



REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

# SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202152944, 7 Oktober 2021

## Pencipta

Nama : **Sanusi Hasibuan, Chairul Azmi dkk**  
Alamat : Jl. Sumantri Brojonegoro No. 36, Kel. Laut Dendang, Kec. Percut Sei Tuan, Deli Serdang, SUMATERA UTARA, 20371  
Kewarganegaraan : Indonesia

## Pemegang Hak Cipta

Nama : **LPPM Universitas Negeri Medan**  
Alamat : Jl. Willem Iskandar / Pasar V, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, Kotak Pos 1589, Kode Pos 20221, Telp. (061) 6613365, Fax. (061) 6614002 / 6613319, Medan, SUMATERA UTARA, 20221  
Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Buku**  
Judul Ciptaan : **ANATOMI BERBANTUAN AUGMENTED REALITY (AR)**  
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali : 7 Oktober 2021, di Medan  
di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia  
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.  
Nomor pencatatan : 000277921

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.  
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL



Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.  
NIP. 196611181994031001

## Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

## LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Sanusi Hasibuan	Jl. Sumantri Brojonegoro No. 36, Kel. Laut Dendang, Kec. Percut Sei Tuan
2	Chairul Azmi	Jl. Willem Iskandar / Pasar V, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, Kotak Pos 1589, Kode Pos 20221, Telp. (061) 6613365, Fax. (061) 6614002 / 6613319
3	Muhammad Faisal Ansari Nasution	Jl. Willem Iskandar / Pasar V, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, Kotak Pos 1589, Kode Pos 20221, Telp. (061) 6613365, Fax. (061) 6614002 / 6613319
4	Muhammad Chairad	Jl. Willem Iskandar / Pasar V, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, Kotak Pos 1589, Kode Pos 20221, Telp. (061) 6613365, Fax. (061) 6614002 / 6613319







# ANATOMI BERBANTUAN AUGMENTED REALITY (AR)



**"Versi Lengkap  
dengan  
Asesmen"**

**Dr. Sanusi Hasibuan, M.Kes**  
**Drs. Chairul Azmi, M.Pd**  
**Muhammad Faisal Ansari Nasution, S.Pd., M.Pd**  
**Muhammad Chairad, S.Pd., M.Pd**

# **ANATOMI Berbantuan AUGMENTED REALITY (AR)**

**Versi Lengkap dengan ASESMEN**

**Dr. Sanusi Hasibuan, M.Kes.**

**Drs. Chairul Azmi, M.Pd**

**Muhammad Faisal Ansari Nasution, S.Pd.M.Pd**

**Muhammad Chairad, S.Pd., M.Pd.**

**Penerbit**



**Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat  
(LPPM) UNIMED**

**2021**



# ANATOMI Berbantuan AUGMENTED REALITY (AR) Versi Lengkap dengan ASESMEN

ISBN

978-623-98051-2-8

Ukuran buku

14,8 x 21,0 cm

155 hlm.

Cetakan I, September 2021

Penulis

Dr. Sanusi Hasibuan, M.Kes.

Drs. Chairul Azmi, M.Pd.

Muhammad Faisal Ansari Nasution, S.Pd.M.Pd.

Muhammad Chairad, S.Pd., M.Pd.

Desain dan Tata Letak

Muhammad Chairad, S.Pd., M.Pd.

Penerbit

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) UNIMED

Jalan Willem Iskandar Psr.V-Kotak Pos No.1589 - Medan 20221

Sanksi Pelanggaran Pasal 72 Undang-undang 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 Rp 1.000.000.000,00 (satu juta), atau pidana penjara paling lama 7 (Tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima milyar rupiah)
2. Barang siapa dengan sengaja menyiratkan, memamerkan, mengedarkan atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karenaNYA buku ajar Anatomi berbantuan *Augmented Reality* (AR) ini selesai disusun. Buku ini disusun untuk membantu para mahasiswa dalam mempelajari struktur tubuh manusia pada matakuliah Anatomi terutama bagi yang belum memahami apa yang dimaksud dengan Anatomi. Dan pada tahun 2021 buku ini direvisi dengan terdapat penambahan asesmen yang dapat digunakan dalam melakukan penilaian. Terimakasih penulis sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Medan dan kepada seluruh pihak terkait yang tidak dapat penulis nyatakan satu persatu yang telah banyak berkontribusi sehingga buku ajar ini selesai.

Penulis menyadari apabila dalam penyusunan buku ini terdapat kekurangan, tetapi penulis meyakini sepenuhnya bahwa sekecil apapun buku ini tetap memberikan manfaat. Semoga buku ajar ini dapat membantu mahasiswa dalam mempelajari matakuliah Anatomi.

Akhir kata guna penyempurnaan buku ini, kritik dan saran dari pembaca sangat penulis nantikan. Atas perhatiannya penulis ucapkan terimakasih.

Medan, 2021

Tim Penulis



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	1
BAB I.....	1
1. Pendahuluan.....	1
2. Osteologi.....	2
3. Skull Cranium (Tengkorak Kepala).....	3
4. Os Sternum (Tulang Dada).....	3
5. Os Costae (Rusuk/Iga).....	4
6. OS METACARPALIA (Tulang Telapak Tangan),.....	10
7. Os Pelvis (Gelang Panggul).....	11
8. Os Pubis (Tulang Kemaluan),.....	11
9. Os Patella, bentuk segitiga.....	14
10. Os Tarsalia (Pangkal Kaki).....	14
11. Os Metatarsalia,.....	15
BAB II.....	17
1. Synarthrosis.....	17
2. Diarthrosis (Sendi Gerak Atas).....	18
3. Titik-Titik Anthropometri.....	36
BAB III.....	39
1. Sistem Persarafan.....	39
2. Fungsi Sistem Persarafan.....	40
3. Struktur Sel Saraf.....	40
BAB IV.....	46
1. Miologi Umum.....	47
2. Otot.....	49
3. Sistem Otot Kerangka / Lurik.....	52
4. Perletakan Otot (Muscular Attachments).....	55
5. Fisiologi Otot.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....	76

# BAB I

## ANATOMI (ANATOMY)

### 1. Pendahuluan

Kata anatomi berasal dari bahasa Yunani (*Greek*) yang asal katanya dari ANATOME, ANA= satu dari yang lain, TOME= memotong, memisahkan/menguraikan sehingga anatomi di Indonesia sering disebut ilmu urai. Anatomi adalah ilmu tentang struktur dan susunan tubuh manusia. Lebih lanjut beberapa ahli mendefinisikan:

1. Werner (1977) menyebutkan “*Human Anatomy is The Science Wich Treats Of The Human Body*”
2. Gartner (1975) menyebutkan “*Anatomy is The Study of Structure and Rorm an Organism, and Human Anatomy Deals with the Structure and Form of Various Parts of The Human Body*”
3. Kimber (1977) menyebutkan “*Anatomy is The Study of The Parts of Living Organism and Their Relationship to Each Other*”

Cara mempelajari Anatomi:

1. Dengan bantuan alat khusus untuk mempelajari organ-organ tubuh yang paling kecil dengan alat pembesar mikroskop (*Anatomy Microscopic*) atau (*Histology*)
2. Dengan cara melihat, meraba, mengamati organ-organ tubuh yang masih utuh maupun yang sudah di urai atau *Grass Anatomy*.

Pembagian ilmu Anatomi:

1. Osteologi (Sistem Pertulangan)
2. Artrologi (Sistem Persambungan dan Persendian)
3. Myologi (Sistem Perototan)
4. Neurologi (Sistem Persyarafan)
5. Angiologi (Sistem Peredaran Darah)



6. Dermatologi (Sistem Selaput)
7. Splanchnologi (Sistem Pencernaan)
8. Endocrinology (Sistem Kelenjar)

## 2. Osteologi

Tulang merupakan jaringan ikat khusus tulang terdiri dari tulang (jaringan oseosa) dan tulang rawan (jaring penyambung dan penyokong).

### 1. Tulang

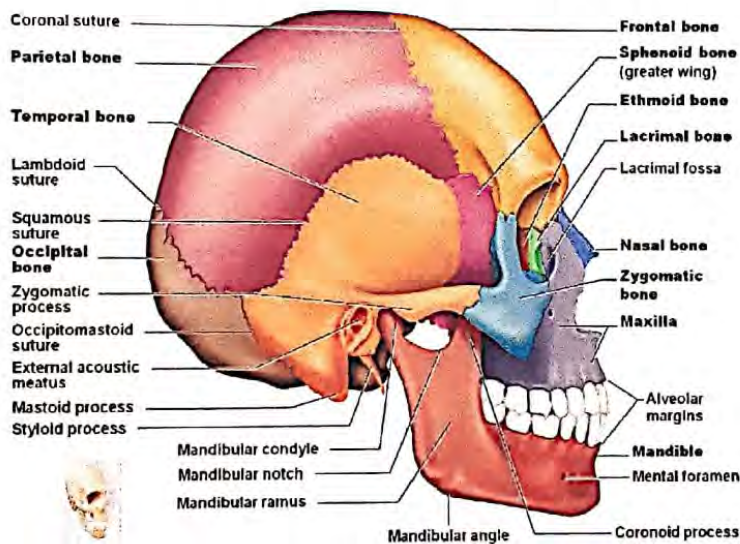
Unsur-unsur tulang adalah Sel (Osteoprogenitor, Osteoblas, Osteosit, Osteoklas), Serat-serat kolagen berfungsi membuat tulang menjadi elastis, Substansi inter seluler atau matriks. Matriks terdiri dari proteglikans yang mengandung kondroitidin sulfat, yang diendapi oleh garam-garam anorganik tertentu, seperti kalsium fosfat 85%, kalsium karbonat 10%, kalsium florida. Bentuk-bentuk tulang adalah (a) tidak beraturan (tulang belakang, sacrum, coccyx), (b) pipih seperti sternum, scapulae, ribs, pelvic, patella, (c) panjang seperti fibula, tibia, femur, humerus, ulna, radius, clavicula, metacarpal, metatarsal, phalanges, (d) pendek seperti carpals, tarsals.

2. Tulang Rawan (Jaringan penyambung dan penyokong) terdiri dari (a) Tulang rawan hialin terdiri dari tulang rawan iga, tulang rawan hidung, laring, trachea, bronchus, kerangka fetus (b) Tulang rawan elastis terdapat pada telinga luar, tuba auditiva, epiglottis, laring (c) Fibrikartilago, terdapat pada tempat yang memerlukan penyokong yang kuat dan daya rentang yang luas, berad pada diskus interklaris, simfisis pubis, diskus intra artikular, bahu dan persendian bahu, paha. Sedangkan fungsi tulang adalah sebagai penunjang tubuh, pembentuk tubuh, proteksi organ-organ dalam, alat gerak/pengungkit, tempat menempel otot dan ligamen, tempat pembuatan darah, tempat penyimpanan zat kapur dan garam-garam.

### 3. Skull Cranium (Tengkorak Kepala)

- (a) Gubah tengkorak terdiri os frontale (tulang dahi), os parietal (tulang ubun-ubun), os occipital (tulang belakang kepala) terdapat foramen magnum= untuk persediaan atlas.
- (b) Dasar tengkorak, terdiri dari os sphenoidale (tulang baji) ditengah dasar tengkorak, seperti kupu-kupu yang mempunyai sayap, os etmoidal (tulang tapis), diantaranya lekuk mata, tegak dan mendatar serta mempunyai lubang kecil yaitu tempat lewat syaraf penciuman.

### Cranium (tengkorak kepala)



(a) External anatomy of the right side of the skull

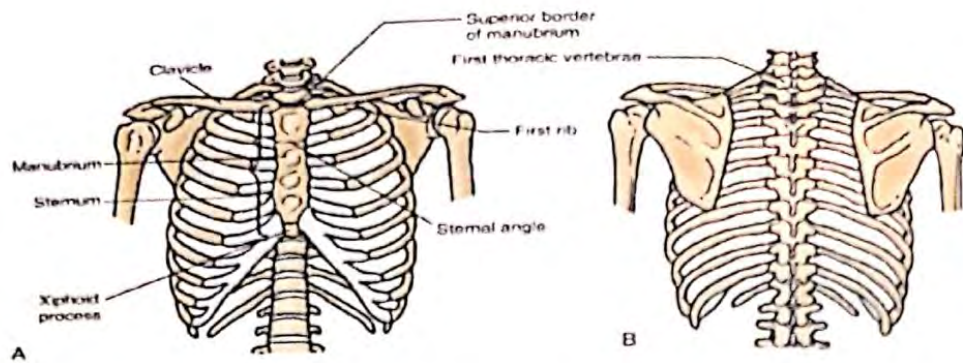
>>Skull full

**Gambar 1.1. Tengkorak kepala**

### 4. Os Sternum (Tulang Dada)

Terdiri dari manubrium sterni, yaitu pembentuk sendi dengan os costae dan os clavícula. Corpus sterni pembentuk sendi dengan costae. Processus xypoid pada bayi berbentuk tulang rawan.



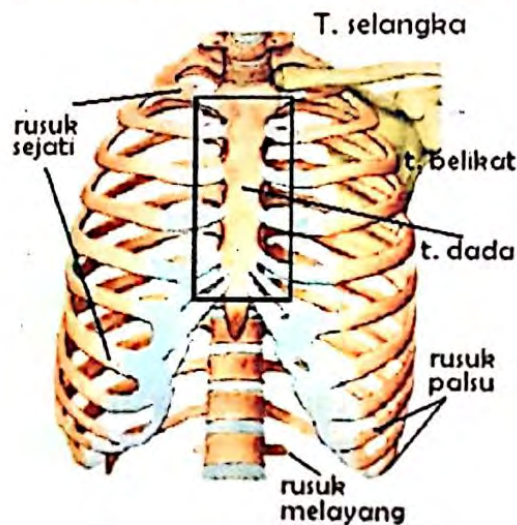


Gambar 1.2. Tulang dada

5. Os Costae (Rusuk/Iga)

Iga berjumlah 12 pasang, sebelah kanan dan kiri depan berhubungan dengan sternum, costae vera atau rusuk sejati berjumlah 7 pasang, costae spurae atau rusuk tidak sejati berjumlah 3 pasang, costae fluitantes atau rusuk melayang berjumlah 2 pasang.

## TULANG RUSUK



<< Ribs

Gambar 1.3. Tulang rusuk

## Scaletum (Tulang Rangka)

Terdiri dari:

- Truncus (batang badan)
- Collumna Vertebralis (ruas tulang belakang)
- Os Costae (tulang rusuk)
- Os Sternum (tulang dada)
- Os Scapula (tulang belikat)
- Os Clavikula (tulang selangka)
- Pelvis (gelang panggul)

## Scaletum Extrimitas (Anggota Gerak)

1. Exterior Superior (Anggota gerak atas) terdiri dari Os Humerus, Os Ulna, Os Radius, Os Carpalia, Os Metacarpalia, Digitorum Manus/Phalanges
2. Exterior Inferior (Anggota gerak bawah) terdiri dari Os Femur, Os Patella, Os Tibia, Os Fibula, OS Tarsalia, Os Metatarsalia, Digitorum Pedis.
3. Cranium /skull (tengkorak kepala) no. 1 dan 3 rangka axialis/poros/sumbu. No.2 rangka apendikularis/penopang.

## Columna Vertebralis



Gambar 1.4. Columna Vertebralis



Mempunyai ciri-ciri corpus, arcus, processus spinosus, processus transversus, processus articularis, foramen vertebrale. Fungsi collumna vertebralis yaitu penahan kepala, melindungi alat alat halus, tempat melekat os costae, penentu sikap tubuh. Susunan columna vertebralis

1. Dihubungkan oleh tulang rawan yang disebut discus sehingga CV bisa bergerak kedepan, belakang dan tegak.
2. Di depan dan belakang terdapat serabut kenyal sebagai penguat CV
3. Ditengah bagian dalam terdapat canali medula spinalis sebagai tempat sumsum tulang belakang.

#### Susunan columna vertebralis

1. Vertebra cervicalis (tulang leher 7 ruas). Ruas I disebut dengan atlas berfungsi mengangguk kepala. Ruas II disebut eppistropheusaxis berfungsi menggerakkan kepala kearah kiri,kanan,atas dan bawah. Ruas VII mempunyai taju yang disebut dengan processus prominent.
2. Vertebra Thoracalis (tulang punggung 12 ruas). Corpus besar dan kokoh, prosesus panjang dan melengkung, tempat membentuk persendian dengan os costae,foramen vertebrata berbentuk bulat.
3. Vertebra lumbalis (tulang pinggang 5 ruas). Corpus paling besar,tebal dan kuat, foramen vertebra berbentuk segitiga, ruas ke V agak menonjol yang disebut promontorium.
4. Vertebra Saklaris (tulang kelangka 5 ruas). 5 ruas menjadi satu, merupakan dinding rongga panggul,terdapat 5 pasang diskus foramen sacralis.
5. Vertebra Cosigis (tulang ekor). 4 ruas menjadi satu, dapat bergerak sedikit karena membentuk persendian dengan Os sacrum.

Susunan CV yang membentuk posisi tubuh yaitu membentuk 2 lengkung kedepan (lordosis cerui cale dan lordosis lumbalis), membentuk 2 lengkung kebelakang (kyposis thoracalis dan kyposis sacralis).Posisi yang abnormal yaitu lordose (lordosis yang berlebihan), kyphose (kiposis yang berlebihan), scoliose

(cacat ke samping).Sendi CV oleh bantalan tulang rawan diantara 2 vertebra dan diikat oleh ligamen.cakram merupakan bantalan tebal dari tulang rawan fibrosa. Gerakan pada CV yaitu, flexi,extensi dan lateral.

### Gelang Bahu

Terdiri dari Scapula (tulang belikat berada dipunggung sebelah luar) berbentuk segitiga, acromion berada pada ujung spina scapula serta berhubungan juga dengan clavicula, clavicula (tulang selangka) bentuk seperti S bagian yang berhubuungan sternum disebut extrimitas sternalis bagian yang berhubungan dengan acromion disebut extrimitas acrominalis.

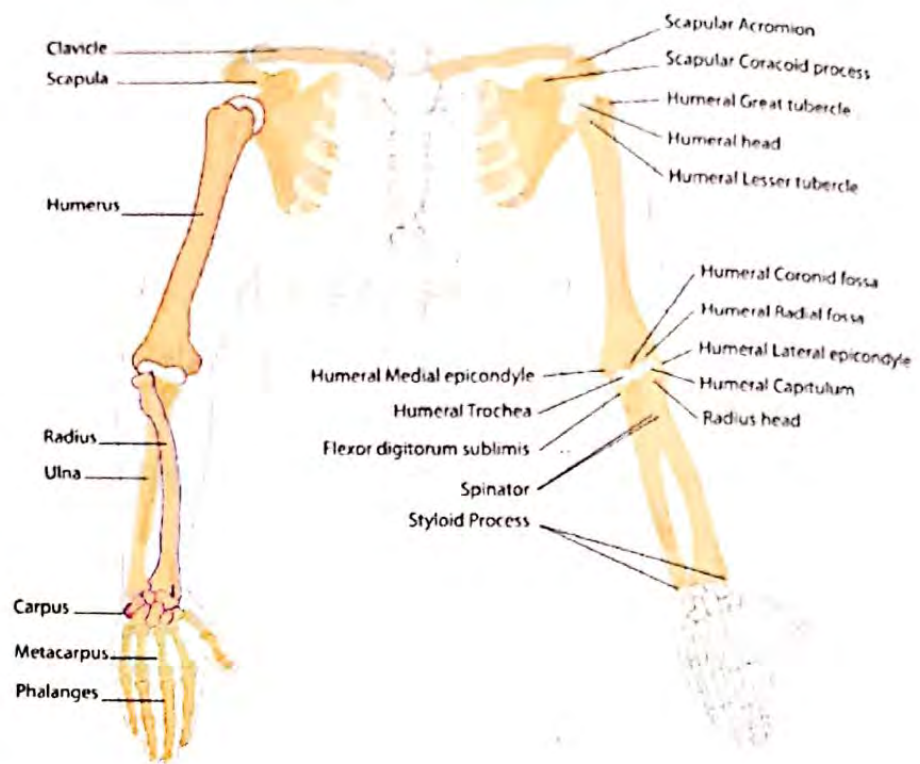


<<Scapula Left

**Gambar 1.5. Gelang bahu**

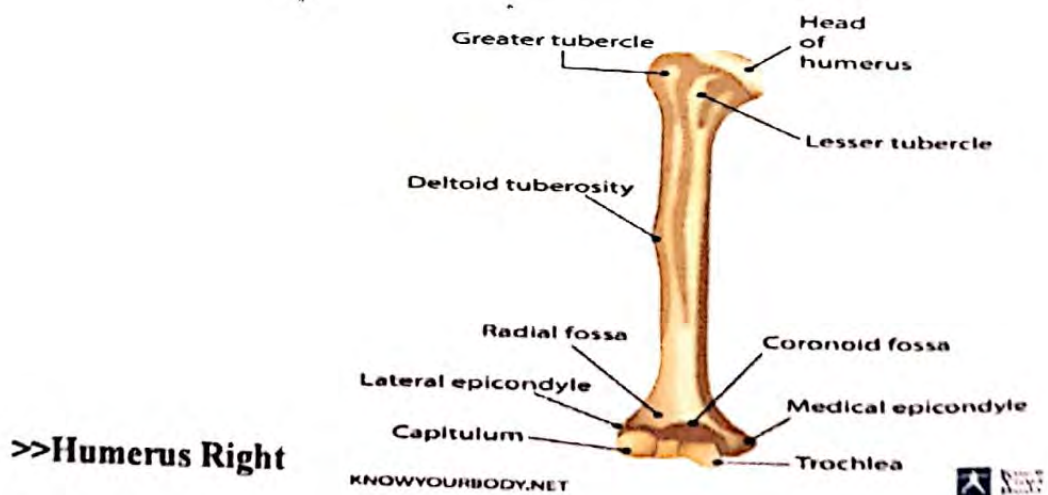
**Scaletum Extrimitas Superior (Anggota Gerak Atas)** diperantara gerak bahu yang terdiri dari humerus, radius, carvalia, metacarvalia, phalanges.





