. Pengaturan cairan tubuh, ekskresi dan biomekanika: Fisika Kesehatan dapat digunakan untuk memahami bagaimana tubuh manusia mengatur cairan tubuh, ekskresi dan biomekanika selama kehamilan, persalinan dan pasca persalinan.
3. Penggunaan alat medis seperti USG, CT-scan dan MRI: Fisika Kesehatan dapat digunakan untuk memahami prinsip kerja alat medis seperti USG, CT-scan dan MRI sehingga dapat membantu para tenaga medis dalam melakukan diagnosis dan pengobatan.
4. Termodinamika dan penerapan energi panas dalam pengobatan: Fisika Kesehatan dapat digunakan untuk memahami prinsip termodinamika dan penerapan energi panas dalam pengobatan seperti penggunaan terapi panas untuk mengatasi nyeri persalinan.
5. Hidrodinamika untuk memahami aliran darah dalam tubuh ibu hamil dan bayi serta aliran cairan ketuban selama kehamilan: Hidrodinamika dapat digunakan untuk memahami bagaimana aliran darah dalam tubuh ibu hamil dan bayi serta aliran cairan ketuban selama kehamilan.

### **C. Peralatan Elektronik dalam Layanan Kebidanan**

Dalam layanan Kebidanan, terdapat berbagai peralatan elektronik yang digunakan untuk membantu memantau kesehatan ibu dan bayi selama kehamilan, persalinan dan pasca persalinan. Beberapa peralatan elektronik yang umum digunakan dalam layanan Kebidanan meliputi:

1. Monitor Kardiotokografi (CTG)

Pemantau Detak Jantung Janin: Monitor CTG digunakan untuk memantau detak jantung janin dan kontraksi rahim ibu. Ini membantu dalam mengevaluasi respons janin terhadap kontraksi serta menilai kesehatan janin selama persalinan.

2. Ultrasonografi

Pemeriksaan Kehamilan: Alat ultrasonografi digunakan untuk mendeteksi kehamilan, memantau pertumbuhan janin, menilai kesehatan janin dan mengidentifikasi masalah potensial selama kehamilan.

3. Elektrokardiogram (EKG/ECG)

Pemantauan Detak Jantung Ibu: Alat EKG digunakan untuk memonitor detak jantung ibu hamil untuk menilai kesehatan kardiovaskular ibu.

4. Alat Pemantau Tekanan Darah

Pengukuran Tekanan Darah: Alat elektronik untuk pengukuran tekanan darah digunakan untuk memantau tekanan darah ibu selama kehamilan, persalinan dan pasca persalinan.

5. Infus Pump

Pemberian Cairan dan Obat: Infus pump elektronik digunakan untuk memberikan cairan intravena atau obat-obatan yang diperlukan selama proses persalinan atau pemulihan pasca persalinan.

6. Alat Pemantauan Suhu

Termometer Elektronik: Digunakan untuk memantau suhu ibu dan bayi baru lahir untuk memastikan kondisi kesehatan dan kenyamanan termal.

7. Peralatan Pemantauan Respirasi

- a. Oksimeter: Untuk memonitor tingkat oksigen dalam darah ibu dan bayi.
- b. Monitor Respirasi: Untuk memantau pola pernapasan ibu dan bayi selama proses persalinan atau pasca persalinan.

8. Alat Pemantauan Kadar Glukosa

Glukometer: Untuk memantau kadar glukosa dalam darah ibu yang memiliki diabetes gestasional.

9. Perangkat Elektronik untuk Terapi atau Pemulihan

- a. Stimulator Kontraksi: Dalam beberapa kasus, peralatan elektronik digunakan untuk merangsang atau mengatur kontraksi selama persalinan.
- b. Pompa Payudara Elektronik: Untuk membantu pada proses pemberian ASI (Air Susu Ibu).

Peralatan elektronik ini membantu bidan dan tenaga medis lainnya dalam memantau kondisi kesehatan ibu dan bayi serta menyediakan perawatan yang tepat dan terkendali selama proses kehamilan, persalinan dan pasca persalinan.

### Latihan Soal

1. Jelaskan aspek-aspek dalam pelayanan kebidanan!
2. Jelaskan peran Fisika Kesehatan dalam pelayanan kebidanan!
3. Jelaskan beberapa peralatan elektronik yang digunakan dalam pelayanan kebidanan!
4. Jelaskan tentang perangkat elektronik untuk terapi dan pemulihan!

