



*ANATOMI FISILOGI SISTEM ENDOKRIN*

# **MODUL PEMBELAJARAN**

# **ANATOMI FISILOGI SISTEM MUSKULOSKELETAL**

**PENULIS:**

**Bahjatun Nadrati, Ners., M.Kep.,**  
**Lalu Dedy Supriatna, S.Kep., M.Kes.,**



## PRAKATA

Subhanallah, Walhamulillah, Wa Laa Ilaha Illallah, Allahu Akbar atas berkat Rahmat dan HidayahNya Modul Anatomi Fisiologi Sistem Muskuloskeletal dapat diselesaikan. Modul ini berisi materi-materi yang berkaitan dengan anatomi fisiologi sistem muskuloskeletal seperti otot, tulang, dan sendi serta bagaimana komponen tersebut membentuk rangka tubuh dan bergerak dalam mendukung kemampuan aplikatif mahasiswa.

Seiring dengan pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dalam bidang kesehatan dan keperawatan, dan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap mutu dan kualitas pelayanan kesehatan termasuk pelayanan di bidang keperawatan untuk itu pengetahuan serta kemampuan aplikatif perlu ditingkatkan. Salah satunya melalui modul-modul pembelajaran, sehingga dengan adanya bahan ajar yang memadai, dapat mendukung kemampuan aplikatif mahasiswa.

Modul anatomi fisiologi sistem muskuloskeletal ini disusun dengan maksud untuk lebih memahami bagian-bagian tubuh manusia yang berkaitan dengan otot, tulang dan sendi untuk menunjang tercapainya kemampuan yang aplikatif, salah satunya dalam melakukan pengkajian pemeriksaan fisik, dimana mahasiswa harus memahami bagian-bagian anatomi tubuh dan fungsinya terlebih dahulu sebelum melakukan tindakan pengkajian pemeriksaan fisik.

Penulis menyadari bahwa penyusunan modul ini masih banyak kelemahan dan kekurangan, karenanya masukan dan saran demi tersusunnya modul pembelajaran yang lebih sempurna sangat penulis harapkan.

Mataram, April 2022

Penulis



**DAFTAR ISI**

PRAKATA .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Pembelajaran .....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	1
2.1 Susunan Otot Rangka .....	1
2.2 Fisiologi Kerangka .....	23
2.3 Mekanisme Kontraksi Otot Rangka .....	23
2.4 Sistem Kerangka .....	27
2.5 Tulang Rangka Dada .....	42
2.6 Sistem Persendian .....	52
2.7 Fisiologi Pergerakan .....	59
DAFTAR PUSTAKA .....	35
RIWAYAT PENULIS .....	36



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Tulang Tengkorak Pandangan Samping .....	32
Gambar 2	Tulang Tengkorak Posisi Anterior .....	32
Gambar 3	Tulang Tengkorak Pandangan Samping .....	34
Gambar 4	Kerangka Anggota Gerak Atas .....	35
Gambar 5	Tulang Skapula .....	36
Gambar 6	Tulang Klavikula .....	37
Gambar 7	Tulang Humerus .....	38
Gambar 8	Tulang Ulna .....	39
Gambar 9	Tulang Radius .....	39
Gambar 10	Tulang Karpal .....	40
Gambar 11	Tulang Metakarpal .....	41
Gambar 12	Tulang Flang .....	42
Gambar 13	Tulang Belakang .....	43
Gambar 14	Tulang Kerangka Dada .....	45
Gambar 15	Tulang Sternum .....	46
Gambar 16	Tulang Koksa .....	47
Gambar 17	Tulang Pubis .....	48
Gambar 18	Tulang Femur .....	48
Gambar 19	Tulang Patela .....	49
Gambar 20	Tulang Tibia dan Fibula .....	50
Gambar 21	Tulang Tarsal, Metatarsal, Falang .....	51
Gambar 22	Sendi Menurut Permukaannya .....	54
Gambar 23	Sendi Menurut Pergerakannya .....	55



## **BAB 1**

### **LATAR BELAKANG**

#### **1.1 Pendahuluan**

Anatomi berasal dari bahasa Latin, yaitu: ANA yang berarti bagian, memisahkan dan TOMI yang artinya iris atau potong. Jadi, ANATOMI adalah ilmu yang mempelajari bentuk dan susunan tubuh, baik secara keseluruhan maupun bagian-bagian serta hubungan alat tubuh yang satu dengan yang lainnya & Sedangkan Fisiologi berasal dari bahasa Latin, yaitu: FISI yang artinya alam atau cara kerja dan LOGOS yang artinya ilmu pengetahuan. Jadi, FISILOGI adalah ilmu yang mempelajari fungsi atau pekerjaan dari tiap-tiap jaringan tubuh atau bagian dari alat-alat tubuh dan sebagainya. Jika digabungkan, Anatomi-Fisiologi memiliki arti ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang susunan atau potongan tubuh dan bagaimana alat tubuh tersebut bekerja.

Muskuloskeletal terdiri dari kata: Muskulo yang artinya adalah otot dan Skeletal yang artinya tulang. Muskulo atau muskular adalah jaringan otot-otot tubuh (ilmu Myologi). Skeletal atau osteo adalah tulang kerangka tubuh (ilmu Osteologi). Muskuloskeletal disebut juga “Lokomotor”. Muskuloskeletal secara garis besar meliputi otot, rangka dan sendi. Otot (muscle) merupakan jaringan tubuh yang berfungsi mengubah energi kimia menjadi kerja mekanik sebagai respons tubuh terhadap perubahan lingkungan. Rangka (skeletal) bagian tubuh yang terdiri dari tulang, sendi, dan tulang rawan (kartilago) sebagai tempat menempelnya otot dan memungkinkan tubuh untuk mempertahankan sikap dan posisi. Sendi merupakan persambungan/ artikulasi yaitu pertemuan antara dua atau lebih dari tulang rangka.

#### **1.2 Tujuan Pembelajaran**

Setelah mempelajari modul ini diharapkan mahasiswa:

1. Mengerti dan memahami anatomi fisiologi sistem muskuloskeletal.
2. Mampu menjelaskan anatomi fisiologi sistem muskuloskeletal.



## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 SUSUNAN OTOT KERANGKA

#### 1. Pendahuluan

Setiap otot dikelilingi oleh jaringan ikat pembungkus otot yang disebut perimisium eksternus atau fascia propria. Serabut otot akan bergabung dengan yang lainnya di antara jaringan ikat yang disebut perimisium internum yang berfungsi untuk menguatkan otot tempat pembuluh darah dan saraf.

Otot ini melekat pada tulang dengan perantara jaringan khusus yang dinamakan tendo. Susunannya seperti otot berwarna putih, ujung-ujung otot mengecil dan berhubungan dengan tendo.

#### **Pada fungsinya otot dibantu oleh:**

- Fascia, merupakan suatu alat bantu untuk melindungi otot terhadap pengaruh dari luar (misalnya, pukulan, tusukan, dan kuman), membantu otot supaya tetap pada tempatnya, merupakan tempat asal otot, dan membantu kelancaran peredaran darah.
- Bursa mukosa (kandung lendir) untuk memudahkan gerakan otot terhadap tulang atau alat-alat lainnya. Terdiri dari bursa mukosa subkutan yang terletak diantara kulit dan tulang, dan bursa mukosa intramuskularis yang terletak diantara urat yang satu dan urat yang lainnya.
- Vagina tendinis, merupakan variasi bursa mukosa yang mengelilingi urat/tendo, fungsinya untuk memperlancar gerakan urat/tendo.

#### **Muskuloskeletal terdiri atas :**

- Muskuler/Otot : Otot, tendon, dan ligamen
- Skeletal/Rangka : Tulang dan sendi

Setiap otot dikelilingi oleh jaringan ikat pembungkus otot yang disebut perimisium eksternus atau fascia propria. Serabut otot akan bergabung dengan yang lainnya diantara jaringan ikat yang disebut perimisium internum yang berfungsi menguatkan otot tempat pembuluh darah dan saraf. Otot-otot ini melekat pada tulang dengan perantara jaringan ikat khusus yang dinamakan tendo.



### **Pada fungsinya otot dibantu oleh:**

1. Fascia, merupakan suatu alat bantu untuk melindungi otot terhadap pengaruh dari luar (mis: pukulan, tusukan, dan kuman), membantu otot supaya tetap pada tempatnya merupakan tempat asal otot dan membantu kelancaran peredaran darah
2. Bursa mukosa (kandung lendir) untuk memudahkan gerakan otot terhadap tulang atau alat-alat lainnya. Terdiri dari mukosa subkutan yang terletak diantara kulit dan tulang, dan bursa mukosa intramuskularis yang terletak diantara urat yang satu dan urat yang lainnya
3. Vagina tendinis, merupakan variasi bursa mukosa yang mengelilingi urat atau tendo, fungsinya untuk memperlancar gerakan urat/tendo

### **Pembagian otot kerangka**

1. Berdasarkan arah serabut otot
  - a. Otot berserabut sejajar (M. Pektoralis mayor)
  - b. Otot berbentuk kipas (M. Orbikularis oris)
  - c. Otot berbentuk lingkaran (M. Orbikularis oris)
  - d. Otot bersirip: bersirip tunggal (M. Tibialis posterior), bersirip kembar (M. Rektus femoralis), bersirip banyak (M. Subskapularis)
2. Berdasarkan kepala dan ekor otot:
  - a. Otot berkepala dua (M. Biseps brakii)
  - b. Otot berkepala tiga (M. Trisep brakii)
  - c. Otot berkepala empat (M. Kuadrisep femoris)
  - d. Otot berbadan dua (M. Digastrikus)
  - e. Otot berkauda/ berekor banyak (M. Fleksor digitorum sublimis)
3. Berdasarkan faalnya
  - a. Otot-otot fleksor, otot dengan pergerakan fleksi atau melipat sendi
  - b. Otot-otot ekstensor, otot yang mempunyai faal untuk memperbesar sudut antara dua buah rangka dalam bidang sagitalis.
4. Berdasarkan pekerjaannya
  - a. *Abduktor*, gerakan yang menjauhi garis tengah tubuh
  - b. *Adduktor*, gerakan yang mendekati garis tengah tubuh
  - c. *Fleksi*, gerakan memperkecil sudut antara dua sudut dua tulang yang bersendian



- d. *Ekstensor*, melebarkan sudut antara dua tulang yang bersendian dalam bidang sagital
- e. *Rotasi*, gerakan mengelilingi sumbu panjang (memutar), endorotasi (memutar ke dalam) dan eksorotasi (memutar keluar)
- f. *Sirkumduksi*, gerakan kombinasi gerakan-gerakan di atas
- g. *Levator*, gerakan mengangkat suatu bagian
- h. *Depresor*, gerakan menekan suatu bagian
- i. *Pronator*, membalik tangan dengan ulna dan radial dalam keadaan menyilang
- j. *Supinator*, membalik tangan dengan ulna dan radial dalam keadaan sejajar
- k. *Dilatasi*, gerakan memanjangkan otot
- l. *Supinasi*, gerakan memendekkan otot
- m. *Sinergis*, otot yang dalam pekerjaannya bersama-sama
- n. *Antagonis*, otot yang pekerjaannya berlawanan

**Satu berkas otot terdiri dari:**

1. Kaput muskuli (kepala otot, terletak dibagian atas dan agak besar)
2. Venter muskuli (badan atau empal otot di bagian aktif berkontraksi)
3. Kauda muskuli (ekor otot terletak dibagian bawah dan agak kecil)
4. Origo (tempat melekatnya kepala otot pada pangkal tulang)
5. Inseri (ekor otot yang melekat pada ujung tulang)
6. Tendo (urat yang keras dan liat yang terdapat pada kepala dan ekor otot)
7. Fascia (selaput pembungkus otot)
8. Bursa mukosa (kandung lendir)

**SUSUNAN OTOT KERANGKA**

**Otot Kepala**

**Otot Kulit Kepala**

1. M. Oksipitofrontalis (M. Venter frontaalis), fungsi: menggerakkan kulit kepala dan mengangkat alis mata
2. M. Oksipitofrontalis (M. Venter oksipitalis), fungsi: menggerakkan kulit kepala
3. M. Temporoparietalis



### **Otot Hidung**

1. M. Nasalis, fungsi: pergerakan hidung terutama cuping hidung
2. M. Depresor septi, fungsi: pergerakan hidung

### **Otot celah mata**

1. M. Orbikularis okuli terdiri dari pars orbitalis, pars palpebrae, Pars lakrimalis
2. M. Depresor supersili, fungsi: menggerakkan mata
3. M. Korrugator supersili, fungsi: bekerja pada kulit dahi dan alis mata.

### **Otot telinga sebelah luar**

1. M. Aurikularis anterior
2. M. Aurilularis superior
3. M. Aurikularis posterior

Fungsi: untuk pergerakan telinga dan pergerakan cuping telinga

### **Otot lidah**

1. M. Gonioglossus, fungsi: menarik dasar lidah ke bawah dan ke belakang, menarik lidah keluar, kebawah dan menjulur
2. M. Hipoglossus, fungsi: menarik dasar lidah ke bawah dan ke belakang
3. M. Kondroglossus, fungsi: menarik dasar lidah ke bawah dan ke belakang
4. M. Stiloglossus, fungsi: menarik lidah ke belakang dan ke atas, gerakan mengisap dan menelan
5. M. Palatoglossus, fungsi: menyempitkan ismus fausium
6. M. Longitudinalis inferior, fungsi: menurunkan lidah
7. M. Longitudinalis superior, fungsi: mengangkat lidah

### **Otot langit langit**

Otot langit-langit meliputi:

1. M. Uvula: Persyarafan N. Glosofaringeus, N. Vagus, pleksus faringeus. Fungsinya memperpendek anak lidah



2. M. Levator veli palatini: Persyarafan N. Glosofaringeus, N. Vagus. Fungsinya mengangkat lengkung langit-langit pada bagian belakang dinding rongga kerongkong (faring)
3. M. Tensor palatini: persyarafan N. Mandibularis. Fungsinya meregangkan lengkung langit-langit, memperlebar saluran

### **Otot Tenggorok**

#### **Otot tenggorok meliputi:**

1. M. Krikotiroideus: persyarafan N.laringealis superior. Fungsinya: menegangkan pita suara
2. M. Krikoaritenodeus: persyarafan N.laringealis inferior. Fungsinya melebarkan pita suara
3. M. Krikoaritenodeus lateralis: persyarafan N.laringealis inferior. Fungsinya menutup celah suara
4. M. aritenoideus: persyarafan N.laringealis inferior. Fungsinya menutup celah suara
5. M. Aritenoideus obliques: persyarafan N.laringealis inferior
6. M. Vokalis: persyarafan N.laringealis inferior
7. M. Ariepiglotikus & tiroepiglotikus: persyarafan N. laringealis inferior. Fungsinya: menyempitkan jalur masuk tenggorok
8. M. Tiroaritenoideus: persyarafan N.laringealis inferior. Fungsinya menyempitkan celah suara.

### **Otot Faring**

#### **Otot faring meliputi:**

1. M. konstruktor faring superior: Persyarafan N. Glosofaringeus, N. Vagus. Fungsinya melengkungkan selaput lendir untuk menutup rongga hidung.
2. M. Konstruktor faringis medius: Persyarafan N. Glosofaringeus, N. Vagus. Fungsinya semua konstruktor menutup lubang tenggorok saat menelan
3. M. Konstruktor faringis inferior: Persyarafan N. Glosofaringeus, N. Vagus
4. M. Stilofaringeus: Persyarafan N. Glosofaringeus, fungsinya mengangkat lubang tenggorok
5. M. Salfingofaringeus: Persyarafan N. Glosofaringeus & N. Vagus, fungsinya membuka tuba saat menelan dan menguap



6. M. Palatofaringeus, persyarafan N. Vagus, fungsinya menyempitkan ismus fausium, menurunkan langit-langit.

## Otot Leher

### Otot leher bagian depan meliputi:

1. M. Platisma, persyarafan cabang servikal N. Fasialis (N. VII), fungsi: depresi mandibula dan sudut mulut
2. Sternokleidomastoideus: persyarafan pars spinalis N. Asesorius servikalis II dan III, fungsinya mengekstensi kepala, fleksi leher dan rotasi kepala
3. M. Digastrik: Venter posterior & Venter Anterior
4. M. Stilohiopideus, persyarafan nervus fasialis. Fungsinya: Elevasi os hioideum
5. M. Mielohiodeus, persyarafan mandibula cabang trigeminus, fungsinya mengangkat dasar mulut dan lidah
6. M. Gerniohiodeus  
Persyarafan: permukaan depan badan tulang lidah, fungsinya: mengokohkan tulang lidah, mengangkat tulang lidah
7. M. Sternohioideus: persyarafan ansa servikalis, fungsinya mengokohkan tulang lidah membantu saat menelan
8. M. Sternotiroideus: persyarafan ansa servikalis, fungsinya mengangkat tenggorok dan laring dengan bantuan M. Tirohiodeus yang bekerja secara tidak langsung
9. M. Tirohiodeus: persyarafan ansa servikalis, fungsinya menekan sendi kepala dan leher dan menyatukan tendo
10. M. Omohioideus: persyarafan ansa servikalis N. hipoglosus, fungsinya membantu pernapasan tulang dada ke arah kranial
11. M. Skalenus anterior: persyarafan cabang dari pleksus servikalis & brakhialis, fungsinya mengangkat kedua tulang iga kranial, gerakan ke sisi leher
12. M. Skalenus medius: persyarafan rami ventralis servikalis, fungsinya elevasi kosta I, laterofleksi pars servikalis vertebralis
13. M. Skalenus posterior: persyarafan rami ventralis servikalis, fungsinya elevasi kosta II



### **Otot leher bagian belakang meliputi otot**

1. M. Rektus kapitis posterior mayor, fungsinya meregang dan memutar kepala
2. M. Rektus kapitis posterior minor, fungsinya menekuk kepala ke depan ke samping
3. Rektus kapitis lateralis, fungsinya membantu menekuk kepala ke depan dan kesamping
4. M. Obliquus kapitis superior, fungsinya meregang dan memutar kepala
5. M. Obliquus kapitis inferior, fungsinya meregang dan memutar kepala

### **Otot bahu meliputi:**

1. M. Deltoideus: persyarafan N. Aksilaris pars klavikularis, akromialis dan spinalis, fungsinya pars klavikularis adduksi, rotasi ke dalam dan gerakan mengayun ke arah lateral
2. M. Supraspinatus: persyarafan N. Supraskapularis dari pleksus brakialis, fungsinya abduksi pada bidang skapular, rotasi keluar sendi bahu
3. M. Infraspinatus: persyarafan N. Supraskapula, fungsinya sendi bahu rotasi keluar abduksi & adduksi skapula
4. M. Teres minor: persyarafan N. Aksilaris, fungsinya rotasi keluar abduksi bidang skapular sendi bahu
5. M. Teres Mayor: persyarafan pleksus brakialis dari N. Torakodorsalis, fungsinya rotasi kedalam, adduksi pada bidang skapular sendi bahu
6. M. Subskapularis: persyarafan N. Subskapularis dari pleksus brakialis, fungsinya rotasi ke dalam, abduksi skapula dan adduksi skapula

### **Otot Ekstremitas atas**

#### **Lengan atas**

#### **Otot dorsal lengan atas meliputi:**

1. M. Triseps brakii terdiri dari kaput longus bersendi dua, kaput lateral bersendi satu dan kaput medial bersendi satu
2. M. Ankoneus: persyarafan N. Radialis, fungsinya gerak ekstensi sendi siku

#### **Otot ventral lengan atas meliputi:**

1. M. Bisep brakii terdiri dari kaput longum dan kaput brevis



2. M. Korakobrakialis: persyarafan N. Muskulokutaneus biasanya menembus otot, fungsinya: rotasi dalam, abduksi dan antefleksi sendi bahu
3. M. Brakialis: persyarafan N. Muskulokutaneus fungsinya menekuk sendi bahu.

