

BUKU PANDUAN PRAKTIKUM ANATOMI MANUSIA FIK UNY

BAB I

PENDAHULUAN

A. Definisi

Anatomi adalah ilmu yang mempelajari tentang struktur tubuh manusia, berasal dari bahasa Yunani “*ana*” yang berarti habis atau ke atas dan “*tomos*” yang berarti memotong atau mengiris. Maksudnya anatomi adalah ilmu yang mempelajari sruktur tubuh manusia dengancara menguraikan tubuh menjadi bagian-bagian yang lebih kecil sampai ke bagian terkecil, dengan cara memotong atau mengiris tubuh kemudian diangkat, dipelajari, dan diperiksa dengan menggunakan mukroskop.

Anatomo dibagi menjadi dua bagian yaitu:

1. Anatomi Macroscopia, dan
2. Anatomi Microscopia

Anatomi yang akan dipelajari untuk memperdalam atau memahami ilmu gerak adalah anatomi macroscopia yang tergolong dalam anatomi sistematika yang meliputi osteologi, arthrologi dan myologi, dan anatomi regional yang meliputi region membri superioris (anggota gerak atas), region membri inferioris (anggota gerak bawah), region thoracalis dan region abdominalis.

B. Posisi Anatomi

Untuk mempelajari anatom, telah ditetapkan posisi standar anatomi, sehingga denan ketentuan dasar posisi anatomi, kedudukan bagian tubuh yang satu terhadap bagian tubuh yang lain akan selalu tetap walaupun tubuh dalam keadaan melakukan gerakan apapun atau dalam posisi apapun, sebagai contoh adalah bahwa kepala selalu berada di sebelah cranial (atas) dari badan meskipun posisi badan dalam keadaan berdiri atau tidur. Contoh lain bahwa jari jempol selalu berada lebih kea rah lateral (tepi) dari jari telunjuk, dan sebagainya.

Adapun posisi anatomi ditetapkan sebagai berikut:

- a. Posisi badan berdiri tegak
- b. Arah pandangan muka lurus ke depan
- c. Posisi telapak tangan menghadap ke depan
- d. Arah ibu jari tangan menjauhi garis tengah tubuh
- e. Kedua kaki lururs ke depan dan sejajar

C. Bagian-bagian Tubuh

Tubuh dibagi dalam batang badan (dalam arti yang lebih luas “*trunkus*”) dan anggota badan atas dan bawah. Batang badan dibagi menjadi kepala,leher, dan torso (*trunkus* dalam arti yang lebih sempit). Torso terdiri atas *thorax* (dada), *abdomen* (perut), *pelvis* (pinggang).

Anggota badan atas dihubungkan dengan batang badan oleh gelang bahu dan anggota badan bawah oleh gelang pelvis. Gelang bahu terdiri atas *clavicula* da *scapula*, yang terletak pada batang badan dan bergerak padanya. Gelang pelvis yang terdiri atas dua tulang panggul dan sacrum, membentuk bagian integral dari batang badan.

D. Bidang-bidang Penting

Dalam ilmu anatomi dikenal beberapa bidang yang merupakan bidang khayal yang mempunyai posisi tertentu terhadap tubuh. Bidang-bidang tersebut adalah:

- a. Bidang median, adalah suatu bidang khayal yang membagi tubuh secara simetris menjadi separuh bagian kanan dan kiri
- b. Bidang sagital atau bidang paramedian, adalah setiap bidang khayal yang sejajar dengan bidang median.
- c. Bidang frontal, adalah bidang khayal yang tegak lurus dengan bidang median dan membagi tubuh menjadi dua bagian, depan dan belakang.
- d. Bidang coronal, adalah bidang frontal yang hanya digunakan khusus di daerah kepala.
- e. Bidang horizontal atau bidang transversal adalah bidang khayal yang tegak lurus terhadap bidang median, yang membagi tubuh menjadi atas dan bawah.

E. Garis-garis Anatomis

Garis anatomis adalah suatu garis khayal yang terletak pada tubuh pada posisi tertentu, meliputi:

1. *Linea mediana anterior*, adalah garis khayal yang merupakan garis potong antara bidang median dengan permukaan depan tubuh.
2. *Linea mediana posterior*, adalah garis khayal yang merupakan garis potong antara bidang median dengan permukaan tulang belakang tubuh.
3. *Linea sternalis*, adalah garis khayal yang sesuai dengan tepi kanan/kiri sternum.
4. *Linea medioclavicularis* adalah garis khayal yang sejajar *linea mediana* dan melalui pertengahan *clavicula*.
5. *Linea parasternalis* adalah garis khayal yang sejajar dan berjarak sama dengan *linea medioclavicularis* dan *linea sternalis*.
6. *Linea axillaris anterior* adalah garis khayal sejajar dengan *linea mediana*, yang sesuai dengan ulna lipatan ketiak depan.
7. *Linea axillaris posterior* adalah garis khayal yang sejajar dengan *linea mediana*, yang sesuai dengan lipatan ketiak belakang.
8. *Linea axillaris mediana*, antara 6 dan 7.

F. Aksis atau Sumbu

Terdapat 3 aksis penting yang perlu diketahui untuk mempelajari suatu gerakan terhadap sendi. Aksis tersebut biasanya melalui pergerakan terhadap sendi.

1. Aksis longitudinal, adalah aksis panjang tubuh yang sesuai dengan aksis panjang tulang yang berjalan vertikal bila tubuh dalam posisi tegak.
2. Aksis transversal, adalah aksis yang berjalan tegak lurus dengan aksis longitudinal dan berjalan dari kiri ke kanan.
3. Aksis sagital, adalah aksis yang berjalan dari permukaan belakang ke permukaan depan tubuh dengan arah apanah sagital dan tegak lurus dengan kedua aksis lainnya.

G. Arah Gerakan

Gerakan anggota badan atau gerakan suatu persendian disebut berdasarkan arah atau posisinya terhadap badan atau aksis sendi.

1. *Fleksio* : membengkokkan
2. *Ekstensio* : meluruskan

3. *Abduksio* : menjauhi badan
4. *Adduksio* : mendekati badan
5. *Rotasio* : gerak meutar, ke arah luar (eksorotasi) dan ke arah dalam (endorotasi)
6. *Sirkumduksio* : gerak sirkuler atau gerakan sirkumferensial
7. *Supinasio* : gerakan rotasio pada lengan bawah dengan telapak tangan mengarah ke depan / atas
8. *Pronasio* : gerakan rotasi pada lengan bawah dengan punggung tangan mengarah ke depan / atas
9. *Elevasio* : gerakan mengangkat ke arah kepala
10. *Protrusio*
11. *Retrusio*
12. *Inversio* : mengangkat sisi medial kaki ke atas
13. *Eversio* : mengangkat sisi lateral kaki ke atas

H. ISTILAH-ISTILAH ANATOMI

Untuk menentukan bagian dari suatu tubuh / alat tubuh, juga untuk menentukan arah atau letak mereka, maka dalam anatomi dipakai istilah latin.

1. Istilah untuk menentukan letak alat yang satu dengan yang lainnya:
 - a. *Cranial* : lebih ke arah kepala
Superior : yang lebih tinggi, terdapat di arah atas
 - b. *Candal* : lebih ke arah ekor
Inferior : yang lebih bawah, terdapat di arah bawah
 - c. *Sinister* : sebelah kiri
(Ra/Rum)
 - d. *Dexter* : sebelah kanan
(Ra/Rum)
 - e. *Dorsal* : lebih ke arah belakang /punggung
Posterior :sebelah belakang
 - f. *Ventral* : lebih ke arah perut
Anterior : sebelah muka (depan)
 - g. *Proximal* : ke arah batang badan
 - h. *Distal* : ke arah menjauhi badan
2. Istilah untuk menentukan bagian tulang yang meninggi/ menonjol
 - a. *Tuber* : suatu tonjolan yang besar membulat
 - b. *Tuberculum* : tuber yang kecil
 - c. *Condylus* : suatu bulatan pada ujung tulang dekat persendian yang merupakan bagian dari persendian.
 - d. *Epicondylus* : suatu tonjolan di atas condylus
 - e. *Spina* : bangunan seperti duri (umumnya panjang)
 - f. *Processus* : tonjolan kecil yang meruncing
 - g. *Crista* : suatu rigi (tepi) yang meninggi
 - h. *Linea* : suatu rigi yang tidak meninggi
 - i. *Labium* : bibir
 - j. *Eminentia* : Suatu daerah yang meninggi
 - k. *Cornu* : bangunan seperti tanduk
 - l. *Caput* : suatu bulatan (kepala)
 - m. *Capitulum* : caput yang kecil
3. Istilah untuk menentukan bagian tulang yang mendalam
 - a. *Fovea* : suatu cekungan seperti lembah
 - b. *Foveola* : *fovea* yang kecil

- c. *Impressio* : Suatu cekungan yang disebabkan oleh tekanan/ desakan suatu alat lain sewaktu pertumbuhan
- d. *Incisura* : suatu tajih
- e. *Sulcus* : suatu parit
- f. *Fossa* : daerah seperti lembah yang luas
- g. *Fossula* : fossa yang kecil

4. Istilah untuk menentukan lubang pada tulang

- a. *Aputura* : pintu masuk ke dalam suatu rongga
- b. *Ostium* : muara suatu saluran (rongga) ke dalam rongga lain
- c. *Foramen* : lubang yang pada umumnya sebagai pintu masuk untuk muara keluar
- d. *Foramina* : foramen yang kecil

5. Istilah untuk saluran-saluran

- a. *Canalis* : kanal, saluran seperti pipa
- b. *Canaliculus* : *Canalis* yang kecil

BAB II

OSTEOLOGI

A. Definisi

Osteologi berasal dari bahasa Yunani “osteon” yang berarti tulang “logos” yang berarti ilmu. Jadi osteologi adalah cabang dari anatomi yang mempelajari tentang tulang. Dalam mempelajari tulang sering pula dijumpai istilah “skeleton”, yang berasal dari bahasa latin yang berarti kerangka. Tulang atau kerangka bagi manusia mempunyai fungsi yang amat besar, antara lain:

- a. Melindungi organ vital
- b. Penghasil darah tertentu
- c. Menyimpan dan mangganti kalsium dan fosfat
- d. Alat gerak pasif
- e. Perlekatan otot
- f. Member bentuk tubuh
- g. Menjaga atau menegakkan

B. Pembagian Skeleton

Skeleton atau kerangka dapat dibagi menjadi:

1. *Skeleton Axiale*, posisi posisinya sesuai dengan aksis corporis atau sumbu badan, terdiri dari antara lain:
 - a. *Columna vertebralis* (tulang belakang), terdiri atas 33-34 *vertebrae*, *vertebrae* dibagi menjadi 7 *vertebrae cervicalis*, 12 *vertebrae thoracalis*, 5 *vertebrae lumbales*, 5 *vertebrae cervicalis*, and 4-5 *vertebrae cocyaeales*. *Vertebrae sacrales* bersatu membentuk *sacrum*.
 - b. Tulang-tulang tengkorak (kepala)
 - c. *Costae* yang berjumlah 12 pasang
 - d. Sternum yang berjumlah 1 buah.
2. *Skeleton appendiculare*, disebut demikian karena posisinya salah-olah tergantung pada skeleton axiale, terdiri dari:
 - a. Tulang-tulang anggota gerak atas (*ossa memri superioris*) yang berjumlah 64 buah, dan
 - b. Tulang-tulang anggota gerak bawah (*ossa membri inferioris*), yang berjumlah 62 pasang.
3. *Ossicula auditoria* (tulang-tulang pendengaran) yang berjumlah 3 pasang.

C. Struktur Skeleton

Skeleton terdiri dari dua bagian, yaitu:

1. *Pars ossea* atau bagian tulang keras

2. *Pars cartilaginosa* atau bagian dari tulang lawan

Pars ossea adalah bagian tulang keras, yang berdasarkan bentuk dan ukurannya dapat diklasifikasikan menjadi:

1. *Os longum* (tulang panjang), adalah tulang memanjang dengan ukuran panjang lebih besar dibandingkan ukuran lebar dan tebalnya. Contoh tulang panjang adalah: humerus, radius, ulna, *clavicula*, femur, tibia, fibula, ossa metatarsal dan phalanges.