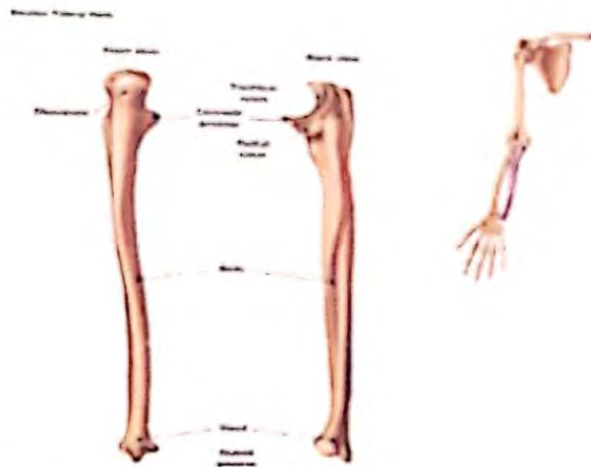
**Gambar 1.6. Anggota gerak atas**

**Humerus**, yang terdiri dari caput humerus, collumna humeri, pada bagian bawah terdiri capitulum, epicondylus, lateralis, medialis, dua lekukan fossa coronoid (depan), fossa olecranon (belakang).



**Gambar 1.7. Humerus**

**Ulna (Tulang Hasta)** sejajar dengan kelingking arah ke siku punya prosesus olekranon, fungsi agar lengan tidak bengkok ke belakang.



>>Ulna Left

**Gambar 1.8. Tulang hasta**

**Radius**, sejajar dengan ibu jari, pada bagian atas bundar untuk gerak supinasi dan pronasi.



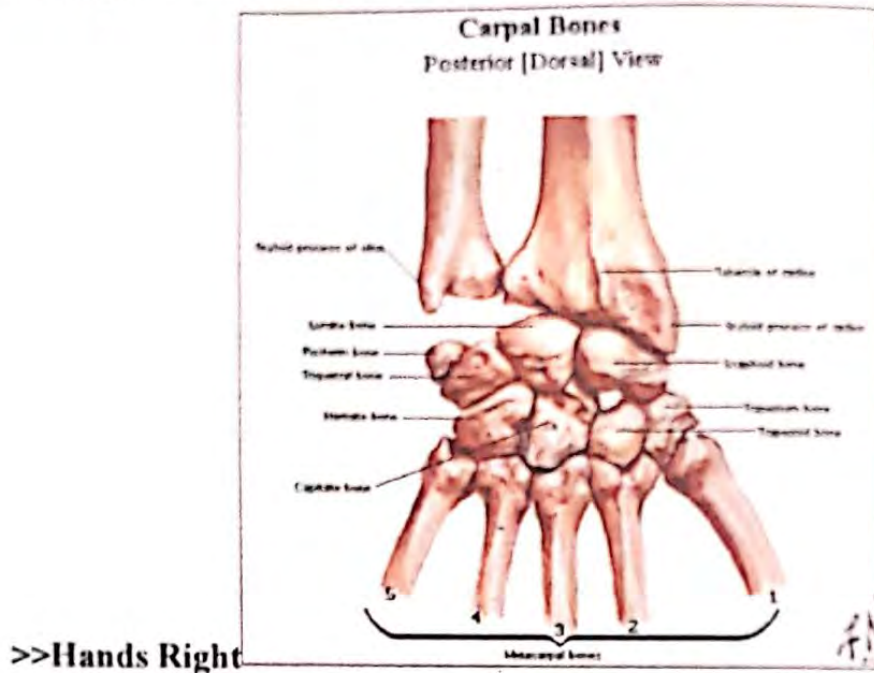
>>Radius

**Gambar 1.9. Tulang radius**

**Carpala**, 8 Buah dan tersusun dua baris yaitu (1) bagian Proximal terdiri dari navikulari (bentuk kepala), lunatum (bulan sabit), tri guatrum (segitiga), fis formis



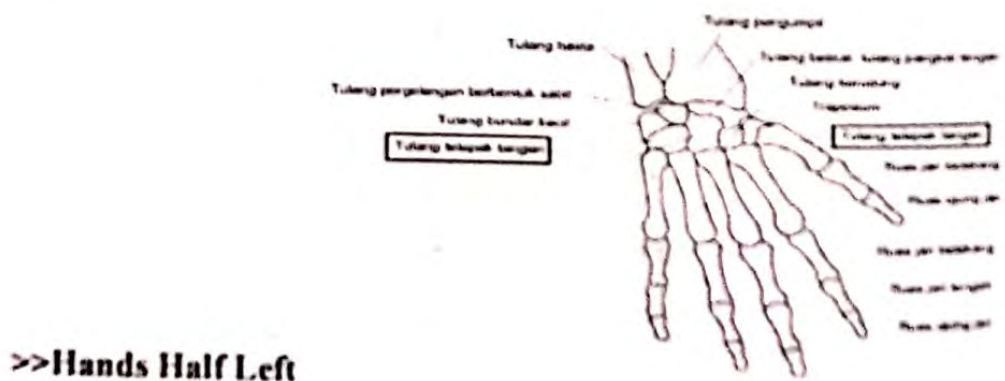
(kacang). (2) bagian distal terdiri dari multangulum mayus (segi banyak besar) multangulum minus (segi banyak kecil), capitalum (berkepala), humatum (berkaki)



Gambar 1.10. Tulang carpal

### 6. OS METACARPALIA (Tulang Telapak Tangan),

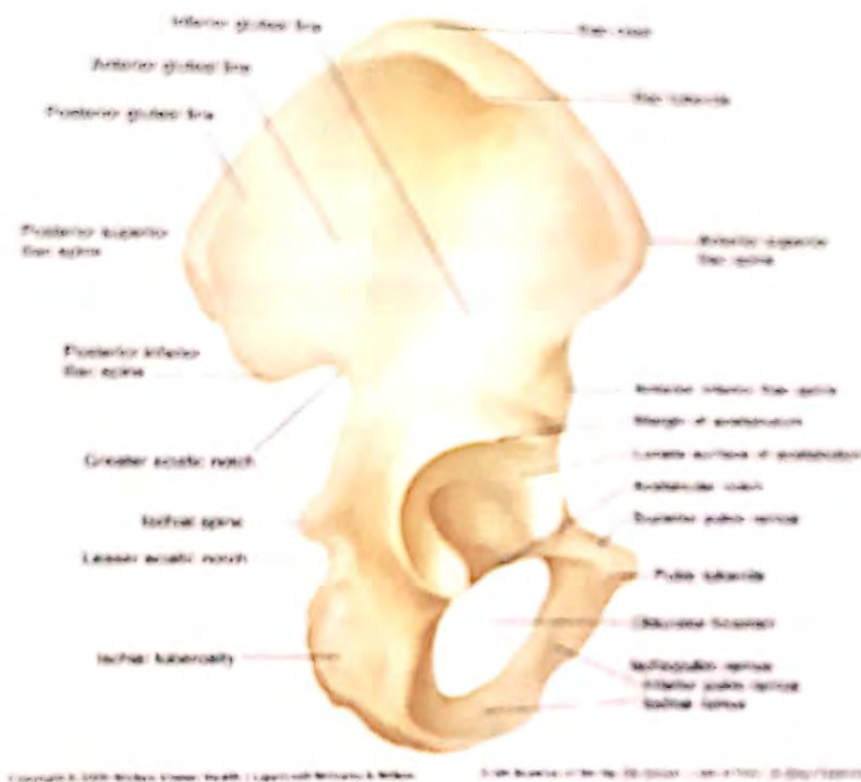
Terdiri dari 5 buah phalanges digitorum manus sebanyak 14 buah. Kerangka gerak bawah (scaletum extrimitas inferior) yaitu femur 1 buah, patella 1 buah, fibula(tulang betis) 1 buah, tibia(tulang kering) 1 buah, os tarsalia (tulang pangkal kaki) 7 buah, os meta tarsalia (tulang telapak kaki) 5 buah, phalanges digitorum pedis 14 buah.



Gambar 1.11. Tulang telapak tangan

## 7. Os Pelvis (Gelang Panggul)

Merupakan penghubung antar anggota bagian badan atas dan badan bagian bawah dibentuk oleh os ilium (tulang usus), os ischi (tulang duduk), os pubis (tulang kemaluan)

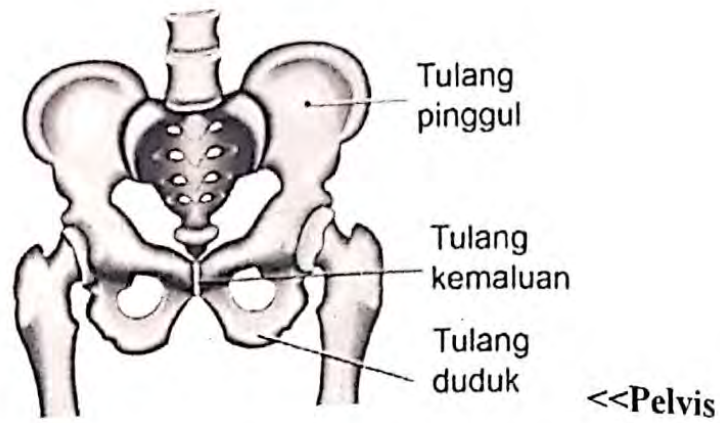


Gambar 1.12. Gelang panggul

## 8. Os Pubis (Tulang Kemaluan).

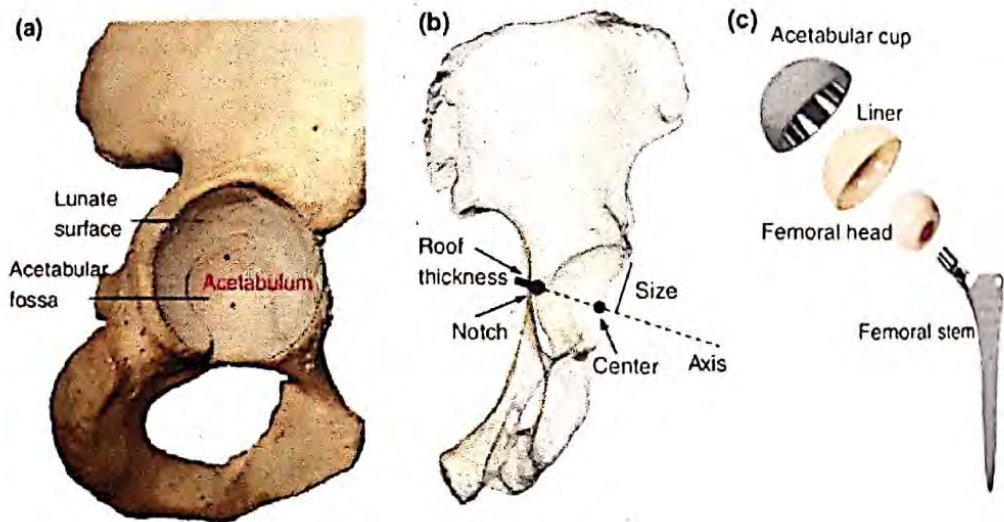
Berjumlah dua buah (kanan dan kiri), tulang bercabang dua kesamping atas dan kesamping bawah, penghubung kanan dan kiri disebut simpus pubis, terdapat sanga panggul yang besar yang berfungsi sebagai tempat rahim, terdapat sanga panggul kecil yang berfungsi sebagai tempat organ vesika urinaria





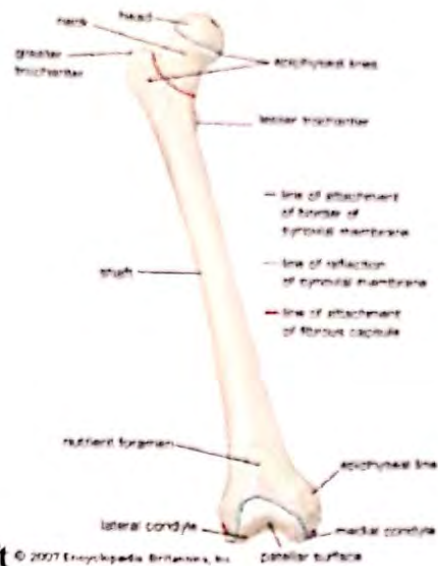
**Gambar 1.13. Tulang kemaluan**

**Acetabulum** dibentuk oleh pertemuan os illium, os ichi dan os pubis, berse dengan femur dalam formasi gelang panggul, permukaan sendi seperti telapak kn dengan bagian terbawah disebut incisura acetabulum berfungsi sebagai tempat y; dilalui oleh pembuluh darah.



**Gambar 1.14. Acetabulum**

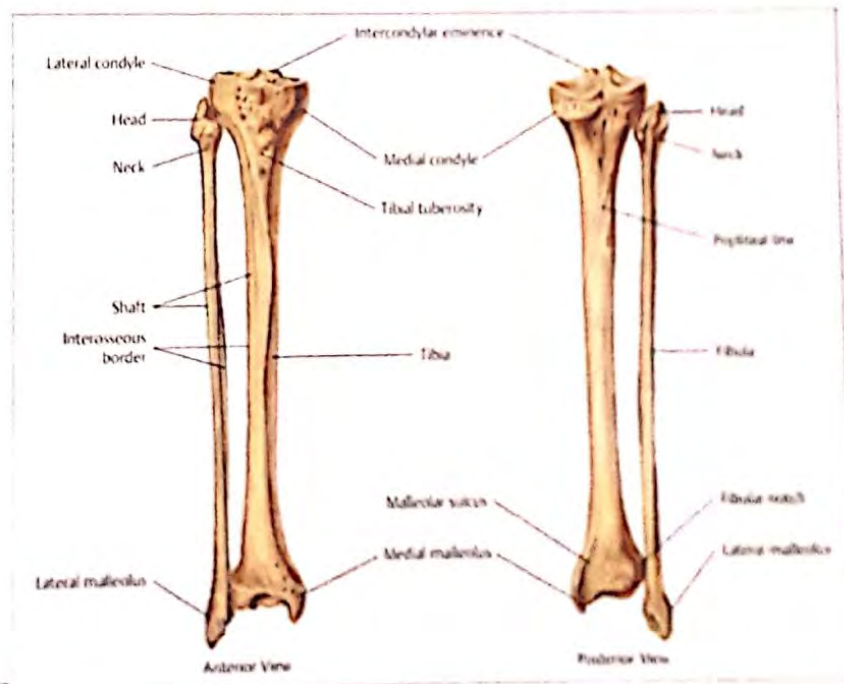
**Femur**, Tulang pipa terpanjang dan terbesar, caput femuris berhubungan det acetabulum, pada bagian bawah ada dua tonjolan condylus medialis dan later dan ditengahnya ada fossa condylus berfungsi sebagai letak os patella.



>>Femur Left © 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

**Gambar 1.15. Tulang femur**

Tibia Dan Fibula, Pembentuk sendi lutut pada bagian ujung mendapat tonjolan malleolus lateralis (mata kaki luar dan malleolus medialis atau mata kaki dalam)

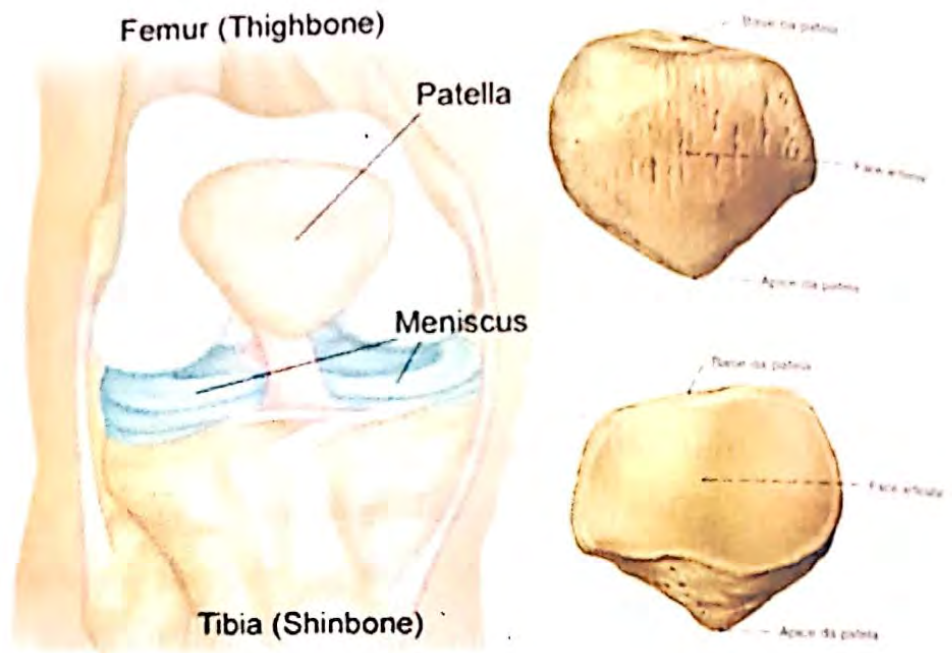


>>tibia dan fibula

**Gambar 1.16. Tulang tibia dan fibula**



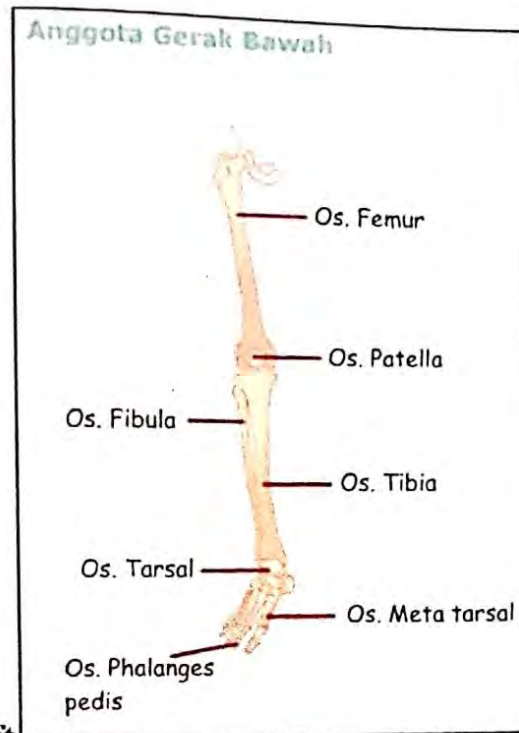
## 9. Os Patella, bentuk segitiga



**Gambar 1.17. Tulang patella**

## 10. Os Tarsalia (Pangkal Kaki)

Terdiri dari talus (tulang loncat), calcaneus (tulang tumit), naviculare (tulang berkapal), cuboideum (tulang bentuk dadu), cunai form (lateralis, intermedialis, medialis).

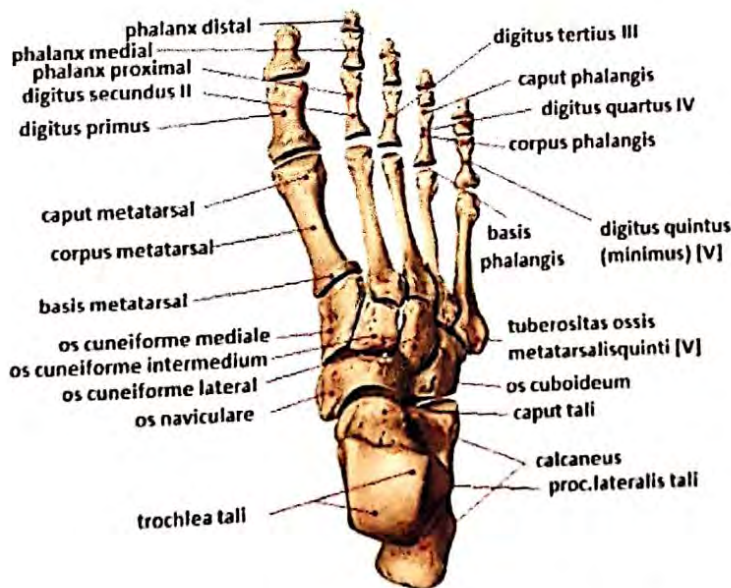


>>Leg\_left

Gambar 1.18. Tulang pangkal kaki

11. Os Metatarsalia,

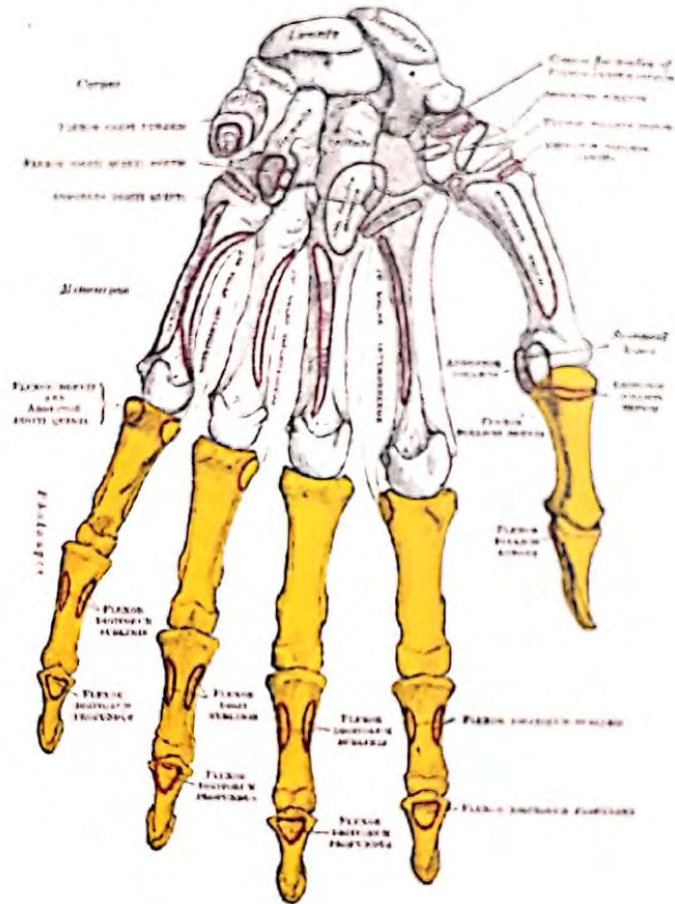
Tulang Telapak Kaki, berjumlah 5 buah merupakan penghubung tarsalia dengan phalanges.