~oOo~

Copyright © 2024  
PENERBIT NEM

## DAFTAR PUSTAKA

- Andari, R. (2022). *Bab 2 Besaran, Satuan dan Dimensi Besaran, Fisika Dasar pada Industri*.
- Astawa, I. P. A. (2014). *Bahan Ajar Kimia Biofisik Panas Tubuh*. Bali: Universitas Udayana.
- Cameron, R. J., dkk. (2006). *Fisika Tubuh Manusia*. Jakarta: EGC.
- Chiharu. (2018). *Gelombang dan Ultrasonik dalam Kebidanan*. Retrieved From Academia.
- Chotimatul, H. (2011). *Pengaruh Tekanan dalam Ilmu Kebidanan*. Jakarta.
- Errika, W. (2020). *Aplikasi Fisika dalam Praktek Kebidanan*. Esa Unggul.
- Fadel. (2019). *Penerapan Biomekanika dalam Kesehatan*. Jakarta.
- Gabriel, J. F. (1988). *Fisika Kesehatan*. Denpasar: EGC.
- Gabriel. (1988). *Fisika Kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Gafar, P. (2020). *Buku Ajaran Kedokteran Forensik dan Medikolegal*. Medan: UMSU Press.
- Ganong, W. (2003). *Review of Medical Phsiology, 21st ed*. California: Mc-Graw Hill company.
- Geby, K. S. (2019). *Gaya Pada Tubuh*. Jakarta.
- Graha, A. S. (2010). Adaptasi Suhu Tubuh terhadap Latihan dan Efek Cedera di Cuaca Panas dan Dingin. *Jurnal Olahraga Prestasi*.

- Hartono. (1985). *Mengenalkan Alat-alat Kesehatan dan Kedokteran*. Jakarta: CV Timur Raya.
- Herlina, S. (2018). *Asuhan Kebidanan Berkelanjutan*, 38-41.
- Ilham, A. E. Z. (2021). *Dasar-dasar Elektronika Medik*. Malang: Ahlimedika Book.
- Imami, N. R. (2023). *Assessment of The Fetal Status*. Jakarta.
- Irawati, D. R. (2014). *Analisis Penguasaan Konsep Fisika pada Pokok Bahasan Besaran dan Satuan Kelas X SMA Negeri 1 Sale Rembang*.
- Irmalia, S. F., & T. A. (2017). *Teknologi Pemantauan Kesejahteraan Janin di Indonesia*.
- James, G. (n.d). *Skofrinick. Fisika Tubuh Manusia Edisi 2 (Physics Of The Body)*. Florida State University Talase.
- John, E. H. (2019). *Gyuton dan Hall Buku Ajaran Fisiologi Kedokteran*. Elsevier Health Sciences.
- John, R. (2006). *Cameron Fisika Tubuh Manusia (Physics of the Body)*. Jakarta: Perpustakaan Nasional.
- Jumini, S. (2018). *Fisika Kedokteran*. Penerbit Mangku Bumi.
- Kasper, D., Fauci, A., Longo, D., Braunwald, E., Hauser, S., & Jameson, J. (2005). *Harrison's Principles of Internal Medicine*, 16th ed. New York: McGraw-Hill Companies.
- Kukus, Y., Supit, W., & Lintong, F. (2009). Suhu Tubuh: Homeostasis dan Efek terhadap Kinerja Tubuh Manusia. *Jurnal Biomedik*, 1(2), 108-110.
- Loseta, F. P. (2022). *Pengertian Gelombang, Jenis Gelombang, Cepat Rambat Gelombang*. Retrieved From Aku Pintar.
- Maria, F., Sister, A., & Annisa, M. (2022). *Ilmu Biomedik Dasar untuk Mahasiswa Kesehatan*. Pekalongan: PT Nasya Expanding Management.