Tulang panjang mempunyai 3 bagian ialah:

- a. *Diaphysis* adalah bagian batang
- b. *Epiphysis* adalah bagian ujung-ujungnya dipisahkan dari diaphysis oleh suatu jaringan tulang rawan yang disebut "*discus epiphysialis*".
- c. *Metaphysis* merupakan bagian diaphysis yang berdekatan dengan *epiphysis*, mengandung zona pertumbuhan dan lebih besar.

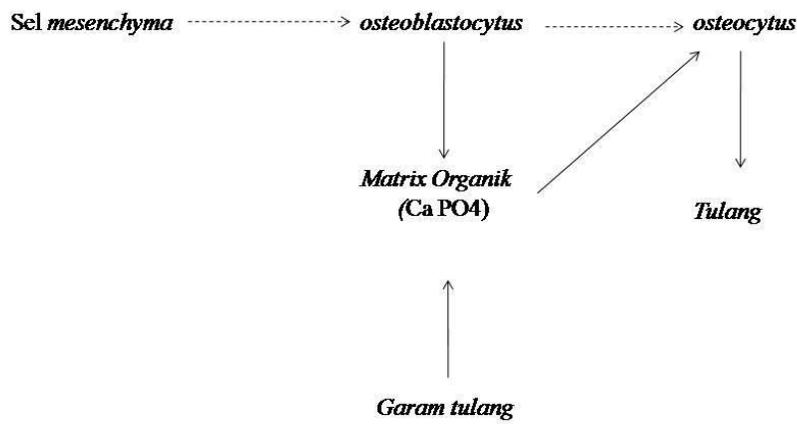
Tulang-tulang panjang mempunyai struktur sebagai berikut:

- a. *Periosteum* adalah jaringan pengikat yang melapisi tulang dari sebelah luar.
 - b. *Endosteum* adalah jaringan pengikat yang melapisi tulang dari sebelah dalam.
 - c. *Substantia compacta* adalah bagian yang kompak atau padat.
 - d. *Substantia spongiosa* adalah bagian yang berongga.
 - e. *Cavitas medullaris* adalah rongga dalam tulang yang berisi sumsum tulang merah dan sumsum tulang putih.
2. *Os breve* (tulang pendek) adalah suatu tulang dengan ukuran panjang, lebar dan tebal yang seimbang (memendek), contoh tulang-tulang carpal (pergelangan tangan) dan tulang-tulang tarsal (pergelangan kaki).
 3. *Os planum* (tulang pipih) adalah suatu tulang dengan ukuran tebal lebih kecil dibandingkan dengan panjang dan lebarnya. Contoh tulang yang termasuk kelas ini adalah: *costae*, sternum, scapula, dan tulang-tulang tengkorak.
 4. *Os irregular* adalah tulang-tulang yang berbentuk tidak beraturan dan tidak dimasukkan dalam satu kelas di atas. Contohnya adalah: *coxae*, dan beberapa tulang tengkorak.
 5. *Os pneumaticum* adalah tulang yang di dalamnya mempunyai ruang yang berisi udara. Contoh: tulang pipi, tulang hidung, dan lain-lain.

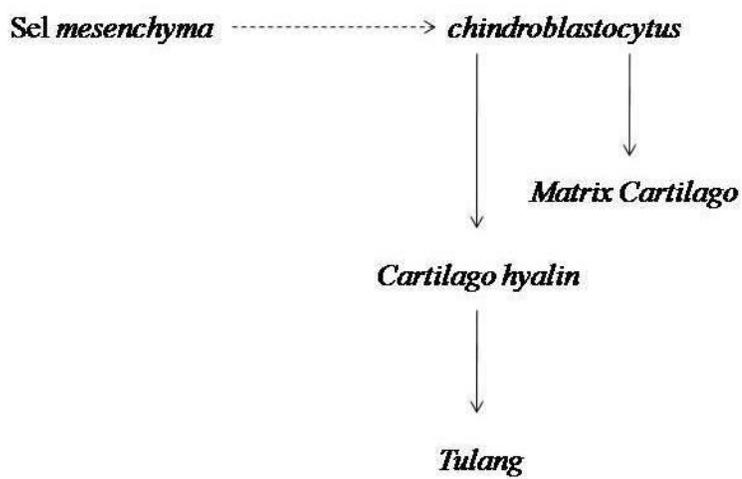
D. Proses Osteogenesis

Proses osteogenesis adalah proses kejadian tulang yang dapat dibedakan menjadi:

1. *Osteogenesis membranacea* (*osteogenesis intra membrane, osteogenesis desmialis*).



2. Osteogenesis cartilaginea (*osteogenesis enchondraslis*)



Pars cartilagina adalah jaringan ikat yang ulet, lenting yang disusun oleh sel-sel dan serabut-serabut yang dikelilingi oleh *matrix intraseluler* serupa gel yang keras.

Pada usia dewasa cartilage mempunyai karakteristik:

1. Tidak didapatkan syaraf dan pembekuan darah
2. Nutriurt sampai ke sel dengan cara difusi
3. Terjadi penulangan

BAB II ARTHROLOGI

A. Definisi

Arthrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang sendi, yaitu hubungan antara dua atau lebih komponen kerangka. Arthrologi bersal dari bahasa Yunani “*arthon*” yang berarti sendi dan “*logos*” yang berarti ilmu. Selain itu ada pula istilah lain dari bahasa latin “*article*” yang berarti sendi. Dari istilah terakhir ini, maka dalam bahasa sendi selanjutnya digunakan istilah “*articulatio*” untuk menyebut sendi.

B. Klasifikasi

1. Berdsarkan adanya tanda-tanda sruktural yang paling spesifik. Sendi diklasifikasikan menjadi 3, yaitu: *articulatio fibrosa*, *articulatio cartilagena*, dan *articulatio synovialis*.

a. *Articulatio Fibrosa (Synarthrosis)*

Sendi ini mempunyai karakteristik disatukan oleh jaringan ikat fibrosa, mempunyai beberapa sub klas, yaitu:

- 1) *Gomphosis*, di mana hubungan antara tulang berupa tonjolan dan *socket* (kantong).
Contoh: hubungan gigi dengan tulang rahang (*articulatio dentoalveolaris*).
- 2) *Sutura*, di mana permukaan tulang yang berhubungan berkelok-kelok saling bersesuaian, dengan sedikit jaringan ikat fibrosa dan praktis tak ada gerakan. Contohnya adalah pada hubungan antar tulang-tulang tengkorak.

Ada tiga macam sutura:

- *Sutura Serrata*, hubungan anta tulang seperti gigi gergaji
 - *Sutura Squamosa*, hubungan antar tulang saling menipis dan saling bersesuaian.
 - *Sutura Harmoniana/ plana*, hubungan lurus tersusun tepi menepi.
- 3) *Syndesmosis*, hubungan antar tulang dengan jaringan fibrosa yang banyak dan hanya sedikit terjadi gerakan.

- Contoh:
- Hubungan antara tibia dan fibula (*syndesmosis fibiofibularis*)
 - Hubungan antara radius dan ulna (*syndesmosis radioulnaris*)

b. *Articulatio Cartilaginea*

Sendi ini mempunyai karakteristik bahwa hubungan antar tulang disatukan oleh tulang rawan yaitu *cartilago hyaline* atau *fibrocartilago*. Ada beberapa sub klas, yaitu:

- a. *Synchondrosis*, hubungan antar tulang bersifat temporer, di mana tulang rawan yang terjadi saat embrional dapat berkembang menjadi tulang keras pada masa dewasa, dan dapat melayani pertumbuhan dari tulang yang bersendi.
- b. *Symphilis*, hubungan antar tulang disatukan oleh jaringan *fibrocartilago*. Contoh: *symphilis pubis*, *symphilis intervertebralis*, dan *symphilis manubriosternalis*.
- c. *Articulatio Synovialis* atau *Diarthrosis*

Sendi ini mempunyai karakteristik terdapat ruangan spesifik “*Cavitas Articularis*” yang memungkinkan gerakan menjadi lebih bebas. Pada ruangan ini ditemukan pula cairan *synovialis* yang berfungsi sebagai pelumas, yang dihasilkan oleh lapisan dalam pembungkus sendi (kapsula sendi) yang disebut *membrana synovialis*. Ujung-ujung tulang yang bersendi ditutupi tulang rawan dan diperkuat di bagian luarnya oleh kapsula sendi dan *ligamentum*. Kapsula sendi mempunyai dua lapisan:

- Bagian luar yang disebut *stratum (membrana) fibrosum*.
- Bagian dalam disebut *stratum (membrane) synovialis*.

2. Berdasarkan jumlah aksisnya sendi dibedakan menjadi:

- a. *Articulatio Monoaxial*, yang hanya mempunyai satu aksis,
Contoh: - sendi ruas-ruas jari (*articulatio interphalangea*)
 - Sendi antara humerus dan ulna (*articulatio humero ulnaris*)
- b. *Articulatio Biaxial*, mempunyai dua aksis,
Contoh: - hubungan antara humerus dan radius (*articulatio humero radialis*)
 - Sendi lutut (*articulatio genus*).
- c. *Articulatio Triaxial*, mempunyai tiga aksis.
Contoh: - sendi bahu (*articulatio humeri*)
 - Sendi pinggul (*articulatio coxae*)

3. Berdasarkan bentuk permukaan tulang yang bersendi dibedakan menjadi:

- a. *Articulatio Plana*, hampir datar sehingga memungkinkan peluncuran/ penggelinciran ke berbagai arah.
- b. *A. Ginglimus*, dataran sendi merupakan suatu silinder dengan aksis sesuai dengan aksis silinder. Gerakan terjadi dalam satu bidang (fleksi dan ekstensi).
- c. *A. Condylaris*, mempunyai dua permukaan sendi yang berbeda yang disebut *condylus* seperti pada sendi lutut.
- d. *A. Spheroidea (Globoidea)*, dataran sendi dari satu tulang menyerupai bola dan yang lain berupa mangkuk cekung, contoh: *articulatio humeri*, *articulatio humero radialis*, dan *articulatio coxae*. Sendi ini mempunyai 3 aksis, sehingga dapat menimbulkan gerakan antifleksi-retrofleksi, eksorotasi-endorotasi, abduksi-adduksi, dan sirkumduksi.

- e. *A. Ellipsoidea*, dataran sendi berbentuk elips dan mempunyai dua aksis. Contoh: *articulatio radiocarpea, articulatio sternoclavicularis*.
- f. *A. Sellaris*, dataran sendi menyerupai dataran pada pelana kuda mempunyai dua aksis. Contoh: *articulatio carpo metacarpalis I*.
- g. *A. Throcoidea*, dataran sendi dari satu tulang menyerupai dataran roda (cincin) dan mempunyai satu aksis yang sesuai dengan aksis roda yang biasanya melalui sepanjang tulang. Contoh: *articulatio radioulnaris proximalis* dan *distalis*
- h. *A. Trochlearis*, dataran sendi satu ujung tulang menyerupai roda kerekan sumur atau pelek roda. Contoh: *articulatio humeroulnaris*.

4. Berdasarkan jumlah kerangka (tulang) yang bersendi

- a. *Articulatio Symplex*, yang hanya tersusun oleh dua tulang. Misalnya: *articulatio interphalangea, articulatio humeri, articulatio coxae*.
- b. *Articulatio Composita*, sendi yang tersusun oleh lebih dari dua tulang. Misalnya: *articulatio cubiti, articulatio genus*.

5. Berdasarkan kemungkinan luas gerakan, sendi dibagi menjadi:

- a. *Amphiarthrosis*, kemungkinan gerakan hanya sedikit sekali. Contoh: *articulatio sacroiliaca*.
- b. *Articulationes*, kemungkinan gerakannya luas.