Gambar 1.19. Tulang telapak kaki



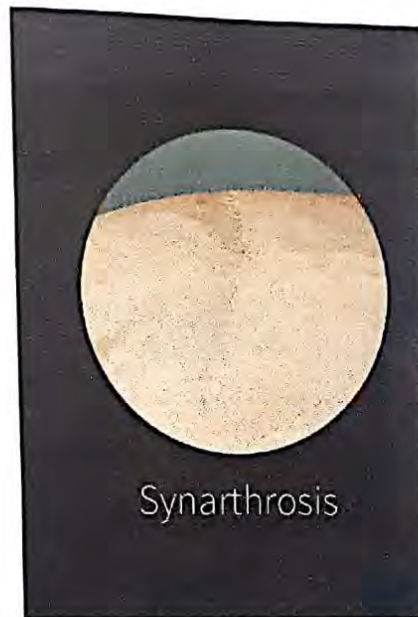
**Phalanges Digitorum, pedis** = 14 buah merupakan tulang pipa pendek masing masing tiga ruas kecuali ibu jari dua ruas. Lengkung kaki terdiri dari lengkung medial dari belakang kedepan (calcaneus), lengkung lateralis terdiri dari calcaneocubioideum dan meta tarsalia, lengkung melintang meta tarsalia, oleh tarsalia, lengkung transversal oleh kepala tarsalia V.



**Gambar 1.20. Tulang phalanges digitorum**

## BAB II ARTHROLOGI

### 1. Synarthrosis



**Gambar 2.1. Sendi synarthrosis**

Synarthrosis merupakan sendi yang menghubungkan 2 TI atau lebih dengan diperantarai oleh suatu jaringan.

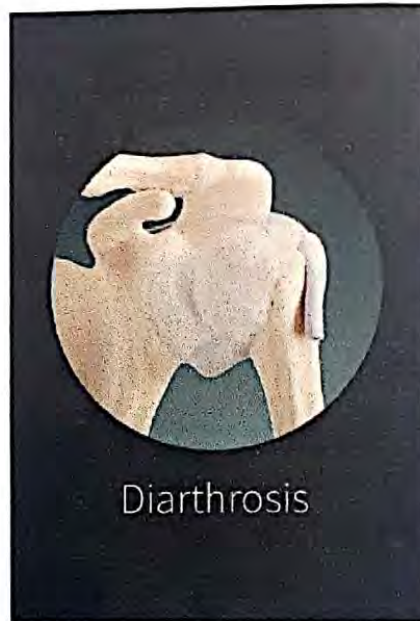
Berdasarkan jaringan, synarthrosis dibagi atas:

- A. Syndesmosis : jaringan penghubungnya yi. Jaringan ikat, tdd :
1. Sutura : Pinggiran ti. Yang bertemu dihubungkan jaringan ikat, tulang tipis, ex : tulang tengkorak.
  2. Schindylesis : lempeng tulang yang satu terjepit oleh tulang yang lain. Ex : Sphenoidale dengan Vomer.
  3. Gomphosis : Tulang yang berbentuk krucut masuk ke dalam tulang lain sesuai dengan bentuk tulang tersebut. Ex : Gigi dengan rahang.
  4. Syndesmosis Elastica : Jaringan ikat merupakan serabut kenyal (elastis). Ex : Arcus Vertebrae oleh lig. Flavum.
  5. Syndesmosis Fibrosa : Jaringan ikat merupakan serabut Kollagen. Ex : Radius dengan ulna oleh membrane interossea antebrachil.



- B. Synchondrosis : Jaringan penghubung merupakan jaringan rawan misalnya diantara epiphysis & diaphysis sebelum penulangan selesai pada os pubis ka & ki, sternum & costae I.
- C. Synostosis : Jaringan penghubung yi. Jaringan tulang biasa.Ex : antara os Pubis, illium, dan ischi pada orang dewasa.

## 2. Diarthrosis(Sendi Gerak Atas)



**Gambar 2.2. Sendi diarthrosis**

Merupakan hubungan tulang yang tidak bersatu, sebab diantara tulang yang bersendi tersebut terdapat suatu rongga (*cavum articulare*).

Biasanya dijumpai :

- Ujung tulang yang bersendi : kepala sendi (caput articulare & lekuk sendi (*cavitas glenoidales*)).
- Capsula articularis (simpai sendi), tdd 2 lapis : stratum fibrosum (luar) & stratum synoviale (dalam).
- Cavum articulare (rongga sendi), berisi synovia = urat sendi.
- Alat-alat Khusus, a.i :
  - Labium articulare (bibira)

- Disci & minischi articulare (sebagai penyangga adanya tumbukan / benturan).
- Bursae mucose (kandungan lender), memudahkan gerak sendi.
- Ligament.

Berdasarkan kemungkinan Gerak, Dyarthrosis dibagi :

a. Amphiarthrosis : gerak sedikit sekali.

Ex : Art. Sacro Illiaca.

Articulationes (sendi) : gerakan sangat luas, & berdasarkan sumbu.

### Dasar Letak Arah Sumbu

a. Sumbu Transversal, arah sumbu : kanan & kiri. Gerakannya adalah :

➤ Flexi & Extensi

➤ Retroflexi & Anteflexi

b. Sumbu sagittal, arah sumbu : muka & belakang. Gerakannya adalah :

➤ Abductio & Adduction

➤ Latroflexi

c. Sumbu longitudinal, arah sumbu : atas & bawah. Gerakannya adalah :

➤ Rotasi

➤ Circumductio

➤ Pronasi & Supinasi

### Sendi Sumbu I :

a. Ginglymus (sendi engesel) : sb. Gerak-gerak lurus pada panjang tulang.

Ex : Atr. Interpalanges & Humero – ulnaris.

b. Art. Trochoidea (Sendi Kisar). sb. gerak sesuai arah panjang tulang.

Ex : Art. Radiolnaris & Atlanto – Deltalis.

### Sendi Sumbu II (Sumbu Gerak Saling Potong)

a. Art. Elipsoida (Sendi Telur).

Ex : Art. Radio – Carpea.

b. Art. Sellaris (Sendi Pelana).



Ex : Art. Carpo Metacarpea I.

**Sendi Sumbu III (Arthodia) = Gerak sangat bebas.**

Kepala sendi berbentuk bola.

a. Art. Gluboidea (Sendi Peluru). Lekuk sendi menancap kurang dari setengah kepala sendi.

Ex : Art. Humeri.

b. Enarthrosis Spheroidea (Sendi Buah Pelana). Lekuk sendi menancap lebih setengah kepala sendi : Gerak lebih terbatas.

Ex : Art. Caxae

### **Persambungan dan Persendian .**

Jumlah tulang 206 buah dihubungkan satu dengan yang lain sehingga membentuk system lerangka. Hubungan dua buah atau lebih tulang tersebut ada yang secara langsung, tidak terjadi gerakan pada perhubungan tulang tersebut, struktur semacam ini dapat **Persambungan (synarthrosis)**, sedangkan perhubungan dua buah tulang atau lebih secara tidak langsung dan kemungkinan terjadi gerak pada perhubungan tulang tersebut, struktur perhubungan semacam ini disebut **Persendian (diarthrosis)**.

#### **I. Persambungan (Synarthrosis)**

A. Ciri-ciri persambungan :

1. Hubungan dua buah tulang atau lebih yang disatukan oleh jaringan tulang rawan (cartilaginous) dan jaringan fiber (fibrous).
2. Dihubungkan secara permanent oleh tali pengikat (ligamentous) yang kuat.
3. Hubungan dua tulang atau lebih tersebut secara langsung dan tidak ada rongga sendi (articular cavity).

## B. Klasifikasi Persambungan :

1. Cartilaginous (synchondrosis). Jenis persambungan ini dihubungkan dengan tulang rawan.
2. Fibrous (suture). Jenis persambungan ini menyerupai jahitan oleh jaringan fiber-rawan, dan tidak ada gerakan.  
Contohnya suture pada kepala.
3. Ligamentous (syndesmosis). Jenis persambungan ini dihubungkan oleh jaringan tali pengikat sendi yang kuat dan gerakannya hanya sedikit sekali.  
Contohnya persambungan coracoacromion, dan persambungan tulang radius dan ulna.

## II. Persendian (Diarthrosis)

### A. Ciri-ciri persendian

1. Memiliki rongga sendi (articular cavity).
2. Sendinya dibungkus oleh tali-tali pengikat sendi (ligamentous capsule)
3. Di dalam capsula articular terdapat cairan sendi yang berfungsi sebagai pelumas dan penahan getaran pada sendi.
4. Permukaan sendi sangat halus dan licin.
5. Permukaan sendi dilapisi oleh tulang rawan (fibrocartilage).

### B. Klasifikasi persendian

1. Persendian Irreguler (arthrodial/Plane)/ Jenis persendian ini permukaan sendinya tidak beraturan, seperti piring atau sedikit cekung, gerakan terbatas hanya menggeser saja, dan tidak mempunyai poros sandi.  
Contohnya persendian pada carpals, dan susunan tulang belakang.
2. Persendian Hinge (gynglimus). Jenis persendian ini salah satu permukaan sendinya berbentuk cembung dan permukaan lainnya berbentuk cekung, mempunyai satu poros sendi.  
Contohnya pada sendi siku (elbow joint) yang dapat bergerak flexion dan extension.



3. Persendian Pivot (trochoid/screw). Jenis persendian ini permukaan sendi menyerupai proses/as.  
Contohnya sendi atlantoaxial, dan sendi radioulnar joint.
4. Persendian Condylloid (ovoid/ellipsoidal). Jenis persendian ini salah satu permukaan sendinya berbentuk lonjong telur dan yang lainnya berbentuk cekung seperti mangkuk. Gerakan yang dapat dilakukannya adalah dua garis, yaitu gerakan ke arah depan dan belakang, dan arah sisi kiri dan kanan, karena sendi ini memiliki dua poros.  
Contohnya sendi pergelangan tangan (wrist joint), dan metacarpophalangeal joint.
5. Persendian Saddle (sellar/reciprocal reception). Jenis persendian ini hampir sama dengan persendian condylloid memiliki dua poros namun kemungkinan gerakannya lebih luas, seperti gerakan flexion, extension, adduction, dan circumduction.  
Contohnya sendi carpometacarpals pada ibu jari tangan.

#### 4. Anatomi Dan Faal Sendi

Struktur sendimenunjang fungsinya yaitu :

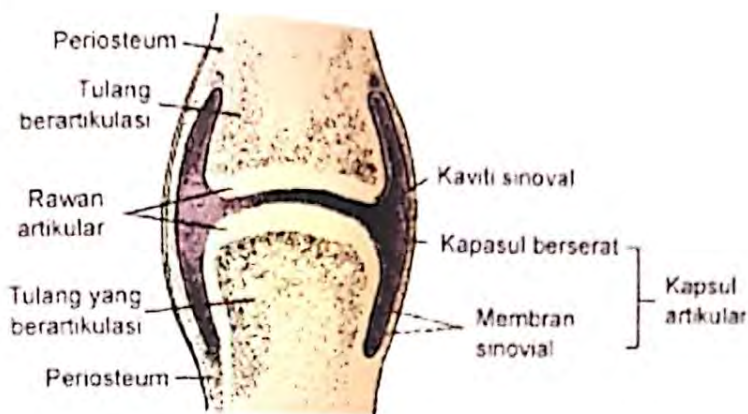
- Menahan tekanan atau memikul berat badan
- Mampu bergerak atau berpindah tempat.

Stabilitas pergerakan sendi disebabkan oleh peran dari kapsula sendi, ligamen dan tendo otot, sedangkan daya tahan terhadap perubahan tekanan / beban karena adanya elastisitas kartilago sendi.

Sendi synovia mempunyai struktur yang memungkinkan tulang-tulang kartilago bergerak lebih bebas karena adanya ruang sendi yang berisi cairan sendi yang kental (pelumas), ujung tulang yang dilapisi kartilago dan sendi dibungkus atau diperkuat oleh kapsula sendi.



## Kapsula Sendi



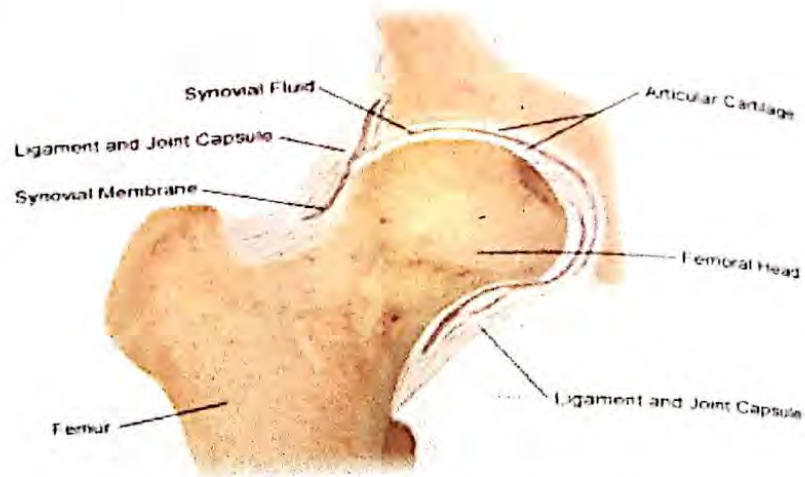
**Gambar 2.3. Kapsula sendi**

Merupakan lapisan yang membatasi ruang sendi terdiri dari jaringan fibrosa yang kuat, bersifat fleksibel sehingga memudahkan pergerakan. Kapsula sendi menempel pada korteks tulang dan disebelah luar dilapisi oleh jaringan fibrosa.

### Membran Sinovia

Bukanlah membrane yang sebenarnya dan merupakan lapisan dalam kapsula sendi yang terdiri dari lapisan sel dan lapisan lemak, mengandung banyak pembuluh darah, pembuluh limfe dan serabut saraf. Difusi berjalan antara pembuluh darah dan cairan diruang sendi (joint cavity), partikel besar kembali ke pembuluh darah melalui pembuluh limfe. Sinovia mudah beregenerasi karena strukturnya yang selular dan banyak pembuluh darah.

## Cairan Sendi (cairan synovia)



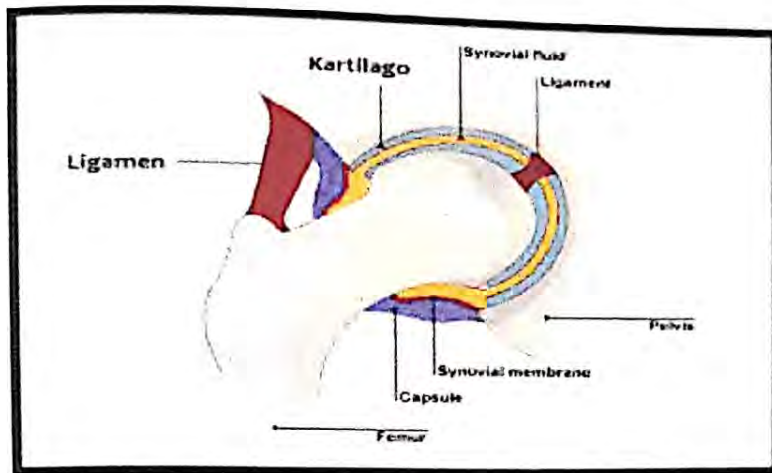
**Gambar 2.4. Cairan sendi**

Dihasilkan oleh sel tipe B synovia dan difusi dari kapiler synovia bersifat kental karena konsentrasi asam hialuronad dan mukoprotein yang tinggi, menempel pada kartilago dan berfungsi sebagai pelumas yang cukup efisien untuk mencegah kerusakan akibat gesekan. Cairan ini secara fisik memperlihatkan karakter yang elastis, plastis, viscous dan new-Newtonion (mempunyai tahanan yang tinggi pada tekanan yang statis dan tahanan yang rendah pada pergerakan). Fungsi lainnya sebagai nutrient untuk sendi yang evaskuler terutama kartilago, juga untuk memudahkan gerakan synovia dan sel radang.

### **Ligament Sendi**

Bagian kapsula sendi yang menebal yang menghubungkan antar tulang bervariasi dalam bentuk dan kekuatan. Pada umumnya walau tidak elastatis tetapi bersifat fleksibel, cukup kuat untuk menahan gerakan tubuh dan terdapat banyak serabut sensoris yang memantau atau mencegah regangan yang berlebih.

## Kartilago Sendi



**Gambar 2.5. Kartilago sendi**

Terdiri dari kartilago hialin yang tahan terhadap gesekan lemah, penyebar beban dan transmisi serta dapat menyerap getaran, mempunyai struktur yang tidak homogen karena sel kondrosit serta serabut kolagen bervariasi dalam bentuk, ukuran dan orientasi letak yang terlihat sebagai daerah tangensial, radial dan klasifikasi. Kondrosit memproduksi proteoglikan yang terdiri dari rantai kondrotin sulfat yang panjang dan rantai keratin sulfat yang pendek dan dapat menyerap air.

Daya tahan terhadap gesekan (tensile and shear strength) ditentukan oleh serabut kolagen dan terhadap tekanan (compressibility/ resilience) ditentukan oleh proteoglikan. Kartilago dewasa adalah jaringan yang tidak mempunyai pembuluh darah, pembuluh limfe, dan serabut saraf dan sel kondrosit dewasa adalah sel yang kurang mampu bermitosis.

### Persarafan Sendi

Sendi dipersarafi oleh saraf spinal yang terdiri dari saraf sensoris dan saraf otonom. Percabangan saraf spinal tersebar luas dikapsula sendi, ligament dan membrane synovia. Cabang saraf sensoris yang besar membentuk akhiran saraf proioseptif dikapsula sendi dan ligament yang memantau perubahan posisi dan gerak tubuh, jadi penting untuk mengontrol reflex posisi atau *posture*, pergerakan atau *locomotion*, dan sensasi kinesthesia. Cabang saraf sensoris yang kecil, tidak



berielin (serabut saraf tipe C), membentuk akhiran saraf nyeri di kapsula sendi, ligament, dan dinding pembuluh darah.

Sensasi nyeri di daerah sendi sering dirasakan sebagai sensasi yang difus dan sulit ditentukan lokasinya. Nyeri sendi dapat disertai kontraksi reflex otot-otot di sekitar sendi dan bila kerusakan lebih besar akan disensasikan lebih distal bahkan diseluruh ekstremitas.

### **Perubahan Patologis Sendi**

Seperti hanya pada system mekanis yang bergerak maka sendi menghadapi risiko dengan pertambahan waktu atau usia karena jadi perubahan struktur dan adanya pergeseran yang bergantung dari pada gesekan dan besarnya tekanan.

### **Proses Penuaan**

Dengan bertambahnya usia, kondrosit memproduksi proteoglikan dengan rantai kondrotin sifat yang lebih pendek dan rantai keratna sulfat yang lebih panjang kemampuan menyerap air yang berkurang sehingga kartilago sendi menjadi lebih kaku.

### **Degenerasi**

Perubahan kartilago mengakibatkan prediksi daerah yang mudah rusak oleh tekanan berat badan atau tekanan lainnya sehingga bergesekan menimbulkan celah erosi dan selanjutnya kerusakan yang progresif dari korteks tulang subkartilago ini terjadi karena kemampuan regenerasi kartilago yang rendah.

### **Peradangan**

Manifestasi klasik dari peradangan yaitu rubor, dolor, tumor, calor dan gangguan fungsi terutama disebabkan oleh perubahan pada mikrosirkulasi yang banyak terdapat di membrane synovia.

Peradangan akut ditandai oleh proses eksudasi yang menonjol dan tipe arthritis tertentu (Serum sickness dan acute sheumatic fever).

Peradangan kronis ditandai juga oleh proses proliferasi berupa pertumbuhan jaringan granulasi untuk menggantikan membrane synovia dan kartilago ang rusak (pannus formation). Jaringan granulasi akan diinvasi oleh sel fibrosit dan kemudian berubah menjadi sikatriks sehingga terjadi deformitas dan gerakan sendi (ankylosis). Sikatriks akan mengalami klasifikasi yang kemudian menjadi jaringan tulang sehingga sendi menjadi kaku (bony ankylosis).

### **Manusia Berdiri Dua Kaki (Bipedal)**

- Jarak terpanjang cranium : Globella – Opisthhkranion
- Jarak terbesar : Antara 2 titik pada tempat lateral kepala
- Jarak tertinggi : Basion – brema
- Sutura segital ossifikasi awal : scaphocefal
- Sutura coronal ossifikasi awal : tinggi, oxycephaly,acrocefal, turricefal.
- Otak berhenti tumbuh : mikrocefal
- Sutura segital antara ke dua os pariental
- Sutura squamosal antara os temporale dan os pariental
- Sutura limbosa antara squamosal temporale dan pariental
- Sutura frontopariental : s. coron
- Synarthosis/synarthrodiae : tulang dipisahkan oleh jaringan ikat immovable atau minimal.
- Symphysis bentuk synchondrosis dipisahkan oleh discus fibrious cartilage : discus intervertebratalis
- Cartilago costa 1 dan manubrium sterni : synchondrosis
- Carilago costa 2 s/d 7 : diarthosis.



## Axis Sendi



**Gambar 2.6. Sendi synarthrosis, diarthrosis, dan amphiarthrosis**

Articulation = arthrosis = joint : tempat sambungan dua tulang, biasanya terbentuk oleh jaringan ikat dan kartilago terdiri dari :

1. Synthrosis/synarthrodia : dua tulang disatukan membrane/jaringan ikat, missal : suture cranialis, synchondrosis (symph cartilagenosa), diskus intervertebralis, syndesmosis (symph ligamentosa), articulare tibiofibular, gomfoses (gig). Pergerakannya immovable atau sedikit sekali.
2. Amphiarthrosis : tulang disatukan oleh discus fibrokartilagenus. misalnya : smphisis pubis (pseudoarthrosis) karena terdapat rongga diantara, syndesmosis, manuvriumstreni, diskus intervertebralis. Pergerakan yang ditimbulkannya sedikit. Sendi temporer : epifisis-diafisis.
3. Diarthrosis : synovial joint (cartilage hyaline, ligament, synovial) terdiri dari :
  - a. Ball and socket : enarthrosis/multiaxial/polyaxial, articulation spherioidea missal : hip joint (articulation coxae, articulation humeri, pergerakan segital (abduksi, adduksi) transversal (anteflexi, retroflexi, longitudinal (endrotasi, exorotasi) dan terluas anteflexi, sirkumduksi;
  - b. Hinge: ginglymus/engsel, missal : articulation cubiti, pergerakannya fleksi, ekstensi, pronasi dan supinasi.
  - c. Condyloid/ovoid. Juncture : gerak angular kerotasi, pergerakannya fleksi, ekstensi, abduksi, adduksi, sirkumduksi, misalnya articulation radiokarpal (articulatic ellipsoid).