## **Lengan Bawah**

### **Otot Radial lengan bawah meliputi:**

1. M. Brakioradialis: persyarafan N. Radialis fungsinya pronasi dan supinasi dari posisi sudut lekuk sendi siku
2. M. Ekstensor karpi radialis longus: persyarafan N. Radialis, fungsinya penekuk, pronasi dan supinasi dari sendi siku
3. M. Ekstensor karpi radialis brevis: persyarafan N. Radialis, fungsinya penekuk, pronasi dan supinasi tulang ulna dan radial.

### **Otot dorsal kelompok superfisial**

1. M. Ekstensor digitorum: persyarafan N. Radialis fungsinya meregangkan sendi lengan, abduksi ulnar dan abduksi ke lengan
2. M. Ekstensor digiti minimi: persyarafan N. Radialis fungsinya meregangkan sendi lengan, abduksi ulnar dan meregangkan sendi tangan
3. M. Ekstensor karpi ulnaris: persyarafan N. Radialis melalui septum muskularis

### **Otot dorsal lengan bawah kelompok dalam ulnar meliputi:**

1. M. Ekstensor polisis longus: persyarafan N radialis, fungsinya meregangkan sendi tangan, abduksi ke arah radial, adduksi reposisi sendi dasar ibu jari tangan dan meregangkan jari tangan
2. M. Ekstensor indisis: persyarafan N. Radialis, fungsinya meregangkan sendi tangan, abduksi ke arah radial, adduksi reposisi sendi dasar ibu jari tangan dan meregangkan jari tangan II

### **Otot dorsalis lengan bawah kelompok dalam radial meliputi:**

1. M. Abduktor polisis longus: persyarafan N. Radialis, fungsinya sendi radioulnar supinasi, menekuk sendi tangan abduksi ke arah radial dan meregangkan sendi ibu jari tangan



2. M. Ekstensor polisis brevis: persyarafan N. Radialis, fungsinya menekuk sendi tangan abduksi ke arah radial dan adduksi rotasi sendi dasar jari tangan II
3. M. Palmaris brevis: persyarafan N. Ulnaris otot kulit beberapa berkas yang terpisah, fungsinya meregangkan kulit di daerah hipotenar.

**Otot-oto jari meliputi:**

1. M. Abduktor digiti minimi: persyarafan N. Ulnaris, fungsinya abduksi sendi dasar jari tangan V dan meregangkannya
2. M. Fleksor digiti minimi: persyarafan N. Ulnaris profundus, fungsinya oposisi sendi karpometakarpal V, menekuk dan abduksi sendi jari tangan V
3. M. Abduktor polisis brevis: persyarafan N. Medianus, fungsinya abduksi, oposisi sendi pelana ibu jari dan menekuk sendi dasar ibu jari V
4. M. Fleksor polisis brevis: persyarafan N. Medius & N. Ulnaris fungsinya oposisi dan adduksi sendi pelana ibu jari dan menekuk sendi dasar ibu jari
5. M. Anduktor polisis: persyarafan N. Ulnaris R. Profundus, fungsinya adduksi sendi ibu jari dan menekuk sendi dasar ibu jari
6. Interossei dorsalis: persyarafan N. Ulnaris, fungsinya menekuk, abduksi sendi dasar jari tangan II-V

**Otot otot dada meliputi:**

1. M. Pektolaris mayor fungsinya gerakan adduksi menurunkan lengan yang terangkat.
2. M. Pektolaris minor fungsinya mengangkat iga menimbulkan gerakan inspirasi jarang bekerja sendiri
3. M. Subklavius fungsinya mengukuhkan letak klavikula pada sendi klavikula
4. M. Seratus anterior
5. M. Interkostalis eksterni fungsinya menutup dan meregangkan rongga interkostalis pada waktu inspirasi
6. M. Interkostalis interni fungsinya menutup dan meregangkan rongga interkostalis pada waktu ekspirasi
7. M. Subkostalis fungsinya menegangkan dinding dada pada waktu ekspirasi
8. M. Transversus torasikus menegangkan dinding dada pada waktu ekspirasi



### Otot dinding rongga dada dan rongga perut

1. M. Rektus abdominis
2. Muskulus piramidalis persyarafan N. Interkostalis bagian kaudal, fungsinya otot penegang dari linea alba
3. M. Obliquus eksternus abdominis: persyarafan N. Interkostalis, fungsinya menekan perut, mengangkat pelvis ke atas dan membantu toraks pada sisi berlawanan
4. M. Obliquus internus abdominis: persyarafan N. Interkostalis bagian kaudal, N. Iliogastrikus, fungsinya melakukan rotasi ke sisi yang sama, menekuk tubuh kesamping
5. M. Transversus abdominis: persyarafan N. Interkostalis, N. Iliogastrikus fungsinya menarik dan menegangkan dinding perut dan menekan
6. M. Kremaster: persyarafan M. Genitofemoralis fungsinya menarik testis dan tunika testis ke atas
7. M. Diafragmatikus terdiri dari pars sternaalis dan pars kostalis
8. M. Quadratus lumborum

### Otot pelvis meliputi:

1. Otot piriformis: persyarafan pleksus sakralis, fungsinya memutar keluar femur pada artikulasio koksae
2. M. Obturatorius: persyarafan N. Obturatorius internus pleksus sakralis, fungsinya memutar keluar femur pada sendi koksae
3. M. Levator ani: persyarafan nervus sakralis IV dan N. Pudendus fungsinya menyokong visera pubis sfingter anorektal dan vagina
4. Sfingter ani eksternus: persyarafan N. Rektalis inferior, fungsinya membentuk sfingter volunter ani
5. M. Koksigeus: persyarafan N. Sakralis IV-V, fungsinya membantu m. Levator ani menyokong visera, fleksiosigis
6. M. Puborektalis: persyarafan N. Sakralis IV dan N. Pudendus
7. Otot Urogenital pria: persyarafan N. Pudendus terdiri dari: M. Bulbo spongiosus fungsinya menekan uretra & membantu ereksi penis, M. Ischio kavernosus fungsinya membantu ereksi penis, M. Sfingter uretra fungsinya sfingter volunter uretra, M. Transversus perinei profundus fungsinya fiksasi korpus perineal



8. Otot urogenital wanita: persyarafan pudendus terdiri dari M. Bulbo spongiosus fungsinya sfingter vagina dan membantu ereksi klitoris, M. Iskiokavernosus fungsinya menyebabkan ereksi klitoris.

## **OTOT Punggung**

### **Otot lengan dan bahu**

Otot-otot lengan dan bahu meliputi:

#### 1. M. Trapezius

Origo: lapisan kulit sebelah belakang, prosesus spinosus vertebrae, tendo di daerah prosesus spinosus vertebrae torakalis sebelah kranial dan servikalis sebelah kaudal

Inseri: Bagian akromialis klavikula, spina skapula sebelah kranial, dan sebagian sisi kaudal

Persarafan: N. Aksesorius (N.XI) cabang dari fleksus servikalis

Fungsi: serabut kranial mengangkat lengan ke atas, memutar kapsula kearah berlawanan, membantu klavikula saat inspirasi.

#### 2. M. Latisimus dorsi

Origo: prosesus spinosus dari v. Torakalis, v. Lumbalis, fascies dorsalis os sakrum, torakolumbar III-IV, dan iga bagian bawah

Inseri: tendo datar yang mengelilingi M. Teres mayor pada krista tuberkuli minor dan diantara kedua muskuli latisimus dorsi

Persarafan: N. Torakodorsalis (fleksus brakialis)

Fungsi: Adduksi lengan, menarik lengan terangkat ke atas, menarik ke arah dorsal, meutar kedalam, bekerjasama dengan otot bahu dan otot dada, serta menurunkan gelang bahu.

#### 3. M. Rumboideus

Origo: prosesus IV vertebrae torasika atas

Inseri: Margo medialis skapula dan kaudal dari spina skapula

Persarafan: N. Dorsalis skapula (pleksus brakialis)

Fungsi: menarik skapula kearah kolumna vertebralis dan kerah kranial, mengukuhkan skapula pada rangka tubuh bekerjasama dengan M. Seratus anterior



4. M. Rumboideus

Origo:prosesus spinosus II vertebrae servikalis sebelah bawah ligamentum nukhea

Inseri:margo medialis skapula kranial dan spina skapula

Persarafan:N. Dorsalis skapula (pleksus brakialis)

5. M. Levator skapula

Origo:dengan keempat ujung tendo tuberkula posterior prosesus transversus vertebrae servikalis atas berbatas dengan M. Skaneus posterior

Inseri:Angulus superior skapula

Pesarafan:Menarik sudut atas skapula kearah kranial dan medial bersama dengan M. traoezius

**Otot spinokostale**

Otot-otot spinokostale meliputi:

1. M. Serratus posterior superior

Origo: bertendo lebar dari prosesus spinosus kedua vertebrae servikalis bawah dan kedua vertebrae torasika atas

Inseri: kosta kedua dan kelima sebelah lateral anguli kostarum

Persarafan: cabang ventral N. Servikalis VI-VIII dan cabang N interkostalis I-II

Fungsi: mengangkat kostae II dan V untuk membantu inspirasi.

2. M. Serratus posterior inferior

Origo: perantaraan fascies torakolumbalis prosesus spinosus vertebrae torasika bawah dan vertebrae lumbalis atas.

Inseri: bagian kaudal keempat sisi kostae bawah

Persarafan: Cabang N. Interkostalis XI-XII dan cabang lumbal I-II

Fungsi: Menarik keempat kostae kebawah kearah kaudal, membantu ekspirasi dan inspirasi pada waktu antagonis tarikan diafragma pada kosta bawah.

**Permukaan traktus lateralis otot punggung**

Persarafan: N. Servikalis, N. Torakalis, dan N. Lumbalis

1. M. Iliokostalis

a. M. Iliokostalis lumborum. Bagian lumbalis, dorsum, dan servikalis saling menyatu tanpa batas yang jelas

Origo: os sakrum fascies dorsalis, krista iliaka, dan fascies torako lumbar

Inseri: anguli kostae V-XII kranial bertendo dan kaudal berotot



b. M. Iliokostalis torakalis

Origo: pada ujung interkostalis VII-XII

Inseri: tendo angulus VI kosta kranial dan prosesus transversus vertebrae servikalis VII.

c. M. Iliokostalis servikalis

Origo: kostae bagian kranial dan tengah

Inseri: prosesus transversus vertebrae servikalis tengah bertendo

2. M. Longissimus

a. M longissimus torasis

Origo: M.Iliokostalis pada fascies dorsalis os sakrum, psosis spinosus vertebrae lumbalis, dan prosesus transversus aksesorium vertebrae torasika bawah.

Inseri: prosesus aksesori vertebrae lumbalis atas dan prosesus transversus vertebrae lumbalis

Fungsi: kemiringan tulang persarafan dari kedua sisi ekstensi dorsal

b. M. Longissimus servisis

Origo: prosesus transversus vertebrae torasika bagian kranial

Inseri: prosesus transversus vertebrae servikalis bagian atas

c. Longissimus kapitis

Origo: prosesus transversus torasika dan prosesus artikularius servikalis tengah dan bawah

Inseri: sisi belakang prosesus mastoideus

3. M. Spinalis

a. M. Spinalis ossis

Origo: kedua vertebrae torasika bagian kaudal (bergantung bersama dengan M. Longissimus)

Inseri: prosesus spinosus vertebrae torasika III-IX

b. M. Spinalis servivis

Origo: prosesus spinosus vertebrae torasika I-II dan vertebrae servikalis VI-VII

Inseri: Prosesus spinosus vertebrae servikalis II-IV

c. M. Spunbalis kapitis

Origo: prosesus spinosus vertebrae servikalis bagian bawah dan vertebrae torakalis bagian atas



Inseri: diantara linea nukhea superior dan inferior bersama dengan M. Semispinalis kapitis.

### **Lapisan profundus (traktus medialis)**

#### **M. transversospinalis**

Lapisan profundus M. Transversospinalis dipersyarafi oleh N. Servikalis, N. Servikalis, dan N. Lumbalis. Otot-otot traktus medialis meliputi:

##### 1. M. Semi spinalis

###### a. M. Spinalis torasis

Origo: prosesus transversus enam buah vertebrae torasika terbawah berjalan naik

Inseri: prosesus spinosus enam buah vertebrae torasika atas dan dua buah vertebrae servikalis bawah

Fungsi: meregangkan kolumna vertebralis dan kepala, menggerakkan kepala ke sisi yang berlawanan

###### b. M. Semispinalis servivis

Origo: Prosesus transversus vertebrae torasis dan vertebrae servikalis VII

Inseri : prosesus spinosus vertebrae toasika tengah dan vertebrae servikalis sampai ke aksis

Fungsi: mengukuhkan posisi kepala dan ekstensi dorsal kolumna vertebralis

###### c. M. Spinalis kapitis

Origo: prosesus transversus vertebrae servikalis III-V dan vertebra servikalis bagian kaudal

Inseri: diantara linea nukhalis superior dan linea nukhalis inferior

##### 2. M. Rotatores

Origo: prosesus transversus vertebrae servikalis dan prosesus transversus vertebrae lumbalis

Inseri: berpangkal pada prosesus vertebrae torakalis

##### 3. M. Intertransversari

Origo: prosesus kostalis vertebrae lumbalis dan vertebrae torasika

Inseri: prosesus transversus vertebrae torasika dan vertebrae lumbalis

Fungsi: menghasilkan gerakan ke samping kolumna vertebralis

##### 4. M. Levatores kostarum

Origo: prosesus transversus servikal VII-XI



Inseri: kostae yang terletak sebelah dalam

Persarafan: N. Servikalis dan N. Torasika

Fungsi: membantu pergerakan kostae, memiringkan kolumna vertebralis, dan memutar kolumna vertebralis

### **Permukaan servikal otot punggung**

Bagian ini dipersarafi oleh rumus posterior nervus spinalis. Otot-ototnya meliputi:

#### 1. M. Splenius kapitis

Origon: ligamentum nuklea sampai vertebrae servikalis III, prosesus spinosus vertebrae.

Inseri: Servikalis VII torakalis dan torakalis I-III

Fungsi: Memutar kepala dan memiringkan kolumna vertebralis ke samping

#### 2. M. Splenius servisis

Origon: ligamentum supraspinalis dan prosesus spinosus vertebrae torasika III-IV

Inseri: Tuberkula posterior prosesus transversus atlas dan aksis

Fungsi: Memutar dan memiringkan vertebrae sakralis ke samping.

### **Oot ekstremitas bawah**

#### **Otot koksae dorsal**

Otot-otot koksae dorsal meliputi:

#### 1. M. Gluteus maksimus

Origo: Bagian dorsal os ilium, fascia torakolumbalis os skrum dan fascia dorsalis ligamentum sakrotuberale

Inseri: Tuberositas glutealis traktus iliotibialis

Persarafan: N. Gluteus inferior

Fungsi: Ekstensi femur artikulasiokoksae abduksi, adduksi, dan eksoris femur, serta menahan rangka pada saat duduk.

#### 2. M. Gluteus medius

Origo: fascies glutealis kristailiaka dan linea glutealis posterior inferior

Inseri: Bagian lateral trokhanter mayor

Persarafan: N. Gluteus superior

Fungsi : Abduksi, endorotasi dan eksorotasi femur, fiksasi pelvis tulang kaki.