C. Gerakan Dalam *Articulatio Synovialis*

Articulatio synovialis merupakan satu-satunya hubungan antara tulang (sendi) yang mempunyai kapsul sendi dan pelumas sendi (synovial), sehingga kemungkinan terjadinya gerakan yang sangat luas. Sendi ini banyak terdapat pada tubuh yang banyak terjadi gerakan. Pada *articulatio synovialis*, gerakan dibedakan menjadi:

1. Aktif, gerakan yang dilakukan individu sendiri dari hasil kontraksi otot, bersifat individual dan dapat dilatih. Ada beberapa jenis gerakan:
 - a. Translinier (*gliding, slipping*)
 - b. Anguler (Flaksi, ekstensi)
 - c. Rotator (eksorotasi, endorotasi)
 - d. Kombinasi (circumduksi)
2. Pasif, gerakan yang dilakukan atau dihasilkan oleh gaya dari luar seperti gerakan yang dilakukan orang lain atau karena adanya pengaruh gravitasi, tetapi secara normal individu tersebut dapat melakukan secara aktif.
3. Tambahan (*Accessory Movement*), gerakan pasif, tetapi secara normal individu tersebut tidak dapat melakukan gerakan tersebut secara aktif.

Gerakan dapat dilakukan oleh kontraksi otot secara aktif dan juga oleh sendi dan tulang secara pasif. Luas suatu gerakan (*range of movement*) mempunyai variasi individual, artinya berbeda antara individu satu dengan individu lainnya.

Luas gerakan dibagi oleh adanya:

1. Otot-otot yang bekerja pada sendi
2. Bentuk tulang dan permukaan tulang yang bersendi
3. Ligamnetum dan kapsul sendi

4. Struktur atau jaringan sekitar sendi

D. Struktur *Articulatio Synovialis*

1. *Membrana synovialis*

- a. Merupakan jaringan ikat yang vaskuler (banyak pembuluh darah)
- b. Melapisi permukaan dalam capsula sendi
- c. Dapat menghasilkan cairan serupa jeli yang disebut *synovia*.

2. *Cartilago Articularis*

- a. Tidak terdapat pembuluh darah
- b. Tidak terdapat syaraf
- c. Aseluler
- d. Bersifat elastis
- e. Nutrisi didapat atau diperoleh dari cairan *synovia* secara difusi
- f. Pada pemeriksaan foto rongen tak tampak

3. *Capsula Articularis*

Tersusun oleh serabut-serabut holagen tak beraturan

4. *Ligamentum*

Terdiri dari: - *Ligamentum capsulare*

- *Ligamentum ekstra capsulare*
- *Ligamentum intra articulare*

BAB IV

NYOLOGI

A. Definisi

Myologi adalah ilmu yang mempelajari tentang otot, berasal dari bahasa Yunani *myos* yang berarti otot dan *logos* yang berarti ilmu. Namun dalam bahasan ini sering digunakan adalah *musculus* yang berasal dari bahasa latin yang berarti otot. Otot mempunyai fungsi utama yaitu sebagai alat gerak aktif. Pada dasarnya gerakan suatu organisme dilayani oleh sel-sel otot khusus yang disebut fibra otot. Sedangkan pengawasan terhadap energy penggeraknya dilakukan oleh sel-sel syaraf (*nervus*). Fibra otot merupakan sel-sel eksitabel artinya sel-sel otot bila dipacu akan menghasilkan gerakan.

B. Klasifikasi

Secara fisiologis maupun morfologisnya dapat diklasifikasikan menjadi 3 yaitu: Fibra otot serat lintang (otot lurik/otot skelet/otot volunter), Fibra otot polos (otot visceral, otot involunter), Fibra otot jantung

1. Fibra Otot Serat Lintang (Otot Lurik)

Fibra otot serat lintang adalah yang terbanyak di tubuh manusia dibandingkan dengan fibra otot lainnya. Otot ini tersebar di seluruh tubuh dan terutama melayani suatu gerakan. Untuk dapat menimbulkan gerakan terhadap suatu sendi, maka otot seratlintang harus berkontraksi dan harus menyilangi sendi tersebut. Arah gerakan yang ditimbulkan tergantung aksis sendi yang disilanginya. Bila otot menyilangi aksis transversal maka akan menimbulkan gerakan antefleksi dan dorsofleksi atau fleksi-ekstensi. Bila otot menyilangi otot sagital maka akan menimbulkan gerakan abduksi-adduksi, dan bila otot menyilangi aksis longitudinal maka akan menimbulkan gerakan rotasi (eksorotasi-endorotasi atau pronasi-supinasi). Otot lurik yang melayani sendi ini adalah otot lurik yang melekat pada tulang kerangka. Namun ada pula otot lurik yang melekat pada kulit, seperti kulit muka (wajah), berfungsi untuk melayani ekspresi muka (mimik), membuka atau menutup suatu organ (mata, mulut, dubur, dll).

a. Karakteristik otot Serat Lintang (Otot Lurik)

- 1) Serabut menyilangi satu atau lebih sendi

- 2) Otot yang menyilangi satu sendi (*monoarticular*) mempunyai sifat lebih tahan lama dan lebih sulit lelah bila dibandingkan dengan yang menyilangi lebih dari satu sendi (kerangka).
- 3) Melekat pada tulang (kerangka) atau langsung ke organ seperti mata dan kulit. Perlekatan otot ke tulang bisa langsung atau melalui perantara tendo/aponeurosis, cartilage, *ligamentum*, fascia, atau kombinasi.
- 4) Tempat-tempat perlekatan otot dapat dibagi menjadi dua yaitu *origo* dan *insersio*. *Origo (punctum fixum)* adalah tempat perlekatan otot yang diam, sedang *insersio (punctum mobile)* adalah tempat perlekatan otot yang bergerak.
- 5) Sel-sel panjang dan banyak terdapat inti atau disebut *multinucleated*.
- 6) Dipelihara oleh serabut syaraf motorik.
- 7) Gerakan yang dilakukan terjadi secara sadar atau bisa dikontrol, sehingga dapat dilatih.
- 8) Sifat kontraksinya kuat dan cepat.
- 9) Untuk berkontraksi memerlukan energy yang banyak.
- 10) Respons berasal dari rangsangan eksternal.

b. Struktur Otot Serat Lintang

Tiap-tiap otot terdiri dari *sarcolema* (membran sel), sarcoplasma (*plasma sel*), nucleus (inti sel) dan myofibril yang tersusun atas taksin dan myosin. Tiap-tiap fibra otot dibungkus di bagian luarnya oleh selaput tipis jaringan ikat yang disebut *endomysium*. Beberapa otot berkumpul menjadi satu membentuk suatu *fasciculus* yang bagian luarnya dibungkus oleh jaringan ikat yang disebut *perimysium*. Kemudian beberapa *fasciculus* bergabung menjadi satu dan dibungkus oleh jaringan ikat yang disebut epymisium. Bagian terbesar dari suatu otot yang bila kita lihat seperti otot *biceps, triceps*, dan sebagainya terdiri dari banyak *fascicule*, bagian luarnya ditutupi/ dilapisi jaringan ikat yang disebut *fascia*.

c. Bentuk Otot Serat Lintang

Berdasarkan bentuknya, otot serat lintang dapat dibedakan menjadi 5 yaitu:

- 1) Belah ketupat (*musculus fusciformis*), Serabutnya berjalan konvergen.
- 2) Segi empat (*musculus quadratus*), Serabutnya berjalan paralel.
- 3) Seperti bulu ayam (*musculus penniformis*), serabutnya berjalan paralel.

Berdasarkan jumlah yang mempunyai bulu dibagi menjadi: unipennatus, bipennatus, multipennatus.

- 4) Lingkungan (*musculus spiner*), serabutnya berjalan sirkuler, fungsi otot ini biasanya untuk membuka dan menutup suatu saluran atau suatu organ seperti membuka menutup mata, mulut, dubur, dan saluran kencing.
- 5) Segitiga (*musculus triangularis*), serabutnya berjalan konvergen.

2. Fibra Otot Polos

Otot polos merupakan otot yang kontraksinya di luar kehendak, tidak disadari dan tidak dapat diperintah. Otot polos biasanya tersebar di alat-alat dalam, saluran pencernaan, saluran kencing, pembuluh darah, dan kelenjar.

Fibra otot mempunyai karakteristik antara lain:

- a. Sel otot berbentuk seperti kumparan (fusiformis)
- b. Dipelihara oleh serabut syaraf otonom atau oleh hormon tertentu
- c. Gerakan terjadi tak sadar dan tak bisa dikontrol
- d. Kontraksi terjadi secara perlahan-lahan tetapi terus menerus
- e. Kontraksi terjadi hanya memerlukan sedikit energi
- f. Kontraksi otot tidak menimbulkan kelelahan
- g. Respon terjadi akibat adanya rangsang internal

3. Fibra Otot Jantung

Otot ini hanya terdapat pada jantung. Secara morfologi atau dilihat dari bentuk sel-sel ototnya, otot jantung merupakan fibra otot seran lintang yang mempunyai sel-sel yang panjang dan mempunyai inti yang banyak. Hanya saja otot jantung fibra ototnya bercabang-cabang.

Namun secara fungsional otot ini mempunyai sifat seperti otot polos karena dipelihara oleh syaraf otonom.

C. Mekanisme Kontraksi Otot

Untuk dapat menimbulkan gerakan, otot harus berkontraksi atau berkerut. Dasar terjadinya kontraksi adalah adanya elemen kontraksi otot (aktin dan myosin) sebagai respon terhadap adanya impuls syaraf motorik yang diterima oleh motor end plate yang akan menimbulkan terjadinya pemendekan pemendakan fibra otot. Adanya pemendekan fibra otot akan menimbulkan pemendekan dari *fascicule* yang pada akhirnya terjadi kontraksi otot (gerak).

Kekuatan kontraksi otot tergantung jumlah fibra otot dan jumlah fibra otot sebanding dengan luas penampang transversal otot.

Derajat kontraksi (atau pemendekan yang terjadi akibat kontraksi otot) tergantung dari jumlah *fasciculus*. Kecepatan gerakan yang timbul oleh suatu kontraksi otot tergantung jarak insersio dengan sendi dan kekuatan gerak.

D. Aksi Otot

Dikenal ada beberapa macam aksi otot, antara lain:

1. Kontraksi isometrik, adalah kontraksi otot di mana panjang otot tetapi, tetapi tonus (ketegangan) otot meningkat.
2. Kontraksi isotonik, adalah kontraksi otot di mana tonus otot tetap tetapi terjadi pemendekan otot (panjang otot berubah). Pemendekan otot maksimal adalah separuh dari panjang semula.
3. Kontraksi tetanik, adalah kontraksi otot yang terjadi terus-menerus.
4. Kontraksi ritmik, adalah kontraksi otot yang berirama (teratur)
5. Kontraktur otot, adalah kontraksi otot yang bersifat permanen (tetap), yang biasanya terjadi akibat kerusakan sistem persyarafan atau kerusakan dari struktur otot itu sendiri, misalnya luka bakar.
6. Insufisiensi otot aktif, adalah kontraksi otot yang terjadi apabila pemendekan otot terjadi melampaui dari pemendekan maksimal otot. Keadaan ini lebih mudah terjadi pada otot poliartikuler karena otot ini bekerja pada dua/ lebih sendi.

7. Insufisiensi otot pasif, adalah ketegangan otot yang terjadi melebihi batas maksimal ketegangan otot. Keadaan ini pun lebih mudah terjadi pada otot poliartikuler disbanding dengan otot monoartikuler.

E. Fungsi Otot

Ditinjau dari fungsinya, maka otot dapat berperan sebagai:

1. Otot penggerak utama, yaitu otot yang menghasilkan gerakan pada arah yang diinginkan.
2. Otot antagonis, yaitu otot yang berfungsi mengendalikan dan menghaluskan kecepatan dan kekakuan gerakan. Letak otot ini berlawanan dengan otot penggerak utama.
3. Otot fiksasi, yaitu otot yang berfungsi menstabilkan sendi, menjaga agar sendi tetap pada posisinya (tidak terlepas), memelihara sikap dan posisi sendiri.
4. Otot sinergis, yaitu merupakan bentuk khusus dari otot fiksasi yang membantu otot penggerak utama.