- d. Pivot (trochoid/rotary J.) misalnya : articulation radio ulnary proximal (gerakan longitudinal : pronasi, supinasi) (gerak rotasi atlanto occipital).
- e. Gliding (arthrodia) misalnya : tarsus dan karpus.
- f. Saddle joint (receptive J/s pelana) ibu jari metacarpal-karpal pisces MA. Opposisi. articulation karpal/ articulation ellipsoid-tranversal (flexi, extensi), dorsovoler (adduksi).

### Pergerakan

1. Gliding (meluncur) tanpa angular dan rotasi.
2. Angular (bersudut) antara dua tulang panjang dapat membesarkan atau mengecilkan sudut sendi (flexi, ekstensi, adduksi dan abduksi).
3. Sirkumduksi terdiri dari kepala dari tulang panjang dan rongga sendi dan kombinasi rotasi dan angular, fleksi, ekstensi, abduksi, adduksi, rotasi. Hip joint : tipe-tipe socket and ball yang stabil (kepala femur masuk acetabulum coxae) articulation humeri, multiaxial. Joint plane (datar) dua permukaan datar saling meluncur : articulation tarsus dan karpus.

### Persendian Pada Manusia

Pergerakan sendi pada manusia terbagi dalam 3 bidang :

1. Fleksi dan ekstensi
2. Abduksi dan adduksi
3. Lateral dan inlateral rotasi

Uniaxial : gerakan dari tulang hanya dalam satu axis, derajat kebebasannya satu. Contoh gerakan siku, yaitu fleksi dan ekstensi.

Biaxial : gerakan dari tulang hanya dalam dua axis, derajat kebebasannya dua. Contoh gerakan pergelangan tangan, gerakannya berupa abduksi-adduksi dan fleksi-ekstensi

**Multiaxial** : gerakan tulang dalam tiga axis, derajat kebebasannya tinggi  
 Contohnya gerakan bahu, gerakannya berupa fleksi-ekstensi, abduksi-adduksi dan lateral rotasi serta medial rotasi.

Persendian pada manusia dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

No. sendi	klasifikasi	type sendi
<b>A. Caput et Collie</b>		
1. TMJ (Tempore Mandibular joint)	Diarthrosis	Hinge (bag. atas) Gliding (bawah)
2. Alanto-occ. Joint	Diarthrosis	Hinge
<b>B. Columna Vetebrata</b>		
3. Alanto-axial Joint		
- Medial	Diarthrosis	Pivot
- Lateral	Diarthrosis	Hinge
4. Intervertebral Joint	Diarthrosis	Gliding
5. Costovertebral Joint	Diarthrosis	Gliding
<b>C. Thorax</b>		
6. Sternokostal Joint		
- Antara Cartilago Costa 1 – Sternum	Diarthrosis	Sindesmosis
- Antara Cartilago Costa 2 – 7 – Sternum	Diarthrosis	Gliding
7. Interchondral Join Antara Cartilago Costa 5 – 9	Diarthrosis	Gliding
8. Manubriosternal Joint	Amphiarthrosis	Symphysis
9. Xiphisternal Joint	Amphiarthrosis	Symphysis

#### D. Soulder

10. Sternoclavicular	Diarthrosis	Double Gliding
11. Acroclavicular	Diarthrosis	Gliding
12. Coracoclavicular	Sinarthrosis	Sindesmosis

#### E. Membrum Superior

13. Glenohumeral Joint	Diarthrosis	Ball & Socket
14. Elbow	Diarthrosis	Gliding
15. Radioulnare Art.		
- Proximal	Diarthrosis	Pivot
- Distal	Diarthrosis	Pivot
16. Radiocarpal Joint	Diarthrosis	Ellipsoidal
17. Midcarpal Joint	Diarthrosis	Hinge
18. Carpometacarpal Joint	Diarthrosis	Saddie
19. Metacarpophalangea J.	Diarthrosis	Condylloid
20. Interphalangeal Joint	Diarthrosis	Hinge

#### F. Pelvis

21. Sacroiliac Joint		
- Anterior	Diarthrosis	Gliding
- Posterior	Sinarthrosis	Symphysis
22. Hip (coxal) Joint	Diarthrosis	Ball & Socket

#### G. Membrum Interior

23. Tibi Ofomeral Joint	Diarthrosis	Mudifikasi Hinge
24. Talocrural Joint	Diarthrosis	Hinge
25. Subtalar	Diarthrosis	Subtalar Axis
26. Talooaloanoolavio	Diarthrosis	Subtalar Axis



27. transverse tarsal	Diarthrosis	Subtalar Axis
28. Tarsometatarsal	Diarthrosis	Gliding
29. Metatarsophalangeal	Diarthrosis	Condyloid
30. Interphalangeal	Diarthrosis	Hinge

### **Jenis Gerak Pada Tiap Sendi Tubuh**

1. Kepala dan Leher : Fleksi, Ekstensi, Rotasi, Lateral Fleksi
2. Badan : Fleksi, Ekstensi, Rotasi, Lateral Fleksi
3. Sendi Bahu : Fleksi, Ekstensi, Abduksi, Adduksi, Rotasi, Sirkumduksi
4. Sendi Siku : Fleksi, Ekstensi
5. Pergelangan Tangan : Fleksi, Ekstensi ke Samping, Rotasi ke Samping
6. Sendi Jari Tangan : Fleksi, Ekstensi
7. Sendi Paha : Sama dengan Sendi Bahu
8. Sendi Lutut : Sama dengan Sendi Siku
9. Pergelangan dan Telapak Kaki : Fleksi, Ekstensi, Eversi, Inversi.

### **Pola Umum (Generasi Pattern-Movement)**

- Merupakan Gabungan Gerak Tubuh dan Anggota Gerak atas dan bawah.
- Jenis Gerak Fungsional
  - ❖ Melempar
  - ❖ Menarik
  - ❖ Memukul
  - ❖ Mendorong
- Jenis Pola Gerak Umum (General Pattern)
  - ❖ Under – ARM
  - ❖ Over – ARM
  - ❖ Side – ARM
  - ❖ Pushing
  - ❖ Pulling

## **Pola Gerak Spesifik**

- ❖ Memperhatikan urutan gerak spesifik untuk tiap sendi yang terlibat dalam pola gerak tersebut
- ❖ Mencapai gerak ergonomic

### **A. UNDER ARM**

1. Pengalihan pusat beban badan (BB) pada satu sisi (body weight shifting to one sid/leg).
2. Paha berputar kedalam
3. Tulang belakang (badan) berputar sama dengan butir 2
4. Tulang belikat berputar keluar (abduksi).
5. Sendi gelang bahu abduksi dan fleksi.
6. Sendi siku sedikit fleksi.
7. Lengan bawah berputar kedalam.
8. Pergelangan tangan fleksi.

### **B. SIDE ARM PATTERN**

1. Pengalihan BB pada sisi tubuh (kaki).
2. Paha berputar kedalam.
3. Badan berputar pada arah sama (2).
4. Tulang belikat berputar abduksi.
5. Gelang bahu datar pada posisi fleksi dan sedikit rotasi kedalam.
6. Pergelangan tangan fleksi.

### **C. OVER ARM**

1. Pengalihan pusat BB kesatu sisi tubuh/kaki.
2. Panggul bergerak kedepan, rotasi kedalam.
3. Rotasi lateral (luar) samping kiri untuk left handed dan lateral fleksi badan

4. Rotasi gelang kelar bahu pada posisi horizontal dan fleksi.
5. Siku pada posisi eksternal dan lengan bawah pada posisi sedikit rotasi.
6. Pergelangan tangan pada posisi gerak fleksi kuat.

#### D. PUSHING → SAMA DENGAN OVER ARM KONTRAKSI OTOT KUAT

Perlu diperhatikan urutan gerak dan jenis sendi

#### Kinetik.

- Adalah cabang dinamik- berhubungan dengan gaya penyebab kondisi tertahan atau modifikasi arah gerak.
- Bila ada gerak keseimbangan terganggu (equilibrium)
- Bila gaya menahan tubuh → dalam keadaan posisi keseimbangan/ equilibrium.
- Analisis kinetic.
  - a. Hukum Newton I, II, III.
  - b. System tuas (lverage system).
  - c. Vector berasal dari kata kontraksi otot bekerja pada sendi.
  - d. Sendi membentuk system tuas khusus tubuh.
  - e. Akibatnya; timbul gerak efisien, konsevasi energy dan ergonomic.

#### Sistem Tuas (Lverage System)

- Fulkrum (f) effort (E) dan resistant (R) atau weight (W).
- Jenis system tuas (lverage system) (gambar 2)

Kelas I.                      E,F,R/W

Kelas II                      F,R/W, R

Kelas III                      FER/W



## YANG TERBANYAK PADA TUBUH

- Kelas III → mengendalikan kecepatan.
- Objek yang dipegang akan bergerak cepat kontraksi tidak berlebihan, efisien.
- Otot tubuh banyak menghasilkan tenaga bertambah → kecepatan gerak bertambah tanpa otot menjadi lekas lelah.
- Ratio effort ARM (EA) dan resistant ARM/WIGHT ARM (WA) disebut mechanical advantage (MA) kurang dari satu → EA bergerak jarak pendek dan WA bergerak cepat.
- $MA < 1$  → efisiensi → kontraksi otot → kontraksi tidak cepat → kecepatan gerak → efisiensi kontraksi otot → tidak lekas lelah.

### MA (Mechanical Advantage)

$$MA = \frac{WEIGHT}{EFFORT}$$

$$MA = \frac{EFFORT\ ARM}{WEIGHT\ ARM}$$

#### MA < 1

- Walebih panjang daripada EA
- $E > W$
- E Menempuk jarak pendek
- Bergerak perlahan → keseimbangan tercapai.

#### MA > 1

- $EA < WA$
- $E < W/R$
- E bergerak cepat
- E Menempuh Jarak jauh

MA < 1 dan kelas III (LV) banyak pada tubuh. MA perlu diperhatikan pada rancang bangun alat yang ergonomis, terpadu, memperhatikan jenis sendi dan general dan specific pattern.

### 3. Titik-Titik Anthropometri

#### 1. Bagian Kepala

Asterion	: Titik antara sutura lambda occipito Mastoide Paraeto Mastoide.
Auriculare	: Titik pada pusat Meatus Acusticus Externus.
Basio	: Titik antara sutura coronal dan sagital
Coronale	: Titik mahkota dahi
Euryon	: Titik terlebar dari bagian kepala
Frankfurt	: Garis yang menghubungkan dari sudut Meatus Acusticus Externus
Gination	: Titik terbawah pada rahang di linea mediana.
Gonion	: Titik sudut mandibular
Glabella (metapion)	: Titik antara arcus superciliaris di tulang frontal.
Hormion	: Titik pada garis posterior vomer dengan tula sphenoid
Infra Dentale	: Titik antara mandibular dengan incisivus tengah
Inion	: Titik pada bagian external protuberantia occipital.
Jugele	: Titik pada tepi processus zygomaticus.
Lambda	: Titik antara sutura lambdoid dengan segital.
Mastoidea	: Titik pada bagian bawah processus mastoidea.
Mentale	: Daggu
Nasion	: Titik pada nasofrontal sutura
Opisthion	: Titik tengah tepi bawah FM
Orale	: Titik palatum midsagital
Orbitale	: Titik terbawah pinggir interior orbit
Porion	: Titik pada tepi atas MEA
Pogonion	: Palin anterior tengah dagu
Prosthion	: Titik terendah proc. Alveolar maxila
Pterion	: Tutuj oada sutura frontal di LM

Rhinion	: Puncak nasale interior
Sphenobasion	: Tulang sphenoid-bagian basilar acc.
Zygion	: Titik terlateral articulare

## 2. Bagian Badan Membrum

Akromiale	: Titik paling lateral pada pinggir acromion
Akropodion	: Titik paling depan jari I atau II
Cervicate	: Puncak Processus spinalis Ver. Cervic VII
Lumbale	: Puncak processus spinalis pada vertebra lumbalis
Mesotemale	: Titik pertemuan garis tengah dengan garis penghubung
Metacarpale radiate	: Titik paling medial capitulum oss. Meta carpalae II
Mecarpale ulnare	: Titik paling lateral capitul. Oss. Mecarpale V.
Metatarsale tibiale	: Titik paling medium capitulum oss. Metatarsal I.
Metatarsale fibulare	: Titik paling lateral capitulum oss. Metatarsal V.
Daktylion (III)	: Titik terendah (caudal) pada jari III
Liocritale	: Titik paling lateral pada Crista Iliaca.
Iliosspinale	: Titik paling menonjol pada SIAS.
Omphalion	: Titik tengah umbilicus; tepat digaris tengah.
Plantare	: Titik paling lateral pada telapak kaki.
Pternion	: Titik paling ventral pada telapak kaki.
Phalangion (III)	: Titik paling proximal pada phalanx I Jari III.
Radiale	: Titik paling lateral ujung jari I – IV
Suprstemale	: Titik paling tinggi /cranial / proximal capitulum radii
Symphysion	: Titik pertemuan antara garis tengah dengan pinggir cranial Incisura stemi.
Styilion	: Titik pertemuan garis tengah dengan pinggir atas Symphysis pubis.
Sphyrion	: Titik terendah processus atyloideus radii.



Rhinion	: Puncak nasale interior
Sphenobasion	: Tulang sphenoid-bagian basilar acc.
Zygion	: Titik terlaterale articulare

## 2. Bagian Badan Membrum

Akromiale	: Titik paling lateral pada pinggir acromion
Akropodion	: Titik paling depan jari I atau II
Cervicate	: Puncak Processus spinalis Ver. Cervic VII
Lumbale	: Puncak processus spinalis pada vertebra lumbalis
Mesotemale	: Titik pertemuan garis tengah dengan garis penghubung
Metacarpale radiate	: Titik paling medial capitulum oss. Metacarpalae II
Mecarpale ulnare	: Titik paling lateral capitul. Oss. Mecarpale V.
Metatarsale tibiale	: Titik paling medium capitulum oss. Metatarsal I.
Metatarsale fibulare	: Titik paling lateral capitulum oss. Metatarsal V.
Daktylion (III)	: Titik terendah (caudal) pada jari III
Iiocritale	: Titik paling lateral pada Crista Iliaca.
Iliosspinale	: Titik paling menonjol pada SIAS.
Omphalion	: Titik tengah umbilicus; tepat digaris tengah.
Plantare	: Titik paling lateral pada telapak kaki.
Pternion	: Titik paling ventral pada telapak kaki.
Phalangion (III)	: Titik paling proximal pada phalanx I Jari III.
Radiale	: Titik paling lateral ujung jari I – IV
Suprstemale	: Titik paling tinggi /cranial / proximal capitulum radii
Symphysion	: Titik pertemuan antara garis tengah dengan pinggir cranial Incisura stemi.
Stylian	: Titik pertemuan garis tengah dengan pinggir atas Symphysis pubis.
Sphyrian	: Titik terendah processus atyloideus radii.

Sphryion Fibulare  
Tibiale

: Titik paling kaudal pada ujung malleolus fibularis  
: Titik paling tinggi / cranial pada Marge glenoida  
tibialis pada carpitulum tibiale.

### BAB III

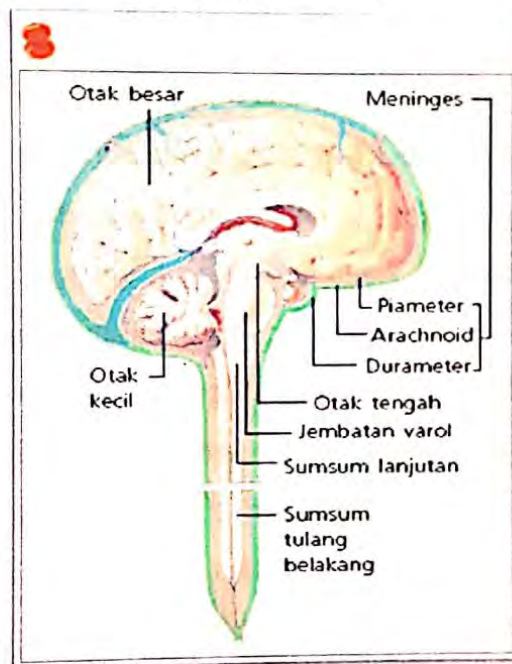
## SISTEM PERSARAFAN (NEUROLOGI)

Dalam bagian ini akan dijelaskan tentang : sistem persarafan, struktur sel saraf, klasifikasi saraf, motor unit, receptors, klasifikasi receptors, proprioceptors (muscle spindels dan golgi tendon organ), dan gerak refleks.

### 1. Sistem Persarafan

Secara garis besarnya maka organisasi sistem persarafan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Sistem saraf pusat (central nervous system), yang terdiri dari :
  1. Otak (brain), dan
  2. Saraf sumsum tulang belakang (spinal cord)



**Gambar 3.1. Sistem saraf pusat**

- b. Sistem saraf perifer (Peripheral nervous system), yang terdiri dari :
  1. Saraf otak (cranial nerves 12 pasang), dan
  2. Saraf sumsum tulang belakang (spinal nerves 31 pasang)
- c. Sistem saraf otonom (autonomic nervous system) terdiri dari :



1. saraf simpatetis (sympathetic)
2. Saraf parasimpatetis (parasympathetic)

## 2. Fungsi Sistem Persarafan

Pemantauan atau pemantauan dan pengontrolan setiap kegiatan dalam tubuh, baik dalam keadaan bangun atau tidur dilakukan oleh jaringan saraf yang kompleks. Jaringan saraf ini membentuk suatu sistem yang disebut sistem persarafan (nervous system). Sistem persarafan inilah yang menerima, menstransmisi, menyimpan, dan merespon rangsangan/informasi (stimulus/stimuli) yang datang dari dalam atau dari luar.

## 3. Struktur Sel Saraf

Satuan struktur sistem saraf disebut sel saraf (neuron.nerve cell). Pada setiap neuron terdiri dari badan sel (cell body/perykaryon/soma), dendrit (cabang-cabang sel saraf yang pendek), dan axon/neurit (cabang-cabang sel yang panjang atau cabang sel saraf yang menghantar rangsangan/informasi dari atau ke badan sel saraf). Di dalam badan sel saraf terdapat inti sel saraf. Badan sel saraf ada yang berlokasi di dalam dan di luar sistem saraf pusat. Kelompok badan sel saraf yang berlokasi di luar sistem saraf pusat disebut simpul saraf (ganglion).

Axon dibungkus oleh sarung saraf yang disebut sarung myelin (myelin sheat), neruolemma, dan endoneurium. Pada saraf perifer saraf-saraf ini disebut sarung Schwann (sheat of Schwann). Batas antara dua sarung Schwann disebut ruas Ranvier. Sejumlah Axon bergabung menjadi suatu ikatan yang dibungkus oleh jaringan ikat yang disebut dengan epineurium.

## 4. Klasifikasi Saraf

Saraf dapat diklasifikasikan berdasarkan struktur dan fungsinya :

Menurut strukturnya, khususnya berdasarkan jumlah taju (process) yang memanjang dari badan sel saraf, dapat dikelompokkan menjadi :

- a. Saraf berketub satu (unipolar neuron)
- b. Saraf berketub dua (bipolar neuron)
- c. Saraf berketub banyak (multipolar neuron)

Menurut fungsinya saraf dapat dikelompokkan menjadi :

- a. Saraf sensoris (sensory/afferent neuron). Saraf ini yang membawa informasi/impuls dari alat-alat indera/dria (receptor) ke saraf pusat. Saraf ini termasuk saraf berketub satu, kecuali saraf retina mata, alat-alat dalam telinga, alat-alat pengecap dan pembau (olfactory) termasuk saraf sensoris berketub dua.
- b. Saraf motoric (motoric/efferent neuron). Saraf ini yang membawa informasi/perintah/impuls dari otak atau saraf pusat ke alat-alat gerak atau organ-organ tubuh atau kelenjar. Saraf ini termasuk saraf yang berketub banyak.
- c. Saraf asosiasi (association/intermuncial neuron). Saraf ini yang membawa informasi/perintah/impuls dari sel-sel saraf yang satu ke sel yang lainnya yang terjadi dalam sistem saraf pusat. Saraf ini termasuk saraf yang berketub banyak.

## 5. Motor Unit

Motor unit adalah struktur satuan sel saraf dengan sitem motoric atau gabungan fungsi antara neuron dengan muscle fiber, sering juga disebut dengan neuromuscular sistem.

## 6. Receptors

Semua kegiatan sistem persarafan dimulai dengan timbulnya rangsangan (stimuli), apabila rangsangan ini melewati ambang rangsang maka akan diterima oleh receptors, di dalam receptors terdapat banyak saraf sensoris yang akan menyampaikan impuls tersebut ke saraf pusat (mula-mula ke saraf sum-sum tulang belakang (spinal card) kemudian ke otak (brain). Setelah impuls tersebut diterima



oleh saraf pusat, maka selanjutnya diproses oleh saraf pusat, apakah impuls tersebut hasilnya disimpan dalam memori atau perlu direspon. Apabila perlu direspon, maka susunan saraf pusat (mula-mula dari saraf otak kemudian kesaraf sumsum tulang belakang) memberikan perintah melalui saraf motoric untuk disampaikan ke organ-organ efektor (effector organs) seperti ke otot kerangka untuk mengadakan kontraksi otot, sehingga terjadi gerakan, ke jantung, paru-paru, atau ke kelenjar untuk mengeluarkan hormone.

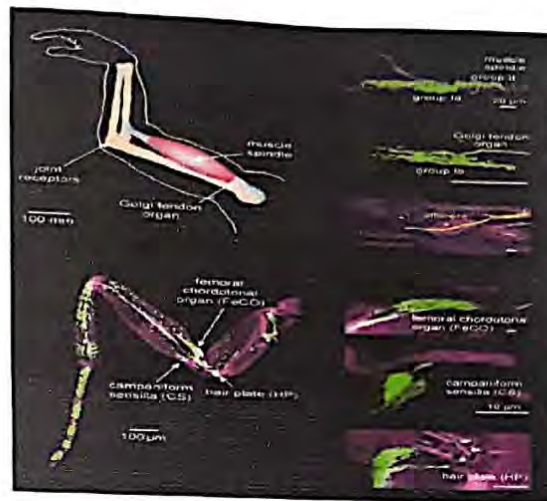
## 7. Klasifikasi Receptors

Receptors dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian, yaitu receptor yang menerima rangsangan dari luar disebut **exteroceptors**, dan receptor yang menerima rangsangan dari dalam tubuh yang disebut **interoceptors**.