3. Gluteus minimus

Origo: Fascies glutealis anterior dan inferior

Inseri: Ujung trokhanter mayor bertendo

Persarafan: N. Gluteus superior

Fungsi: Abduksi endorotasi kedua otot menarik pelvis pada tulang kaki

4. M. Tensor fascialatae

Origo: Spina iliaka anterior posterior

Inseri: Traktus iliotibialis

Persarafan: N. Gluteus superior

Fungsi: Ekstensi fascialata membantu fleksi dan abduksi femur membantu ekstensi kruris

5. M. Piriformis

Origo: os sakrum fascia pelvis daerah foramina sakralia

Inseri: Bertenda panjang pada ujung trokhanter mayor

Persarafan: N. Iskiadikus dan N. Muskuli filiformis

Fungsi: Abduksi paha, eksorotasi artikulasio koksae

6. M. Abduktor internus

Origo: Bagian dalam foramen oblongata membran obturator

Inseri: Bertendo panjang dalam fossa trokhanter

Persarafan: N. Muskuli obturator interna pleksus sakralis

Fungsi: Eksorotasi pada artikulasio koksae

7. M. Gemelus superior dan inferior

Origo: Spina iskiadika dan tuberiskiadicum

Inseri: Tendo M. Abduktor internus fosa trokhanterika

Persarafan: N. Muskuli obturatorius internus ramus muskularis sakralis

8. M. Quadratus femoris

Origo: lateral sisi tuberiskiadicum

Inseri: krista intratrokhanterika

Persarafan: N. Muskuli quadratus femoris pleksus sakralis

Fungsi: Eksorotasi artikulasio koksae juga membantu abduksi femur



## Otot Femur

### Otot permukaan ventral pangkal femur

Otot-otot permukaan ventral pangkal femur meliputi:

1. M. Iliopsoas
  - a. M. Iliacus
  - b. M. Psoas mayor
  - c. M. Psoas minor
  - d. M. sartorius
2. Otot permukaan venter femur (M. Quadrisep femoris) yang dipersarafi oleh N. Femoris.  
Otot-ototnya meliputi:
  - a. M. Rektus femoris
  - b. M. Fastus (medialis, lateralis, dan intermedialis)
  - c. M. Artikulasio genu

### Adduktor femur

Otot-otot adduktor femur meliputi:

1. M. Pektineus  
Origo: Osis pubis  
Inseri: Linea pektini femur  
Persarafan: N. Femoralis dan N. obturatorius  
Fungsi: Adduksi femur, membantu fleksi dan eksorotasi artikulasio koksa
2. M. Adduktor longus  
Origo: Ramus superior dan ramus inferior ossis pubis  
Inseri: Bagian tengah linea aspera labium medial  
Persarafan: M. abturatorius  
Fungsi: Adduksi femur dan fleksi artikulasio koksa
3. M. Adduktor brevis  
Origo: Ramus inferior ossis pubis foramen obturatum  
Inseri: linea aspera labium medial  
Persarafan: N. obturatorius  
Fungsi: Adduksi, ekstensi femur dan eksorotasi pada artikulasio koksa
4. M. Adduktor magnus  
Origo: ramus ossis iskii tuberositas iskiadikum



Inseri: Tuberositas gluteus epikondilus medialis femoralis

Persarafan: N. Obturatorius dan N. iskiadikus

Fungsi: Adduksi femur membantu meregangkan paha dan femur

5. M. Adduktor minus

Origo: Ramus inferior ossis pubis

Inseri: Bagian atas linea aspera labium medial

Persarafan: N. obturatorius

Fungsi: Adduksi paha membantu fleksi dan eksorotasi paha.

6. M. Grasilis

Origo: Ramus inferior ossis pubis sepanjang simfisis pubis

Inseri: Bertendo panjang pada sisi medial tuberositas

Persarafan: N. obturatorius

Fungsi: Bagian luar foramen obturatum

7. M. Obturator eksternus

Origo: Bagian luar foramen obturatum

Inseri: Bertendo ke dalam fosa trokhanter femur

Persarafan: N. obturatorius

Fungsi: Eksorotasi femur, fleksi pada artikulasio koksae

### Otot fleksor femur

Otot-otot fleksor femur meliputi:

1. M. Bisep femoralis

Origo: tuberiskiadikum bersatu dengan M. Semitendinosus

Inseri: kaput fibula bertendo kuat

Persarafan: N. Tibialis bersendi dua dan N. Fibularis komunis

Fungsi: fleksi kruris pada artikulasio genu, eksorotasi dan ekstensi artikulasio genu

2. M. Semitendinosus

Origo: tuberiskiadikum kaput lingus muskuli bisep femoralis

Inseri: bertendo panjang medial tuberositas tibia

Persarafan: N. Tibialis bersendi dua

Fungsi: fleksi kruris artikulasio genu, endorotasi dan ekstensi artikulasio koksae.

3. M. Semimembranosus

Origo: tuberiskiadikum bertendo lebar



Inseri: kondilus medialis tibia dan ligamentum popliteum obliquus

Persarafan: N. Tibialis bersendi dua

Fungsi: fleksi dan endorotasi artikulasio genu, ekstensi artikulasio koksae.

## **Otot kruris**

### **Otot ventral kruris**

Otot-otot ventral kruris dipersarafi oleh N. Fibularis profundus dan meliputi:

#### 1. M. Tibialis anterior

Origo: Epikondulis lateralis dan fascies lateralis tibia

Inseri: Basis metatarsalis (sisi medial) dan os kunaiformi medial ( sis plantar)

Fungsi: Fleksi dorsal dan supinasi kaki

#### 2. M. Ekstensor halusis longus

Origo: Fascies medialis fibula membran interosea kruris dan fascia kruris

Inseri: Permukaan dorsal jari kaki yang besar bertendo

Fungsi: Eksternal jari kaki, ekstensi dorsal pada artikulasio talus sebelah atas

#### 3. M. Ekstensor digitorum longus

Origo: Kondilus lateralis tibia, margo anterior fibula, dan membran interosea kruris

Inseri: Bersama keempat tendo ke dalam aponerosis dorsal keempat jari lateral kaki

Fungsi: Supinasi pada artikulasio talus sebelah bawah M. Ekstensi halusis longus

#### 4. M. Peronius fibularis tertius

Origo: keluar dari bagian distal fibula

Inseri: Permukaan dorsal kelima tonjolan tulang tengah kaki bertemu datar.

Fungsi: Pronasi kruris

### **Otot kruris lateralis**

Bagian ini dipersarafi oleh N. Fibularis superfisialis dan meliputi:

#### 1. M. Peroneus fibularis longus

Origo: Kaput fibula, fascia kruris, fascia lateralis dan margo posterior

Inseri: Plantar pedis dan sulkus tendineus muskuli fibularis dan osasi metatarsal I-II os kunaiformi mediale

Fungsi: kedua M. Fibularis dan margo anterior vigula septainternuskularis kruris anterior dan posterior



2. M. Peroneus fibularis brevis

Origo: fascia lateralis dan margo anterior vigula septainternuskularis kruris anterior dan posterior

Inseri: tuberositas ossis metatarsalis V, jalur tendo sampai kelingking kaki

**Otot superfisialis kruris dorsal**

Otot ini dipersarafi oleh N. Tibialis:

1. M. Triseps surae

a. M. Gastroknemius

b. M. Soleus

2. M. Plantaris

Origo: Epikondilus lateralis femur

Inseri: lapisan dalam fascia kruris dan tendo kalkaneus yang tipis dan panjang

3. M. Popliteus

Origo: bertendo pada epikondilus lateralis femur dan kaput fibula

Inseri: fascia posterior tibia di atas linea muskulisoleus

Fungsi: fleksi kruris dan endorotasi pada artikulasi genu

**Otot kruris profunda lateralis**

Otot ini dipersarafi oleh N. Tibialis dan meliputi:

1. M. Tibialis posterior

Origo: fascia posterior bagian proksimal tibia dan fascial medialis fibula

Inseri: tuberositas ossis nafikulare, permukaan plantar os kunaiformi medial, ossa kunaiformi intermedium lateral dan basis metatarsal II-IV

Fungsi: plantar fleksi dan supinasi kaki

2. M. Fleksor digitorum longus

Origo: Fascia posterior, margo interoseus tibia dan arkus tendineus distal fibula

Inseri: falang akhir jari kaki II-V

Fungsi: Fleksi bagian terakhir empat jari lateral kak, fleksi, dan supinasi ke arah plantar

3. M. Fleksor halusis longus

Origo: Fasies posterior dan margo posterior fibula

Inseri: Falang terakhir dari ibu jari kaki

Fungsi: Fleksi ibu jari kaki, fleksi dan supinasi seluruh kaki ke arah plantar



### Otot dorsalis pedis

Otot ini dipersarafi oleh N. Fibularis profundus dan plantar lateralis meliputi:

1. Ekstensor digitorum brevis

Origo: permukaan dorsal dan permukaan samping kalkaneus

Inseri: Aponeurosa dorsal jari kaki bagian tengah

Fungsi: Dorsofleksi jari kaki

2. M. Ekstensor halusis brevis

Origo: Permukaan dorsal kalkaneus

Inseri: Falang ibu jari kaki

Fungsi: Dorsofleksi jari kaki

3. M. Interoseidorsalis I-IV

Origo: Permukaan tengah tulang kaki

Inseri: Sisi medial dasar falang distal III-V sampai aponeurosa ekstensi jari kaki bersangkutan

Fungsi: Fleksi dan abduksi jari kaki III-V lateral, jari kaki II ke medial, dan ekstensi jari kaki yang lain

4. M. Interoseiplantaris I-III

Origo: Sisi bagian tengah tulang kaki III-V

Inseri: Sisi medial falang distal III-V sampai aponeurosa ekstensi jari kaki

Fungsi: Fleksi dasar sendi dan adduksi jari kaki III-V, ekstensi jari kaki yang lain

5. Otot-otot ibu jari kaki (persarafan N. Plantaris medialis dan lateralis):

a. M. Abduktor halusis

Origo: prosesus medialis tuberosis kalkanei dan aponeurosis plantaris

Inseri: falang proksimal ibu jari kaki

Fungsi: abduksi, fleksi ibu jari kaki terutama ekstensi aktif bagian penutup kaki

b. M. Fleksor halusis brevis

Origo: permukaan plantar ossa kuneiformi mediale, intermedium dan lateral ligamentum plantar longus

Inseri: dua kaput tulang sesamoid dan falng proksimal ibu jari kaki

c. M. Adduktor halusis

Origo: permukaan plantar os kuneiformi lateral dan ligamentum palntar longus

Inseri: bagian lateral tulang sesamoid dan falang proksimal ibu jari kaki



6. Otot kelingking kaki berfungsi abduksi dan fleksi kelingking serta ekstensi aktif penutup kaki
- M. Abduktor digiti minimi  
Origo:prosesus lateral tuberiskalkanei dan aponerosis plantaris  
Inseri:sisi lateral falang priksimal kelingking (tuberositas ossis metatarsalis V)  
Persarafan: plantaris medialis
  - M.fleksor digiti minimi brevis  
Origo:bagian depan ligamentum plantar longum basis ossis metatarsalis  
Inseri:Bagian falang proksimal kelingking  
Persarafan:plantaris medialis
  - M. Opponeus digiti minimi  
Origo: Vagina terdini M. Fibularis peroneus longus  
Inseri:Sisi lateral os metatarsal V
7. Otot-otot plantar pedis
- Fleksor digitorum brevis  
Origo:prosesus medialis tuberosiskalkanei dan aponerosis plantaris  
Inseri:empat tendo M. Fleksor digitorum longus sampai pada falang tengah jari kaki II-V  
Fungsi:Fleksi bagian tengah dan dasar jari kaki II-V
  - M. Quadratus plantaris  
Origo:Dua kaput permukaan plantar kalkaneus dan ligamentum plantar longum  
Inseri:sis lateral tendo M. Fleksor digitorum longus  
Fungsi:Menopang M. Fleksor digitorum longus dan memperkuat otot yang melintang



## 2.2 FISILOGI KERANGKA

Sel otot dapat dirangsang secara kimiawai, listrik, dan mekanik untuk menimbulkan potensial aksi yang dihantarkan sepanjang membran sel. Sel ini mengandung protein kontraktile dan mempunyai mekanisme yang diaktifkan oleh potensial aksi. Serat otot kerangka dibentuk oleh sejumlah serat yang diameternya berkisar 10-89 mikrometer. Masing-masing serat terbuat dari rangkaian subunit yang lebih kecil dan membentang di sepanjang otot. Sub unit ini meliputi:

### 1. Sarkolemma

Membran sel dari serat otot yang disebut plasma yaitu lapisan tipis bahan polisakarida yang mengandung serat kolagen tipis, pada ujungnya bersatu dengan serat tendo yang menyisip pada tulang

### 2. Miofibril

Setiap serat otot mengandung beberapa ratus sampai beberapa ribu miofibril. Setiap miofibril. Setiap miofibril memiliki 1.500 filamen miosin dan 3000 filamen aktin yang merupakan molekul protein polimer besar yang bertanggung jawab untuk kontraksi otot

### 3. Sarkoplasma

Miofibril yang terpendam dalam serat otot terdiri dari unsur intraseluler mengandung kalium, fosfat, dan enzim protein dalam jumlah besar. Berkontraksi membutuhkan sejumlah besar adenosin tri fosfat (ATP) yang dibentuk oleh mitokondria.

### 4. Retikulum sarkoplasmik, mempunyai susunan khusus dalam pengaturan kontraksi otot. Semakin cepat kontraksi otot semakin banyak retikulum endoplasma.

## 2.3 MEKANISME KONTRAKSI OTOT RANGKA

Serabut saraf motorik neuron meninggalkan medula spinalis mempersarafi berbagai serabut otot, dinamakan unit motorik yang bereaksi dengan cepat. Setiap unit motorik mempunyai relatif banyak serabut saraf yang menuju ke tiap-tiap otot. Kerutan otot memperkuat penyelenggaraan pergerakan otot yang terjadi melalui dua cara yaitu meningkatkan jumlah unit motorik yang berkontraksi secara serentak dan meningkatkan kecepatan kontraksi tiap unit motorik.



### **Mekanisme umum kontraksi otot**

Timbul dan berakhirnya kontraksi otot terjadi dalam urutan sebagai berikut:

1. Potensial aksi berjalan sepanjang sebuah saraf motorik sampai ke ujung serat saraf
2. Setiap ujung saraf menyekresi substansi neurotransmiter yaitu asetilkolin dalam jumlah sedikit
3. Asetilkolin bekerja untuk area setempat pada membran serat otot guna membuka saluran asetilkolin melalui molekul-molekul protein dalam membran serat otot.
4. Terbukanya saluran asetilkolin memungkinkan sejumlah besar ion natrium mengalir kebagian dalam membran serat otot pada titik terminal saraf
5. Potensial aksi berjalan sepanjang membran saraf otot dengan cara yang sama seperti potensial aksi berjalan sepanjang membran saraf
6. Potensial aksi akan menimbulkan depolarisasi membran sel otot, berjalan dalam serat otot tempat potensial aksi menyebabkan retikulum sarkolema melepas sejumlah ion kalsium yang disimpan dalam retikulum ke dalam miofibril.
7. Ion kalsium menimbulkan kekuatan menarik antara filamen aktin dan miosin yang menyebabkan bergerak bersama-sama menghasilkan kontraksi
8. Setelah kurang dari satu detik kalsium dipompakan kembali kedalam retikulum sarkoplasma, tempat ion-ion disimpan samapai potensial aksi otot yang baru lagi

### **Mekanisme molekuler kontraksi otot**

Pada keadaan relaksasi, ujung-ujung filamen aktin berasal dari dua lempeng yang saling tumpang tindih yang pada waktu bersamaan menjadi lebih dekat dengan filamen miosin. selama kontraksi kuat filamen aktin dapat di tarik hingga ujung filamen miosin menekuk kontraksi otot yang terjadi karena mekanisme pergeseran filamen. Proses yang menimbulkan pemendekan merupakan peluncuran filamen. Karena otot memendek maka filamen tipis dari ujung sarkomer (kontraksi dari miofibril) saling mendekat.

ATP adalah sumber energi untuk kontraksi. Bila otot berkontraksi maka timbul suatu kerja yang memerlukan energi. Sejumlah ATP di pecah membentuk ADP. Proses ini berlangsung terus menerus sampai filamen aktin menarik membran dan menyentuh ujung akhir filamen miosin sampai beban pada otot menjadi terlalu besar



Sifat otot dalam organisme utuh:

1. Efek denervasi: otot berkontraksi terhadap respons rangsangan persarafan motoriknya. Kerusakan persarafan ini menyebabkan atrofi otot, menyebabkan daya dapat dirangsang abnormal pada otot
2. Elektromiografi: aktifitas unit motorik dapat diteliti menggunakan elektromiografi dengan proses perekaman aktivitas listrik otot pada osiloskop sinar katoda.

### **Jenis dan karakteristik kontraksi**

Kontraksi otot melibatkan pemendekan unsur otot kontraktile, karena otot mempunyai unsur elastis dalam rangkaian dengan mekanis kontraktile maka kontraksi timbul tanpa suatu penurunan berarti panjang otot keseluruhan, ini disebut isometrik (panjang ukuran sama). Kontraksi melawan beban tetap dengan pemendekan ujung otot dinamakan isotonik (tegangan sama)

Sifat kontraksi dapat diperlihatkan secara khusus dengan menimbulkan suatu kedutan otot dengan cara memberikan rangsangan listrik secara tiba-tiba pada saraf otot atau melewati rangsangan listrik singkat di seluruh otot. Hal ini akan menimbulkan kontraksi tunggal yang mendadak berlangsung kurang dari satu detik. Kontraksi isometrik adalah ketika otot tidak memendek selama berkontraksi, otot berkontraksi melawan transduser kekuatan tanpa mengurangi panjang otot. Kontraksi isotonik adalah ketika otot memendek melawan beban yang ada, misalnya otot sedang mengangkat beban yang berat

### **Kelelahan otot**

Bila otot dalam keadaan istirahat biasanya sejumlah tegangan masih tetap ada. Tegangan ini disebut tonus, merupakan hasil dari rendahnya kecepatan impuls saraf yang dijalarkan dari saraf otak ke neuron motorik anterior.