BAB V

ANATOMI SISTEMIK ALAT GERAK ANGGOTA BADAN ATAS (EXTREMITAS SUPERIOR)

A. Prinsip-prinsip dasar terjadinya suatu gerakan

Pada bagian ini akan dibahas mengenai gerakana-gerakan pada sendi-sendi tubuh terutama berperan dalam gerakan olahraga. Namaun sebelumnya harus diketahui dahulu tentang prinsip dasar suatu gerakan:

1. Untuk dapat menimbulkan gerakan, otot harus berkontraski dan harus menyilangi sendi, kecuali otot-otot yang melekat pada kulit atau organ tubuh seperti otot wajah
2. Gerakan oleh kontraski otot terjadi dari *insersio* menuju *origo*.
3. Sendi bisa hanya memepunyai satu aksis, tetapi bisa juga mempunyai lebih dari satu aksis.
4. Posisi persilangan otot terhadap aksis sendi akan berpengaruh pada arah gerakan sendi pada aksis tersebut.

Misalnya:

Aksis sagital menimbulkan gerakan abduksi-adduksi

Aksis transversal menimbulkan gerakan *fleksi-ekstensi* dan *antifleksi-dorsofleksi*

Aksis longitudinal menimbulkan gerakan *eksorotasi-endorotasi* dan *pronasi-supinasi*

5. Otot dapa menyilangi lebih dari satu aksis, sesuai dengan jumlah aksis pada sendi yang disilanginya.
6. Otot juga dapat menyilangi lebih dari satu sendi (*monoarticular*). Otot yang menyilangi satu sendi (*poliarticular*). Otot yang menyilangi dua sendi lebih cepat mengalami kelelahan (insufisiensi otot aktif) bila sendi-sendi yang disilanginya bekerja bersama-sama. Sedangkan otot yang menyilangi satu sendi lebih lama mengalami kelelahan karena hanya bekerja pada satu sendi.

7. Bidang gerakan otot selalu tegak lurus dengan aksisnya. Misalnya gerak fleksi-ekstensi akan menimbulkan bidang semu yang sisi-sisinya menghadap ke samping kanan dan samping kiri sehingga bidang ini akan tertembus tegak lurus oleh aksis transversal.

Pada anggota badan atas (ekstremitas superior) dibedakan menjadi dua bagian yaitu tulang-tulang gelang bahu dan tulang-tulang ekstremitas bebas yang merupakan bagian anggota atas yang bebas. Tulang-tulang gelang bahu terdiri dari tulang selangka (*os clavícula*) dan tulang belikat (*os scapula*). Sedangkan tulang-tulang anggota badan atas yang bebas terdiri dari *os radius*, *os ulna*, dan *ossa manus*. Yang mana pada *ossa manus* ini dapat dibedakan lagi menjadi *ossa carpalia* (tulang pergelangan tangan), *ossa metacarpalia* (tulang tepak tangan) dan *ossa digitorum manus* (jari-jari tangan), tulang pergelangan tangan terdiri dari 8 tulang-tulang pendek (*os brevis*), tulang telapak tangan terdiri dari 5 tulang panjang (*os longum*) dan tulang jari-jari tangan, pada tiap-tiap jari terdiri dari tiga tulang (*phalang proximalis*, *phalang medialis*, dan *phalang distalis*) kecuali pada ibu jari yang hanya terdiri dari dua tulang (*phalang proximalis* dan *phalang distalis*).

Selain dari pada itu masih terdapat beberapa tulang biji, *ossa sesamoidea* yaitu tulang-tulang kecil yang timbul di dalam urat-urat dan simpai sendi yang banyak mengalami tekanan. Pada tangan biasanya ada dua buah yaitu pada kedua sisi *articulatio metacarpophalangea I*.

B. Sendi Anggota Badan Atas

Anggota badan atas merupakan anggota badan yang mempunyai gerakan yang sangat luas, karena sesuai dengan faal anggota badan atas sebagai alat pemegang dan alat pencapai. Sehingga sendi-sendi anggota badan atas tersusun sedemikian rupa sehingga dapat memberikan gerakan yang seluas-luasnya. Dibandingkan dengan anggota gerak bawah, maka luas gerakan sendi-sendinya jauh lebih besar pada anggota gerak atas.

1. Articulatio Sterno-Clavicularis

Sendi ini adalah sendi yang dibentuk oleh ekstremitas *sternalis clavulae* dan *incisura clavicularis sternalis*. Berdasarkan jumlah tulang penyusun sendinya, sendi ini termasuk *articulatio complex* karena sendi hanya disusun oleh dua tulang yaitu *os clavulae* dan *os sternum*. Berdasarkan jumlah aksisnya, sendi ini diklasifikasikan sebagai *articulatio triaxialis*, dan berdasarkan bentuk permukaan tulang yang bersendi diklasifikasikan sebagai *articulatio sellaris*.

Sendi ini merupakan satu-satunya hubungan antar sendi antar gelang bahu dengan batang badan. Sendi ini pada permukaan sendinya dipisahkan oleh suatu “*discus articularis*” yang berguna untuk mengurangi *discungruentio* antar kedua permukaan sendi itu dan untuk mencegah *clavula* menggeser ke medial ke atas *sternum*. Permukaan luar sendi ini diperkuat dengan adanya kapsul sendi yang akan turut membantu menimbulkan gerakan yang luas.

Terdapat beberapa alat khusus, yaitu:

1. *Ligamentum sternoclaviculare*, merupakan jaringan ikat yang berjalan melingkari sendi dari seluruh permukaan dengan arah serabutnya dari ujung medial *clavula* ke arah medial menempel pada *manubrium sterni*,

2. *Ligamentum Interclaviculare*, merupakan jaringan ikat yang menghubungkan kedua *clavicula* kanan dengan *clavicula* kiri pada arah cranial dari ujung-ujung *medial clavicula*. *Ligamentum* ini menghambat gerakan ujung lateral *clavicula* ke *candal*.
3. *Ligamentum Costoclaviculare*, merupakan jaringan ikat yang terbentang dari rawan costa 1 di ujung medial ke arah *latero-cranial* ke *tuberositas costalis claviculare* pada permukaan bawah *clavicula*. *Ligamentum* ini menghambat gerakan *clavicula* ke arah atas. Jika pada pernafasan buatan lengan dan gelang bahu ditarik ke atas, maka ikat ini akan menarik iga 1 ke atas, dan tertariknya iga 1 ke atas akan menarik pula iga-iga yang lain yang berada di *candalnya*.

Secara fungsional *articulatio sternoclavicularis* merupakan sendi peluru yang dapat melakukan gerakan *circumduksi* dan juga suatu perputaran, mempunyai tiga aksis yaitu:

1. *Aksis craniocandal*, adalah aksis yang berjalan dari arah cranial ke *candal*. Pada aksis ini *clavicula* dapat bergerak ke ventral dan dorsal.
2. *Aksis sagital*, adalah aksis yang berjalan dari arah ventral ke dorsal. Pada aksis ini *clavicula* dapat bergeser ke cranial dan *candal*.
3. *Aksis transversal*, sepanjang *clavicula* yang menimbulkan gerakan rotasi.

Gerakan-gerakan pada *articulatio sternoclavicularis* memperoleh beberapa hambatan antara lain:

<u>Gerakan</u>	<u>Penghambat:</u>
Candal	<i>Ligamentum interclavicularis</i> dan <i>Ligamentum sternoclavicularis</i> yang berada di sebelah cranial sendi
Cranial	<i>Ligamentum costoclavicularis</i> yang berada di <i>candal</i> sendi

2. *Articulatio Acromioclavicularis*

Sendi ini dibentuk oleh *extremitas acromialis claviculae* dengan tepi medial *acromion scapulae*. Pada sendi ini ditemukan *discus articularis* yang akan menyesuaikan permukaan tulang yang bersendi. Menurut faalnya, sendi ini termasuk sendi peluru dan mempunyai 3 aksis, yaitu:

- a. *Aksis craniocaudal*, adalah aksis dari cranial ke caudal. Dapat menimbulkan rotasi *scapulae* dengan *margo vertebralis* memendek atau menjauh *costa*.
- b. *Aksis sagital*, adalah aksis dari ventral ke arah dorsal.
Pada aksis ini dapat terjadi gerakan rotasi *scapulae* dengan *angulus interior* ke lateral/medial.
- c. *Aksis transversal*, adalah aksis yang berjalan dari lateral ke medial. Gerakan pada aksis transversal adalah rotasi *scapula* dengan *angulus inferior* ke ventral/dorsal.

Alat-alat khusus:

- a. *Ligamentum acromioclaviculare*, merupakan jaringan ikat yang terbentang dari *acromion* ke ujung lateral *clavicula*, *ligamentum* ini mempunyai fungsi menghambat perpindahan *extremitas acromialis* ke arah cranial (mencegah *luxatio articulatio acromioclavicularis*).
- b. *Ligamentum coracoclavicularis*, merupakan jaringan ikat yang terbentang dari *processus coracodeus* ke *tuberositas coracodea claviculae* (dataran *candal clavicula*).

Terdiri dari dua bagian, *ligamentum conoideum* di sebelah medial dan *ligamentum trapezoideum* di sebelah lateral.

Ligamentum ini berfungsi sebagai:

- 1) Penggantung scapula pada *clavicula*
- 2) Mencegah terdesaknya scapula ke arah tengah
- 3) Mencegah terdorongnya *acromion* ke bawah *clavicula*

Selain *ligamentum* tersebut di atas ada pula *ligamentum-ligamentum* yang terdapat di antara bagian scapula, yaitu:

- a. *Ligamentum transversum scapulae*, merupakan jaringan ikat yang terbentang di atas meicura scapulae.
- b. *Ligamentum coracoacromiale*, merupakan jaringan ikt yang terbentang dari *processus coracoideus* ke acromion. *Ligamentum* ini bersama *processus coracoideus* dan acromion. *Ligamentum* ini bersama dengan *processus coracoideus* dan acromion membentuk “atap bahu”. *Ligamentum* ini mencegah terjadinya dislokasi kepala humerus ke arah atas dan juga menyebabkan abduksi lengan pada sendi bahu saja dapat dilakukan hanya sampai bidang datar. Hal ini disebabkan karena pada sikap ini *tuberculum majus humeri* tertembuk pada atap bahu.

Jika kita terjatuh dengan bertumpu pada tangan, maka tekanan pada tangan ini diteruskan ke lengan sehingga caput humeri terdesak ke arah cranial, dan mendorong atap bahu ke cranial, dengan demikian extremitas *acromialis claviculae* juga terdorong ke cranial. Tetapi gerak ke atas ini ditahan oleh *ligamentum costoclaviculae*. Sehingga ada dua gaya yang berlawanan antara ke dua ujung *clavicula*. Gaya yang berlawanan ini dapat menimbulkan patahnya tulang *clavicula*.

3. *Articulatio Humeri*

Articulatio humeri adalah sendi yang dibentuk oleh caput humeri dan cavitas glenoidales scapulae. Berdasarkan bentuk permukaan tulang yang bersendi, maka *articulatio humeri* termasuk sendi peluru (*articulatio globoidea/spheroidea*). Berdasarkan jumlah aksisnya *articulatio humeri* termasuk sendi *triaxiale* yang mempunyai aksis yaitu: aksis sagital, aksis transversal, dan aksis longitudinal yang sesuai dengan aksis tulang humerus. Ketiga aksis tersebut saling berpotongan satu sama lain yang lainnya membentuk satu titik yang terletak tepat pada pertengahan sendi.

Berdasarkan jumlah tulang penyusun sendi, *articulatio humeri* termasuk *articulatio simplex*.

Caput humeri yang bersendi kira-kira setengah dari *caput* (bola) kemudian diperdalam oleh adanya labrum articulare yang berupa *fibrocartilagi*, mengelilingi caput humeri sesuai tepi *cavitas glenoidea*.

Suatu keistimewaan yang terdapat pada *articulatio humeri* adalah adanya tendo caput longum m. brachii yang berjalan di rongga sendinya yang dibungkus oleh stratum synovialis.