Exteroceptors berlokasi disekitar permukaantubuh, yang menerima dan menstransmisi rangsangan yang datang dari luar tubuh kita, seperti panca indera kita (fives sense) : penglihatan, pendengaran, rasa bau, rasa makanan, dan sentuhan. Interoceptors adalah receptor yang menerima rangsangan tentang sensasi, seperti rasa panas, dingin, rasa sakit, dan tekanan/tegangan. Interoceptors dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu receptor yang menerima rangsangan dari otot-otot polos (viscera) tidak disadari, receptor ini disebut **visceroceptors**, dan receptor yang menerima rangsangan dari otot kerangka/lurik dalam gerak (kontraksi otot) dan menentukan keadaan posisi tubuh kita, receptor ini disebut **proprioceptors**.



## 8. Proprioceptors



Gambar 3.2. Proprioceptors

Proprioceptors adalah receptor yang menerima rangsangan/ impuls yang terjadi disebabkan gerakan tubuh dan posisi tubuh. Proprioceptors ini berlokasi di serabut otot, tendon, serta di dalam capsula articular, ligament, jaringan dalam telinga.

Proprioceptors akan memberikan laporan secara terus menerus ke susunan saraf pusat tentang gerak tubuh dan posisi tubuh. Respon dari susunan saraf pusat akan mengadakan penyesuaian berdasarkan laporan tersebut tentang sudut gerakan, arah gerakan, dan kecepatan perubahan gerakan tubuh. Proprioceptors dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu :

- Muscle proprioceptors** yang terdiri dari : muscle spindles dan Golgi tendon organs.
- Joint and Skin proprioceptors** (Ruffini endings dan Pacinian corpuscle), dan
- Labyrinthine and neck proprioceptors.**

## 9. Muscle Proprioceptors

Muscle proprioceptors dibagi menjadi dua bagian, yaitu yang berlokasi di dalam serabut otot dan berlokasi di tendon. Keduanya bertanggung jawab terhadap daya regang otot. **Muscle spindles** mendeteksi panjang relative otot, sedangkan **Golgi tendon organs** mendeteksi tegangan otot dan kontraksi aktif otot.

## 10. Joint and skin Proprioceptors

Receptor ini berlokasi di sendi (joint) dan berlokasi di kulit (skin) melalui ujung saraf *Pacinian corpuscle*, dan ujung saraf *Ruffini*. *Pacinian corpuscle* berlokasi disekitar kapsula articular, ligament, dan sarung tendon (tendon sheath). Ujung saraf *Pacinian corpuscle* ini diaktifkan oleh kecepatan perubahan sudut sendi, dan tekanan yang menekan kapsula articular, tetapi hanya beberapa detik saja. *Ruffini endings* berlokasi di bagian dalam kulit, dan dibagian serabut rawan (collagenous fibers) di kapsula articular. *Ruffini endings* ini melaporkan tentang ruang gerak sendi (ROM), ia mengatur ruang gerak sendi, posisi sendi, dan kecepatan perubahan sudut sendi, posisi sendi, dan kecepatan perubahan sudut sendi sampai dengan 2 derajat.

## 11. Labyrinthine and neck Proprioceptors

Receptor ini mendeteksi tentang sensasi yang menentukan posisi tubuh dan perubahan posisi yang berhubungan dengan keseimbangan tubuh (equilibrium). Labyrinth proprioceptor mendeteksi orientasi dan gerakan kepala sedangkan neck proprioceptor yang berhubungan dengan posisi kepala terhadap posisi tubuh.

## 12. Gerak Refleks (Reflex Movement)

Reflek diintegrasikan oleh sistem persarafan dari berbagai tingkatan. Sebuah gerak refleks adalah suatu respon dengan pola khusus dengan tanpa disadari dan tanpa membutuhkan perintah dari cerebrum. Secara anatomis gerak refleks diatur dengan mekanisme reflex arc (reflex arc mechanism). Mekanisme refleks adalah dimulai dengan adanya rangsangan, kemudian rangsang tersebut diterima oleh receptor, impuls dibawa melalui saraf sensoris, kemudian masuk ke spinal cord terus mengadakan hubungan synaptic secara langsung diantara dendrits dengan axon di spinal cord (hubungan antara neuron di spinal cord), kemudian saraf

motoric akan membawa perintah ke serabut otot, maka selanjutnya terjadi kontraksi otot. Hubungan ujung saraf motorik dengan beberapa serabut otot disebut **myoneural junction** atau **motor – end plate**.



## BAB IV

### MIOLOGI (MIOLOGY)

Pada semua otot rangka kita bedakan origo dan insersio. Origo selalu pada tulang yang kurang bergerak dan insersio pada tulang yang lebih bergerak. Pada anggota badan, origo selalu proksimal dan insersio distal. Pada tempat insersi sering kali terdapat kepala otot yang bergabung menjadi venter (1) dan berakhir pada tendo (2). Kekuatan otot tergantung pada potongan melintang fisiologis, yang merupakan jumlah potongan melintang semua serabut-serabut. Dari sini kekuatan absolut otot dihitung.

Susunan penter otot tergantung pada adanya ruangan. Karena pengaruhnya posisi aktif terakhir adalah penting. Tendo otot, misalnya, dapat dibengkokkan sekitar bagian rangka sebagai fulcrum (hipomokhlion). Tendo yang panjang mungkin menguntungkan bila ada kekurangan ruangan. Contoh terbaik dari hal ini adalah otot-otot panjang jari-jari, yang venter ototnya terletak pada lengan bawah tetapi dimana efeknya hanya terlihat pada jari-jari.

Menurut hubungan antara serabut-serabut otot dan tendo-tendo kita membedakan berbagai jenis otot : otot fusiform (A) mempunyai serabut-serabut panjang dan menghasilkan pergerakan yang luas tetapi tidak kuat. Otot fusiform mempunyai tendo yang relatif pendek. Jenis lain adalah otot unipennatus (B), yang mempunyai tendo yang panjang walaupun serabut-serabut otot yang melekat padanya pendek. Hal ini menjamin bahwa potongan melintang fisiologisnya relatif besar dan akibatnya otot lebih kuat. Otot bipennatus (C), mempunyai struktur yang sama seperti otot unipennatus, tetapi serabut-serabut melekat pada kedua sisi tendo.

Selanjutnya, terdapat beberapa bentuk origo otot, misalnya, otot dengan kepala dua, tiga dan empat, dimana masing-masing kepala bersatu menjadi satu venter otot dan berakhir pada tendo yang sama. Contoh otot jenis ini adalah biceps (D) dan triceps brachii.

Bila otot hanya mempunyai satu kepala tetapi mempunyai satu tendo perantara (3) atau lebih kita nyatakan otot dua atau tiga venter (E), salah satu otot

seperti ini dengan dua venter (digastricus) mempunyai segmen otot berurutan yang hampir identik besarnya. Juga dibedakan otot planus (F) dengan tendo yang tipis atau aponeurosis (4).

Otot-otot dapat terbentang melalui satu sendi atau lebih dan dinamakan otot uniaartikuler, biartikuler atau multiartikuler. Mereka dapat menghasilkan pergerakan yang berbeda dan pada beberapa kasus malahan menimbulkan gerakan yang berlawanan pada berbagai sendi. Contohnya adalah otot-otot interossei pada tangan, yang melakukan fleksio sendi prosimal tetapi ekstensio sendi tengah dan terminal jari-jari.

Otot-otot yang bekerja bersama-sama untuk menimbulkan satu pergerakan dinamakan synergist dan otot-otot yang menimbulkan pergerakan yang berlawanan dinamakan antagonist dapat merubah berbagai pergerakan. Pada fleksio pergelangan tangan misalnya beberapa otot adalah synergist, tetapi pada abduksio radialis menjadi antagonis.

Agar dapat berfungsi otot memerlukan tonus, walaupun pada waktu istirahat. Pada otot, kita temukan insufisiensi aktif atau pasif. Pada insufisiensi aktif, otot menjadi lelah bila ia telah melakukan pemendekan maksimal. Pada insufisiensi pasif, dari posisi lain titik akhir dicapat premature, misalnya, ketidak mampuan mengempal bila tangan difleksiokan.

Pada kerja otot kita bedakan gerak aktif dan fungsi penghentian pasif. Jadi, otot dapat berfungsi secara pasif untuk menghentikan dan secara aktif menghasilkan pergerakan.

## 1. Miologi Umum

### Alat-Alat Pembantu Otot

Sejumlah struktur pembantu diperlukan untuk fungsi otot mereka adalah a) jaringan penyambung penutup, *fascia*, yang meliputi masing-masing otot atau kelompokan-kelompokan otot dan memungkinkan mereka untuk bergerak satu terhadap lainnya, b) selubung synovial tendo (A), yang menambah kemampuan



mengelincir tendo-tendo. Selubung ini terdiri atas lapisan visceral (1) yang terletak didalam, yang terletak tepat berhubungan dengan tendo, dan (2) dihubungkan melalui mesotenon (3) ke lapisan parietal (2). Cairan synovial yang terdapat antara lapisan visceral dan parietal bekerja sebagai pelumas untuk menambah pergerakan tendo. Di luar selubung vagina diluputi oleh jaringan fibrosa (4). c) *Bursae synovial* (B, (5) ) melindungi otot bila otot terletak langsung pada tulang. D) Rawan atau tulang *sesamoid* (C) ditemukan dimana tendo-tendo merupakan subyek tekanan. E) jaringan lemak, *corpora adiposa*; terletak antara masing-masing otot dan dapat mengurangi gesekan. Badan-badan lemak seperti ini (misalnya badan lemak axilla) ditemukan diseluruh tubuh dalam jumlah yang berbeda.

### Pemeriksaan Fungsi Otot

Fungsi otot dapat ditentukan dengan berbagai jalan. Yang paling sederhana adalah *palpasi* dan *inspeksi*. Bentuk otot dapat diperlihatkan dengan pergerakan tertentu.

Metode anatomi memungkinkan diperlihatkannya sediaan masing-masing otot. Origo, perjalanan, dan insersio otot dapat ditentukan, tetapi penilaian sebenarnya fungsi otot tidak dapat diperoleh dari mayat. Jadi, pembedahan adalah metoda tidak langsung yang hanya memungkinkan memberikan kesimpulan dan tidak berperan menilai kerja sama-tiap-tiap otot.

Perangsangan listrik dapat digunakan untuk menyelidiki fungsi otot. rangsang diberikan dimana saraf masuk ke otot ("titik mototrik"). Cara ini tidak menguntungkan pertama karena cara ini hanya berguna bagi otot superfisial dan kedua, karena cara ini menimbulkan kontraksi maksimal tanpa memperhitungkan bahwa sebenarnya otot-otot lain dapat dipengaruhi oleh kontraksi maksimal tersebut.

*Elektromiografi* adalah metode yang paling modern untuk menyediakan fungsi otot, dimana potensial aksi serabut-serabut dicatat oleh elektroda yang diletakkan langsung pada otot. Dengan bantuan cara ini telah diperlihatkan bahwa dengan bertambahnya usaha, makin banyak motor unit (serabut otot dengan motor



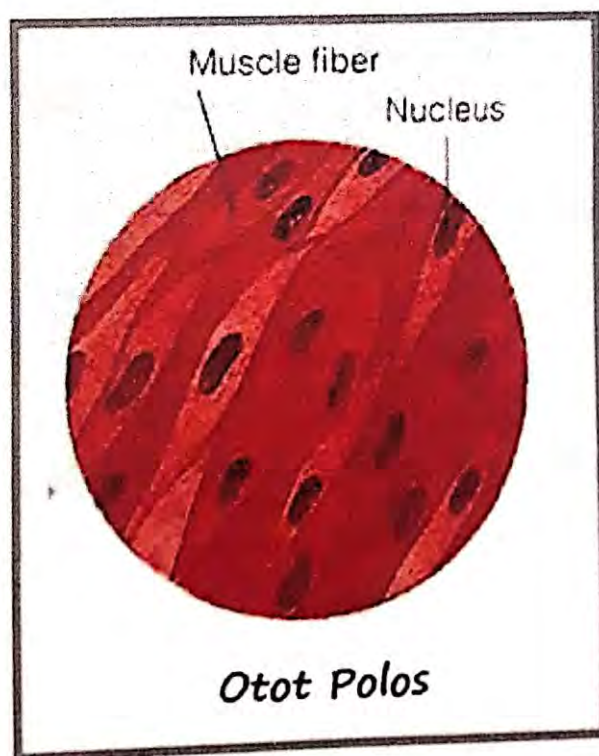
end flate dan saraf-sarafnya) menjadi efektif. Elektromiograf menunjukkan bahwa semua serabut tidak pernah diaktifkan pada saat yang sama. Sementara beberapa serabut istirahat, serabut-serabut lainnya berkontraksi sehingga meningkatkan atau mengurangi tegangan.

Faktor penghambat sukar ditentukan luasnya dimana tiap-tiap otot berperan terhadap setiap pergerakan.

## 2. Otot

Jaringan otot ditandai oleh adanya myofibril-miofibril pada sel-selnya yang memanjang. Mofibril-mofibril ini bertanggung jawab akan kontraktilitas sel-sel otot. Dapat dibedakan tiga jenis jaringan otot berdasarkan struktur dan sifat fisiologis : otot polos (A), otot bercorak (B,D) dan otot jantung.

### Otot Polos



Gambar 4.1. Otot polos

Otot polos terdiri atas sel-sel berbentuk spindle dengan panjang 40 – 200 m dan tebal 4 – 20 m dengan inti di tengah, Miofibril-miofibril sukar diperlihatkan

dan tidak mempunyai corakan transversal. Serabut-serabut retukuler transversal menghubungkan sel-sel otot yang berdekatan dan membentuk suatu kelompok sehingga menjadi unit-unit fungsional. Otot polos tidak di bawah pengawasan kesadaran. Hubungan sinaptik dengan akson-akson terjadi melalui pelasmalema.

Pengaruh hormonal dapat menyebabkan otot polos bertambah panjang dan berproliferasi, yaitu, mungkin tidak hanya bertambah ukuran selnya, tetapi sel-sel juga membentuk yang baru. Suatu contoh adalah uterus, serabut-serabut ototnya dapat mencapai 800 m panjangnya.

### Otot Bercorak



**Gambar 4.2. otot bercorak**

Otot bercorak terdiri atas sel-sel otot (serabut-serabut otot) yang tebalnya dapat 10 – 199  $\mu$ m dan panjangnya sampai 15cm. Inti-inti terletak tepat di bawah permukaan sel dengan arah aksis panjang serabut-serabut otot. Miofibril-miofibril mudah dilihat dan bertanggung jawab akan corakan longitudinal. Corakan transversal disebabkan perubahan periodic pita refraktif tunggal "I" (isotrop) yang lebih kecil, terang dan pita birefringent anisotropy "A(Q)" yang lebih besar, gelap. Pita-pita A mengandung lempeng tengah (M) dan pita-pita I menunjukkan corakan intermediate anisotropic (z) yang halus. Potongan miofibrilar yang terletak antara dua pita z dinamakan sarkomer.



Tiap-tiap sel otot rangka mengandung beberapa inti. Kekuatan tiap-tiap serabut otot dihubungkan dengan fungsinya. Sarkoplasma mengandung sejumlah mitokondria (sarkosom).

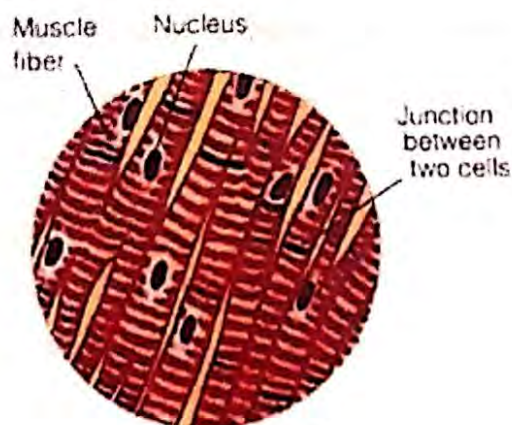
Warna otot disebabkan karena suplai darahnya dan myoglobin dalam larutan sarkoplasma. Selain itu, warna ditentukan juga oleh kadar air dan banyaknya fibril-fibril. Hal ini menerangkan mengapa berbagai otot mempunyai warna yang berlainan. Serabut-serabut yang lebih tipis dengan fibril-fibril dan kadar air yang lebih sedikit berwarna muda, sedangkan serabut-serabut yang lebih tebal tampak lebih gelap.

*Sarkolema* meliputi masing-masing serabut otot sebagai selubung jaringan penyambung. Terdapat lapisan jaringan penyambung yang halus, *endomisiium*, antara serabut-serabut. Beberapa serabut-serabut otot diliputi oleh *primisiium interna* dan bersama-sama mereka membentuk berkas primer.

*Perimesium externa* adalah lapisan jaringan penyambung yang menghubungkan beberapa berkas-berkas primer untuk membentuk fasikulus otot.

Otot rangka bercorak adalah otot volunteer dan dipersarafi melalui motor-end-plate atau myoneural junctions.

### Otot Jantung Bercorak



Otot Jantung

Gambar 4.3. Otot jantung



Serabut-serabut otot, yang mengandung sarcoplasma dalam jumlah besar membentuk jala-jala. Corakan transversal ada, tetapi sarkomer-sarkomer pendek. Pita "i" lebih sempit daripada otot rangka.

Pada serabut-serabut otot jantung inti terletak ditengah-tengah Sarkosom jauh lebih banyak daripada otot rangka. Selain itu, jaringan otot jantung mengandung banyak *diskus inerkalaris* transversal yang sangat refraktif, yang terletak pada posisi pita Z.

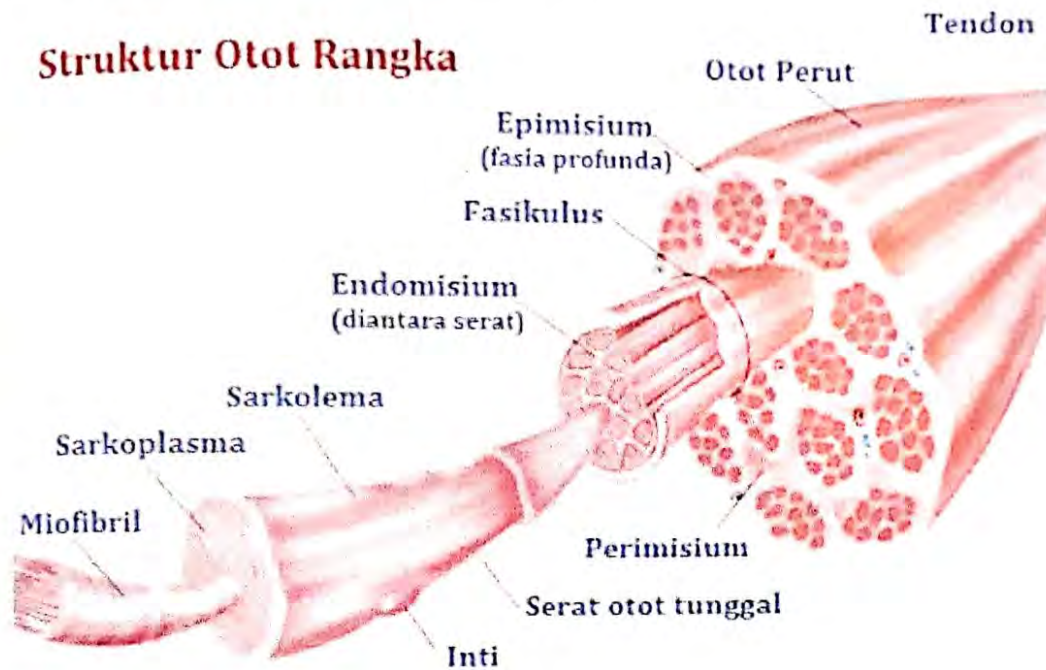
### 3. Sistem Otot Kerangka / Lurik

#### 1. Struktur Otot Kerangka

Tubuh atau bagian tubuh kita digerakkan oleh gaya, baik gaya eksternal maupun internal. Gaya internal bertanggung jawab dalam gerakan tubuh atau mempertahankan posisi tubuh kita, Perhubungan dua buah tulang atau lebih secara langsung maupun tidak langsung membentuk persambungan atau persendian, dimana pada persambungan tidak terjadi gerakan, sedangkan pada persendian dimungkinkan terjadi pergerakan, persendian merupakan titik atau tempat terjadinya gerakan. Persendian tersebut selalu dilalui oleh otot kerangka, otot kerangka sebagai sumber penggerak dalam suatu persendian.

Struktur serabut otot kerangka dimulai dari bagian terkecil disebut sel otot (*myofibril/muscle fibre/muscle cell*), kemudian **Sel Otot** dibungkus oleh jaringan ikat disebut **sarcolemma**. Serabut-serabut otot yang dibungkus sarcolemma bergabung dan dibungkus oleh jaringan ikat yang disebut **endomysium**. Berkas-berkas tersebut bergabung dan dibungkus oleh jaringan ikat yang disebut **perimysium**. Berkas-berkas tersebut bergabung dan dibungkus oleh jaringan ikat yang disebut dengan **epimysium**. Maka terbentuklah sebuah otot (**muscle/musculus**), kemudian ada beberapa otot yang bergabung dan dibungkus oleh semacam jaringan pembungkus otot yang disebut dengan **sarung otot (external perimysium/deep fascia)**.

Panjang sebuah serabut otot antara 1 sampai 40 mm, dan diameternya antara 0.01 sampai 0.15 mm. Setiap otot mempunyai badan otot (venter/belly) dibagian tengahnya dan setiap ujungnya terdapat otot untuk melekat pada tulang disebut tenda/tendon yang terdiri dari origo dan insertio.



**Gambar 4.4. Struktur otot rangka**

## 2. Karakteristik Otot Kerangka

Otot kerangka (skeletal muscle/striated muscle/voluntary muscle) memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

1. Ekstensibility dimana otot kerangka dapat memanjang atau memendek.
  2. Elasticity dimana otot kerangka dapat kembali ke panjang semula setelah diregangkan atau pemendekan.
  3. Contractibility dimana otot kerangka memiliki kemampuan untuk memendek atau memanjang dan kemampuan menghasilkan tegangan.
- Menurut hasil penelitian Steindler (1970) bahwa pemendekan otot kerangka ini dapat dilakukan sebesar setengah dari panjang serabut ototnya dari panjangnya pada saat istirahat.