Kontraksi kuat otot yang berlangsung lama mengakibatkan keadaan kelelahan otot. Kelelahan ini akibat ketidakmampuan proses kontraksi dan metabolisme serabut otot untuk melanjutkan suplai pengeluaran kerja yang sama. Saraf terus menerus bekerja dengan baik. Impuls saraf berjalan normal melalui hubungan otot dan saraf masuk kedalam serabut otot. Potensial aksi normal menyebar keserabut-serabut otot tetapi kontraksi makin lama makin lemah karena dalam serabut otot kekurangan ATP. Hambatan aliran darah yang menuju otot yang sedang berkontraksi



mengakibatkan kelelahan otot hampir sempurna dalam waktu kurang dari 1 menit karena suplai zat gizi.

### **Hipertropi dan atropi otot**

Aktivitas otot yang kuat menyebabkan ukuran otot bertambah. Garis tengah tiap serabut otot meningkat, sarkolema meningkat, dan serat-serat mendapat gizi serta zat antara metabolisme seperti adenosin triposfat, keratin fosfat, glikogen “lipid” intersel mitokondria bertambah, miofibril juga bertambah jumlah dan ukurannya. Hipertropi otot meningkatkan daya gerak otot dan mekanisme zat gizi untuk mempertahankan peningkatan daya gerak.

Aktivitas otot yang sangat kuat walaupun hanya beberapa menit terjadi setiap hari. Aktivitas otot yang lama meningkatkan ketahanan otot, menyebabkan peningkatan enzim-enzim oksidatif, mioglobulin, dan kapiler darah yang penting untuk peningkatan metabolisme otot.

Semua otot tubuh secara terus menerus dibentuk kembali untuk menyesuaikan fungsi-fungsi yang dibutuhkan. Proses perubahan bentuk ini seringkali berlangsung cepat dalam waktu beberapa minggu. Beberapa perubahan bentuk otot:

1. Hipertropi

Masa suatu otot menjadi besar akibat dari peningkatan jumlah filamen aktin dan miosin dalam setiap serat otot. Peristiwa ini terjadi sebagai respon terhadap kontraksi otot yang berlangsung lebih cepat dari kecepatan pengganti.

2. Atropi otot

Masa otot menurun akibat otot tidak digunakan dalam jangka waktu yang lama

3. Penentuan panjang otot

Bila otot diregang hingga panjangnya melebihi normal dapat menyebabkan hipertrofi karena bertambahnya sarkomer-sarkomer baru pada ujung serat otot yang melekat pada tendo.

4. Hiperplasia serat otot

Pembentukan kekuatan otot yang ekstrim pada proses hipertrofi serat otot, terjadi peningkatan jumlah serat otot.



## 2.4 SISTEM KERANGKA

### 1. Pendahuluan

Kerangka merupakan salah satu unsur sistem penegak dan penggerak tulang manusia dihubungkan satu dengan yang lain melalui persendian sehingga terbentuk sistem lokomotor pasif. Rangka manusia tersusun dari 206 tulang yang dipersambungkan oleh persendian yang terdiri dari : tengkorak otak 8 buah, tengkorak wajah 14 buah, tulang telinga 6 buah, tulang lidah 1 buah, kerangka dada 25 buah, tulang belakang dan gelang panggul 26 buah, tulang anggota gerak atas 64 buah, tulang anggota gerak bawah 62 buah.

Tulang terdiri dari matriks protein kolagen yang mengandung garam mineral terutama fosfat dan kalium, sejumlah protein dan peroksida. Dalam tulang terdapat sel-sel osteoblast pembentuk kolagen, yang menghancurkan dan menyerap sel-sel tulang. Ossifikasi tulang dimulai dari ujung poros tulang secara endokondral. Hormon paratiroid mengatur pemindahan kalsium antara darah dan tulang. Kelebihan konsentrasi hormon paratiroid menambah konsentrasi kalsium darah. Kelebihan konsentrasi vitamin D menambah pengambilan kalsium dari tulang.

### 2. Susunan Tulang

Susunan tulang secara garis besar meliputi :

- a. Tulang panjang : ditengahnya terdapat diafise dan kedua ujungnya disebut epifise. Ujung tulang dilapisi oleh tulang rawan yang memudahkan gerakan yang disebut kartilago artikulatio. Permukaan luar tulang dilapisi selubung fibrosa (periosteum); lapis tipis jaringan ikat (endosteum) melapisi rongga sumsum & meluas ke dalam kanalikuli tulang kompak. Membran periosteum berasal dari perikondrium tulang rawan yang merupakan pusat osifikasi. Periosteum merupakan selaput luar tulang yang tipis. Periosteum mengandung osteoblas (sel pembentuk jaringan tulang), jaringan ikat dan pembuluh darah. Periosteum merupakan tempat melekatnya otot-otot rangka (skelet) ke tulang dan berperan dalam memberikan nutrisi, pertumbuhan dan reparasi tulang rusak. Pars kompakta teksturnya halus dan sangat kuat. Tulang kompak memiliki sedikit rongga dan lebih banyak mengandung kapur (Calsium Phosfat dan Calsium Carbonat) sehingga tulang menjadi padat dan kuat. Kandungan tulang manusia dewasa lebih banyak mengandung kapur dibandingkan dengan anak-



anak maupun bayi. Bayi dan anak-anak memiliki tulang yang lebih banyak mengandung serat-serat sehingga lebih lentur. Tulang kompak paling banyak ditemukan pada tulang kaki dan tulang tangan. Pars spongiosa merupakan jaringan tulang yang berongga seperti spon (busa). Rongga tersebut diisi oleh sumsum merah yang dapat memproduksi sel-sel darah. Tulang spongiosa terdiri dari kisi-kisi tipis tulang yang disebut trabekula.

- b. Tulang atap kepala : terdiri dari 2 lapisan yaitu substansia kompakta dan tubula eksterna dan interna. Diantara keduanya terdapat lapisan substansia spongeosa. Substansia kompakta dan spongeosa termasuk jaringan penunjang. Dalam jaringan penunjang, antar sel banyak mengandung kalsium, fosfat, kalium karbonat, dan rangkaian organisasi sehingga sifatnya keras sekali. Pada anak-anak zat organik banyak terdapat pada tulang daripada orang tua sehingga tulangnya lebih lentur. Dalam substansia kompakta terdapat saluran yang dikelilingi beberapa lapis yang disebut lamella havers. Dibawah periosteum dan disekitar endosteum terdapat lapisan tulang.

Kristal tulang terdiri dari beberapa komponen bagian :

1. Kristal bagian dalam yang terdiri dari ion-ion
2. Permukaan kristal yang mengandung anion dan kation yang spesifik
3. Lapisan mengandung air yang mengandung lapisan anion tidak spesifik dan selalu dalam keadaan seimbang dan dinamis dengan medium sekitarnya. Komponen penting dalam tulang adalah glikogen yang mempunyai kaitan dengan deposisi garam anorganik dalam tulang rawan.

### **Periosteum**

Permukaan tulang substantia kompakta hampir seluruhnya diliputi periosteum kecuali tempat yang ada rawannya dan tempat melekatnya urat. Periosteum terdiri dari 2 lapisan :

1. Lapisan luar (stratum fibrosum) dibnetuk oleh jaringan ikat dan mengandung pembuluh darah dan saraf
2. Lapisan dalam (stratum germinativum) terdiri dari serabut halus dan sel yang dapat membuat darah baru dari tulang. Pembuluh darah masuk kedalam tulang melalui saluran menuju havers dan menyebar kesemua arah. Pada ujung terdapat tulang yang agak besar tempat arteri nutrisia untuk memberi makan sum-sum tulang. Periosteum juga mengandung alat-alat perasa sakit.



### **Medula ossium**

Terdiri dari anyaman tulang pengikat yang halus. Dalam sum-sum tulang merah terdapat banyak sekali pembuluh darah, yang merupakan tempat terbentuknya sel-sel pembuluh darah baru. Dalam kavum medulla tulang panjang, jaringan retikulum mengandung sel lemak hingga warnanya menguning disebut medula ossium flava.

### **Pembentukan tulang**

Osifikasi adalah proses pembentukkan tulang keras dari tulang rawan (kartilago). Ada dua jenis osifikasi yaitu osifikasi intramembran dan osifikasi endokondral. Tulang keras dapat terbentuk baik melalui proses osifikasi intramembran, osifikasi endokondral atau kombinasi keduanya.

- a. Osifikasi intra membran berasal dari mesenkim yang merupakan cikal bakal dari tulang. pada proses perkembangan hewan vertebrata terdapat tiga lapisan lembaga yaitu ektoderm, mesoderm, dan endoderm. mesenkim merupakan bagian dari lapisan mesoderm, yang kemudian berkembang menjadi jaringan ikat dan darah. Tulang tengkorak berasal langsung dari sel sel mesenkim melalui proses osifikasi intramembran.
- b. Osifikasi endokondral adalah pergantian tulang rawan menjadi tulang keras selama proses pertumbuhan. proses osifikasi ini bertanggung jawab pada pembentukkan sebagian besar tulang manusia. Pada proses ini sel-sel tulang (osteoblas) aktif membelah dan muncul dibagian tengah dari tulang rawan yang disebut center osifikasi. Osteoblas selanjutnya berubah menjadi osteosit, sel-sel tulang dewasa ini tertanam dengan kuat pada matriks tulang.

Sebagian besar tulang juga dapat terbentuk dari gabungan osifikasi intramembran dan osifikasi endokondral. pada proses ini sel mesenkim berkembang menjadi kondroblast yang aktif membelah. sel-sel kondroblas yang besar mensekresikan matriks yang berupa kondrin. kondroblas berubah menjadi osteoblas yang menghasilkan osteosit dan menghasilkan mineral untuk membentuk matriks tulang. Tulang keras dewasa merupakan jaringan hidup yang tersusun atas komponen organik dan komponen mineral. Komponen organik terdiri atas protein berupa serabut kolagen, matriks ekstraseluler dan fibroblast, dengan sel-sel hidup yang menghasilkan kolagen dan matriks. komponen mineral tersusun atas kalsium karbonat yang memberikan kekuatan dan kekakuan pada tulang. Selama



kehidupan individu, osteoblas terus mensekresikan mineral, sedangkan osteoklast terus mengabsorb mineral. pasien rawat inap dan astronot, tulangnya serikali rapuh disebabkan proses reabsorpsi oleh osteoklast lebih cepat dibandingkan proses sekresi oleh osteoblast. Tulang-tulang orang yang telah berumur rapuh disebabkan komponen mineral dalam tulang tersebut mulai menurun produksinya.

### **Pusat ossifikasi**

Awal pembentukan tulang terjadi pada bagian tengah dari tulang disebut penulangan primer. Selanjutnya terjadi penulangan primer. Pusat primer timbul sangat dini pada kehidupan janin. Hal ini terjadi akibat perangsangan genetik. Pusat penulangan sekunder pada ujung tulang panjang dan tulang besar selalu tampak setelah kelahiran. Epifise bersatu dengan diafise terjadi pada usia 18-20 tahun. Pertumbuhannya berjalan terus selama beberapa tahun setelah pertumbuhan pada ujung tulang yang lain.

### **Rawan persendian**

Pada ujung epifise tersisa selapis tulang rawan hialin yang tidak menjadi tulang keras tapi tampak sebagai rawan persendian. Ini tidak dibungkus oleh selaput apapun dan merupakan suatu permukaan yang licin untuk pembentukan sendi-sendi sinovial.

### **Faktor pertumbuhan tulang**

- a. Herediter : tinggi badan anak secara umum bergantung pada orang tua. Anak dari orang tua yang tinggi biasanya mempunyai badan yang tinggi juga
- b. Nutrisi : suplay makanan yang mengandung kalsium, fosfat, vitamin A, C dan D penting untuk regenerasi pertumbuhan tulang serta untuk memelihara rangka yang sehat
- c. Endokrin
  - a. Hormon paratiroid : kadar kalsium darah merangsang sekresi PTH
  - b. Tirokalsitonin : hormon yang dihasilkan sel parafolikuler kelenjar tiroid, menghambat resorpsi tulang
  - c. Growth hormon : yang dihasilkan hipofise anterior penting untuk proliferasi normal rawan epifise sehingga memelihara tinggi badan normal seseorang



- d. Tiroksin : bertanggungjawab untuk pertumbuhan tulang yang layak, remodeling tulang dan kematangan tulang.
- d. Persarafan : gangguan suplay persarafan mengakibatkan penipisan tulang seperti yang terlihat pada kelinan poliomiyelitis
- e. Mekanis : kekuatan dan arah dari trabekula tulang ditentukan oleh gaya mekanis yang bekerja padanya
- f. Penyakit mempunyai pengaruh yang kurang baik terhadap pertumbuhan tulang

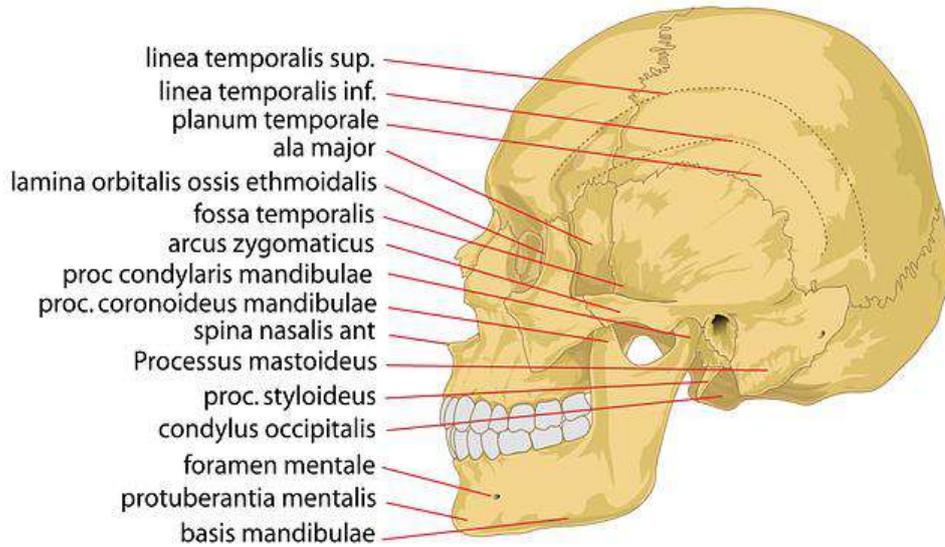
### **Histologi dan mikroanatomi tulang**

#### **Fungsi tulang**

1. Dukungan: Tulang menyediakan kerangka kerja untuk lampiran dari otot dan jaringan lain.
2. Perlindungan: Bones seperti tengkorak dan tulang rusuk melindungi organ internal dari cedera.
3. Gerakan: Bones memungkinkan gerakan tubuh dengan bertindak sebagai tuas dan titik attachment untuk otot.
4. Penyimpanan Mineral: Tulang berfungsi sebagai reservoir untuk kalsium dan fosfor, mineral penting untuk berbagai kegiatan selular di seluruh tubuh.
5. Produksi sel darah: Produksi sel darah, atau hematopoiesis, terjadi di sumsum merah yang ditemukan dalam rongga tulang tertentu.
6. Penyimpanan energi: Lipid, seperti lemak, disimpan dalam sel adiposa dari sumsum kuning berfungsi sebagai cadangan energi.