- Mega, A. P., & S. K. (2022). *Buku Ajar: Ilmu Biomedik Dasar*. Jawa Timur: Uwais Inspirasi Indonesia.
- Nana, M. (2021). *Fisika Kesehatan*. Jawa Tengah: Lakeisha.
- Nana. (2021). *Fisika Kesehatan*. Klaten: Lakeisha
- Nasution, N. (2023). *Elektrodinamika*. Media Sains Indonesia.
- Putri, M., & R. F. (2021). *Ajuisisi Sinyal Electrocardiography (ECG) Berbasis Arduino*.
- Rahma, A. (2013). *Aplikasi Gaya dalam Dunia Kesehatan*. Jakarta.
- Ratih, L. (2018). *Dasar Listrik dan Elektronika*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- Ratin, N. (2015). *Termodinamika*. Bali: Universitas Udayana.
- Reski A. (2020). *Aplikasi Fisika Kesehatan dalam Praktik Kebidanan*. Yogyakarta.
- Roderick, M., & Grant. (n.d). *Fisika Tubuh Manusia Edisi 2 (Physics Of The Body)*. Granville, Ohio: Denison University.
- Rodiani, M. S. (2019). *Prinsip Kerja Ultrasonografi Doppler Pada Kehamilan*. JK Unila.
- Ruslan, H., Ahmad., & Handoko, R. (2007). *Fisika Kesehatan*. Yogyakarta: Mitra Cendikia Press.
- Sri, J. M. (2018). *Fisika Kedokteran*. Jawa Tengah: Mangku Bumi.
- Supardi, S., Poerwono, P., Kaban, H., & Cahyati, N. (2021). Identifikasi Pemahaman Mahasiswa terhadap Besaran Vektor dan Besaran Skalar Pada Konsep Momentum dan Energi. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 8(2), 127-135.
- Suritno. (2015). *Tindakan Suction Endotracheal*. Yogyakarta.

Utomo, K. S. (2014). Redefinisi Besaran Kerja, Daya dan Energi Sebagai Besaran Vektor. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 16(1), 39-50.

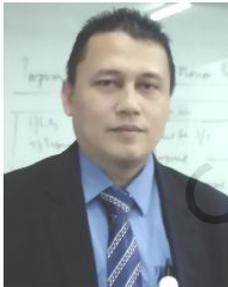


Copyright © 2024  
PENERBIT NEM

## Tentang Penulis



**Siti Mardhatillah Musa, S.ST., M.Keb.** lahir di Kota Baubau, Sulawesi Tenggara. Penulis menyelesaikan pendidikan DIV Bidan Pendidik di STIKes Mega Rezky Makassar pada tahun 2014. Kemudian melanjutkan program Magister di Universitas Hasanuddin dan menyangang gelar Magister Ilmu Kebidanan tahun 2018. Penulis pernah bekerja menjadi Bidan UPTD Puskesmas Wajo Baubau tahun 2014-2016. Selain itu, penulis juga pernah bergabung di Klinik Pratama Az-Zahra 2 Kota Tangerang (Maret 2021-November 2023). Aktivitas penulis saat ini bekerja sebagai dosen tetap di Universitas Muhammadiyah Tangerang untuk Program Studi Sarjana Kebidanan dan Pendidikan Profesi Bidan (sejak tahun 2019 sampai sekarang).



**Wahidin, SKM., S.Sos., MKM., M.Si.** lahir di Rancah, Kabupaten Ciamis, Jawa Barat. Penulis menyelesaikan pendidikannya di FISIP Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin (lulus tahun 2001), STIKes Mitra Ria Husada Jakarta (lulus tahun 2008), Universitas Respati Indonesia Jakarta (lulus tahun 2012), Universitas Prof. Dr. Hamka (lulus tahun 2018), dan saat ini sedang menempuh pendidikan S3 Kesehatan Masyarakat di Universitas Negeri Semarang. Penulis pernah bekerja di beberapa perusahaan dan pendidikan sektor swasta sebagai konsultan dan tenaga pengajar di beberapa perguruan tinggi di Jabodetabek. Aktivitas penulis saat ini yaitu bekerja sebagai konsultan, penulis, dosen tetap Prodi Kebidanan FIKes Universitas Muhammadiyah Tangerang dan beberapa perguruan tinggi yang ada di Jabodetabek.



**Bdn. Eka Mardiana Afrilia, S.ST., MKM.** dikenal sebagai anak sulung dan ibu dari dua anak (Qyka dan Queena) yang lahir di Ciledug, Kota Tangerang. Penulis menyelesaikan pendidikan DIII Kebidanan pada tahun 2009 dan DIV Bidan Pendidik di STIKes Muhammadiyah Tangerang pada tahun 2010 yang sekarang sudah berubah menjadi Universitas Muhammadiyah Tangerang, di mana tempat pertama kali mengabdikan dalam dunia pendidikan setelah bekerja di pelayanan sebelumnya (PMB. Nurliza, RS Buah Hati Pamulang, RSIA Aqidah). Kemudian penulis melanjutkan program Magister di Universitas Prof. Dr. Hamka dan menyanggah gelar Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat pada tahun 2016. Selain bergabung di Klinik Pratama Alyssa Medika Kota Tangerang (sejak tahun 2013 hingga sekarang), penulis juga menggeluti pelayanan komplementer dan sebagai praktisi di klinik tersebut, di antaranya Pelayanan Holistik Mom and Baby Treatment hingga Aesthetic. Penulis bergelut di dunia pendidikan dari tahun 2011 sampai sekarang. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen tetap sekaligus pegawai struktural di Universitas Muhammadiyah Tangerang selaku Sekretaris Program Studi Pendidikan Profesi Bidan.