Sendi ini memperoleh penguatan dari beberapa jaringan ikat antara lain:

1. *Ligamentum coracohumerale*, adalah jaringan ikat yang terbentang dari *processus coracoideus* ke kedua tubercula humeri (*tuberculum majus* dan *tuberculum minus*).

2. *Ligamentum glenohumerale*, adalah jaringan ikat yang terbentang dari tepai *cavitas glenoidalis* ke *colum anatomicum*. ada tiga buah yaitu:
 - a) Superius, yang terdapat di sebelah cranial sendi
 - b) Medius, yang terdapat di sebelah ventral sendi
 - c) Inferius, yang terdapat di sebelah caudal sendi

Meskipun jaringan ikat tersebut memperkuat sendi, tetapi penguatan terbesar diperoleh dari 4 otot di sekitarnya, yaitu:

1. *M. supraspinatus*, dari sebelah belakang sendi
2. *M. infraspinatus*, dari sebelah belakang sendi
3. *M. teres minor*, dari sebelah belakang sendi
4. *M. subscapularis*, dari sebelah depan sendi

Keempat otot ini memertahankan caput humeri tetap apada lekuk sendinya. Selain itu, di sebelah masih memperoleh penguatan lagi dari *m. deltoideus*, jadi sampai sendi mendapat penguatan yang cukup besar dari sebelah belakang.

Di sebelah depan sendi diperkuat oleh ligamentum coracohumerale dan *ligamentum glenohumerale* superius, medius, dan inferius. Di antara *ligamentum glenohumerale* terdapat dua tempat yang lemah yaitu antara *ligamentum glenohumerale* superius dan *ligamentum glenohumerale* medius (b) dan antara *ligamentum glenohumerale* medius dan *ligamentum glenohumerale* inferius (a). tempat lemah yang pertama (b) diperkuat oleh *processus coracoideus* dan *ligamentum coracoacromiale*, sedangkan tempat lemah kedua (a) diperkuat oleh *m. subscapularis*. Tempat lemah yang yang ketiga terdapat antara *ligamentum glenohumerale* inferius dan *m. teres minor*, kemudian dibagi menjadi dua bagian oleh perlekatan *caput longum m. triceps brachii* yaitu bagian belakang yang mendapat penguatan dari *m. deltoideus* dan bagian depan yang tidak mendapat penguatan apa-apa, sehingga “tetap” merupakan tempat yang lemah. Melalui tempat inilah mudah terjadi terkilir (*luxatio*) *caput humeri* keluar dari *cavitas glenoidalis*. Terkilir semacam ini dinamakan *luxatio subglenoidalis*. Gejala *luxatio humeri* antara lain:

1. Lengkung bahu hilang, bagian proximal humerus turun
2. Lengan abduksi
3. Lengan bawah dalam fleksi dan supinasi karena *m. biceps brachii* tegang

Gerakan pada *articulatio humeri* dapat terjadi melalui aksis sagital (abduksi dan adduksi), aksis transversal (antifleksi dan introfleksi), aksis longitudinal sepanjang tulang humerus (endorotasi dan eksorotasi) atau kombinasi dari ke tiga aksis tersebut (*circumductio*).

Pada dasarnya arah gerakan oleh kontraksi otot terhadap suatu aksis tergantung posisi otot menyilangi aksis tersebut, serta prinsip bahwa arah kontraksi otot dari insersio ke origo. Sebagai contoh *m. deltoideus* terhadap aksis sagital. Pada posisi tangan menggantung ke bawah sampai tangan abduksi kurang dari 90° posisi *m. deltoideus* pars *clavicularis* dan pars *spinalis* terdapat di sebelah medial bawah aksis sagitala menyebabkan adduksi, sedangkan pars *acromialis* terdapat di sebelah cranial-lateral menyebabkan gerakan abduksi. Lain halnya bila lengan diabduksikan hingga lebih dari 90°, maka ketiga otot *deltoideus* tersebut akan

berada di sebelah cranial aksis sagital sehingga ketiga otot deltoideus berfungsi sebagai abduktor.

Aksis	Posisi Otot terhadap aksis	Gerakan
1. Sagital	Cranial; lateral	Abduksi
	Medial; candal	Adduksi
2. Transversal	Cranial; ventral	Fleksi/antifleksi
	Dorsal; candal	Ekstensi/retrofleksi
3. Longitudinal	Ventral	Endorotasi
	Dorsal	Eksorotasi
	Medial, lateral	Tergantung posisi dan insersionya

Otot-otot yang menggerakkan gelang bahu dapat dibagi dalam 3 susunan:

1. Otot yang serabutnya menurun ke gelang bahu:

- a. *M. trapezius pars descendens*
- b. *M. levator scapulae*
- c. *M. rhomboideus* bagian atas
- d. *M. serratus anterior* bagian atas
- e. *M. sternocleidomastoideus*

Otot-otot ini merupakan penggantung gelang bahu, mengangkat gelang bahu dan tertegang bila ada beban bahu

2. Otot yang arah serabutnya mendatar

- a. *M. trapezius pars horizontalis*
- b. *M. rhoiboideus* bagian bawah
- c. *M. serratus anterior* bagian tengah
- d. *M. pectoralis major* yang menuju ke humerus

Otot-otot ini akan menggerakkan scapula ke depan misalnya saat memukul ke depan, atau menggerakannya ke belakang misalnya pada tarik tambang atau kita mendayung.

3. Otot yang serabutnya menuju ke atas:

- a. *M. trapezius pars ascendens*
- b. *M. serratus anterior* bagian bawah
- c. *M. latissimus dorsi* yang melekat pada humerus
- d. *M. pectoralis major*
- e. *M. pectoralis minor*

Otot-otot ini mempunyai berkas-berkas yang kuat dan merupakan penggantung beban badan jika lengan difiksasikan, misalnya jika kita menggantung pada palang tunggal dengan kedua tangan. Otot ini juga kita gunakan saat berenang

Gerakan pada *articulatio* humeri serta otot yang berperan dalam gerakan:

- Abduksi :
- *m. deltoideus pars acromialis*
 - *m. supraspinatus*
 - *m. biceps brachii caput longum*

otot-otot ini terdapat di sebelah cranial dari aksis sagital.

- Adduksi:
- *m. pectoralis major*

- *m. latissimus dorsi*
- *m. teres major*
- *m. biceps brachii caput breve*
- *m. triceps brachii caput longum*
- *m. deltoideus pars spinalis dan pars clavicularis*

otot-otot ini terdapat di sebelah lateral/ medial dari aksis sagital

- Antefleksi:
- *m. deltoideus pars clavicularis*
 - *m. pectoralis major pars clavicularis*
 - *m. coracobrachialis*
 - *m. biceps brachii*

Otot-otot ini berada di sebelah ventral / cranial dari aksis transversal

- Retrofleksi:
- *m. teres major*
 - *m. latissimus dorsi*
 - *m. triceps brachii*

Otot-otot ini terdapat di sebelah lateral aksis transversal

- *m. deltoideus pars spinalis*

Otot-otot ini terdapat di sebelah dorsal dari aksis transversal

- Endorotasi:
- *m. subscapularis*
 - *m. pectoralis major*
 - *m. deltoideus pars clavicularis*
 - *m. biceps brachii*

Otot-otot ini terdapat di sebelah ventral aksis longitudinal

- *m. teres major*
- *m. latissimus dorsi*

Otot-otot ini di sebelah medial aksis longitudinal

- Eksorotasi:
- *m. infraspinatus*
 - *m. teres minor*
 - *m. deltoideus pars spinalis*
 - *m. supraspinatus*
 - *m. triceps brachii caput longum*

Otot-otot ini terdapat di sebelah dorsal aksis longitudinal.

4. *Articulatio Cubiti*

Articulatio cubiti atau sendi siku dibentuk oleh tiga komponen tulang yang bersendi yaitu os humerus, os radius, dan os ulna, yang demikian disebut sebagai *articulatio composita*.

Pada sendi ini dapat dibedakan menjadi tiga bagian (sendi), yaitu:

- Articulatio humeroulnaris*, yaitu sendi yang dibentuk oleh trochlea humeri dan incisura semiulnaris ulnae. Secara morfologis berdasarkan bentuk tulang yang bersendi, *articulatio* ini diklasifikasikan sebagai *articulatio trochlearis* karena salah satu tulang yang bersendi berbentuk seperti pada kerekan dan mempunyai satu aksis (aksis transversal) yang melalui trochlea humeri. Dengan demikian otot-otot yang menyilang di sebelah ventral akan menimbulkan fleksi sedang yang menyilang di sebelah dorsal aksis akan menimbulkan ekstensi.

- b. *Articulatio humeroradialis*, yaitu sendi yang dibentuk oleh capitulum humeri dan fovea capiti radii. Secara morfologis *articulatio* ini diklasifikasikan sebagai *articulatio goboidea (spheroidea)* atau sendi peluru yang mempunyai tiga aksis yaitu aksis sagital, transversal, longitudinal. Tetapi karena radius terfiksasi oleh tulang ulna sehingga tidak memungkinkan sendi bergerak pada aksis sagital, dan gerakan hanya bisa terjadi pada aksis transversal (fleksi dan ekstensi) dan pada aksis longitudinal (eksorotasi/supinasi dan endorotasi/pronasi).
- c. *Articulatio radioulnaris proximalis*, yaitu sendi yang dibentuk oleh circumferentia articularis radii dan incisura radialis ulnae. Secara morfologis *articulatio* ini diklasifikasikan sebagai *articulatio trocoidea* yang mempunyai satu aksis yaitu aksis longitudinal sepanjang pusat *fovea capiti radii* kemudian menyeberangi membrane interossea dan terus melalui pusat *capitulum ulnae*.

Gerakan yang terjadi pada sendi ini adalah gerakan rotasi, yaitu eksorotasi supinasi dan endorotasi/pronasi lengan bawah.

Ketiga *articulatio* tersebut mempunyai simpai sendi atau *ligamentum* bersama-sama serta terdapat dalam satu kapsul sendi. *Ligamentum-ligamentum* tersebut adalah:

- a. *Ligamentum colleterale ulnae*, yang berdasarkan tempat perlekatannya dibagi menjadi tiga, yaitu:
- *Pars anterior*, dari *epicondylus medialis humeri* ke *processus coronodeus*
 - *Pars posterior*, dari *epicondylus medialis humeri* ke *olecranon*
 - *Pars transversa*, dari perlekatan ulna antara kedua *ligamentum* terdahulu
- b. *Ligamentum colleterale radiale*, yaitu terbentang dari *epicondylus lateralis humeri* ke *ulna* dan *ligamentum anulare radii*.
- c. *Ligamentum anulare radii*, yaitu *ligamentum* yang melingkari circumferential articularis capiti radii dan melekat pada tepi ventral dan dorsal incisura radialis ulnae.

Ligamentum anularae radii bersama dengan *ligamentum colleterale radiale* dan *membrane interossea antebrachii* menahan capiti radii agar tetap pada tempatnya.

Hubungan Antara Radius dan Ulna

Hubungan antara radius dan ulna ada dua macam, sebagai *diarthrosis* dan *synarthrosis*.

a. ***Diarthrosis*:**

1. *Articulatio radioulnaris proximalis*
2. *Articulatio radioulnaris distalis*, yaitu sendi antara *incisura ulnaris radii* dengan *circumferentia articularis capiti ulnae*. Secara morfologis sendi ini diklasifikasikan sebagai *articulatio trocoidea* dengan satu aksis yaitu aksis longitudinal seperti pada *articulatio radioulnaris proximalis*.

Gerakan yang terjadi adalah pronasi dan supinasi dengan luas perputaran antara 120° sampai 140°.

b. ***Synarthrosis*:**

Hubungan *synarthrosis* berupa *syndesmosis radioulnaris* sebagai *membrane interossea antebrachii*, dengan arah serabut yang berlainan sehingga pada saat pronasi maupun supinasi jaringan ikat ini tidak seluruhnya tegang. Arah serabut membrane interossea ini mirip dari radial atas ke ulna bawah, sehingga berfungsi untuk melanjutkan gaya dari

radius (yang langsung berhubungan dengan pergelangan tangan) ke ulna (yang tidak langsung berhubungan dengan pergelangan tangan) untuk kemudian dilanjutkan ke humerus. Selain itu pada serabut-serabut itu ada pula beberapa serabut penguat yang berjalan pada arah yang berlawanan yaitu dari radial bawah ke ulna atas disebut *chorda oblique* yang dapat menghambat supinasi lengan bawah.