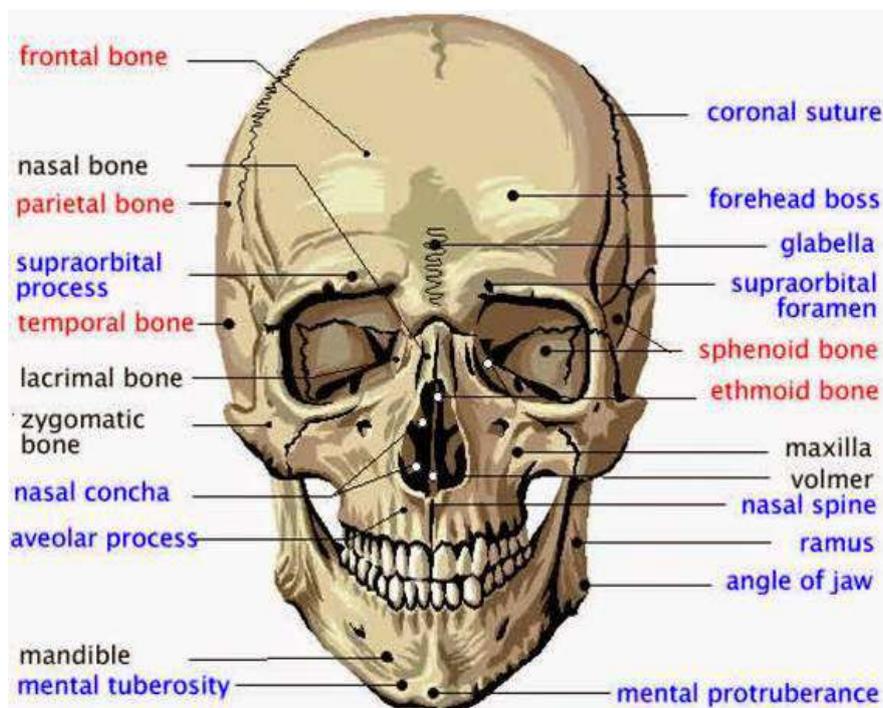
#### **Rangka tulang kepala**

**Tengkorak (*cranium*)**, yaitu tulang yang tersusun dari 22 tulang; 8 tulang kranial dan 14 tulang fasial.



**Gambar 1 Tulang tengkorak pandangan samping**

- a. Tulang kranial membungkus dan melindungi otak, terdiri dari:
- |  |          |
|--|----------|
| Tulang baji ( <i>sfenoid</i> )             | : 1 buah |
| Tulang tapis ( <i>etmoid</i> )             | : 1 buah |
| Tulang pelipis ( <i>temporal</i> )         | : 2 buah |
| Tulang dahi ( <i>frontal</i> )             | : 1 buah |
| Tulang ubun-ubun ( <i>parietal</i> )       | : 2 buah |
| Tulang kepala belakang ( <i>okspital</i> ) | : 1 buah |



**Gambar 2 Tulang tengkorak posisi anterior**



b. Tulang fasial membentuk wajah, terdiri dari:

Tulang rahang atas ( <i>maksila</i> )	: 2 buah
Tulang rahang bawah ( <i>mandibula</i> )	: 2 buah
Tulang pipi ( <i>zigomatikus</i> )	: 2 buah
Tulang langit-langit ( <i>palatinum</i> )	: 2 buah
Tulang hidung ( <i>nasale</i> )	: 2 buah
Tulang mata ( <i>lakrimalis</i> )	: 2 buah
Tulang pangkal lidah ( <i>Konka inferor</i> )	: 1 buah

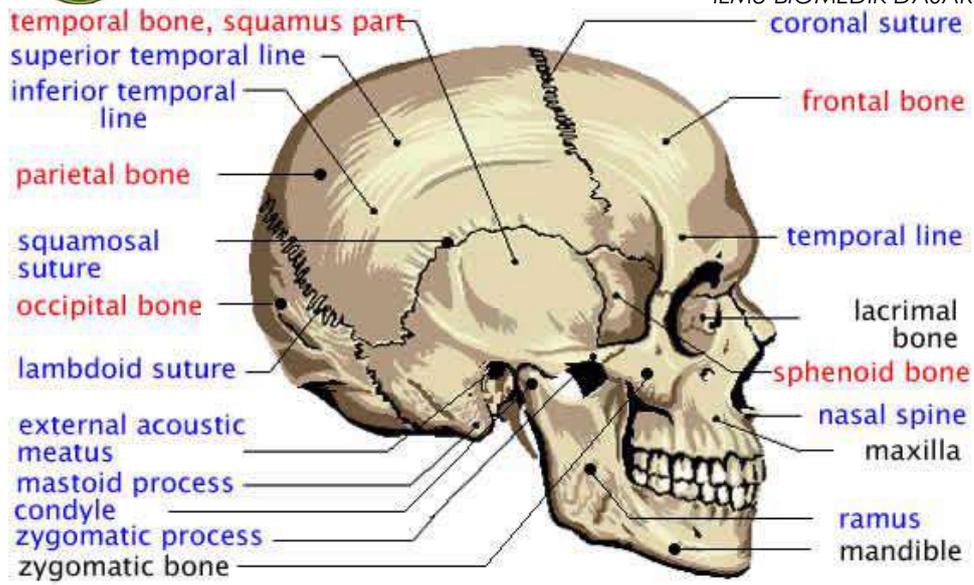
**Tulang Pendengaran (*Auditory*)**, terdiri dari:

Tulang martil ( <i>maleus</i> )	: 2 buah
Tulang landasan ( <i>inkus</i> )	: 2 buah
Tulang sanggurdi ( <i>stapes</i> )	: 2 buah

**Tulang Hioid**, yaitu tulang yang berbentuk huruf U, terdapat diantara laring dan mandibula, berfungsi sebagai pelekatan beberapa otot mulut dan lidah: 1 buah

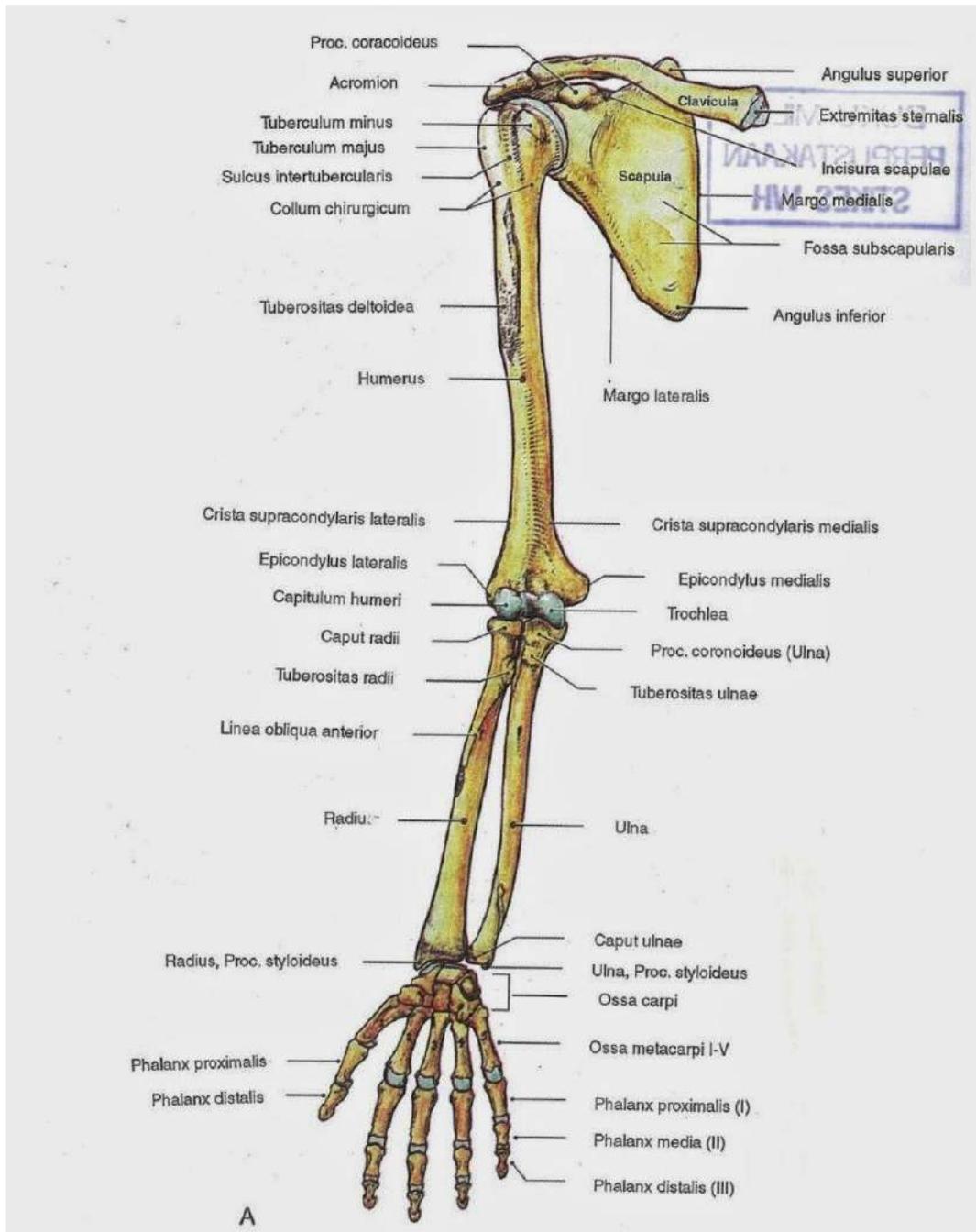
Tulang-tulang tengkorak kepala dihubungkan satu sama lain oleh tulang bergerigi yang disebut sutura. Sutura-sutura tersebut adalah :

1. Sutura coronalis yang menghubungkan antara os frontal dan os parietal.
2. Sutura sagitalis yang menghubungkan antara os parietal kiri dan kanan.
3. Sutura lambdoidea/ lambdoidalis yang menghubungkan antara os parietal dan os occipital.



Gambar 3 Tulang Tengkorak Pandangan Samping

**TULANG EKSTREMITAS ATAS**



**Gambar 4 Kerangka Anggota Gerak Atas**

Kerangka anggota gerak atas dikaitkan dengan kerangka badan dengan perantaraan gelang bahu yang terdiri dari skapula dan klavikula. Tulang-tulang yang membentuk kerangka lengan antara lain : gelang bahu (skapula dan klavikula), humerus, ulna dan radius, karpalia, metakarpalia dan falangus



## Gelang Bahu

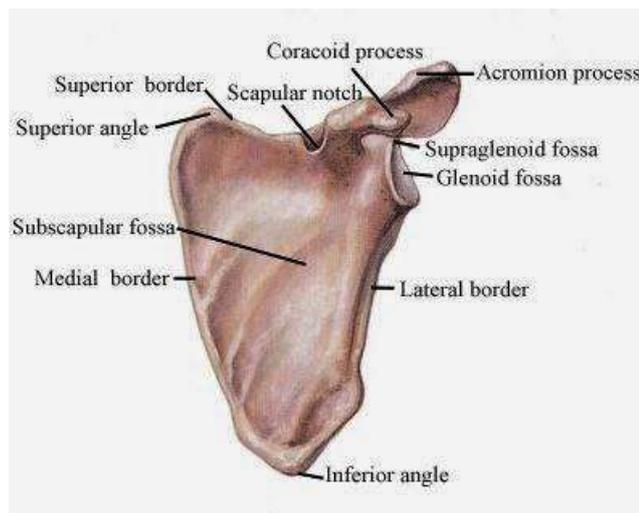
Gelang bahu yaitu persendian yang menghubungkan lengan dengan badan. Pergelangan ini mempunyai mangkok sendi yang tidak sempurna oleh karena bagian belakangnya terbuka. Bagian ini di bentuk oleh dua buah tulang yaitu skapula dan klavikula

## Bagian-bagian Tulang Ekstremitas

Bagian-Bagian Ini Akan Dijelaskan Bagian-Bagian Dari Ekstremitas Atas. Bagian Ekstremitas Atas terdiri dari :

1. Tulang Skapula
2. Tulang Klavikula
3. Tulang Humerus
4. Tulang Ulna
5. Tulang Radius
6. Tulang Karpal
  - a. Metacarpal
  - b. Falang

### 1. Tulang Skapula

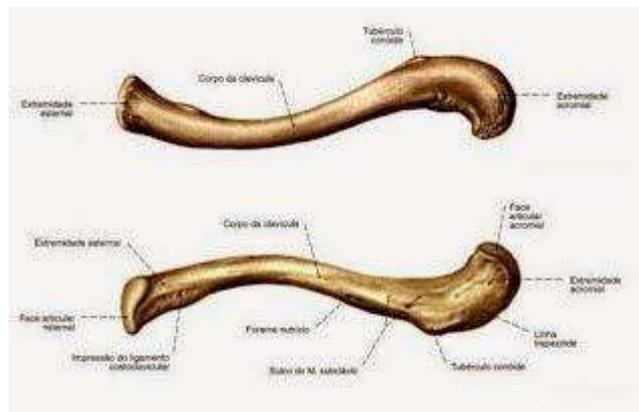


**Gambar 5 Tulang Skapula**

Skapula (tulang belikat) terdapat di bagian punggung sebelah luar atas, mempunyai tulang iga I sampai VIII, bentuknya hampir segitiga. Di sebelah atasnya

mempunyai bagian yang di sebut spina skapula. Sebelah atas bawah spina skapula terdapat dataran melekuk yang di sebut fosa supraskapula dan fosa infraskapula. Ujung dari spina skapula di bagian bahu membentuk taju yang di sebut akromion dan berhubungan dengan klavikula dengan perantara persendian. Di sebelah bawah medial dari akromion terdapat sebuah taju menyerupai paruh burung gagak yang disebut dengan prosesus korakoid. Di sebelah bawahnya terdapat lekukan tempat kepala sendi yang di sebut kavum glenoid.

## 2. Tulang Klavikula

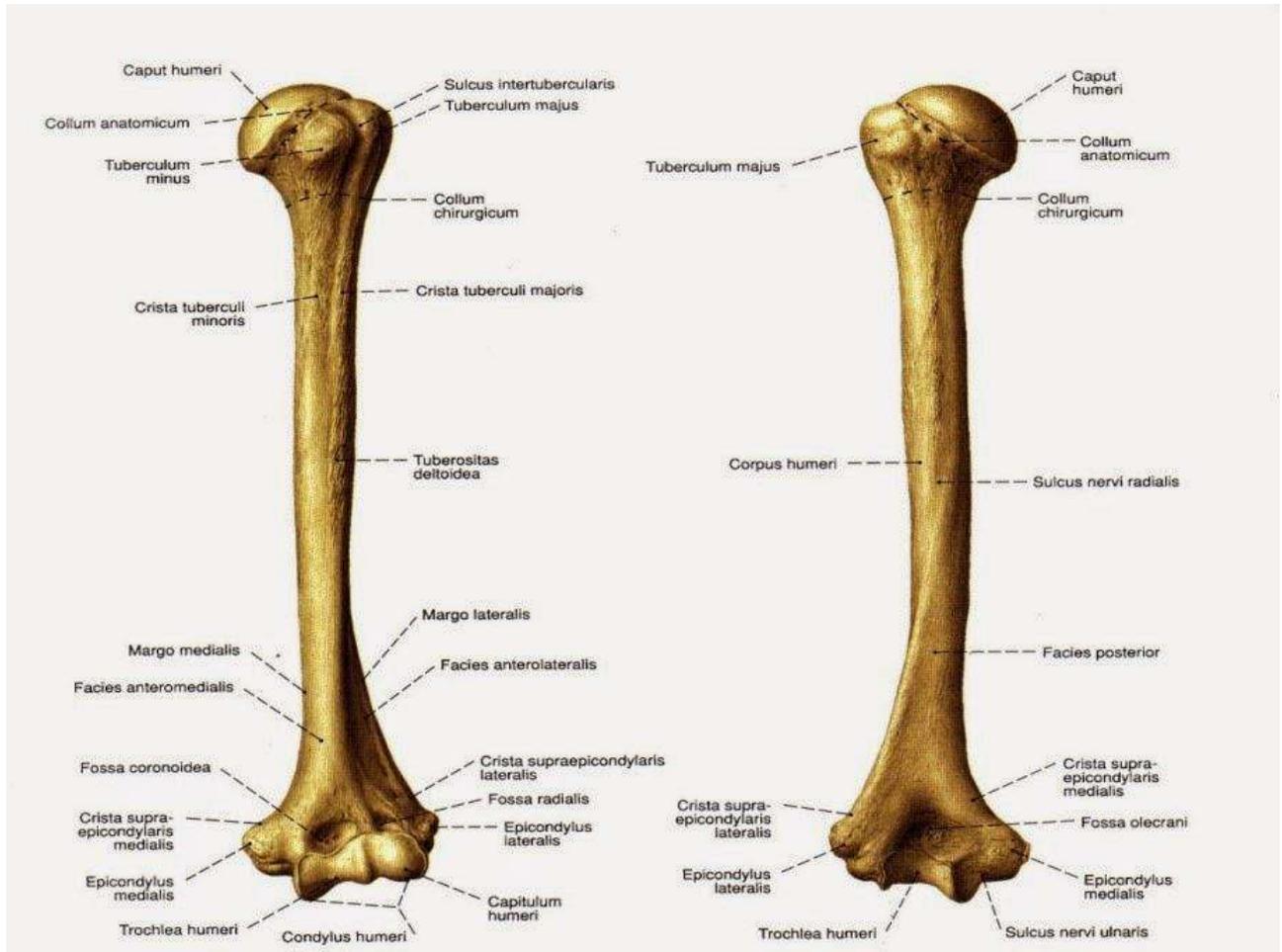


**Gambar 6 Tulang Klavikula**

Klavikula adalah tulang yang melengkung membentuk bagian anterior dari gelang bahu. Untuk keperluan pemeriksaan dibagian atas batang dan dua ujung. Ujung medial disebut *extremitas sternal* dan membuat sendi dengan sternum. Ujung lateral disebut *extremitas akrominal*, yang bersendi pada prosesus akrominal dari scapula.

Fungsi klavikula yaitu member kaitan kepada beberapa otot dari leher dan bahu dan dengan demikian bekerja sebagai penompang lengan.

### 3. Humerus



**Gambar 7 Tulang Humerus**

Humerus (tulang pangkal lengan) mempunyai tulang panjang seperti tongkat. Bagian yang mempunyai hubungan dengan bahu bentuknya bundar membentuk kepala sendi yang di sebut kaput humeri. Pada kaput humeri ini terdapat tonjolan yang di sebut tuberkel mayor dan minor. Di sebelah bawah kaput humeri terdapat lekukan yang di sebut kolumna humeri. Pada bagian bawah terdapat taju (kapitulum, epikondilus lateralis dan epikondilus medialis). Di samping itu juga mempunyai lekukan yang disebut fosa koronoid (bagian depan) dan fosa olekrani (bagian belakang).

#### 4. Ulna

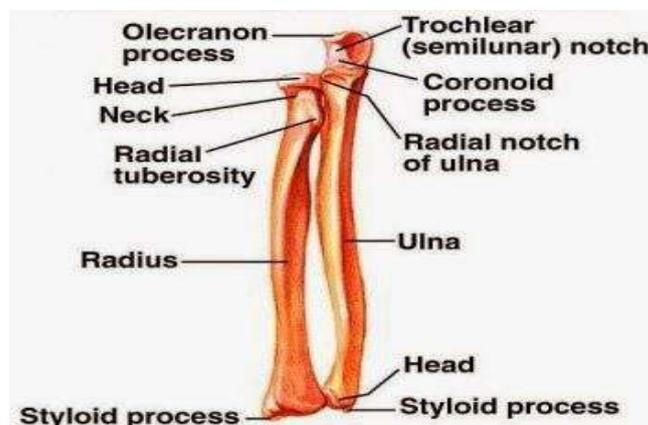


**Gambar 8 Tulang Ulna**

Ulna adalah sebuah tulang pipa yang mempunyai sebuah batang dan dua ujung. Tulang itu adalah tulang sebelah medial dari lengan bawah dan lebih panjang dari radius. Kepala ulna berada disebelah ujung bawah.