### 3. Jenis Serabut Otot (Muscle Fibers)

Sebuah serabut otot panjang serabut ototnya dapat mencapai 1 sampai 3 inci, sedangkan sebuah otot berisi : inti sel (cell nucleus), mitochondria yang sangat penting dalam proses metabolisme, myoglobine (hemoglobin), dan glikogen (bentuk zat gula).

Pada umumnya para ahli mengategorikan serabut otot menjadi dua bagian, yaitu (1) serabut otot lambat (2) serabut otot cepat.

- 1) Serabut otot lambat (slow twitch), serabut ototnya lebih kecil dan berwarna merah dan kaya dengan suplai darah, banyak berisi myoglobin dibandingkan serabut cepat. Serabut otot lambat relatif panjang dan memiliki tegangan isometric yang lebih tinggi dibandingkan dengan serabut cepat (80 - 100 ms), efisiensi kerja tinggi, tidak mudah lelah. Serabut otot lambat lebih cocok untuk kegiatan olahraga yang memerlukan waktu yang panjang/lama, dan cabang olahraga daya tahan.
- 2) Serabut otot cepat (fast twitch) memiliki serabut yang besar dan polos, tetapi kurang dalam suplai darahnya, ketegangan isometrisnya sebesar 40 - 60 ms. Serabut ini bertanggung jawab dalam kegiatan olahraga yang cepat dan memerlukan power, namun serabut ini mudah lelah, sehingga serabut ini cocok untuk kegiatan olahraga yang memerlukan waktu pendek, seperti olahraga sprint dan weight training.

Penelitian menunjukkan bahwa latihan tidak mengakibatkan penambahan jumlah serabut otot, akan tetapi serabut ototnya semakin menebal dan kuat atau disebut dengan istilah **hypertrophy** dan terjadi penambahan jumlah pembuluh darah yang olahraga daya tahan. Apabila olahraga tidak dilanjutkan atau berhenti, maka akan terjadi penurunan atau pengecilan serabut otot yang disebut dengan istilah **atrophy**, dan atrophy terjadi pada orang yang mengalami cedera/sakit yang lama dan tidak melakukan latihan.



#### 4. Perletakan Otot (Muscular Attachments)

Otot kerangka melekat pada tulang yang diikat dengan jaringan ikat yang disebut urat otot (tendo/tendon). Kedua ujung tersebut disebut **origo** dan **Insertio**. Dimana origo melekat pada tulang yang tidak bergerak atau berbeda pada bagian proximal tulang, sedangkan insesio melekat pada tulang yang bergerak atau berada pada bagian distal tulang.

**Tabel 1. Karakteristik Struktural dan Fungsional Serabut Otot Lambat dan Cepat**

Karakteristik Serabut Otot		Tipe Serabut Otot		
		ST	FTa	FTb
Aspek Saraf	Ukuran Motoneuron	Kecil	Besar	Besar
	Ambang Rekrutmen Motoneuron	Rendah	Tinggi	Tinggi
Aspek Struktural	Lingkar serabut otot	Kecil	Besar	Besar
	Pengembangan retikulum endoplasmik	Kurang	Banyak	Banyak
	Kepadatan mitochondria	Tinggi	Tinggi	Rendah
	Kepadatan pembuluh darah	Tinggi	Sedang	Rendah
	Isi Myoglobin	Tinggi	Sedang	Rendah
Bahan zat kimia untuk energy	Persediaan PC	Rendah	Tinggi	Tinggi
	Persediaan Glykogen	Rendah	Tinggi	Tinggi
	Persediaan Triglyserida	Tinggi	Sedang	Rendah
Aspek Enximatik	Aktivitas Myosin-ATPase	Rendah	Tinggi	Tinggi
	Aktivitas Enzim Glikolitik	Rendah	Tinggi	Tinggi

	Aktivitas Enzim Oksidatif	Tinggi	Tinggi	Rendah
Aspek Fungsional	Waktu kontraksi/kedut	Lambat	Cepat	Cepat
	Waktu relaksasi	Lambat	Cepat	Cepat
	Efisiensi energy/ekonomis	Tinggi	Rendah	Rendah
	Daya tahan kelelahan	Tinggi	Rendah	Rendah
	Elastisitas	Rendah	Tinggi	Tinggi

### 5. Beberapa Istilah Perlengkapan Otot

1. Perlekatan otot pada anggota badan atas atau anggota badan bawah disebut (1) perlekatan proximal, dan (2) perlekatan distal
2. Perlekatan otot pada bagian kepala, leher dan badan disebut (1) Perlekatan atas, (2) perlekatan bawah, (3) perlekatan medial, dan (4) perlekatan lateral.
3. Perlekatan otot diaphragma disebut (1) perlekatan peripheral, dan (2) perlekatan central.

### 6. Klasifikasi Otot Kerangka

Klasifikasi otot kerangka dapat dibedakan menurut bentuk serabut otot, fungsi otot, posisi otot.

#### a. Berdasarkan bentuk otot dapat dibedakan menjadi 6 bentuk, yaitu :

1. Bentuk bulat panjang (fusiform/spindle)
2. Bentuk setengah kipas (penniform)
3. Bentuk kipas dua sisi (bipenniform)
4. Bentuk segi tiga (triangular/fanshape)
5. Bentuk rhomboidal
6. Bentuk jajaran genjang (rectangular)



**b. Berdasarkan Fungsi/Kerja otot dapat dibedakan menjadi :**

1. Flexor, otot yang berfungsi mengadakan gerakan flexion.
2. Extensor, otot yang berfungsi mengadakan gerakan extension.
3. Abductor, otot yang berfungsi mengadakan gerakan abduction.
4. Adductor, otot yang berfungsi mengadakan gerakan adduction.
5. Supinator, otot yang berfungsi mengadakan gerakan supination.
6. Pronator, otot yang berfungsi mengadakan gerakan supination.
7. Rotator, otot yang berfungsi mengadakan gerakan rotation.

**c. Berdasarkan posisi/kerja otot dapat dibedakan menjadi :**

1. Sinergis adalah sekelompok otot yang berfungsi mengadakan kontraksi secara bersama-sama.
2. Mover atau agonist adalah otot utama atau sekelompok otot utama yang berfungsi pada gerakan.
3. Antagonist adalah otot atau sekelompok otot yang berlawanan dengan otot movers/agonis.
4. Fixator adalah otot atau sekelompok otot yang berfungsi untuk mengfiksasi gerak.
5. Stabilizing otot yang berfungsi untuk stabilitas gerak.
6. Support muscles adalah otot – otot atau sekelompok otot yang membantu otot utama (movers.agonist).
7. Neutralizer adalah otot atau sekelompok otot yang berfungsi untuk netralisasi gerak.

**7. Metode Mempelajari Otot yang Bekerja**

Ada beberapa metode yang sering digunakan untuk mengetahui otot mana yang berkerja dalam suatu gerakan. Pada umumnya ada empat metode, yaitu :

1. Metode conjecture and reasoning, suatu metode dengan memperhatikan tempat perletakan otot dan garis lurus otot yang bekerja.



2. Metode dissection, suatu metode yang digunakan dengan cara mencari lokasi otot, tempat perlengkapan otot, dan dihubungkan dengan suatu persendian dengan jalan dibedakan.
3. Metode inspection dan palpation, suatu metode dengan jalan melihat dan meraba bagian otot yang bekerja.
4. Metode muscle simulation, suatu metode dengan bantuan alat elektrik yang memberikan stimulus kepada otot tertentu dan melihat bagaimana reaksinya. Biasanya metode modern ini digunakan dalam kinesiologi untuk mengetahui dan menganalisis gerakan yang lebih kompleks, seperti pada gerakan jalan, lari, melompat.
5. Metode electromyography (EMG), suatu metode yang digunakan untuk melihat otot yang bekerja dengan bantuan alat elektriks. Electromyography bekerja berdasarkan fakta bahwa suatu kontaksi otot akan memberikan impuls elektriks yang kemudian dapat digambarkan dalam bentuk grafik yang dibuatnya berdasarkan impuls elektriks yang terjadi pada otot yang dipasang alat.

## 8. Kontraksi Otot (Muscle Contraction)

Kontraksi otot dapat dikelompokkan ke dalam :

1. Kontraksi isometric (isometrik contraction). Iso = sama, metric = ukuran. Kontraksi isometrik disebut juga kontraksi statis (static contraction). Kontraksi isometrik adalah suatu kontraksi otot dimana panjang otot tidak berubah, sedangkan ketegangan (tension) otot berubah.
2. Kontraksi isotonik (isotonic contraction). Iso = sama, tonic = ketegangan. Kontraksi isotonik disebut juga kontraksi dinamis (dynamic contraction). Kontraksi isotonik adalah suatu kontraksi otot dimana panjang otot berubah, sedangkan ketegangan otot (tension) tidak berubah. Pada kontraksi jenis ini gerakan tampak jelas terlihat. Panjang otot saat otot berkontraksi dapat berubah menjadi panjang atau menjadi

pendek. Apabila perubahan otot pada saat kontraksi menjadi lebih pendek, maka kontraksi ini disebut **konsentrik (concentric contraction)**. Apabila perubahan otot pada saat otot berkontraksi menjadi panjang, maka kontraksi ini disebut **kontraksi eksentrik (eccentric contraction)**.

#### 9. Teori Kontraksi Otot

Salah satu teori kontraksi otot adalah **Teori Geseran Filamen (the sliding filament theory of muscular contraction)**. Menurut teori geseran filament bahwa pada suatu kontraksi otot, panjang filament actin dan myosin tidak berubah. Jadi pada saat suatu otot berkontraksi atau mengerut, yang terjadi adalah saling bergesernya atau saling mendekat dan merapatnya filament actin dan myosin.

#### 10. Sistem Pembentukan Energi Untuk Kontraksi Otot

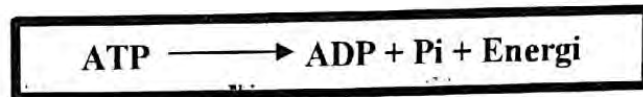
Energi untuk suatu kontraksi otot diperoleh dari proses penguraian senyawa kimia, yang disebut adenosine trifosfat (adenosine triphosphate atau disingkat ATP). Proses ini terjadi di mitochondria (mitochondrium) serabut otot. Jumlah ATP dalam serabut otot terbatas. Pada awal aktivitas fisik atau olahraga, energy untuk kontraksi otot adalah berasal dari ATP yang tersedia pada serabut-serabut otot. Pada proses selanjutnya, apabila kegiatan fisik atau olahraga itu dilanjutkan, maka energy untuk kontraksi otot dari ATP dibentuk melalui proses glikolisis glikogen (glycolysis glycogen), protein, dan lemak serta resistensis dari asam laktat (lactic acid) dan asam piruvik (pyruvic acid).

ATP ini diperoleh dari makanan yang kita makan sehari-hari melalui proses sistem pencernaan. Jadi sumbernya adalah karbohidrat, protein dan lemak yang sudah dicerna menjadi nutrisi.

Penguraian ATP dimulai sejak sampainya rangsangan listrik (electric impulse) yang sampai ke sarcolemma, yang datang melalui saraf penggerak (motot



nerve/efferent nerve). Dalam garis besarnya proses penguraian ATP adalah sebagai berikut :



Keterangan :

ATP = Adenosine Triphosphate

ADP = Adenosine Diphosphate

PI = Phosphat Inorganic

Energi = Energi untuk kontraksi otot

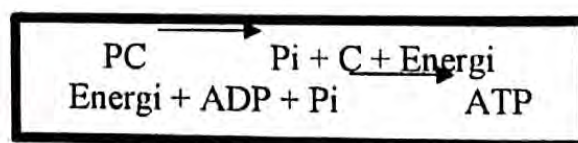
### 11. Sistem Pembentukan Energi

Sistem pembentukan energy secara garis besar hanya melalui dua suster yaitu :

1. Sistem an aerobic (an aerobic system). Sistem an aerobic terdiri dari : (a) ATP-PC sistem (ATP = PC system/Phosphagen system), dan (b) Sistem a aerobik glikolisis (lactic acid system).
2. Sistem Aerobik (aerobic system). Sistem ini terdiri dari : (a) Aerobi glikolisis, (b) Siklus Krebs, dan (c) Sistem Transportasi Elektron.

#### A. Sistem An Aerobik :

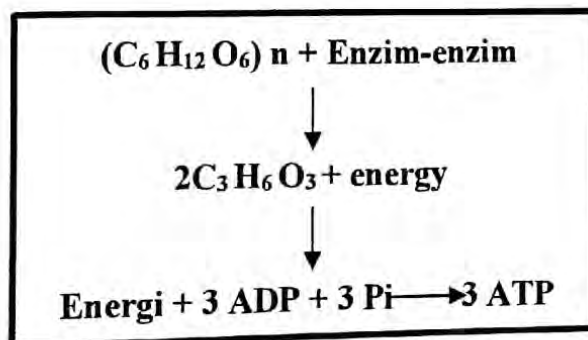
1. Sistem ATP-PC. Phosphocreatine (PC) dan ATP terdapat pada serabut serabut otot, jumlahnya terbatas. ATP dan PC berisi sejumlah phosphate Oleh Karena itu disebut phosphagen. Proses pembentukan energinya secara garis besarnya adalah sebagai berikut : PC terdiri dari P = phosphate dan C = creatine. PC setelah mengalami proses penguraian kimiawi menjadi inorganic phosphate (Pi), creatine (C) dan energy. Kemudian membentuk energi, ADP, Pi dan terbentuklah ATP baru. Untuk lebih jelasnya lihat skema berikut ini :



Pada kegiatan fisik atau olahraga yang maksimal, misalnya pada lari cepat (sprint) 100 meter, penyediaan energi kontraksi ototnya dari sistem ini, namun hanya bertahan kurang lebih 10 detik. Setelah melakukan istirahat selama 2-3 menit, PC dan ATP terbentuk kembali.

## 2. Sistem an Aerobik Glikolisis

An aerobic glikolisis adalah suatu proses gabungan glikogin menjadi asam asam piruvik (privic acid) oleh sejumlah enzim tanpa  $O_2$ . Dari proses ini dihasilkan ATP. Glikogin adalah zat gula (glukosa) dalam otot. Sedangkan enzim yang terlibat dalam proses ini antara lain adalah : phosphofruktokinase (PFK), hexokinase (HK), pyruvatekinase (PK), dan lacticdehydrogenase (LH). Rumus kimia glikogin adalah :  $(C_6 H_{12} O_6)_n$ . Sedangkan rumus kimia asam piruvik adalah :  $2C_3 H_6 O_3$ . Penyediaan energi untuk kontraksi sistem ini hanya mampu bertahan antara 30 detik sampai 2 menit, terutama pada kerja fisik atau olahraga dengan intensitas submaksimal. Untuk lebih jelasnya lihat skema berikut ini :



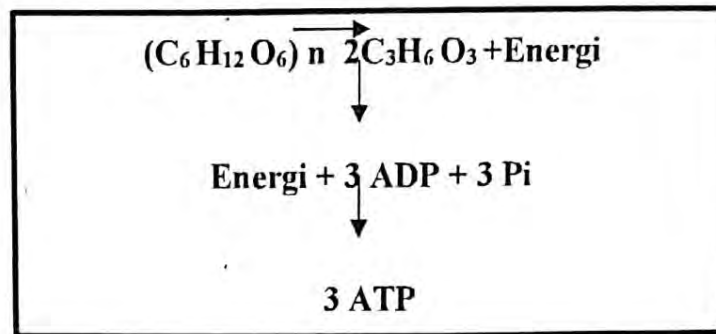
## B. Sistem Aerobik

Pada sistem ini, proses pembentukan energinya menentukan atau menggunakan oksigen ( $O_2$ ). Berdasarkan reaksi-reaksi kimianya, sistem ini dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu :

### 1. Aerobik Glikolisis (Aerobik Glycolisis)



Pada sistem ini perubahan glikogen menjadi  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  dan ATP memerlukan  $\text{O}_2$ . Dalam garis besarnya proses pembentukan ATP-nya sebagai berikut, lihat skema berikut ini :



## 2. Siklus Krebs

Siklus atau rangkaian ini ditemukan oleh Sir Hans Krebs. Oleh karena itu disebut siklus Krebs. Ia memperoleh hadiah Nobel dalam bidang Fisiologi/Kesehatan tahun 1953. Siklus ini juga disebut Asam Trikarboksili (Tricarboxylic Acid/TCA). Pada siklus krebs, asam pyruvic (pyruvic acid) terbentuk, ketika proses aerobic glikolisis berlangsung di mitochondria dan terus terjadi penguraian melalui proses reaksi-reaksi kimia. Pada proses ini didapatkan terjadinya :

- a. Produksi karbondioksida (carbon dioxide/ $\text{CO}_2$ )
- b. Oksidasi (oxidation), dan
- c. Produksi ATP.

## 3. Sistem Tranportsi Elektron

Sistem ini merupakan kelanjutan dari proses penguraian glikogen, dan  $\text{H}_2\text{O}$  yang dibentuk dari ion-ion hydrogen (hydrogen ions) dan electron-elektron yang dilepaskan/dihasilkan pada sistem Krebs, dan digabungkan dengan  $\text{O}_2$  yang dihirup. Rangkaian reaksi spesifik ini dan membentuk  $\text{H}_2\text{O}$  disebut sistem tranportasi electron atau rantai respiratori (respiratory chains). Pembentukan energy sistem ini disebut juga oksidatif fosforilasi (oxidative phosphorylation). Pada proses ini ada hal yang penting yang

terjadi, yaitu ion-ion hydrogen dan electron-elektron masuk kedalam sistem transportasi elektron melalui  $FADH_2$  dan  $NADH$ .  $FADH_2$  berasal dari  $FAD^+$  (flavor adenine dinucleotide).  $FAD^+$  merupakan penerima (acceptor) hydrogen. Sedangkan  $NADH$  berasal dari  $NAD^+$  (nicotinamida adenine dinucleotide).  $NAD^+$  merupakan penerima hydrogen.  $H^+$  ini merupakan pemecahan dari carbohidrat yang diproses melalui glikolisis dan siklus Krebs.

## 5. Fisiologi Otot

### A. Macam Jaringan Otot

1. Jaringan otot skelet secara primer menempel pada tulang. Bercorak, volunteer
2. Jaringan otot jantung membentuk dinding jantung. Bercorak, involunter.
3. Jaringan otot polos terletak di visera. Tidak bercorak (polos), involunter.

### B. Fungsi Jaringan Otot

1. Dengan cara berkontraksi, jaringan otot memperlihatkan empat fungsi penting.
2. Fungsi ini adalah : gerakan, menggerakkan / memindahkan zat di dalam tubuh, menyetabilkan posisi tubuh dan mengatur volume organ, dan thermogenesis (memproduksi panas).

### C. Sifat-sifat Jaringan Otot

1. Peka rangsang, merupakan sifat memberikan jawaban terhadap rangsang dengan menimbulkan potensial aksi.
2. Konduktivitas, kemampuan mengalirkan potensial aksi sepanjang membrane plasma.
3. Kontraksilitas, kemampuan berkontraksi
4. Ekstensibilitas (bisa memanjang), kemampuan memanjang bila ditarik.



5. Elastisitas, kemampuan kembali ke bentuk semula sesudah kontraksi atau memanjang.

#### **D. Anatomi dan Inervasi Jaringan Otot Skelet**

##### **1. Komponen jaringan ikat**

- a. Fascia adalah suatu lapisan atau bungkus lebar jaringan ikat di bawah kulit (facia superficialis) atau sekeliling otot dan organ tubuh ("deep fascia").
- b. Komponen jaringan ikat lainnya adalah epimisium yang menutupi seluruh otot, perimysium, menutupi "fascicle", dan endomisium, menutupi serabut otot (semua pelebaran deep fascia).
- c. Tendo dan aponeurosis sebagai pelebaran jaringan ikat di bawah jaringan otot yang melekatkan otot pada tulang atau pada otot lain.

##### **2. Suplai darah dan saraf**

- a. Saraf menyebarkan impuls untuk kontraksi otot.
- b. Darah menyiapkan nutrient dan oksigen untuk kontraksi muscular.

##### **3. Unit motor**

- a. Suatu neuron motor dan serabut otot membentuk satuan unit motor.
- b. Suatu unit motor berisi sedikitnya 2 sampai 2000 serabut otot.

##### **4. Tautan otot-saraf**

- a. Suatu neuron motor menyebarkan suatu impuls saraf (potensial aksi saraf) ke tautan otot-saraf.
- b. Suatu tautan otot-saraf merupakan bagian terminal akson suatu neuron motor yang berdempetan dengan bagian sarkolema serabut otot ("piringan" ujung motor").
- c. Asetikolin yang dilepaskan oleh suatu neuron motor berdifusi melewati celah sinaps dan memicu suatu potensial aksi otot.

##### **5. Anatomi mikroskopik otot skelet**

- a. Otot skelet berisi serabut-serabut (sel-sel) yang ditutupi oleh sarkolema (membrane plasma). Serabut berisi sarkoplasma, inti sel, reticulum sarkoplasma, dan tubulus transversus (pembuluh – T).
- b. Tiap serabut berisi mifibril yang terdiri dari filament tebal dan filament tipis. Filamen tersusun menjadi sarkomer.
- c. Filamen tipis terdiri dari aktin, tropomiosin, dan troponin; filament tebal berupa myosin.
- d. Kepala myosin yang menonjol disebut jembatan lintas myosin (JLM) yang mengandung tempat ikatan aktin dan ATP.