5. *Articulatio radiocarpea*

Disebut *articulatio radiocarpea* pada sendi antara lengan bawah dengan pergelangan tangan karena ulna lengan bawah yang langsung berhubungan dengan pergelangan tangan hanya radius, sedangkan ulna tidak langsung tetapi melalui perantara tulang rawan (*cartilage triangularis*).

Articulatio radiocarpea secara morfologis merupakan *articulatio* elipsodea yang mempunyai dua sumbu, sumbu radio ulnar (transversal) yang menimbulkan gerakan fleksi dan ekstensi dan sumbu dorsovolar (sagital) yang menimbulkan gerakan abduksi dan adduksi tangan.

Sendi-sendi tangan yang lain di antara sendi antara tulang telapak tangan dan jaringan yang disebut *articulatio metacarpo phalangeae* dan sendi antar ruas-ruas jari tangan yang disebut *articulatio interphalangeae*.

Articulatio metacarpophalangeae sebenarnya adalah sendi peluru, tetapi karena ikat-ikat samping yang kuat pada sendi ini, pergerakan hanya bisa terjadi pada dua aksis saja yaitu aksis sagital (abduksi dan adduksi jari-jari) dan aksis transversal (fleksi dan ekstensi jari-jari).

Articulatio interphalangeae adalah sendi engsel yang hanya mempunyai satu aksis, aksis transversal dengan gerakan fleksi dan ekstensi ruas-ruas jari tangan.

Gerakan pada *articulatio cubiti* serta otot-otot yang berperan pada gerakan:

- Fleksi:
- *m. biceps brachii*
 - *m. brachialis*
 - *m. brachioradialis*
 - *m. pronator teres*
 - *m. fleksor carpi radialis*
 - *m. palmaris longus*
 - *m. fleksor digitorum sublimis*

Otot-otot ini di sebelah ventral /volar dari aksis transversal

- Ekstensi:
- *m. triceps brachii*
 - *m. anconeus*
 - *m. ekstensor carpi radialis longus*
 - *m. ekstensor carpi radialis brevis*
 - *m. ekstensor digitorum communis*
 - *m. ekstensor carpi ulnaris*

Otot-otot ini terdapat di sebelah dorsal dari aksis transversal

- Supinasi:
- *m. supinator*
 - *m. biceps brachii*
 - *m. brachioradialis*
 - *m. ekstensor carpi radialis longus*

- *m. ekstensor pollicis brevis*
 - *m. abduktor pollicis longus*
 - *m. ekstensor indicis proprius*
- Pronasi:
- *m. pronator teres*
 - *m. pronator quadrates*
 - *m. fleksor carpi radialis*
 - *m. Palmaris longus*

BAB VI

ANATOMI SISTEMIK ALAT GERAK ANGGOTA BADAN BAWAH (EXTREMITAS INFERIOR)

Pada kerangka anggota badan bawah pada umumnya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu tulang-tulang gelang panggul (*ossa cinguli extremitas inferior*) dan tulang-tulang anggota badan bebas (*ossa extremitas inferior liberae*).

Tulang-tulang panggul terdiri dari kedua tulang panggul paha kanan dan kiri yang dikenal dengan *coxae*. Berbeda dengan gelang bahu, gelang panggul mempunyai hubungan yang kokoh dengan batang badan sesuai dengan faalnya alat yang harus menerima berat badan dan meneruskannya ke[ada kedua tungkai. Tiap *os coxae* sebenarnya terbentuk dari tiga buah tulang yang mula-mula terpisah tetapi kemudian tumbuh menjadi satu sebagai satu tulang. Tulang-tulang tersebut adalah tulang usus (*os ilium*), tulang kemaluan (*os pubis*) dan tulang duduk (*os ischium*).

Sedang tulang-tulang anggota badan bawah yang bebas terdiri dari os femur, os tibia, os fibula, os patella, os tarsalia (tulang-tulang pergelangan tangan) yang berjumlah 7 buah, ossa metatarsalia (tulang-tulang telapak kaki) berjumlah 5 buah, dan ossa digitorum pedis (tulang-tulang ruas jari kaki) yang berjumlah 3 ruas (*phalanges*) tiap jari, kecuali ibu jari yang mempunyai 2 *phalangea*.

SENDI ANGGOTA BADAN BAWAH

A. *Articulatio Sacroiliaca*

Karena gelang panggul berfungsi sebagai penyangga berat badan maka sendi ini mempunyai hubungan yang sangat kuat dengan batang badan. Sendi ini dibentuk oleh os sacrum dengan os coxae kanan dan kiri. Sendi yang memungkinkan gerakannya sangat sedikit ini sehingga disebut *amphiarthrosis*. Keterbatasan gerakan ini dapat disebabkan beberapa factor, yaitu:

1. Permukaan tulang yang bersendi berbenjol-benjol dan berlekuk-lekuk baik pada *coxae* maupun pada sacrum yang saling berhubungan.
2. Adanya *ligamentum* di sekitar *articulatio sacroiliaca*, yaitu:

- a. *Ligamentum sacroiliaca anterior*, yaitu *ligamentum* yang menghubungkan *acrum* dengan *os illium* dan menutup sendi di sebelah depan.
- b. *Ligamentum sacroiliaca posterior longum* (panjang) dan *breve* (pendek), yaitu *ligamentum* yang menghubungkan *crista sacralis lateralis sacral I* dan *II (breve)* dan *sacral III* dan *IV (longum)* dengan *Spina Iliaca Posterior Superior (SIPS)*.
- c. *Ligamentum sacroiliaca interossea*, yaitu *ligamentum* yang terbentang dari *tuberositas ossis sacri* ke *tuberositas ossis ilium*.
- d. *Ligamentum iliolumbale*, yaitu *ligamentum* yang terbentang dari *crista iliaca ke processus transverses* ruas tulang pinggang (lumbal) terakhir.
- e. *Ligamentum sacroruberousum*, yaitu *ligamentum* yang terbentang dari pinggir belakang *os coxae*, *os sacrum* dan *os coccygis* ke *tuber ischiadicum*.
- f. *Ligamentum sacrospinasum*, yaitu *ligamentum* yang mulai dari pinggir *os sacrum ventral* terhadap *ligamentum sacro tuberosum* dan berakhir pada *spina ischiadica*.

Gaya berat yang bersal dari batang bdan akan diteruskan oleh tulang belakang hingga os sacrum, dengan arah gaya ke cadial. Bila hubungan sacrum dengan gelang panggul tidak diperkuat oleh *ligamentum-ligamentum* tersebut, maka sacrum akan berputar, bagian atas (*basis ossis sacri*) akan berputar ke depan bawah dan bagian bawah (*apex ossis sacri*) akan berputar ke belakang atas.

Ligamentum sacroiliaca anterior, *posteriora*, *interossea*, dan *ligamentum iliolumbale* akan memepertahankan posisi basis ossis sacri sehingga mencegah perputaran bagian atas sacrum (basis) kea rah depan bawah. Sedangkan *ligamentum sacrotuberosum* dan *sacrospinosum* mencegah pemutaran bagian bawah (*apex ossis sacri*) kea rah belakang atas. Dengan adanya *ligamentum-ligamentum* ini sacrum selalu berada dala keadaan stabil.

B. Symphisis Ossium Pubis

Adalah suatu sendi yang terbentuk sinkonrosis antara tulang kemaluan (*os pubica*) kanan dan kiri).

Terdapat beberapa *ligamentum* di sekitar sendi ini, yaitu:

1. *Ligamentum pubicum superius*, yang terdapat di sebelah cranial symphisis dan terbentang di antara tuberculum pubicum kanan dan kiri.
2. *Ligamentu arcuatum pubis*, yang terdapat pada pinggir *candal symphisis*, melengkung pada *Arcus Pubis*.

C. Articulatio Coxae

Articulatio coxae atau sendi panggul adalah sendi yang dibentuk oleh hubungan antara caput femoris dengan acetabulum. Secara morfologis sendi ini diklasifikasikan sebagai *articulatio sphiroida* (sendi peluru), yang mempunyai tiga aksis: aksis sagital, transversal, dan longitudinal. Ketiga sumbu tersebut saling berpotongan satu sama lain pada pusat caput femoris sampai pusat *articulatio genu* (sendi lutut). Sendi ini merupakan suatu *anarthrosis sphiroida* karena lebih dari separuh kepala sendinya (*caput femoris*) masuk dalam mangkuk sendi (*acetabulum*). Namun demikian, sendi ini masih diperdalam lagi oleh adanya *labrum articulare* pada tepi-tepi acetabulum. Berdasarkan jumlah tulang yang bersendi, sendi ini diklasifikasikan sebagai *articulatio simplex*.

Seluruh permukaan sendi yang tidak dilapisi tulang rawan terdapat stratum synovialis, juga pada fossa acetabuli (tidak tertutup tulang rawan) dan *ligamentum teres femoris*. *Ligamentum teres femoris* adalah *ligamentum* yang berjalan dari *ligamentum transversum acetabuli* dan pinggir *incisura acetabuli* ke *caput femoris* (*fovea capitis femoris*). Sedangkan *ligamentum transversum acetabuli* terdapat di antara kedua pinggir *incisura acetabuli*.

Selain kedua *ligamentum* itu, dari sebelah lura sendi diperkuat lagi oleh adanya *ligamentum-ligamentum*:

1. *Ligamentum iliofemorale*, yaitu ligament dari SIAI ke linea intertrochanterica dibedakan mejadi superior yang melekat di ujung medial linea intertrochanterica dan inferior yang melekat di ujung medial linea intertrochanterica.
2. *Ligamentum pubocapsulare*, *ligamentum* dari *ramus superior ossis pubis* ke pinggir *proximal trochanter minor*. *Ligamentum* ini berfungsi sebagai penghambat abduksi.
3. *Ligamentum ischiocapsulare*, yaitu dari *corpus ischi* di *candal acetabulum* ke lateral atas membelok sekeliling *colum femoris* menuju pinggir depan *trochanter major*. *Ligamentum* ini berfungsi menghambat ekstensi (retrofleksi) dan endorotasi.
4. *Ligamentum* yang melingkar di sekeliling *colum femoris* disebut sebagai *zona orbicularis*.

Pada sendi ini terdapat dua tempat yang lemah memungkinkan terlepasnya kepala sendi dari mangkuknya, yaitu:

- a. Antara *ligamentum iliofemorale* dan *ligamentum pubocapsulare*, tetapi mendapat perkuatan dari *m. iliopsoas* yang berada di ventralnya.
- b. Antara *ligamentum pubocapsulare* dan *ligamentum ischiocapsulare*, yang sama seali tidak mendapatkan penguatan sehingga luksasi sendi kemungkinan dapat terjadi di sisni. Lukasasi terjadi biasanya akibat abduksi yang terlalu jauh.

Otot-otot yang dapat menggerakkan *articulatio coxae* adalah otot-otot panggul dan otot-otot tungkai atas, yaitu:

Antefleksi:

- *m. iliopsoas*
- *m. rectus femoris*
- *m. Sartorius*
- *m. gracilis*
- *m. adductor magnus*
- *m. adductor brevis*
- *m. adductor longus*
- *m. pectineus*
- *m. tensor fascia lata*
- *m. gluteus minimus*

Otot-otot ini berfungsi sebagai penggerak antefleksi karena berada atau menyilangi aksis transversal.

Retrofleksi:

- *m. gluteus maximus*
- *m. gluteus medius*
- *m. quadrates femoris*

Otot-otot ini menyilangi aksis transversal di sebelah dorsalnya.