Di daerah proksimal, ulna berartikulasi dengan humerus melalui fossa olecranon (di bagian posterior) dan melalui prosesus coronoid (dengan trochlea pada humerus). Artikulasi ini berbentuk sendi engsel, memungkinkan terjadinya gerak fleksi-ekstensi. Ulna juga berartikulasi dengan radial di sisi lateral. Artikulasi ini berbentuk sendi kisar, memungkinkan terjadinya gerak pronasi-supinasi. Di daerah distal, ulna kembali berartikulasi dengan radial, juga terdapat suatu prosesus yang disebut sebagai prosesus styloid.

#### 5. Radius



**Gambar 9 Tulang Radius**



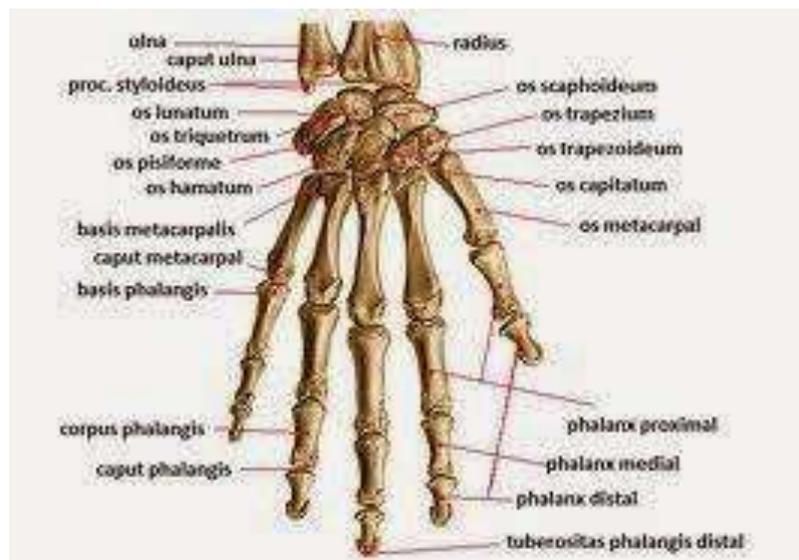
Radius adalah tulang disisi lateral lengan bawah. Merupakan tulang pipa dengan sebuah batang dan dua ujung dan lebih pendek daripada ulna.

Di daerah proksimal, radius berartikulasi dengan ulna, sehingga memungkinkan terjadinya gerak pronasi-supinasi. Sedangkan di daerah distal, terdapat *prosesus styloid* dan area untuk perlekatan tulang-tulang karpal antara lain tulang *scaphoid* dan *tulang lunate*.

## 6. Karpal

Bagian dari Tulang Karpal yaitu :

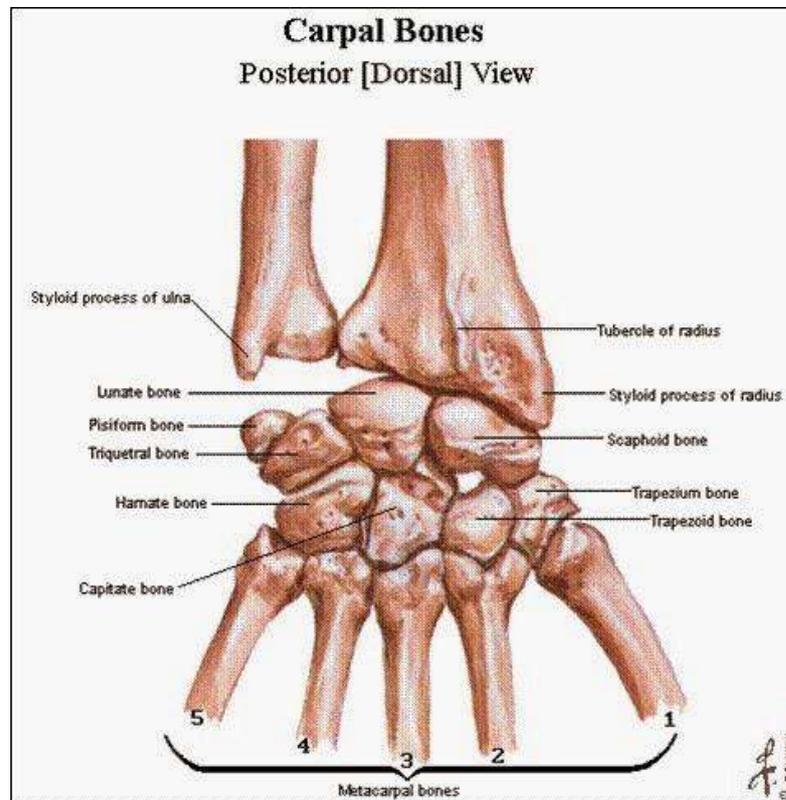
- a. Metakarpal
- b. Falang



Gambar 10 Tulang Karpal

Tulang karpal terdiri dari 8 tulang pendek yang berartikulasi dengan ujung distal ulna dan radius, dan dengan ujung proksimal dari tulang metakarpal. Antara tulang-tulang karpal tersebut terdapat sendi geser. Ke delapan tulang tersebut adalah *scaphoid*, *lunate*, *triquetrum*, *piriformis*, *trapezium*, *trapezoid*, *capitate*, dan *hamate*.

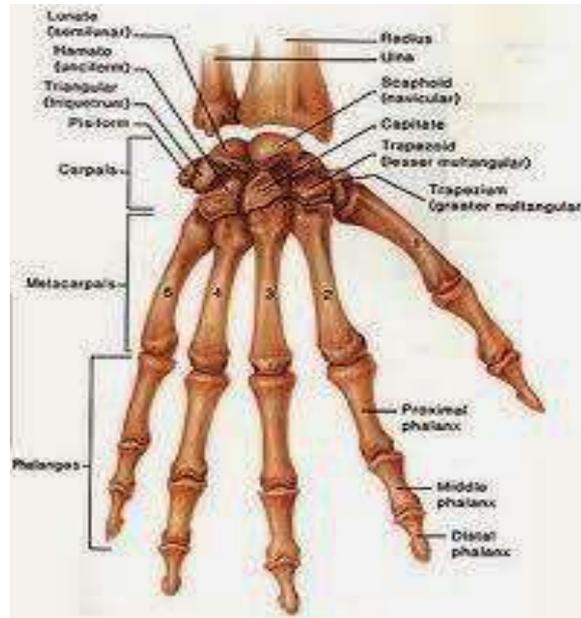
## a. Metakarpal



**Gambar 11 Tulang Metakarpal**

Metakarpal terdiri dari 5 tulang yang terdapat di pergelangan tangan dan bagian proksimalnya berartikulasi dengan bagian distal tulang-tulang karpal. Persendian yang dihasilkan oleh tulang karpal dan metakarpal membuat tangan menjadi sangat fleksibel. Pada ibu jari, sendi pelana yang terdapat antara tulang karpal dan metakarpal memungkinkan ibu jari tersebut melakukan gerakan seperti menyilang telapak tangan dan memungkinkan menjepit/menggenggam sesuatu. Khusus di tulang metakarpal jari 1 (ibu jari) dan 2 (jari telunjuk) terdapat tulang sesamoid.

b. Falang



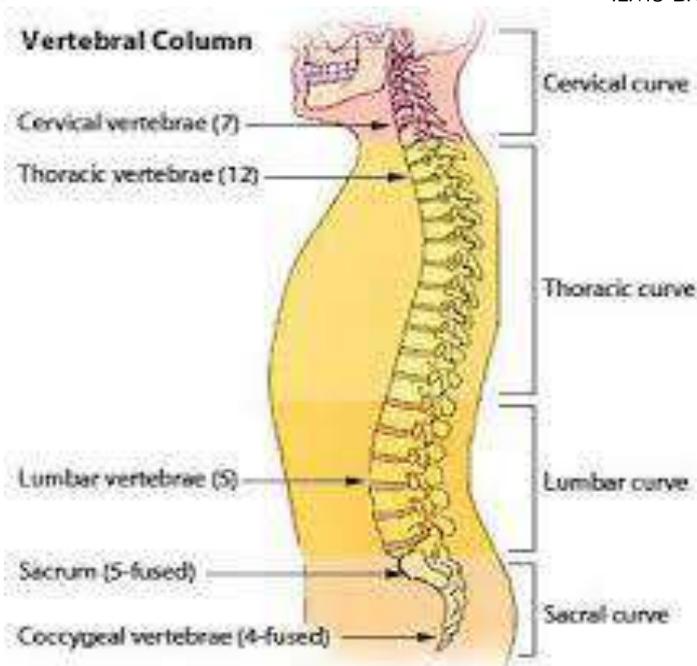
**Gambar 12 Tulang Falang**

Falang juga tulang panjang, mempunyai batang dan dua ujung. Batangnya mengecil diarah ujung distal. Terdapat empat belas falang, tiga pada setiap jari dan dua pada ibu jari. Sendi engsel yang terbentuk antara tulang phalangs membuat gerakan tangan menjadi lebih fleksibel terutama untuk menggenggam sesuatu.

## 2.5 TULANG KERANGKA DADA

Tulang kerangka dada terdiri dari kolumna vertebralis (ruas tulang belakang), ossis kostalis (tulang iga), dan os sternum (tulang dada). Kolumna vertebralsi dibentuk oleh 33 buah os vertebrae yang tersusun dari atas ke bawah mulai dari leher sampai ke tulang ekor:

1. Vertebra servikalis (tulang leher) 7 ruas
2. Vvertebra torakalis (tulang panggul) 12 ruas
3. Vertebra lumbalis (tulang pinggang) 5 ruas
4. Vertebra sarkalsi (tulang kelangkang) 5 ruas
5. Vertebra koksigialis (tulang ekor) 4 ruas



**Gambar 13 Tulang Belakang/Columna Vertebralis**

Satu ruas tulang belakang terdiri dari:

1. Badan ruas, merupakan bagian yang terbesar.
2. Lengkung ruas, bagian yang melingkar dan melindungi lubang ruas tulang belakang, terdapat beberapa bagian:
  - a. Prosesus spinous (taju duri)
  - b. Prosesus tranfersus (taju sayap).
  - c. Prosesus artikularis (taju penyendi), membentuk pesendian dengan ruas tulang belakang (vertebrae).
3. Arkus vertebrae, bagian atas dan bagian bawah dari tulang ini mempunyai lekuk yang disebut insisura superior dan insisura superior dan insisura inferior terdapat lubang tempat jalannya nervus spinalis.
4. Foramina intervertebralis, ruas-ruas tulang belakang di tengah badan, ruas membentuk saluran kanalis vertebralis tempat saluran medula spinalis yang berisi sumsum tulang belakang.
5. Arkus vertebralis, bagian kiri dan kanan mempunyai taju yang menghadap ke atas dan ke bawah disebut prosesus artikularis superior dan prosesus artikularius inferior. Tiap



prosesus mempunyai datarn yang berhubungan dengan prosesus artikularis yang lain dinamakan fasies artikularis.

Bagian-bagian dari ruas tulang belakang:

1. Vertebra servikalis (tulang leher):

- a. Atlas, merupakan vertebra seervikalis 1, tidak mempunyai korpus dan prosesus spinosus. Atlas berbentuk cincin yang terdiri dari arkus anterior, posterior dan inferior. Tulang ini berartikulasi (membuat persendian) dengan kondilus oksipitalis.
- b. Aksis (proesesus ondotoid), merupakan vertebra servikalis II, terdapat di atas korpus atlas yang menyatu dengan aksis yang memungkinkan kepala dapat berputas kekiri dan kekanan.
- c. Prosesus promiann, merupakan ruas ke VII dari vertebra servikalis dan prosesus yang paling panjang, mempunyai tranversus besar dan foramen prosesusnya kecil dilalui oleh vena vertebralis.
- d. Prosesus spinosus: Tojolan dari tulang leher yang diraba pada masing-masing ruas ditutupi oleh ligamentum nukhea yang besar pada bagian belakang leher. Posesus tranversus mempunyai lubang (foramen tranversus) tempat lewatnya arteri dan vena vertebalis.

2. Vertebra torakalis. Ukurannya agak besar, korpus (badan ruas) berbentuk jantung,

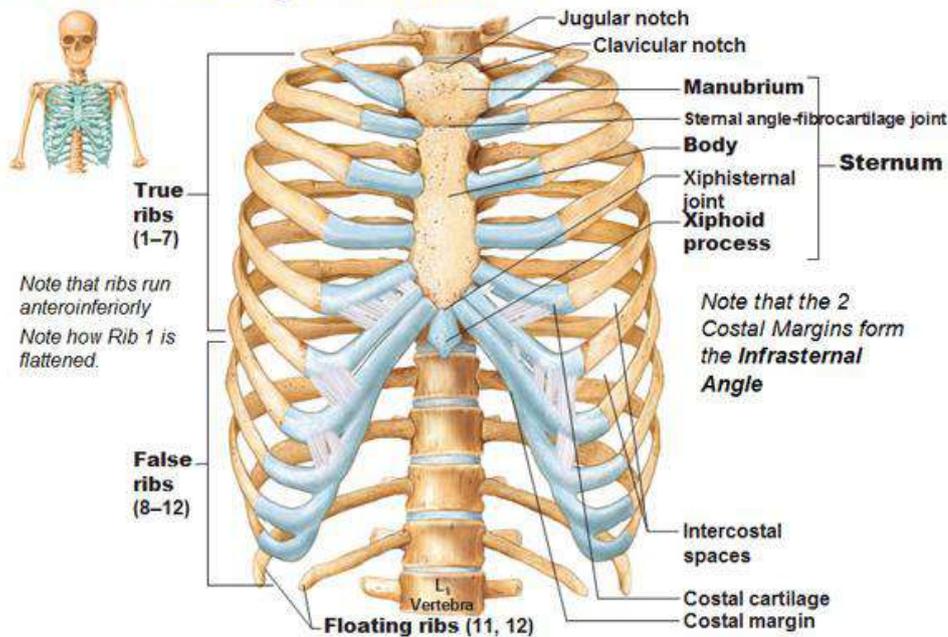
3. Vertebra lumblis. Badan ruas tiap vertebra lumbalis berbentuk ginjal, foramennya berbentuk segitiga. Vertebra lumbalis tidak mempunyai fasies artikularis dengan kosta dan prosesus tranversi.

4. Vertebra sarkalis, merupakan lima ruas tulang yang bergabung menjadi satu membentuk sebuah tulang. Batas anterior bersendi dengan lumbal V, batas inferior agak sempit dan bersendi dengan os koksigis, ke bagian lateral sakrum bersendi dengan os koksa membentuk artikulasio sakroiliaka.

5. Vertebra koksigialis terdiri dari empat ruas yang membentuk segitiga kecil yang bersendi dengan ujung bawah sakrum.

## Os Kosta

### The Thoracic Cage: Anterior view

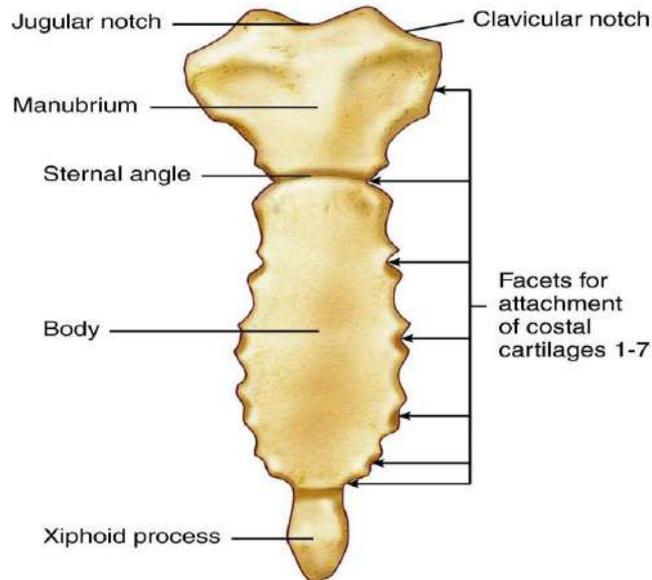


**Gambar 14 Tulang kerangka dada**

Os kosta (tulang iga) terdiri dari 12 pasang tulang dibagi dalam 3 bagian:

1. Kosta vera (iga sejati): Iga I-VI mempunyai perlekatan tulang dada dengan perantara sendi, jumlahnya 7 pasang. Iga I dapat diraba dibagian rawan iga, bagian lain ditutupi kalvikula. Iga II bagian depan melekat pada angulus sterni. Iga VII melekat pada persambungan korpus sterni dengan prosesus xifoideus.
2. Kosta spuria (iga 8-10) melekat pada sternum dengan parantara rawan iga yang terdapat di atasnya, disebut kosta spuria affiksa, berhubungan sengan tulang dada perantara tulang rawan dari tulang iga sejati VII.
3. Kosta fluitantes (iga melayang). Tulang iga pendek 11-12 tidak terus kegaris tengah atau tidak mempunyai hubungan dengan tulang dada. Pada orang tua rawan iga berubah menjadi tulang keras, tiap iga terdiri dari kepitulum kultum (kaput kostae) dan korpus kostae, kepitulum mempunyai fasies artikularis untuk berhubungan dengan korpus vertebra.