**Murni Lestari, S.ST., M.Keb.** lahir di Jakarta pada tanggal 29 Agustus 1992. Penulis menyelesaikan pendidikan DIV Bidan Pendidik di STIKes Mega Rezky Makassar pada tahun 2014. Kemudian melanjutkan program Magister di Universitas Hasanuddin dan menyanggah gelar Magister Ilmu Kebidanan tahun 2018. Penulis pernah bekerja menjadi bidan di Puskesmas Ngali, Kota Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat tahun 2014-2016. Aktivitas penulis saat ini bekerja sebagai dosen tetap di Universitas Muhammadiyah Tangerang di Fakultas Ilmu Kesehatan Program Studi Sarjana Kebidanan dan Pendidikan Profesi Bidan (dari tahun 2019 sampai sekarang).

# FISIKA KESEHATAN

Buku “Fisika Kesehatan” menyediakan pemahaman menyeluruh tentang konsep fisika yang esensial dalam perawatan kesehatan, khususnya kebidanan dan keperawatan. Terdiri dari sebelas bab, buku ini mengkaji topik-topik yang relevan dengan aplikasi klinis.

- Bab 1** : **Pendahuluan.** Menguraikan pentingnya fisika dalam kesehatan dan bagaimana konsep fisika diterapkan dalam teknologi medis dan praktik klinis.
- Bab 2** : **Suhu Tubuh.** Membahas dasar termodinamika, mekanisme pengaturan suhu tubuh, dan pentingnya menjaga suhu dalam perawatan pasien.
- Bab 3** : **Hidrodinamika.** Menjelaskan prinsip hidrodinamika terkait aliran darah dan cairan tubuh, serta dampaknya pada sirkulasi dan fungsi tubuh.
- Bab 4** : **Fenomena Tekanan dalam Tubuh.** Menguraikan konsep tekanan, termasuk tekanan darah dan intra-abdominal, serta peranannya dalam diagnosis dan perawatan.
- Bab 5** : **Besaran Vektor.** Menyajikan konsep dasar besaran vektor dan penggunaannya dalam analisis gerak dan gaya dalam tubuh manusia.
- Bab 6** : **Gaya dalam Tubuh Manusia dan Analisa Kegunaan Klinik.** Membahas gaya-gaya dalam tubuh, seperti gaya otot dan sendi, serta analisis biomekanika untuk memahami gerakan dan posisi tubuh klinis.
- Bab 7** : **Teori Konsep Gelombang dan Ultrasonik.** Menguraikan teori gelombang dan aplikasi ultrasonik dalam teknologi medis, termasuk diagnostik dan terapi.
- Bab 8** : **Teori Konsep Ultrasonik.** Mendalami prinsip kerja ultrasonik dan penggunaannya dalam pencitraan medis, seperti pemantauan janin.
- Bab 9** : **Biomekanika dan Dampaknya dalam Tubuh Manusia.** Membahas penerapan biomekanika dalam analisis pergerakan dan beban tubuh, serta dampaknya pada kesehatan dan cedera.
- Bab 10** : **Prinsip dan Cara Kerja Elektrikal dalam Praktik Kebidanan.** Menguraikan prinsip listrik dan cara kerja perangkat medis elektronik dalam kebidanan, termasuk EKG dan defibrilator.
- Bab 11** : **Aplikasi Fisika Kesehatan dalam Praktik Pelayanan Kebidanan.** Mengintegrasikan konsep-konsep yang telah dibahas dan menunjukkan penerapannya dalam praktik kebidanan sehari-hari melalui contoh kasus dan aplikasi praktis.

Buku ini bertujuan membantu mahasiswa dan praktisi memahami serta menerapkan prinsip fisika dalam konteks klinis, meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keselamatan dalam perawatan kesehatan. Selamat belajar, semoga sukses dalam mempelajari dan menerapkan fisika kesehatan.