- *m. biceps femoris*

- *m. semitendineus*
- *m. semi membranosus*
- *m. adductor magnus*
- *m. quadratus femoris*

Otot-otot ini menyilangi aksis transversal di sebelah dorsal

Abduksi:

- *m. gluteus minimus*
- *m. gluteus medius*
- *m. gluteus maximus*
- *m. tensor fasciae latae*
- *m. rectus femoris*
- *m. sartorius*

Otot-otot ini menyilangi aksis sagital di sebelah lateral

- *m. piriformis*, yang menyilangi aksis sagital di sebelah cranial

Adduksi:

- *m. adductor magnus*
- *m. adductor longus*
- *m. adductor brevis*
- *m. pectineus*
- *m. gracilis*
- *m. gluteus maximus*
- *m. semi membranosus*
- *m. semi tendinosus*
- *m. biceps femoris caput longum*

Otot-otot ini menyilangi aksis sagital di sebelah dorsal

- *m. psoas major*
- *m. iliacus*

Otot-otot ini menyilangi aksis sagital di sebelah medial

Dari otot-otot tersebut ada yang bersifat *monoarticular* (hanya menyilangi satu sendi) dan ada yang bersifat *poliarticular* (menyilangi lebih dari satu sendi). Otot-otot yang bersifat poliarticular akan lebih cepat lelah apabila otot tersebut bekerja langsung pada dua sendi.

Seperti halnya pada otot-otot paha depan dan belakang yang bersifat poliarticular lebih mudah lelah bila bekerja pada *articulatio coxae* dan *articulatio genu* secara bersamaan. Pada gerak antefleksi, tungkai pada *articulatio coxae* oleh otot-otot tungkai depan, akan memberikan sudut gerakan yang lebih luas apabila lutut dalam keadaan fleksi. Fleksi di lutut dimaksudkan agar otot-otot paha depan hanya bekerja pada satu sendi (*articulatio coxae*). Selain itu antefleksi pada lutut makan regangan pada otot poliarticular paha belakang akibat gerakan antefleksi akan diperkecil. Lain halnya apabila lutut diekstensikan saat antefleksi *articulatio coxae*, maka aotot poliarticular paha depan lebih cepat lelah, lebih cepat berkerut maksimal (insufisiensi otot aktif), sedangkan otot-otot poliarticular paha depan lebih cepat tegangan maksimal (insufisiensi otot pasif).

D. *Articulatio Genus*

Articulatio genus atau sendi lutut adalah *articulatio* composite karena lebih dari dua tulang yang bersendi, yaitu: condylus femoris, condylus tibiae, menisci, dan patella, menisci (meniscus medialis dan lateralis) merupakan tulang rawan yang berfungsi antara lain:

1. Menyesuaikan bentuk permukaan sendi
2. Mengurangi discongruensi antara dua ujung tulang yang bersendi, femur, dan tibia
3. Menerima tumbukan sebagai penyangga.

Articulatio genus mempunyai dua aksis, aksis transversal (fleksi dan ekstensi) dan aksis longitudinal (endorotasi dan eksorotasi).

Lengkung permukaan dorsoventral condylus femoris bukan merupakan lengkung suatu lingkaran, melainkan suatu spiral. Artinya jari-jari lengkung tidak tetap sama melainkan ke arah dorsal jari-jari itu terus bertambah pendek sehingga lengkung bertambah pelengkungannya.

Lengkung ini merupakan titik-titik tembus sumbu (aksis) transversal yang melalui condylus femoris, saat ekstensi tungkai pada lutut, titik potong transversal terletak pada lengkung bagian depan. Semakin difleksikan, titik potong transversal semakin berpindah ke belakang sejalan dengan lengkung tadi, sehingga pada fleksi maksimal aksis transversal pindah ke belakang.

Pada sendi ini ditemukan adanya alat-alat khusus berupa meniscus dan *ligamentum-ligamentum*.

1. *Ligamentum popliteum obliquum*, merupakan penguatan stratum fibrosum di sebelah dorsal, terbentang dari insersio m. *semi membranosus* berjalan ke *laterocranial*.
2. *Ligamentum popliteum arcuatum*, pada stratum fibrosum di sebelah dorsal berjalan dari lateral distal ke craniomedial.
3. *Ligamentum colleterale laterale*, merupakan *ligamentum* di bagian medial lututu, berbentuk lebar dan pipih yang terbentang dari *condylus medialis femoris* ke condylus medialis dan permukaan medial tibiae, yang terdapat pada stratum fibrosum. Bentuk *ligamentum* yang pipih ini mengakibatkan saat lutut fleksi maupun ekstensi selalu ada bagian yang kendur dan bagian yang teregang.
4. *Ligamentum colleterale laterale*, merupakan *ligamentum* di bagian lateral lutut, bentuk membulat yang terbentang dari epicondylus lateralis femoris ke capitulum fibulae. Bentuk yang membulat ini mengakibatkan *ligamentum* kendur saat fleksi dan teregang saat ekstensi (saat fleksi jari-jari condylus femoris pendek, sedangkan ekstensi jari-jarinya lebih panjang).
5. *Ligamentum cruciatum anterius*, di dalam septum intercondylicum berjalan dari craniolateral ke caudalmedial yaitu dari *fascia medialis condylus intercondyloidea anterior*. Fungsi *ligamentum* ini adalah untuk mencegah pergeseran femur ke belakang atau tibia ke depan. Pada kasus rupture atau “fenomena celana panjang” yaitu posisi fleksi sendi lutut, dengan ligament collateral kendur, tungkai bawah dapat didorong ke depan.
6. *Ligamentum cruciatum posterius*, berjalan dari caudolateral ke craniomedial, yaitu dari *fossa intercondyloidea posterior tibiae* ke *fascia lateralis condylus femoris medialis*.
7. *Ligamentum transversum genus*, di sebelah depan antara meniscus medialis dan lateralis.
8. *Ligamentum menisci lateralis*, berada di belakang meniscus lateralis ke *ligamentum cruciatum posterius*.

Gerakan utama pada sendi lutut adalah fleksi dan ekstensi tungkai bawah, tetapi pada tungkai bawah dalam keadaan fleksi dapat pula dilakukan rotasi, sedangkan pada saat ekstensi rotasi tidak dapat berlangsung. Hal ini dapat terjadi karena:

- a. Pada saat fleksi *ligamentum colleterale laterale* kendur, sedangkan pada saat ekstensi *ligamentum colleterale laterale* tegang, sehingga tidak mungkin dilakukan rotasi.
- b. Permukaan sendi *condyli femoris* berbentuk spiral. Artinya ke arah belakang permukaan itu bertambah melengkung. Pada sikap ekstensi permukaan depan *condyli femoris* bertemu dengan lekuk sendi sehingga pertemuan antara kepala sendi dan lekuk sendi sangat luas. Sebaliknya jika tungkai difleksikan, maka makin lama makin kecillah permukaan *condyli femoris* yang bertemu dengan permukaan sendi di tibia oleh *condyli femoris* itu ke belakang bertambah melengkung. Akibatnya adalah kemungkinan sendi lutut bertambah dan dengan demikian dapat dilakukan rotasi, bila lutut dalam keadaan fleksi.

Pada saat lutut diekstensikan maksimal, maka dengan sendirinya akan terjadi endorotasi tungkai atas pada akhir ekstensi, jika tungkai bawah difiksasi misalnya jika kita hendak berdiri. Atau eksorotasi tungkai bawah jika tungkai atas difiksasi misalnya jika kita duduk dan mengekstensikan sendi lutut. Rotasi ini dikenal sebagai “rotasi pengunci”, oleh karena setelah rotasi itu berlangsung, maka tungkai hanya dapat difleksikan lagi jika pada permukaan gerak fleksi dilakukan dahulu rotasi. Dalam arah yang sebaliknya. Rotasi pengunci terjadi akibat:

- a. Saat ekstensi *ligamentum cruciatum anterius* tegang, sehingga menarik *fossa inter condyloidea* ke lateral (sebesar 5°).
- b. Bagian *condylus medialis femoris* yang bersendi lebih panjang dari pada *condylus lateralis femoris*.

Gerakan fleksi dihambat oleh: tegangnya *m. quadriceps femoris* (otot-otot paha depan) dan terjepitnya *ligamentum cruciatum anterius* dan otot-otot flexor di antara femur dan tibia. Sedangkan gerakan ekstensi dihambat oleh: *ligamentum cruciatum posterius* dan *ligamentum cruciata*.

Rotasi pada tungkai bawah dalam keadaan fleksi membentuk sudut 90° dengan tungkai atas dapat dilakukan ke dalam (endorotasi) sebesar 10° dan keluar (eksorotasi) sebesar 40° . sudut yang dibentuk saat endorotasi lebih kecil dibandingkan saat eksorotasi, karena saat endorotasi *ligamentum cruciatum anterius* dan *posterius* saling bersilangan.

Otot-otot yang bekerja pada *articulatio genus*:

- Fleksi:
- *m. semitendinosus*
 - *m. semimembranosus*
 - *m. biceps femoris*
 - *m. gracilis*
 - *m. sartorius*
 - *m. popliteus*
 - *m. gastrocnemius*

Otot-otot ini menyilangi aksis transversal di sebelah dorsal

- Ekstensi:
- *m. quadriceps femoris*
 - *m. tensor fasciae latae*

Otot-otot ini menyilangi aksis transversal

- Eksorotasi:
- *m. biceps femoris*
 - *m. tensor fasciae latae*
 - *m. gastrocnemius caput medialis*
- Endorotasi:
- *m. semimembranosus*
 - *m. sartorius*
 - *m. semitendosus*
 - *m. gracilis*
 - *m. popliteus*
 - *m. gastrocnemius caput lateralis*

Hubungan Antara Tibia dan Fibula:

Berbeda dengan sendi siku, pada sendi lutut yang membentuk sendi lutut hanya femur dan tibia saja, sedang fibula tidak ikut membentuk sendi lutut, fibula hanya bersendi dengan tibia.

Hubungan antara kedua tulang betis ini (*ossa cruris*) terdapat dalam dua bentuk secara diarthrosis berupa *articulatio tibiofibularis* dan *membrane interossea cruris*.

E. *Articulatio Tibiofibularis*

Merupakan hubungan tulang-tulang proksimal tibia dan fibula, yaitu antara *fascies articularis tibiae* dengan *fascies articularis capituli fibulae*. Sendi ini diperkuat oleh adanya *ligamentum capituli fibulae* anterior di bagian depan dan posterior di bagian belakang. *Ligamentum* ini berjalan dari medial atas ke lateral bawah. Kemungkinan gerak pada sendi ini hanya suatu gerakan dari depan ke belakang dan arah sebaliknya.

F. *Syndesmosis Tibiofibularis*

Merupakan hubungan antara ujung distal tibia dan fibula yaitu antara *incisura fibularis tibiae* dan dataran medial *malleolus lateralis*. Diperkuat oleh adanya *ligamentum tibiofibulare anterior* di depan dan *posterior* di belakang dengan arah serabut dari medial atas ke lateral bawah.

G. *Membrana Interossea Cruris*

Merupakan serabut jaringan ikat dari *crista interossea tibiae* dan *fibulae* dengan arah serabut dari medial ke arah lateral bawah. Serabut ini mencegah pergeseran yang terlalu luas di antara kedua *ossa cruris* pada arah memanjang.

Apabila kita perhatikan arah dari semua serabut dan *ligamentum* tersebut di atas sama yaitu medial atas ke lateral bawah. Hal ini berguna untuk menyeimbangi gaya pada os fibulae, karena dari Sembilan otot yang melekat pada tulang ini, delapan di antaranya mempunyai gaya ke arah distal dan hanya ada satu otot yang arah gayanya ke proksimal. Sehingga dengan arah serabut dari medial atas ke lateral bawah dapat menahan agar fibula tidak bergeser ke arah distal bila otot-otot tersebut berkontraksi.

H. *Articulatio Talocruralis*

Merupakan sendi anatar dua tulang tulang tungkai bawah dengan talus (tulang pergelangan kaki) pada kaki, di mana kedua malleoli pada *ossa cruris* membentuk catur yang menjepit trochlea tali.