## Os Sternum



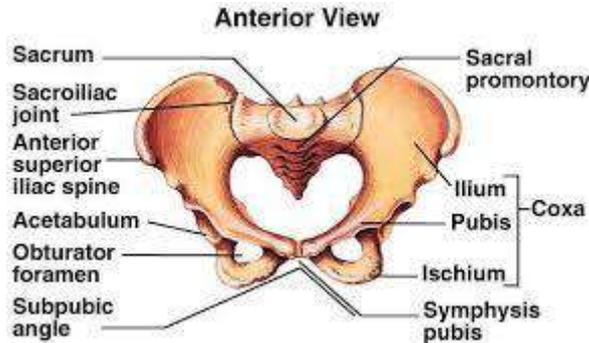
**Gambar 15 Tulang Sternum**

Os sternum atau tulang dada mempunyai bentuk seperti keris, terdiri dari:

1. Manubrium sterni: Tepi atas di tengah-tengah mempunyai insisura jugularis, bagian lateral terdapat lekuk sendi yang berhubungan dengan klavikula, disebut insisura klavikularia. Di bawah lekuk manubrium sterni terdapat rawan kosta I, disebut insisura kostalis.
2. Korpus sterni, bagian yang terbesar dari tulang dada membentuk persendian dengan tulang-tulang iga. Korpus sterni membentuk sudut dengan manubrium sterni, disebut angulus sterni (ludovisi).
3. Psoesus xifoideus, bagian ujung dari tulang dada pada bayi masih berbentuk tulang rawan agak tipis dan runcing.

## EKSTREMITAS INFERIOR

### Os Koksa



**Gambar 16 Tulang Koksa**

Os koksa atau tulang panggul ada 2, kiri dan kanan melekat satu sama lain di garis medianus persambungan tulang rawan yang disebut simfisis oseum fubis. Sehingga terbentuk gelang panggul yang disebut singulum ekstremitas inferior. Dibelakang kedua tulang panggul ini terdapat persendian yang tidak bergerak disebut amfiartosis sakroiliaka.

Os sakrum dibentuk oleh tulang os ileum (tulang usus), os pubis (tulang kemaluan), dan os iskii (tulang duduk). Ketiga tulang ini bersatu pada lekuk sendi yang disebut asetabulum, terletak pada permukaan luar os koksa, tepinya agak menonjol keluar. Di bawah tepi ini mempunyai insisura asetabulum dan lekukan yang lebih dalam di sebut asetabuli.

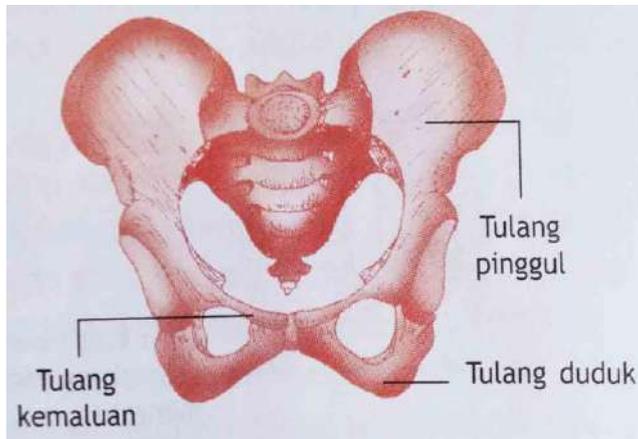
Os ileum (tulang usus). Linea arkuata terletak pada permukaan dalam os ileum, terdapat lekukan besar disebut fosa iliaka. Didepan krista iliaka terdapat tonjolan spina iliaka anterior superior dan di belakang berakhir sebagai spina iliaka posterior superior.

Os iskii (tulang duduk) terdiri dari korpus ramus superior dan korpus ramus inferior. Korpus ossis iskii menuju kebawah membuat sudut dengan ramus inferior ossis iskii. Dibelakang asetabulum korpus ossis iskii mempunyai taju yang tajam disebut spina iskiadika.

### Os Pubis

Os Pubis atau kemaluan terdiri dari korpus ossis pubis, ramus superior ossis pubis, dan ramus inferior ossis pubis. Ramus superior melekat pada ramus inferior ossis ikii. Bagian

lateralis simfisis pubis tepi atas ramus anterior terdapat tonjolan yang disebut tuberkulum pubikum. Di antara os pubis dan os iskii terdapat lubang yang sangat besar disebut foramen obturatum, tepi atasnya mempunyai lekuk sulkus obturatorius.



**Gambar 17 Tulang Kemaluan/Os Pubis**

### Os Femur

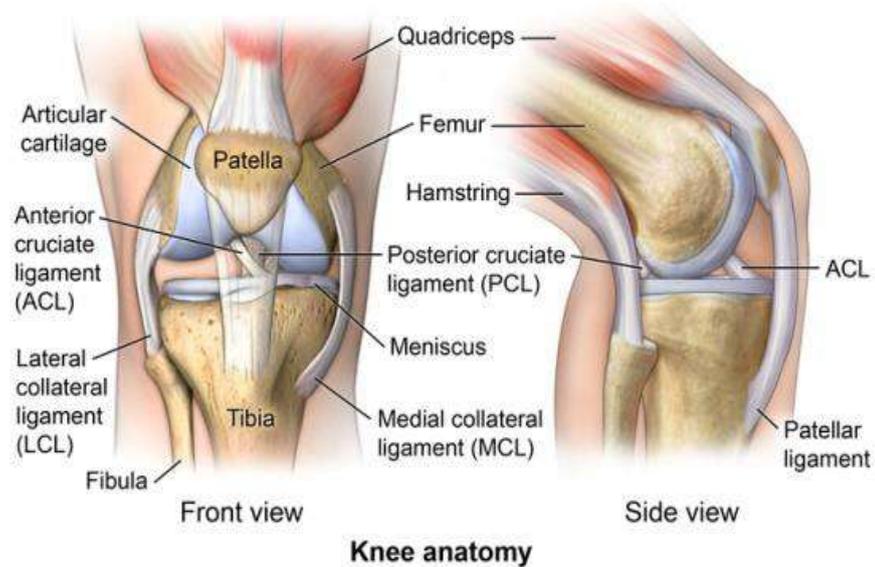
Os Femur atau tulang paha pada ujung proksimalnya terdapat kaput femoris yang bulat sesuai dengan mangkok sendi (asetabulum). Kolumna femoris menghubungkan kaput femoris dengan korpus femoris. Bagian lateral dari kolumna femoris terdapat trokhanter mayor dan bagian medial trokhanter minor keduanya dihubungkan oleh krista intertrokanterika.



**Gambar 18 Tulang Femur**

## Os Patela

Os Patela atau tulang tempurung lutut ada di dalam os sesamoideum yang besar di dalam artikulasio genu. Bentuk tulang ini berupa segitiga yang sudutnya bulat dan berupa tulang pipih.

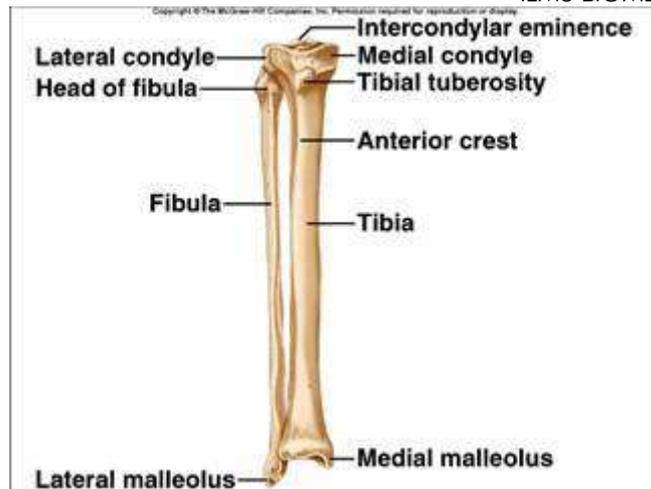


**Gambar 19 Tulang Patela**

## Tibia dan Fibula

Tibia atau tulang kering ujung proksimalnya mempunyai dua bongkol kondilus medialis dan kondilus lateralis. Pada permukaan tibia mempunyai fasies artikularis superior, dibagi dua na talus, dan korpus tali.

Fibula atau tulang betis terdiri dari kapitulum fibula yang melekat pada bagian belakang atas tibia. Ujung distal yang menonjol dinamakan maleolus lateralis. Puncak kapitulum fibula dinamakan apeks kapitula fibula.



**Gambar 20 Tulang Tibia dan Fibula**

### **Os Tarsalia**

Os tarsalia atau pangkal kaki dihubungkan dengan tulang bawah oleh sendi pergelangan kaki, terdiri dari:

1. Talus, berhubungan dengan tibia dan fibula, terdiri dari kaput talus, korpus tali. Permukaan atas korpus tali mempunyai bongkol sendi yang sesuai dengan lekuk sendi, terbentuk dari ujung sendi distal tibia dan fibula dinamakan trokhlea tali.
2. Kalkaneus, terletak di bawah talus, permukaan atas bagian medial terdapat tonjolan yang dinamakan sustentakulum tali di bawahnya terdapat sulkus muskulifleksor halusis longus.
3. Navikular. Bagian medial terdapat tonjolan yang dinamakan tuberositas ossis navikular pedis. Permukaan sendi belakang berhubungan dengan os kunaiform I, II, III.
4. Os Kuboidenum. Permukaan distal proksimal mempunyai fasies artikularis untuk kalkaneus. Permukaan distal mempunyai 2 permukaan untuk metatarsal IV dan V. Pada permukaan medial mempunyai 2 permukaan sendi untuk navikular dan kunaiformi medialis.
5. Os Kunaiformi terdiri dari kunaiformi lateralis, kunaiformi intermedialis, dan k.medialis, semuanya berbentuk baji. Permukaan proksimal berbentuk segi tiga.

### **Os Metatarsalia**

Os mempunyai lima buah tulang metatarsal I, II, III, IV, dan V. Bentuk kelima tulang hampir sama yaitu bulat panjang. Bagian proksimal dari masing-masing tulang agak lebar

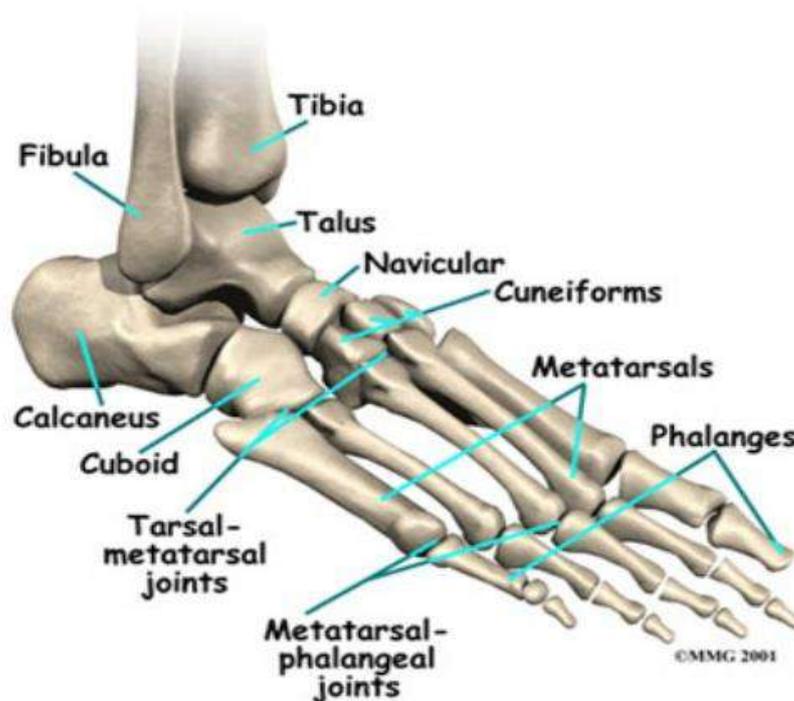
disebut basis ossis metatarsal. Bagian tengah ramping memanjang dan lurus sedangkan bagian distal mempunyai bongkol kepala (kaput ossis metatarsal).

### Os Falang Pedis

Os Falang Pedis merupakan tulang-tulang pendek. Falang I terdiri dari dua ruas lebih besar daripada yang lain. Falang II, III, IV, dan V masing-masing mempunyai tiga ruas dan lebih pendek dibandingkan falang I. Pada ibu jari terdapat dua buah tulang kecil berbentuk bundar yang disebut tulang baji (os asamoid).

Pada kaki terdapat 4 buah lengkungan:

1. Lengkung medial, dari belakang ke depan kalkaneus
2. Lengkung lateralis dibentuk oleh kalkaneus kuboidea dengan dua tulang metatarsal.
3. Lengkung longitudinal, lengkung melintang metatarsal dibentuk oleh tulang tarsal.
4. Lengkung transversal anterior, dibentuk oleh kepala tulang metatarsal pertama dan kelima.



Gambar 21 Tulang Tarsal, Metatarsal, Falang



## 2.6 SISTEM PERSENDIAN

### PENDAHULUAN

Alat gerak dibagi atas alat gerak pasif (gerakan yang dilakukan oleh otot-otot badan). Umumnya rangka tulang terbentuk dari tingkat pendahuluan dari jaringan rawan ada juga sebagai pengganti jaringan rawan. Pada keadaan tertentu tulang rawan diganti dengan tulang pengganti (tulang keras) dan jaringan ikat sebagai jaringan penutup.

Sendi, tempat dua tulang atau lebih yang saling berhubungan, dapat terjadi pergerakan atau tidak. Dalam perkembangannya jaringan ikat diganti oleh jaringan rawan. Untuk memungkinkan terjadinya pergerakan, maka di tempat ada jaringan ikat dan jaringan rawan diganti dengan jaringan tulang. Pada ujung tulang akan tinggal suatu lempeng jaringan rawan sebagai rawan sendi. Stabilitas sendi bergantung pada:

1. Permukaan sendi, tulang memegang peranan penting pada stabilitas sendi.
2. Ligamentum. Ligamentum fibrosa mencegah pergerakan sendi secara berlebihan. Bila regangan berlangsung lama, ligamentum fibrosa akan teregang. Sebaliknya ligamentum elastis kembali ke panjang asal setelah teregang.
3. Tonus otot. Pada kebanyakan sendi, tonus otot merupakan faktor utama yang mengatur stabilitas.

Peregangan berlebihan pada kapsula dan ligamentum menimbulkan refleks kontraksi otot sekitar sendi. Peregangan yang berlebihan akan menimbulkan rasa nyeri. Menurut Hukum Hilton saraf yang mempersarafi sendi juga mempersarafi otot yang menggerakkan sendi dan kulit sekitar insersi otot tersebut.

### KLASIFIKASI SENDI

**Jenis sendi dapat diklasifikasikan menurut permukaannya:**

1. Sendi Pelana.

Sendi pelana atau art. Sellaris (sellar). Sendi ini berbentuk seperti pelana. Sendi bersumbu dua yang dapat bergerak fleksi, ekstensi, abduksi, dan adduksi. Sendi ini permukaannya hampir datar yang memungkinkan tulang saling bergeser. Mialnya, sendi



pelana, art.sternoklavikular dan art.akromioklavikular, perssendian yang terdapat pada bahu. Satu-satunya sendi pelana yang asli ialah art. Carpometacarpal dari ibu jari.

## 2. Sendi engsel

Sendi engsel atau art. Throchlearis (ginglysum), mirip engsel pintu sehingga memungkinkan gerakan fleksi dan ekstensi. Gerakan pada sendi ini ada di dalam bidang sagital dengan sumbu transversal. Fleksi dan ekstensi terjadi pada siku, pergelangan kaki dan sendi interphalangea.

## 3. Sendi Kondiloid

Permukaan sendi berbentuk konveks yang nyata dan bersendi dengan permukaan yang konkaf seperti sendi engsel tapi bergerak dengan dua bidang dan 4 arah (fleksi, ekstensi, abduksi, dan adduksi) disertai sedikit gerakan rotasi, misalnya metakarprofalangeal dan interfalangeal.

## 4. Sendi elipsoid

Sendi bujur telur atau art. Ellipsoidea (ellipsoid). Sendi ini merupakan modifikasi dari sendi peluru. Gerakan sedikit terbatas dan tergolong ke dalam sendi bersumbu dua. Meskipun dapat fleksi, ekstensi, abduksi dan adduksi, namun rotasi tidak dapat dilakukan (misal sendi ibu jari). Sebagai contoh sendi-sendi metacarpophalangea dan jari-cari tangan.