#### E. Kontraksi Otot

1. Ketika suatu impuls saraf mencapai terminal akson, vesikel sinaptik terminal melepaskan astikolin (Ach), yang segera memulai suatu potensial aksi otot di dalam sarkolema serabut otot. Potensial aksi otot kemudian menjalar ke dalam pembuluh-T dan menyebabkan reticulum sarkoplasma (RS) melepaskan ion  $Ca^{2+}$  ke dalam sarkoplasma.
2. Ion  $Ca^{2+}$  yang dilepaskan berikatan dengan troponin, mengubah bentuk tropomiosin sehingga tempat ikatan myosin pada aktin terbuka.
3. Sumber energi langsung untuk kontraksi (ATP) dipecah oleh ATP ase menjadi  $ADP + Pi$  dan memberi energi (kekuatan) dan mengaktifkan JLM.
4. JLM yang aktif menempel pada aktin, selanjutnya kepala JLM menekuk, menarik, dan meluncurkan filamen tipis.
5. Relaksasi berlangsung ketika Ach dipecah dan  $Ca^{2+}$  dipompa kembali ke dalam RS.
6. Selama kontraksi otot skelet, hamper semua energi yang dihasilkan dibuang sebagai panas.
7. Bila suhu tubuh turun, badan akan menggigil dan dapat membantu menaikkan suhu kembali.



## F. Penyelesaian Tegangan Dalam Seluruh Otot

1. Sesuai dengan prinsip ALL-or-none (**Ya-atau-Tidak**), tiap serabut otot akan berkontraksi maksimal; tidak ada istilah berkontraksi sebagian atau sedikit.
2. Suatu kontraksi kedut adalah suatu kontraksi sejenak semua serabut otot dalam satu uni motor dalam menjawab suatu potensial aksi yang tunggal.
3. Pencatatan suatu kontraksi disebut miogram. Periode refrakter yang sangat pendek, sedangkan periode refrakter otot jantung sangat panjang.
4. Kontraksi sumasi adalah bertambahnya kekuatan suatu kontraksi yang terjadi ketika suatu rangsang berikutnya sampai sebelum otot berelaksasi sempurna.
5. Perangsangan berulang-kali dapat menimbulkan tetani tidak sempurna serangkaian kontraksi otot yang terus menerus tanpa terjadinya relaksasi sempurna. Perangsangan berulang-kali yang sangat cepat dapat menimbulkan kontraksi tetani sempurna yang gambaran kontraksinya tampak luas tanpa ada relaksasi.
6. Pada efek "naik-tangga", setiap kontraksi berikutnya makin kuat.
7. Suatu serabut otot akan menimbulkan tegangan berikutnya ketika filamen tebal dan filament tipis saling overleping optimal.
8. Proses bertambahnya jumlah unit motor yang aktif disebut "**recruitment**" (pengerahan) yang dapat mencegah kelelahan dan membantu menimbulkan kontraksi yang lembut.
9. Suatu kontraksi partial yang terus menerus sebagian suatu otot skeletal menghasilkan tonus otot.
10. Tonus penting untuk mempertahankan sikap tubuh (postur).
11. Tegangan yang ditimbulkan oleh elemen kontraktile disebut tegangan aktif sedangkan tegangan yang ditimbulkan oleh elemen elastik disebut tegangan pasif.

12. Kontraksi isotonik terjadi ketika suatu beban yang konstan digerakkan sepanjang gerakan suatu persendian; pada kontraksi isometrik otot tidak memendek tetapi tegangan bertambah.

### G. Metabolisme Otot

1. Sesuai keperluan, serabut otot dapat memproduksi ATP.
2. Creatin-fosfat dan ATP merupakan sistem fosfagen.
3. Katabolisme partikel glukosa untuk membentuk ATP terjadi dalam sistem glikogen asam laktat. Sistem ini anaerobic.
4. Produksi ATP sistem aerobic melibatkan oksidasi penuh (sempurna) glukosa via respirasi selular.
5. Kenaikan penggunaan oksigen setelah latihan disebut konsumsi oksigen pemulihan.
6. Ketidakmampuan otot untuk mempertahankan kekuatan kontraksinya disebut kelelahan otot.

### H. Macam-macam Serabut Otot Skelet

1. Berdasarkan struktur dan fungsinya, serabut otot skelet dibagi menjadi serabut oksidatif lambat (tipe-I); serabut oksidatif cepat (tipe-IIA), dan serabut glikolitik cepat (tipe-IIB).
2. Hampir semua otot skelet berisi suatu campuran ketiga macam serabut diatas. Perbandingannya bervariasi sesuai dengan kebiasaan aksi otot bersangkutan.
3. Berbagai latihan dapat sedikit merubah tipe serabut otot.

### I. Jaringan Otot Jantung

1. Otot ini hanya ditemukan pada jantung, bercorak, dan involunter.
2. Pada irisan melintang serabut-serabutnya persegi dan biasanya berisi suatu inti yang letaknya sentral.



3. Dibandingkan dengan serabut otot skelet, serabut otot jantung mempunyai sakoplasma lebih banyak; mitokondria juga lebih banyak; akan tetapi mempunyai RS yang kurang berkembang; pembuluh-T yang lebih lebar yang terletak di discus-Z, bukan di tautan ban A-I, Cabang-cabang serabut disambungkan via *intercalated discs*.
4. *Intercalated discs* menyiapkan kekuatan dan konduksi potensial aksi otot melalui tautan celah yang terdapat di disc.
5. Tidak seperti jaringan otot skelet, jaringan otot jantung berkontraksi dan berelaksasi terus-menerus dan ritmis. ATP dibuat secara aerobik dalam mitokondria besar dan banyak.
6. Jaringan otot jantung dapat berkontraksi tanpa rangsangan ekstrinsik dan dapat tetap berkontraksi lebih lama daripada jaringan otot skelet.
7. Jaringan otot jantung mempunyai periode refakter yang panjang, sehingga terbebas dari kontraksi tetani.

#### **J. Jaringan Otot Polos**

1. Otot polos tidak bercorak dan involunter.
2. Serabut otot polos berisi filamen intermedia dan badan dapat (fungsinya sama dengan Z-disc).
3. Otot polos visceral (unit tunggal) ditemukan dalam dinding alat visera dan pembuluh darah kecil. Sejumlah serabut membentuk suatu anyaman yang berkontraksi bersama-sama.
4. Multiunit otot polos ditemukan di dalam pembuluh darah besar, pembuluh besar di paru-paru, mm. Arrector pili, mata (untuk menyesuaikan diameter pupil dan memfokuskan lensa). Unit serabut itu beraksi masing-masing.
5. Lamanya kontraksi dan lamanya relaksasi otot polos lebih panjang daripada otot skelet.
6. Serabut otot polos berkontraksi menjawab impuls saraf, hormone, dan faktor lokal.

7. Serabut otot polos dapat diregangkan tanpa terjadinya kenaikan tegangan.

#### **K. Regenerasi Jaringan Otot**

1. Serabut otot skelet tidak dapat membelahkan tetapi mempunyai kemampuan regenerasi yang sangat terbatas.
2. Serabut otot jantung tidak dapat membelah dan beregenerasi.
3. Serabut otot polos mempunyai kapasitas membagi dan regenerasi yang terbatas.

#### **L. Ketuaan dan Jaringan Otot**

1. Mulai sekitar umur 30 tahunan terjadi kehilangan otot skelet, yang progresif yang diganti oleh lemak.
2. Juga terjadi suatu pengurangan kekuatan dan refleks otot.

#### **M. Perkembangan Anatomi Sistem Otot**

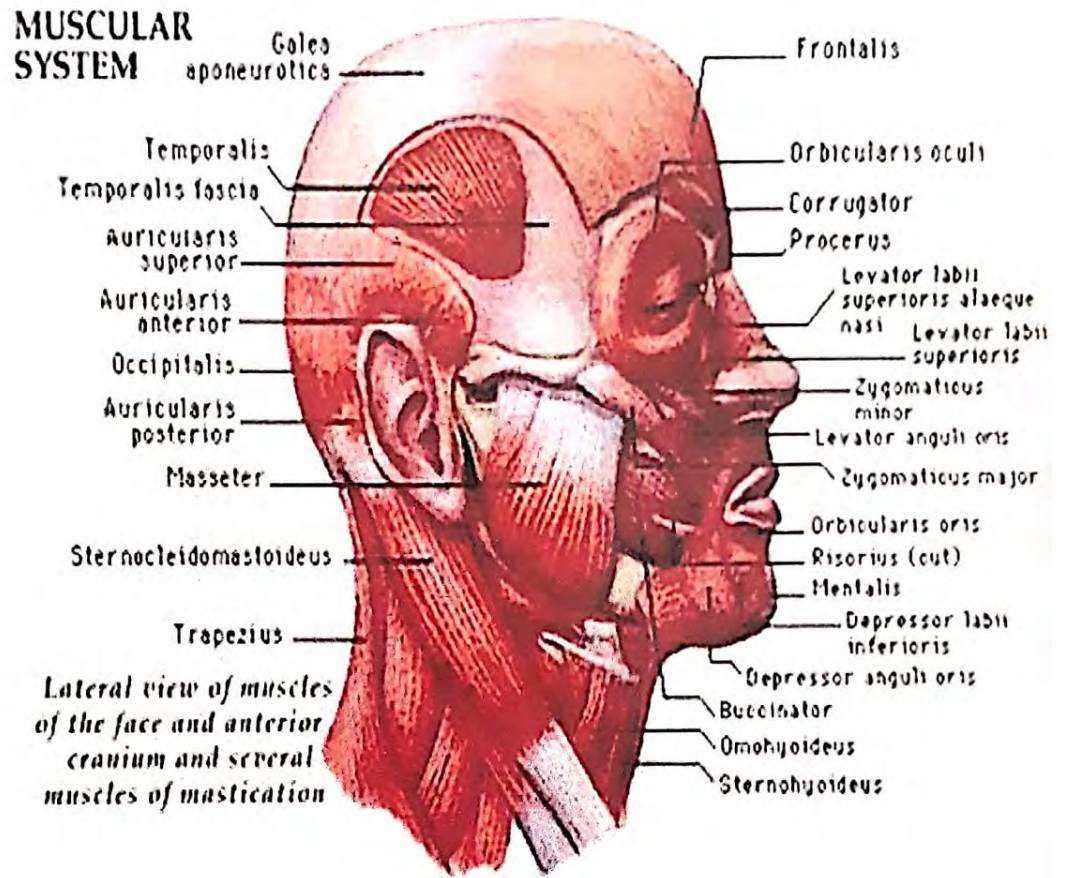
1. Dengan beberapa kekecualian, otot berkembang dari mesoderm.
2. Otot skelet kepala dan tungkai berkembang dari mesoderm umum; sisanya berkembang dari mesoderm somit.



# OTOT-OTOT KERANGKA MANUSIA

## MENURUT LETAKNYA

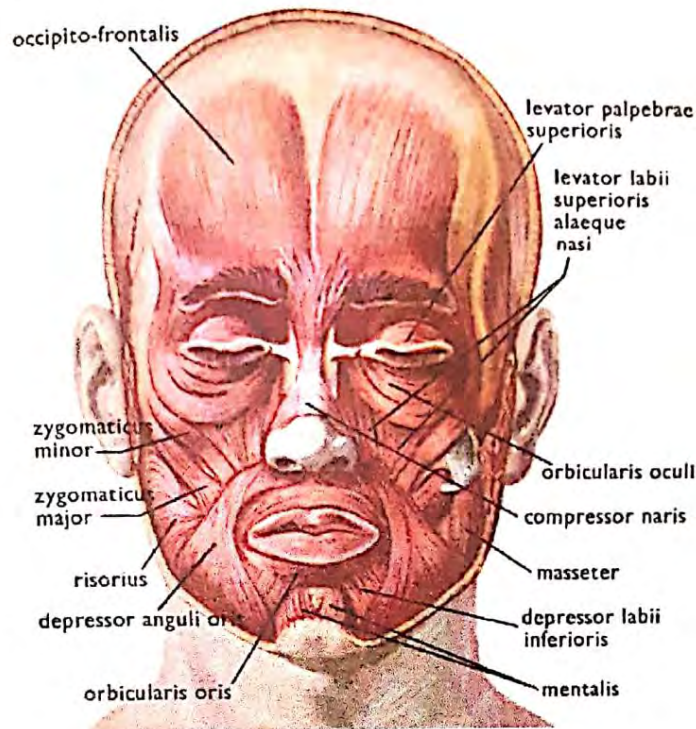
### 1) Otot Kepala :



Gambar 4.5. Otot kepala

- M. Frontalis : “untuk mengerutkan dahi & Menarik dahi mata.
- M. Oksipitalis : “untuk menarik kulit ke belakang.

2) **Otot Wajah :**



**Gambar 4.6. Otot wajah**

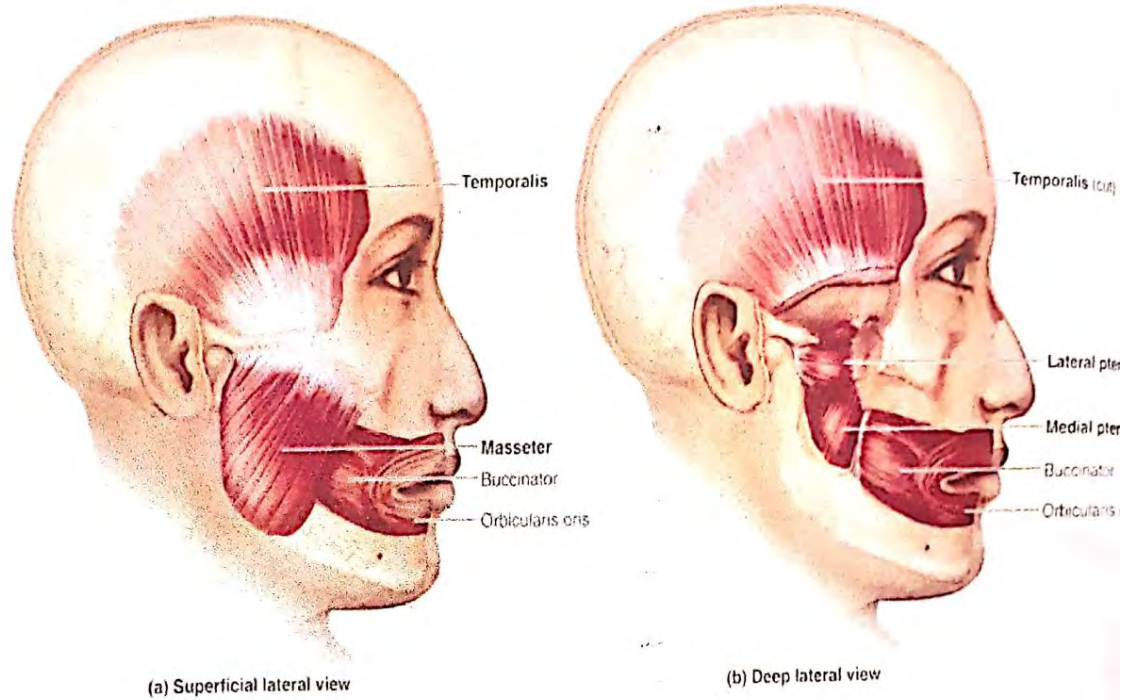
- M. Rectus Okuli : menggerakkan bola mata
- M. Obliku Okuli : memutar mata.
- M. Orbitkularis Okuli : menutup kelopak mata
- M. Levaor Pelpebra Superior : membuka kelopak mata

3) **Otot Mulut Bibir / Pipi :**

- M. Triangularis & M. Orbikularis Oris : menarik sudut mulut ke bawah
- M. Quadratus Labii Sup : menarik bibir ke atas
- M. Quadratus Labii Inf : menarik bibir ke bawah
- M. Buksinator : mengunyah makanan
- M. Zigomatikus : mengangkat pipi (tersenyum)



4) **Otot Pengunyah :**



**Gambar 4.7. Otot pengunyah**

- M. Masetter
- M. Temporalis

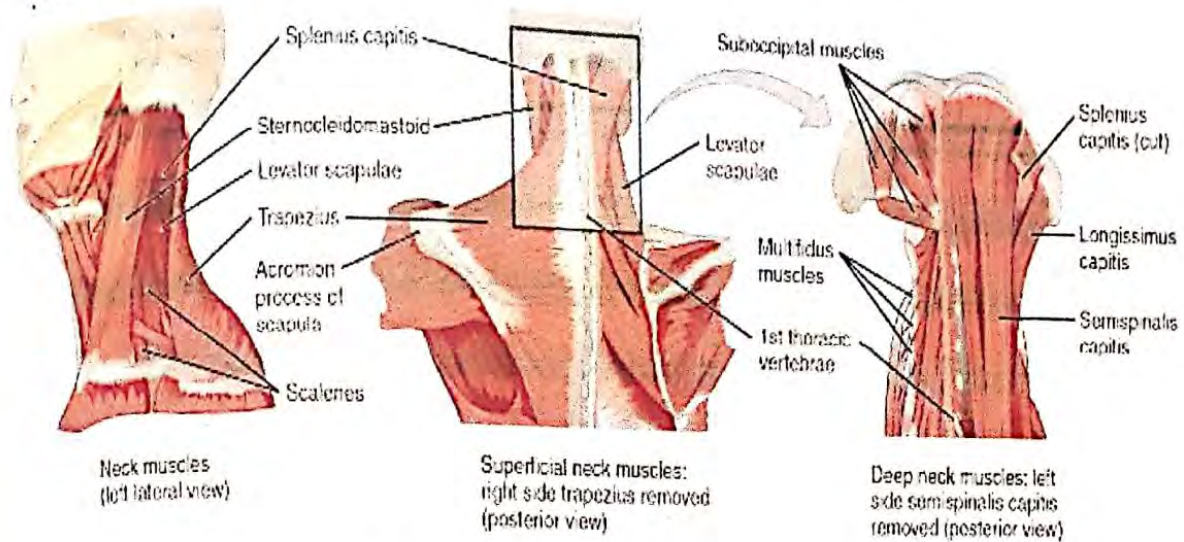
: mengangkat rahang bawah  
: mengangkat rahang bawah ke atas & ke belakang

5) **Otot Lidah :**

- M. Genioglossus
- M. Stiloglossus

: mendorong lidah kedepan  
: menarik lidah ke atas & ke belakang

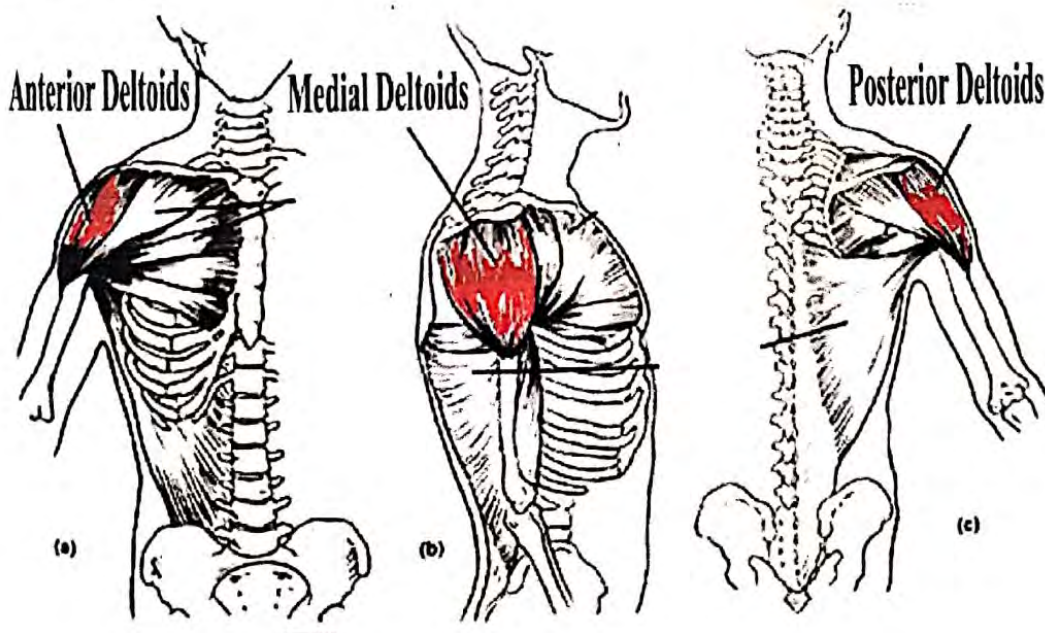
6) **Otot Leher :**



**Gambar 4.8. Otot leher**

- M. Platysma : menekan mandibula ke bawah
- M. Sternokleido Mastoid (samping) : pergerakan kepala
- M. Longissimus Kapitis (di blk. Leher) : menarik & menggerakkan kepala.

7) **Otot Bahu :**



**Gambar 4.9. Otot bahu**

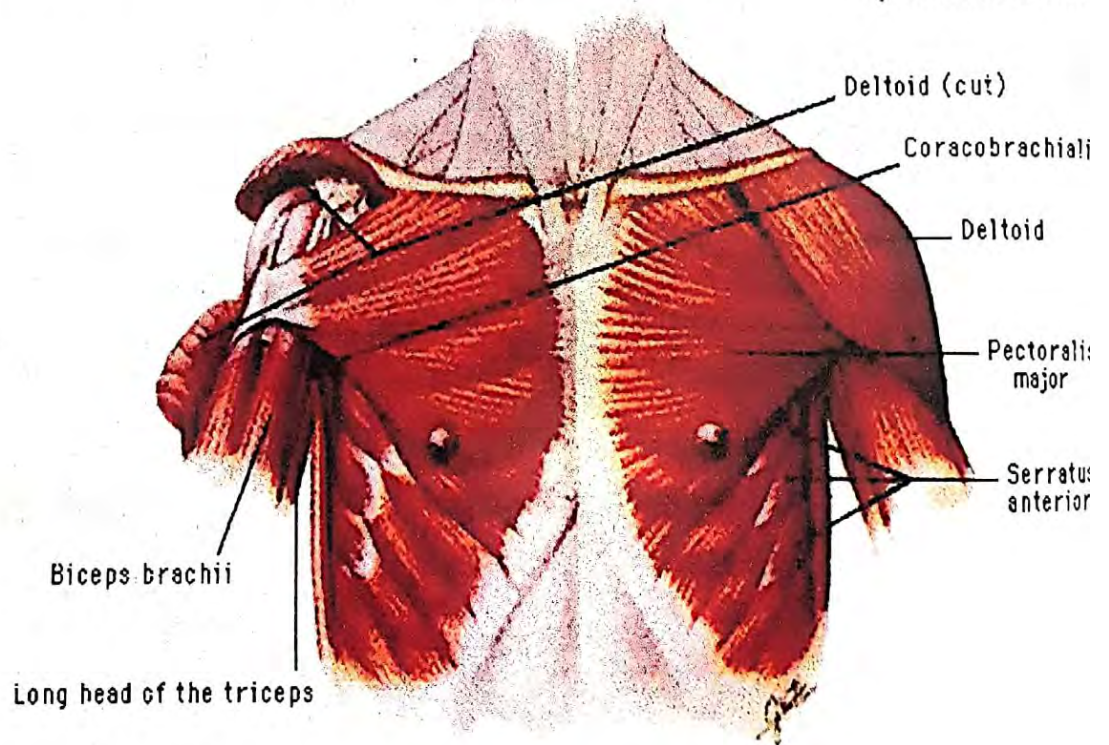


- M. Deltoid (bentuk segi tiga) : mengangkat lengan sampai mendatar
- M. Subscapularis (depan os. Scapula): memutar humerus ke dalam
- M. Supraspinatus : mengangkat lengan
- M. Infraspinatus : memutar lengan ke luar
- M. Teres Mayor : memutar lengan ke dalam
- M. Teres Minor : memutar lengan ke luar

8) **Otot Dada :**

**MUSCULAR SYSTEM**

*Superficial musc. of chest and should*



**Gambar 4.10. Otot dada**

- M. Pectoralis Mayor : membantu pergerakan lengan ke segala arah.
- M. Pectoralis Minor : menaikkan Os. Scapula & menekan bahu

- M. Subciapicula : menekan sendi bahu ke depan & ke belakang.
- M. Seratus Ant. (dari Costae I – IX) :
- M. Intercostalis : pemaafasan (besar & kecilkan thorax.
- M. Diafrgmatikus (balas antara rongga dada & rongga perut) :  
: membesarkan& mengecilkan thorax.



## DAFTAR PUSTAKA

- CHUSID (1983). *Neuro Anatomi Korelatif dan Neuroid Fungsional*, Gajah Mada Press Diterjemahkan dr. ANDRI HARTONO
- GARDNER. at al (1975) *Anatomy, Anatomi, Regional Study of Human Structure, Fourth Edition*. W.B Saunders Compene Philadelphia.
- GARTNER AND HIATI, (1997) *Color Text Book of Histologi*, W.B Saunder Compene Phila Del Phia.
- HERMANUDDIN (2005) ANATOMI, FIK UNIMED.
- KIMBER at al (1977) (*Anatomi and Physiology*) 17 th Edition, Macmilla Publishinbco. Inc New York.
- NOBACK AND DEMAREST (1982) *Anatomi Susunan Saraf Manusia*. EB Penerbit Buku Kedokteran, Jakarta, Diterjemahkan DRA. Munandar.
- SIDHARTA (1983) *Sakit Neuromuskulo Skeletal*, Penerbit Dian Rakyat, Jakarta.
- SPALTE HOLZ (1983) *Atlas Anatomi Manusia*, Cetak Ulang Ke Dua, EG Penerbit Buku Kedokteran, Jakarta Penerjemah, DRS. MED. AD. DHARMA.
- WERNER (1983) *Atlas dan Buku Text Anatomi Manusia*, Egc Penerbit Buk Kedokteran, Jakarta, Diterjemahkan ADJI DHARMA.

## PILIHAN BERGANDA

1. Pada saat otot berkontraksi akan terjadi perubahan kimia yaitu ATP menjadi ...
  - A. ADP + glikogen + energi
  - B. Oksigen + energi
  - C. ADP + oksigen + energi
  - D. Oksigen + uap air + energi
  - E. ADP + asam fosfat + energi
  
2. Gangguan pada sistem gerak dengan ciri tidak bertenaganya sendi akibat infeksi sifilis saat bayi berada dalam kandungan dinamakan ...
  - A. Kifosis
  - B. Osteoarthritis
  - C. Ankilosis
  - D. Layuh sendi
  - E. Arthritis eksudatif
  
3. Kekurangan zat kapur dan vitamin D pada orang dewasa akan mengakibatkan...
  - A. Lordosis
  - B. Osteomalasia
  - C. Kifosis
  - D. Rakitis
  - E. Skoliosis
  
4. Di bawah ini yang bukan termasuk tulang penyusun rangka aksial adalah tulang...
  - A. dada
  - B. rusuk
  - C. tengkorak
  - D. belakang



E. selangka

5. Tulang yang terletak di antara laring dan mandibula dan berbentuk seperti huruf U yaitu ...

- A. Hioid
- B. Tulang belakang
- C. Tulang selangka
- D. Tengkorang
- E. Tulang rusuk

6. Untuk berkontraksi, otot membutuhkan ...

- A. asam laktat dan ATP
- B. Energi dan karbondioksida
- C. Oksigen dan energi
- D. Oksigen dan uap air
- E. ATP dan Asam fosfat

7. Sumber energi yang penting untuk kontraksi otot yaitu ATP yang bersumber dari oksidasi ...

- A. Asam fosfat
- B. Protein
- C. Asam lemak dan glukosa
- D. Kalsium
- E. Asam laktat

8. Melemahnya otot secara berangsur-angsur sehingga mengakibatkan kelumpuhan dinamakan ...

- A. Distrofi
- B. Miastenia gravis

- C. Atrofi
- D. Stiff
- E. Tetanus

9. Nekrosa adalah penyakit matinya sel tulang. Penyakit tersebut terjadi karena adanya kerusakan pada ...

- A. Persendian
- B. Osteoblas
- C. Cakra epifisis
- D. Selaput pembungkus tulang
- E. Tulang leher

10. Jenis gangguan arthritis yang ditandai dengan adanya penipisan tulang rawan sehingga terjadi degenerasi dinamakan ...

- A. ankilosis
- B. Osteoarthritis
- C. Arthritis eksudatif
- D. Arthritis gout
- E. Arthritis sika

Trending Dunia

11. Pada saat otot berkontraksi, terdapat urat otot yang melekat pada tulang yang bergerak. Urat otot tersebut disebut ...

- A. Miosin
- B. Inersio
- C. Ventrikel
- D. Origo
- E. Tendon

12. Otot yang dapat berkontraksi dengan cepat dan memiliki periode istirahat berkali-kali yaitu ...
- A. Otot volunter
  - B. Otot polos
  - C. Otot jantung
  - D. Otot lurik
  - E. Otot viseral
13. Kemampuan otot untuk memanjang dari ukuran semula dinamakan...
- A. Elastisitas
  - B. Iritabilitas
  - C. Ekstensibilitas
  - D. Konduktivitas
  - E. Kontraksibilitas
14. Zat kimia yang dapat mengakibatkan kelelahan pada otot yaitu ...
- A. Asam posfat
  - B. Glikogen
  - C. Asam lemak
  - D. Asam laktat
  - E. Glukosa
15. Otot yang dilatih secara terus-menerus akan membesar. Peristiwa tersebut dinamakan ...
- A. Tonus
  - B. Atrofi
  - C. Osifikasi
  - D. Hipertropi
  - E. Ekstensi



16. Kelainan yang terjadi pada tulang belakang yang terjadi karena kebiasaan membawa beban terlalu berat di bagian punggung sehingga menyebabkan tubuh membungkuk dinamakan ...

- A. Lordosis
- B. Rakitis
- C. Mikrosefalia
- D. Skoliosis
- E. Kifosis

17. Tulang rawan berdasarkan bahan pembentuknya dapat dibedakan menjadi tiga yaitu ....

- A. kartilago, elastin, dan osteon
- B. kartilago, hialin, dan elastin
- C. hialin, elastin, kondrin
- D. fibrosa, hialin, dan elastin
- E. kartilago, fibrosa, dan osteoblas

18. Mempunyai matriks berwarna putih kebiru-biruan, jernih, mengkilat, dan homogen adalah ciri-ciri dari ...

- A. Osteon
- B. Tulang rawan hialin
- C. Tulang rawan elastin
- D. Tulang rawan fibrosa
- E. Kartilago

19. Tulang mempunyai fungsi sebagai alat gerak pasif karena ...

- A. Tidak dapat bergerak aktif
- B. Terbungkus oleh daging dan ditemeli otot

- C. Membantu otot untuk menempel
- D. Pertumbuhannya terbatas
- E. Hanya dapat digerakkan oleh otot

20. Rangka manusia secara garis besar dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu rangka apendikular dan rangka aksial. Yang termasuk ke dalam rangka aksial yaitu tulang...

- A. tungkai
- B. lengan
- C. tengkorak
- D. tungkai
- E. tangan

21. Osteon atau tulang keras tersusun atas 4 bagian, kecuali ....

- A. Osteoprogenator
- B. Osteoblas
- C. Osteoklas
- D. Osteosit
- E. Kondroblas

22. Sel-sel pembentuk tulang rawan dinamakan...

- A. Kondroblas
- B. Kartilago
- C. Perikondrium
- D. Cakra epifis
- E. Osteoblas

23. Sel khusus yang merupakan derivat mesenkim yang mempunyai potensi mitosis dan dapat berdiferensiasi yaitu ...

- A. Kondroblas
- B. Osteoprogenator
- C. Osteosit
- D. Osteoblas
- E. Osteoklas

24. Sel yang berkembang dari monosit dan ada di sekitar permukaan tulang dinamakan ...

- A. Kondroblas
- B. Osteon
- C. Osteosit
- D. Osteoblas
- E. Osteoklas

25. Bagian tulang pipa yang ada di antara kedua ujung dan tengah dinamakan ...

- A. Osteoblas
- B. Epifisis
- C. Diafisis
- D. Cakra epifisis
- E. Osteoklas

26. Tulang yang tersusun atas dua lempengan tulang spons dan tulang kompak yang di dalamnya terdapat sumsum tulang yaitu tulang ...

- A. rawan
- B. pipih
- C. pendek
- D. pipa
- E. tak berbentuk



27. Jaringan tulang berdasarkan matriksnya dibedakan menjadi 2 macam, yaitu ...
- A. tulang pipih dan tulang pipa
  - B. tulang rawan dan tulang kompak
  - C. tulang rawan dan tulang keras
  - D. tulang spons dan tulang kompak
  - E. tulang kompak dan tulang pipih
28. Hubungan antar tulang yang tidak mempunyai celah sendi dan dihubungkan oleh jaringan ikat yang menulang dinamakan ...
- A. Sinartrosis
  - B. Amfiartrosis
  - C. Sindesmosis
  - D. Simfisis
  - E. Sinovial
29. Suture yaitu hubungan antar tulang yang dihubungkan oleh ....
- A. Jaringan ikat serabut ligamen
  - B. Jaringan ikat serabut padat
  - C. Kartilago elastin
  - D. Kartilago hilain
  - E. Kartilago serabut pipih
30. Jenis fraktur yang ditunjukkan dengan robeknya kulit akibat tulang patah yang mencuat keluar dinamakan....
- A. Fraktur green stick
  - B. Fraktur tertutup
  - C. Fisura
  - D. Patah tulang terbuka
  - E. Fraktur sederhana

31. Di bawah ini yang termasuk gangguan pada otot yaitu...
- A. Fraktur kompleks
  - B. Artritis
  - C. Rakitis
  - D. Miastenia grafis
  - E. Skoliosis
32. Di bawah ini yang bukan merupakan penyakit atau gangguan yang terjadi pada persendian yaitu....
- A. Kifosis
  - B. Dislokasi
  - C. Artritis sika
  - D. Keseleo
  - E. Artritis eksudatif
33. Gangguan pada persendian yang terjadi karena gerakan yang tiba-tiba / tidak biasa dilakukan sehingga ligamen menjadi tertarik dan membengkak yaitu ...
- A. Dislokasi
  - B. Artritis sika
  - C. Artritis
  - D. Terkilir
  - E. Artritis eksudatif
34. Sistem gerak melibatkan otot dan tulang. Di bawah ini yang bukan merupakan fungsi dari tulang yaitu ...
- A. Penyusun rangka
  - B. Alat gerak pasif
  - C. Memberi bentuk tubuh

- D. Tempat penimbunan zat mineral
- E. Alat gerak aktif

35. Tulang berdasarkan struktur tulang dan matriksnya dibedakan menjadi ...

- A. tulang pipih dan tulang keras
- B. kartilago dan osteon
- C. tulang rawan hialin dan osteon
- D. tulang pipa dan tulang rawan
- E. tulang pipih dan tulang pipa

36. Bagian dalam kapsul dibatasi oleh membran jaringan ikat yang menghasilkan cairan sinovial untuk mengurangi gesekan adalah salah satu ciri dari ....

Trending di Indonesia

- B. Suture
- C. Sindesmosis
- D. Simfisis
- E. Diartrosis

37. Amfiartrosis berdasarkan jaringan penghubungnya dibedakan menjadi dua yaitu...

- A. sinesmosis dan sinkondrosis
- B. diartrosis dan sinartrosis
- C. sinkondrosis dan suture
- D. simfisis dan sinesmosis
- E. sinkondrosis dan simfisis

38. Persendian yang ada pada sendi antartulang belakang dan tulang kemaluan yaitu...

- A. Diartrosis



- B. Suture
- C. Sinesmosis
- D. Sinkondrosis
- E. Simfisis

39. Sendi yang ada pada hubungan antar tulang aksis dan tulang atlas yang membuat kepala dapat menggeleng dan berputar yaitu sendi ...

- A. pelana
- B. engsel
- C. putar
- D. luncur
- E. peluru

40. Tulang kelangkang manusia terdiri dari ruas-ruas yang berjumlah ...

- A. 5 ruas
- B. 12 ruas
- C. 7 ruas
- D. 10 ruas
- E. 6 ruas

41. Energi yang digunakan untuk kontraksi otot yaitu ...

- A. Glikogen
- B. Asam Laktat
- C. Glukosa
- D. Adenosin trifosfat

42. Oksigen pada sel otot diikat oleh...

- A. Kalmodulin
- B. Mioglobin

- C. Hemoglobin
- D. Eritrosit

43. Ciri otot polos di bawah ini adalah benar, kecuali...

- A. Selnya Pendek Berbentuk Gelendong
- B. Berinti Satu Di Tengah
- C. Bekerja Secara Involunter
- D. Terdapat pada organ dalam termasuk jantung

44. Kebiasaan duduk miring ke kanan atau ke kiri pada anak yang masih dalam masa pertumbuhan dapat mengakibatkan terjadinya ...

- A. Nekrosis
- B. Skoliosis
- C. Lordosis
- D. Kifosis

45. Di bawah ini yang bukan merupakan fungsi rangka manusia yaitu ...

- A. Menegakkan Dan Memberi Bentuk Tubuh
- B. Sebagai Alat Gerak Aktif
- C. Melindungi Alat Tubuh Yang Penting
- D. Tempat melekatnya otot

46. Supaya otot rangka dapat berkontraksi, maka harus mendapat perintah dari...

- A. Tendon
- B. Rangka
- C. Saraf
- D. Tulang

47. Kerja otot bicep dan trisep terjadi secara...

- A. Pronasi
- B. Antagonis
- C. Sinergis
- D. Agonis

48. Di bawah ini yang termasuk tulang pipih adalah...

- A. Tulang Belikat, Rusuk, Dan Lengan
- B. Tulang Dada, Usus, Dan Kering
- C. Tulang Pengumpil, Hasta, Dan Paha
- D. Tulang Rusuk, Dada, Dan Belikat

49. Kelainan pada tulang belakang yang dapat mengakibatkan tubuh menjadi bungkuk yaitu...

- A. Osteoporosis
- B. Kifosis
- C. Lordosis
- D. Skoliosis

50. Di Bawah Ini Yang Bukan Termasuk Ciri Otot Rangka Yaitu ...

- A. Termasuk Otot Lurik
- B. Berkontraksi Secara Involunter
- C. Berinti Banyak Di Tepi
- D. Tersusun atas protein aktin dan miosin yang teratur



## ESSAY

1. Ilmu yang mempelajari bentuk dan susunan tubuh, baik secara keseluruhan maupun secara bagian-bagian, serta hubungan alat tubuh yang satu dengan yang lainnya disebut...
2. Ilmu yang mempelajari faal atau fungsi atau pekerjaan dari tiap-tiap jaringan tubuh atau bagian dari alat-alat tubuh dalam keadaan normal disebut...
3. Ilmu yang mempelajari struktur tubuh dan perubahan yang berkaitan dengan proses penyakit atau cedera disebut...
4. Gerak menekuk atau membengkokkan disebut...
5. Gerakan sirkular atau gerakan gabungan fleksi, ekstensi, abduksi, dan adduksi disebut...
6. Gerakan menengadahkan tangan disebut...
7. Gerakan menelungkupkan tangan disebut...
8. Istilah letak/sikap anatomi bagian atas disebut...
9. Istilah letak/sikap anatomi bagian belakang disebut...
10. Istilah letak/sikap anatomi bagian kanan disebut...
11. Sel osteoblas berfungsi...
12. Berikut ini yang tidak termasuk susunan tulang secara umum adalah...
13. Berikut ini yang tidak termasuk jaringan pembentuk tulang adalah...
14. Vertebra servikalis terdiri atas ... buah tulang
15. Vertebra torakalis terdiri atas ... buah tulang
16. Cekungan sendi pada sendi paha disebut...
17. Tiga tulang yang membentuk tulang koxa adalah...

## GLOSARIUM

No	Istilah	Arti
1	Posterior	Bagian belakang
2	Ventral	dekat bagian perut / anterior
3	Dorsal	Bagian punggung / posterior / belakang
4	Superior	Dekat dengan puncak / atas
5	Inferior	Bagian bawah
6	Cranial	Kepala / bagian superior / atas
7	Caudal	Bagian ekor / bagian bawah
8	Superficial	Lapisan bagian luar
9	Profunda	Lapisan bagian dalam
10	Volar	Area sekitar telap tangan / volar = tangan
11	Pantar	Area sekitar telapak kaki / plantar = kaki
12	Proximal	Bagian yang mendekati tubuh
13	Distal	Bagian yang menjauh tubuh
14	Flexio	Kedua buah tulang saling berdekatan membentuk sudut
15	Ekstensio	Meluruskan
16	Abduksio	Menjauhi tubuh
17	Adduksio	Mendekati tubuh
18	Central	Pusat

19	Peripher	Tepi
20	Pronasio	Berputar ke dalam
21	Supinasio	Berputar ke luar
22	Cavitas	Lengkungan
23	Condylus	Tulang pada persendian
24	Externus	Luar
25	Internus	Dalam
26	Origo	Pangkal tungkal yang dilekati tendo pada daerah yang bergerak
27	Insorsio	Ujung tulang yang dilekati tendo pada daerah tidak bergerak
28	Rektus	Lurus
29	Oblik	Miring
30	Anterflexio	Membungkuk ke depan
31	Ketroflexio	Membungkuk ke belakang
32	Rotasio	Berputar
33	Endorotasio	Berputar ke dalam
34	Exorotasio	Berputar ke luar
35	Crista	Tepi yang memanjang
36	Delta	Segi tiga



37	Digitus	Jari
38	Intra	Dalam
39	Inter	Diantara
40	Foramen	Lubang
41	Proccesus	Tulang ujung yang tidak begitu bulat
42	Ligamentum	Jaringan ikat
43	Linea	Garis
44	Musculus	Otot
45	Dexter	Kanan
46	Sinistra	Kiri
47	Tuber	Tonjolan yang bulat
48	Tuberculum	Tonjolan bulat tapi kecil
49	Epicondyluc	Tulang diatas condilus
50	Spina	Tulang duri
51	Labium	Bibir
52	Margo	Sisi / tepi
53	Eminentia	Daerah yang tinggi
54	Cornu	Bangunan seperti tanduk
55	Caput	Kepala
56	Capitalum	Kepala kecil



57	Troklea	Bangunan seperti katrol
58	Prominentia	Bagian yang menonjol
59	Cavum	Rongga yang umumnya tidak menutup
60	Canalis	Saluran
61	Ala	Sayap
62	Angulus	Sudut
63	Apex	Puncak
64	Articulation	Persendian
65	Brevis	Pendek
66	Auricular	Telinga
67	Bursa	Kantong
68	Cartilage	Tulang rawan
69	Collum	Leher
70	Corpus	Tubuh
71	Dent	Gigi
72	Discus	Tulang rawan yang berbentuk cakram
73	Facies	Permukaan
74	Longus	Panjang
75	Lunatum	Bulan
76	Majus	Lebih besar

77	Minus	Lebih kecil
78	Meniscus	Tulang yang berbentuk seperti cixin
79	Medulla	Sumsum
80	Nervus	Urat saraf
81	Os	Tulang
82	Scelet	Kerangka
83	Tendo	Urat yang kuat
84	Brachium	Lengan atas
85	Anterbrakhium	Lengan bawah
86	Cubitus	Siku
87	Phalanx	Ruas jari
88	Pollux	Ibu jari tangan
89	Hillux	Ibu jari kaki
90	Ossa carpalia	Sekumpulan tulang pada pergelangan tangan
91	Ossa tarsalia	Sekumpulang tulang pada pergelangan kaki
	Ossa	
92	metacarpalia	Sekumpulang tulang pada telapak tangan
	Ossa	
93	metatarsalia	Sekumpulan tulang pada telapak kaki
94	Navikuler	Kepala / bentuk perahu



95	Priquetrum	Berbentuk segi tiga
96	Psioformis	Bentuk kacang
97	Multangulum	Segi banyak
98	Capitatum	Bentuk kepala
99	Hamatum	Bentuk berkait
100	Cuneiformua	Bentuk baji
101	Cuboideum	Bentuk dadu

Anatomi adalah ilmu yang mempelajari tentang struktur tulang di tubuh manusia. Pembagian ilmu Anatomi terdiri dari delapan cabang ilmu yaitu Osteologi, Artrologi, Myologi, Neurologi, Angiologi, Dermatologi, Splanchnologi, Endocrinology. Di dalam buku ini materi dibagi menjadi lima bab yaitu pengantar Anatomi, Artrologi, Neurologi, Miologi, dan Fisiologi Otot. Buku Anatomi ini dilengkapi dengan banyak gambar-gambar penampang struktur-struktur tubuh manusia secara detail yang diubah dalam bentuk animasi berbantuan Augmented Reality (AR) sehingga menjadikan gambar-gambar tersebut menjadi lebih nyata. Dalam buku versi 2021 ini dilengkapi dengan asesmen yang dapat digunakan sebagai alat penilaian dalam pembelajaran Anatomi.



**PENERBIT**  
Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) UNIMED  
Jalan Willem Iskandar Psr.V-Kotak Pos No.1589-Medan 20221

ISBN 978-623-98051-2-8