## 5. Sendi Peluru

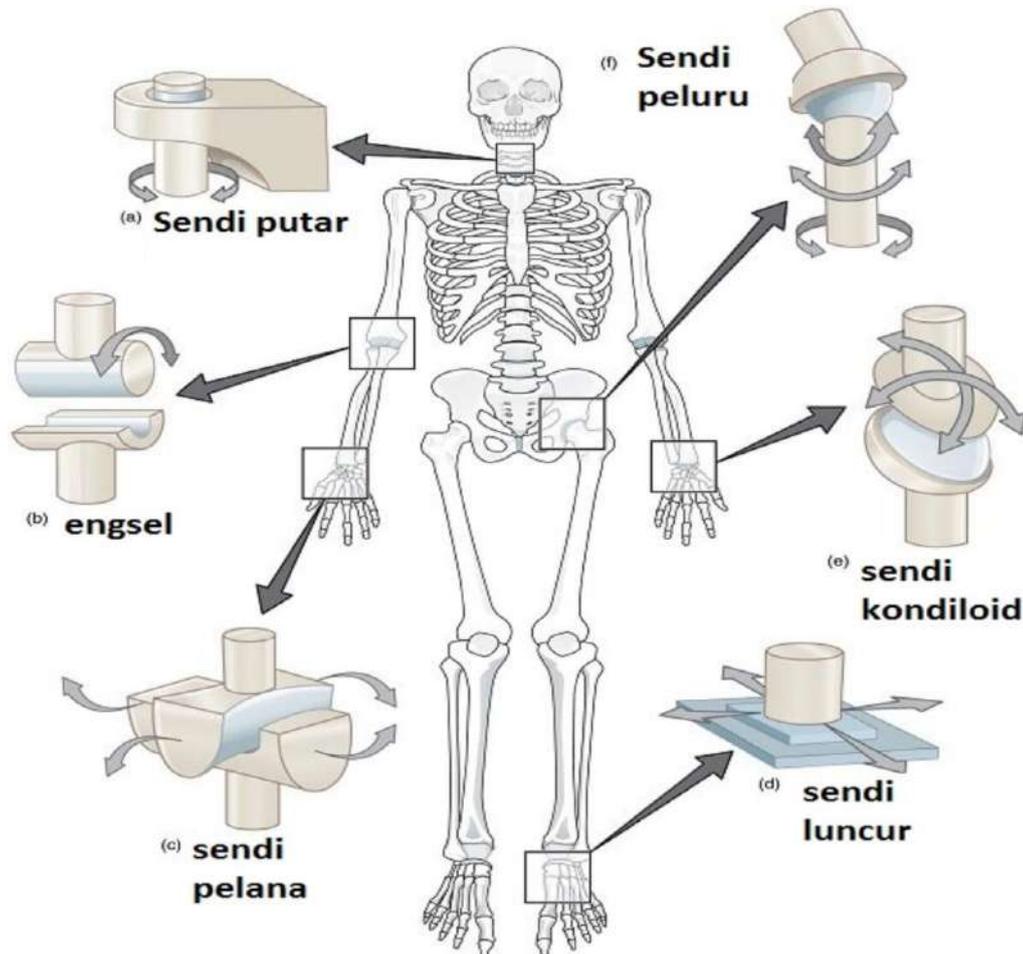
Sendi peluru atau art. Globaidea (ball dan socket). Sendi ini memberikan gerakan yang terbesar. Kepala sendi yang agak bulat dari tulang panjang masuk ke dalam rongga yang sesuai berbentuk cekung memungkinkan gerakan fleksi, ekstensi, abduksi, adduksi, rotasi, dan gerak panduan atau sirkumduksi. Jenis sendi ini digolongkan ke dalam sendi bersumbu tiga. Contoh sendi ini adalah art humeri (bahu) dan art coxae (panggul).

## 6. Sendi Pasak

Pada sendi ini terdapat pasak dikelilingi cincin ligamentum bertulang. Hanya satu gerakan yang dapat dilakukan yaitu rotasi (misal, atlas). Bnetuk cincin berputar diatas prosesus odontoid dan gerakan radius di sekitar ulna. Pronasi dan supinasi disebut juga sendi berporos atau sendi putar.

## 7. Sendi pelanan (sendi timbal balik)

Berbentuk pelana kuda, dapat melakukan gerakan (fleksi, ekstensi, abduksi dan rotasi) yang dapat memberi banyak kebebasan untuk bergerak (misal, Ibu jari), dapat berhadapan dengan jari yang lain karpometacarpal ibu jari.



**Gambar 22 Sendi menurut permukaannya**

**Pembagian sendi menurut pergerakannya:**

1. Sendi Fibrus (sinartrosis), sendi yang tidak bergerak sama sekali
  - a. Sutura: Persambungan tulang bergerigi, tepi tulang dihubungkan oleh jaringan ikat yang tipis di antara tulang tengkorak.
  - b. Skindilosis: Suatu lempeng tulang yang terjepit dalam celah tulang yang lain. Misalnya pesambungan antara osmaksilaris, kedua os palatum dan os etmoidalis dengan os femur.
  - c. Komposisi. Tulang yang satu berbentuk kerucut, masuk kedalam lekuk yang sesuai dengan bentuk dari tulang yang lain. Misalnya gigi dan alveoli dari os maksilaris dan os mandibularis.
  - d. Skindrosiss. Tempat jaringan penghubung sendi, terdiri dari tulang rawan. Misalnya, antara epifisie dengan diafisie pada orang dewasa antara kedua ossa pubika.

2. Amfiartrosis. Suatu sendi pergerakannya sedikit sekali karena komponen sendi tidak cukup dan permukaan dilapisi oleh bahan yang memungkinkan pergerakan sendi tidak cukup dan permukaan dilapisi oleh bahan yang memungkinkan pergerakan sendi sedikit. Misalnya sendi antara manubrium sterni dan korpus sterni serta sendi antara tulang vertebrae.
3. Diartrosis (sendi sinovial). Sendi dengan pergerakan bebas. Permukaan sendi dilapisi oleh permukaan tipis rawan hialin dipisahkan rongga sendi.



**Gambar 23 Sendi menurut Pergerakannya**

Membran sinovial diindungi oleh membran fibrosa yang kuat, yang dinamakan kapsula sendi. Permukaan sendi dilumasi oleh cairan kental (cairan sinovial). Bantalan lemak yang terletak pada beberapa sendi sinovial terletak antara membran sinovial dan kapsula fibrosa. Misalnya, pada sendi panggul dan sendi lutut.

Derajat pergerakan sendi sinovial dibatasi oleh bentuk tulang yang membentuk sendi dan struktur anatomi sekitarnya serta adanya ligamentum fibrosa yang menghubungkan



tulang. Kebanyakan ligamnetum terletak diluar kapsula sendi dan pada lutut. Beberapa ligamentum yang penting terletak dalam kapsula. Alat-alat khusus yang meliputi sendi:

1. Labium artikulare (bibir sendi)
2. Disci dan mesei artikularis: Alat untuk menjaga dan mengurangi diskongruensi di antara ujung-ujung yang bersendi.
3. Bursa mukosa di sekitar sendi yang berhubungan dengan rongga sendi untuk memudahkan gerakan sendi.
4. Ligamentum: Alat dari simpai sendi tetapi kemudian terpisah dari simpai sendi.

### **Persendian Menurut Tempatnya:**

1. Sendi anggota gerak atas
  - a. Sendi pergelangan bahu
    - 1) Sendi sterno-klavikuler adalah sendi meluncur yang dibentuk oleh ujung besar disebelah sternum dari clavicula yang bersendi dengan faset untuk clavicula.
    - 2) Sendi akromio-claviculer dibentuk oleh ujung luar dari clavicula yang bersendi dengan prosesua akromion dari skapula.
    - 3) Sendi bahu atau humero-skapuler merupakan sendi peluru karena kaput humeri merupakan sebuah bola yang melekat pada bagian dalam bidang skapula dengan kaput humeri.
  - b. Sendi siku (artikulasio kubiti), pada sumbu ini bertemu humerus, uln dan radius. Sedngkan mnurut faalnya merupakan suatu sendi engsel.
    - 1) Art.humeroulnaris (sendi antara troklea humeri dan insisura semilunaris ulnae.
    - 2) Art.humeroradialis (sendi antara kapitulum humeri dengan fovea kapitulum radii.
    - 3) Art.radioulnaris proksimal (sendi antara sirkumferenia artikularis radii dan insisura radialis ulna.
  - c. Sendi lengan bawah dan tangan
    - 1) Art.radio karpal, merupakan sendi elipsoid
    - 2) Art.interkarpal
    - 3) Art.karmometakarpal
    - 4) Artikulasi intermetakarpae
    - 5) Artikulasi metakarpofalangeal
    - 6) Artikulasi digitorum manus.



2. Persendian gelang panggul
  - a. Artikulasi sarkoiliaka. Persendian antara os sakrum dan os ileum
  - b. Art. simfisis pubis. Hubungan antara os pubis
  - c. Art. Koksae. Merupakan enarthrosis sferoidea yang diperkuat oleh ligamentum iliofemorale sehingga kaput femoris dapat keluar dari lekuknya dan berada di bawah os ilium.
3. Persendian tungkai atas dan lutut. Artikulasio genu menghubungkan permukaan ujung tulang distal os femur dan permukaan ujung proksimal tibia yaitu antara kondilus medialis dan lateralis ossis femur dan fasies artikularis superior ossis tibia.
4. Persendian tungkai bawah. Persendian antara tibia dan fibula:
  - a. Art. Tibia-fibula proksimal
  - b. Sindesmosis tibio fibularis
  - c. Hubungan antara krista interosia fibula dan krista interosea tibia, terbentang melalui memberan interrosa kruris yang terbentang dari proksimalis dibawah kolum fibulae ke distal sampai batas 1/3 distal os tibia dan os fibula.
5. Persendian kaki
  - a. Art. Talo tibia fibularis (pergelangan kaki)
  - b. Art. talo tarsalia (sendi loncat) karena pada bagian meloncat ada dua bagian
    - 1) Art talo kalkanea (sendi loncat atas)
    - 2) Art talo kalkaneonavikularis (sendi loncat bagian bawah)
    - 3) Art. tarsotransversa, merupakan linea amputaciones khoparti
    - 4) Art. Tarsometatarsae, antara permukaan distal ossa metatarsalia I, II, dan III, dengan permukaan proksimal o metatarsalia I, II, dan III.
    - 5) Antara permukaan distal ossa metatarsalia dengan permukaan proksimal ossa falangea I, digiti I, II, III, IV, dan V.
    - 6) Art. Interfalangeal, anatar ruas jari I, II, III dan masing-masing jari (digiti) I, II, III, IV, dan V. Gerakan fleksi dan ekstensi bentuk sendi engsel.
6. Sendi kolumna vertebralis. Kecuali vertebrae servikalis I, semua vertebrae lainnya saling berartikulasi dengan perantara artikulasiokartilaginea dan artikulasio sinovial anatar prosesus artikularis.
  - a. Sendi antara korpus vertebrae. Permukaan atas dan bawah korpus vertebrae yang berdekatan dilapisi oleh tulang rawan hialin tipis



- b. Sendi diantara arkus vertebrae. Terdiri dari 2 sendi sinovial, prosesus artikularis superior dan infero vertebrae yang berdekatan.
  - c. Artikulasio atlanto-oksipitalis, merupakan sendi sinovial antara kondilus oksipitalis di kiri, foramen magnum di kanan, facies artikularis superior massa lateral diatas, atlas di bagian bawah.
  - d. Artikulasio atlanto-aksilaris, terdiri dari 3 sendi sinovial yaitu antara dens aksis dan arkus anterior atlas, yang lain di antara massa lateralis kedua tulang..
5. Sendi radio-ulnari

### **Sendi dari tangan dan jari**

1. Sendi carpo-metakarpal adalah sendi meluncur yang terbentuk dari sisi distal dari baris bawah tulang-tulang karpal dari setiap tulang dari lima tulang metacarpal.
2. Sendi metacarpo-phalangeal adalah sendi dari kondiloid. Kepala dari lima tulang metakarpal ini diterima dalam permukaan persendian pada basis dari phalang proximal.
3. Sendi interphalangeal adalah sendi engsel. Sendi ini terbentuk oleh kepala phalang proximal yang diterima dalam permukaan persendian di atas basis phalang distal.



## 2.7 FISILOGI PERGERAKAN

Aktivitas motorik dari fungsi sistem pergerakan diatur oleh saraf, tulang sendi, dan otot yang terbentuk saling menunjang dalam suatu kerja sama untuk melakukan suatu kegiatan dan pergerakan. Aktivitas volume direncanakan oleh otak dan perintah dikirim ke otot melalui sistem piramidal yang berhubungan dengan gerakan dan sikap.

### Gerakan Pengungkit

Gaya yang dihasilkan suatu otot bergantung pada banyaknya serabut otot, Semakin banyak serabut otot, semakin besar gaya yang dapat dihasilkan. Tiga macam pengungkit yaitu:

1. Titik penyokong: terdapat diantara gaya dan beban yang mempunyai arah yang sama. Misalnya, gaya pada otot tengkuk, titik berat kepala terdapat di depan sumbu gerak.
2. Beban dan gaya, terdapat pada sisi yang sama terhadap titik penyokong, arah beban dan gaya bertentangan. Misalnya menginjak kaki di tanah, otot kaki berinsersi pada tuberkulaneus, berat badan pada tungkai bawah menekan talus.
3. Beban dan gaya, terdapat pada sisi yang sama terhadap titik penyokong, arah gaya dan badan pertentangan. Lengan atas lebih pendek dari lengan bawah karena gaya berupa otot ketul (*M.brakhialis*) menahan berat lenagan bawah.

### Gerakan Kolumna Vertebralis

Sebagai sendi peluru, kolumna vertevralis mempunyai tiga gerakan yang natefleksi, dan retrofleksi, dan laterofleksi. Gerakan tulang menimbulkan tahanan dalam keseimbangan sehingga gerakan dibatasi dan diatur oleh tulang belakang. Fleksi tulang belakang memerlukan sedikit kerja otot:

1. Bagian leher. Faacies artikularis merupakan bidang datar yang membentuk sudut 45, membuka ke depan dan memberi gerakan yang luas ke segala arah.
2. Bagian punggung. Facies artikularis vertebrae torakalis merupakan tabung sumbu yang terdapat di bagian belakang korpus vertebrae, yang memberi gerakan yang luas bagi gerakan badan.



3. Bagian pinggang. Letak permukaan sendi memungkinkan sedikitnya gerakan sekitar badan. Sebaliknya antefleksi dan retrofleksi tidak terhalang sehingga gerakan luas sekali di bagian pinggang.

### **Gerakan Pernapasan**

Gerakan pernapasan terdiri dari dua tingkat yaitu menarik napas dan mengeluarkan napas. Pada gerakan ini yang bekerja hanya otot reguler dan frekuensi pernapasan 18-28/menit diperlukan untuk memperbesar rongga dada. Pada ekspirasi, diafragma melemas dan tonus otot perut mendesak rongga perut dan diafragma.

### **Gerakan Anggota Badan**

Gerakan menagngkat lengan ke atas tidak dapat dilakukan oleh sendi bahu saja tetapi dibantu oleh otot pada sendi bahu, otot dada, otot punggung, dan gerakan skapula memutar ke depan. Lengan yang digerakkan fleksi dan ekstensi dapat dilakukan sampai sudut bidang segital 180 derajat. Gerakan pronasi dan supinasi terjadi ketika kapitulum radii berputar dalam cincin yang dibentuk oleh ligamentum radii, gerakan lengan diikuti oleh gerakan artikulasio humeroradialis, Jari dapat digunakan untuk memegang dengan baik benda yang kecil sekalipun karena mempunyai gerakan oposisi dari kelima jari tangan yang bekerja dengan baik.

### **Sikap**

Sikap badan meliputi:

1. Sikap biasa: Kemiringan panggul 60 derajat. Badan berada dalam keadaan labil karena titik BB letaknya di atas sumbu lintang melalui kedua artikulasio koksae yang merupakan titik penyokong badan.
2. Sikap istirahat: Titik berat terletak di belakang sumbu lintang pangkal paha.
3. Sikap militer: Panggul diputar ke depan dan sudut lumbosakralis mengecil. Titik berat badan terdapat di depan sumbu lintang pangkal paha.

## DAFTAR PUSTAKA

- Iswari, Mega. (2010). *Anatomi Fisiologi dan Neurologi Dasar*. Padang: UNP Press.
- Saputra Lyndon (2014). *Ilustrasi Berwarna Anatomi dan Fisiologi; Untuk Perawat, Bidan, dan Paramedis*. Tangerang Selatan: Bina Rupa Aksara.
- Setiadi. (2007). *Anatomi Fisiologi Manusia*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Sherwood, Laura L. (2001). *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem edisi-2*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran
- Syaifuddin. (2011). *Anatomi Fisiologi: Kurikulum Berbasis Kompetensi Untuk Keperawatan dan Kebidanan Ed 4*. Jakarta: EGC
- Syaifuddin. (2009). *Fisiologi Tubuh Mahasiswa Untuk Mahasiswa Keperawatan*. Jakarta: Salemba Medika
- Tarwoto. (2009). *Anatomi Fisiologi untuk Mahasiswa Keperawatan*. Jakarta: Transito Infomedia



Bahjatun Nadrati, Ners.,M.Kep., lahir di Kapek, Lombok Barat tanggal 28 Juli 1986. Riwayat pendidikan profesi keperawatan dari Sekolah Perawat Kesehatan (SPK) YARSI Mataram tahun 2004 dan melanjutkan pendidikan perguruan tinggi pada Program Studi S.1 Keperawatan (2008) dan Profesi Ners (2010) di STIKES YARSI Mataram. Serta telah menyelesaikan program pendidikan Pasca Sarjana di Universitas Muhammadiyah Jakarta tahun 2016. Dari tahun 2011 sampai saat ini aktif sebagai dosen tetap di STIKES YARSI Mataram dan aktif dalam organisasi profesi di Mataram, Nusa Tenggara Barat. Sebagai akademisi penulis aktif dalam melakukan kegiatan pendidikan & pengajaran, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat khususnya pada bidang ilmu Keperawatan Medikal Bedah.



Lalu Dedy Supriatna S.Kep., M.Kes., kelahiran Lungaluh, Keruak, Lombok Timur. tanggal 20 Juli 1976. Riwayat pendidikan kesarjanaan dimulai dari Akademi Keperawatan YARSI Mataram tahun 2003, dan melanjutkan pendidikan Strata Satu pada Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKES) Muhammadiyah Gombong, Kebumen Jawa Tengah jurusan Keperawatan tahun 2006. Pendidikan Strata dua diselesaikan di STIKES Surya Mitra Husada Kediri Jawa Timur Fakultas Kesehatan Masyarakat tahun 2018. Dari tahun 2003 sampai 2006 sebagai Pengajar pada SPK Yarsi Mataram, dan dari tahun 2006 sampai saat ini aktif sebagai dosen tetap di STIKES YARSI Mataram.