Karena sendi ini merupakan sendi engsel, maka gerak yang terutama dapat dilakukan pada sendi ini adalah dorsofleksi (ekstensi) kaki dan plantarfleksi (fleksi) kaki, sekeliling sebuah sumbu melintang yang melalui kedua malleoli.

Otot-otot yang menggerakkan dorsofleksi adalah: *m. tibialis anterior*, *extensor hallucis longus*, dan *m. extensor digitorum longus*. Sedangkan otot-otot menggerakkan kea tar plantarfleksi adalah: *m. gastrocnemius*, *m. soleus* (terpenting), *m. tibialis posterior*, *m. flexor hallucis longus*, *m. flexor digitorum longus*, *m. peroneus longus*, dan *m. peroneus brevis*.

I. Articulatio Talotartalis

Sendi ini adalah untuk supinasi (*inversion*) kaki, mengangkat sisi medial kaki ke atas, dan untuk pronasi (*eversio*) kaki, mengangkat sisi lateral kaki ke atas. Sumbu gerak berjalan serong dari lateroplantar ke mediodorsal melalui calcaneus dan tallus, sehingga supinasi kaki selalu diikuti oleh dorsofleksi dan abduksi kaki.

Supinasi-adduksi kaki akan digerakkan oleh otot-otot yang berjalan di belakang sumbu gerak, yaitu: *m. gastrocnemius*, *m. soleus*, *m. flexor hallucis longus*, *m. flexor digitorum longus*, *m. tibialis posterior* dan *m. tibialis anterior*.

Pronasi-adduksi kaki akan digerakkan oleh otot yang berjalan di depan sumbu gerak itu yaitu: *m. peronei longus dan brevis*, *m. extensor digitorum longus*, dan *m. extensor hallucis longus*. Karena *m. tibialis anterior* dan *m. extensor hallucis longus* sangat dekat letaknya pada sumbu gerak pronasi-supinasi kaki ini, maka kedua otot itu dapat membantu baik pronasi maupun supinasi tergantung pada sikap kaki pada permulaan gerak.

J. Kaki

Kaki terutama berfungsi sebagai alat penyangga badan pada tanah. Agar kaki dapat menerima berat badan secara memegas, maka kaki bukan merupakan suatu bidang datar, melainkan bidang lengkung yang cembung ke dorsal, dan sekung ke plantar. Lengkung-lengkung itu terdapat baik pada arah longitudinal maupun pada arah transversal. Lengkung transversal sebenarnya merupakan setengah lengkung dan baru merupakan lengkung yang sempurna jika kedua kaki diletakkan berdampingan. Dengan adanya lengkung-lengkung itu maka telapak kaki biasanya tidak seluruhnya akan mengenai tanah. Bagian medial telapak kaki biasanya tidak mengenai tanah karena lengkung medial lebih tinggi. Bentuk kaki normal dapat ditentukan dengan melihat bekas telapak kaki. Pada kaki normal bekas telapak kaki menunjukkan jejak lima jari anterior, bagian medial tidak mengenai tanah, bagian posterior tumit dan bidang yang menghubungkan mereka. Bentuk ini disebut *pes rectus*. Tetapi kadang-kadang lengkung itu merendah misalnya pada keadaan yang dinamakan *pes planus* atau *flatfoot* sehingga bagian medial telapak kaki juga akan memberikan bekas pada lantai, *pes planus* disebabkan karena otot-otot intrinsic plantaris yang inadkuat, yang mengakibatkan peregangan yang berlebihan ligament dan mengakibatkan lengkung plantaris kolaps. Lain halnya apabila ditemukan lengkung longitudinal yang tinggi akan memberikan bekas telapak kaki yang terbagi dalam dua bagian depan dan belakang, disebut *pes cavus*.

Lengkung ini berfungsi sebagai pegas saat kaki menerima berat badan misalnya pada saat berjalan atau lari, sehingga gerak berjalan atau lari dapat dilakukan dengan halus tanpa adanya hentakan-hentakan yang berarti saat menapakkan kaki di tanah.

K. Sikap Tungkai Bawah

Terlepas dari sudut inklinasi femur (yaitu sudut antara *colum* dan *corpus femus*), susunan atau bentuk anggota bawah tergantung pada perkembangan sendi lutut yang sempurna. Kesalahan susunan tungkai bawah akan menyebabkan pembebanan abnormal dan tanda-tanda gangguan sendi lutut. Bila sendi lutut berkembang normal, tungkai akan berbentuk lurus (*genu rectum*) dengan garis beban berjalan melalui pertengahan *caput femoris*, pertengahan *corpus femoris*, pertengahan sendi lutut, dan pertengahan *calcaneus*.

Bila garis beban bergeser ke lateral yaitu berjalan melalui *condylus femoris lateralis* atau *capitulum* dikenal sebagai *genu valgum*. Dalam hal ini ligementum colleterale mediale akan teregang berlebihan, sehingga lebih mudah mengalami cedera dan kaki akan berbentuk X.

Bila garis berat berjalan melalui *condylus femoris medialis* atau medial terhadap ini, keadaan dikenal sebagai *genu varum* atau *bowleg*. *Ligamentum colleterale laterale* akan teregang berlebihan yang dapat memudahkan cedera *ligamentum* tersebut, dan kaki akan berbentuk huruf O.

Pada kaki normal (*pes rectus*), garis beban ekstremitas bawah berjalan melalui pertengahan *calcaneus* menuju ke permukaan bawahnya. Pada *pes valgus* sumbu vertical yang melalui talus dan *calcaneus* jelas membentuk sudut dengan sumbu longitudinal ekstremitas bawah yang berbentuk sudut tumpul yang terbuka ke luar. Kaki mengalami *eversio* atau pronasi. Gabungan antara *pes valgus* dengan *pes planus* akan memberikan bekas telapak kaki yang menonjol ke medial disebut *pes planovalgus*. Bentuk yang berlawanan dari *pes valgus* adalah *pes varus* atau *clubfoot*. Di sini sumbu panjang yang melalui talus dan *calcaneus* serta sumbu ekstremitas inferior membentuk sudut yang terbuka ke medial.

Pada kaki normal *malleolus lateralis* lebih rendah dari *malleolus medialis*. Pada *pes valgus* perbedaan ketinggian ini bertambah sedangkan pada *pes varus* perbedaan ini tidak ada atau malahan kebaikannya.

BAB VII

ANATOMI SISTEMIK ALAT GERAK BATANG BADAN (TRUNCUS)

A. Tulang Belakang (*Columna Vertebralis*)

Manusia mempunyai satu tulang belakang (*columna vertebralis*) yang tersusun atas 33-34 ruas tulang belakang, terdiri dari 7 ruas tulang leher (*vertebrae cervicalis*), 12 ruas tulang punggung (*vertebrae thoracalis*), 5 ruas tulang pinggang (*vertebrae lumbalis*), 5 ruas tulang kelangkang (*vertebrae sacralis*), dan 4-5 ruas tulang tungging (*vertebrae coccygealis*).

Ke-24 *vertebrae* pra sacral yaitu yang berada di sebelah cranial sacrum, dipisahkan masing-masing ruas oleh suatu cakram yang disebut *discuss intervertebralis*. Ke-24 pra sacral ini disebut sebagai *vertebrae verae*.

Kelima ruas *vertebrae sacralis* bersatu seakan membentuk suatu tulang *os sacrum*. Sedang ruas-ruas tulang *vertebrae coccygealis* bersatu membentuk *os coccygicus*. Pada preparat osteologi yang sering digunakan untuk praktikum, tulang ini sering tidak ditemukan karena merupakan tulang rawan yang hilang saat diseksi (pemisahan tulang dari jaringan lunaknya).

Tulang belakang mempunyai bentuk tertentu yang merupakan bentuk keseimbangannya, tidak merupakan suatu tiang yang lurus melainkan mempunyai beberapa lengkung. Lengkung-lengkung itu dalam bidang sagital akan tampak sebagai lengkung yang cembung ke belakang di daerah punggung dan kelangkang, *kyphosis thoracalis* dan *khiphosis sacralis*, serta lengkung yang cembung ke depan di daerah leher dan pinggang, *lordosis cervicalis* dan *lordosis lumbalis*. Lengkung-lengkung tersebut adalah normal pada manusia dewasa. Lengkung-lengkung tersebut dapat berfungsi sebagai pegas yang menerima gaya berat dari badan bagian atas, kepala serta anggota badan atas. Pada sikap istirahat titik berat pada seluruh bagian atas dan anggota badan atas terdapat pada *vertebrae thoracalis* ke-9. Selain itu baik *kyphosis thoracalis* maupun *sacralis* akan memberikan kemungkinan seluas-luasnya untuk menampung dalaman dada (misal akibat adanya jantung) dan dalaman panggul (untuk memberikan perlasan isi panggul).

Tulang belakang juga melengkung dalam bidang frontal, yang disebut sebagai skoliosis dan biasanya sebagai lengkung yang rata. Apabila lengkung ini lebih cembung, maka skoliosis itu tidak fisiologis lagi, yang biasanya terjadi pada kesalahan posisi duduk, karena kelainan struktural pada tulang belakang atau kelainan pada tungkai seperti polio dan sebagainya.

B. Hubungan Antar *Vertebrae*

Persediaan antara ke-24 *vertebrae verae* adalah dengan dua cara diarthrosis dan synarthrosis (*syndechondrosis* dan *syndesmosis*).

1. Diarthrosis

Hubungan secara diarthrosis terjadi antara *facies articularis superior* dan ruas *vertebrae* yang di bawah dengan *facies articularis inferior* ruas *vertebrae* di atasnya.

Pada *vertebrae cervicis* kecuali atlas dan aksis, kedua *facies articularis*nya merupakan bidang datar yang membentuk sudut 45-60° dengan bidang datar dan membuka ke depan, member kemungkinan gerak yang luas ke segala arah. Keadaan ini akan menimbulkan gerakan yang luas ke arah ante dan retrofleksi, rotasi dan laterofleksi.

Pada *vertebrae thoracalis*, *facies articularis*nya terletak hampir frontal yang memindahkan gerakan torsio, retrofleksi, dan ante-retrofleksi, tetapi gerakan tersebut terbatas dengan adanya *costa*. Sendi ini merupakan selimut tabung dengan sumbu yang berada di bagian belakang *corpus vertebrae*. Pada *vertebrae lumbalis*, permukaan sendi terletak hampir sagital yang akan membatasi ruang gerak rotasi, ante-fleksi dan laterofleksi. Permukaan sendi ini makin ke dorsal makin frontal. Sehingga makin ke dorsal gerakan makin luas. Permukaan sendi merupakan selimut tabung dengan sumbu di *processus spinosus*.

2. *Syndehondrosis*

Merupakan hubungan antara *corpus vertebrae* di atas dengan di bawahnya, di antaranya dapat dijumpai adanya suatu cakram antar ruas yang disebut *discus intervertebralis*. Ada 23 buah *discus intervertebralis* mulai di antara *vertebra cervical* II dan ke III dan yang terakhir terdapat di antara *vertebra lumbalis* ke-V dan *os sacrum*. Tiap-tiap cakram berhubungan erat dengan permukaan atas atau bawah *corpus vertebrae* dengan perantara lempeng rawan *hyalin*. Pada tiap cakram dapat dibedakan suatu bagian luar yang berbentuk cincin dan yang lebih padat disebut *annulus fibrosus* dan suatu inti yang lebih lunak yang disebut *nucleus pulposus*.

Annulus fibrosus terdiri dari beberapa dari beberapa lapis serabut konsentris yang berjalan berselang-seling sehingga bersama-sama lapis itu merupakan cincin yang kokoh. *Nucleus pulposus* terdiri dari rawan berserat yang sangat lunak (seperti balon berisi air) yang dapat mengalami perubahan bentuk bila mengalami tekanan oleh kedua *corpus vertebrae* yang menjempitnya di sebelah cranial dan di sebelah dorsal. Bila kita mengangkat beban yang berat, maka tekanan pada *nucleus pulposus* akan menyebabkan terdorong dan keluarnya *nucleus pulposus* sehingga menonjol keluar dari *annulus fibrosus* serta menembusnya jaringan ikat (*ligamentum*) yang di sebelah luarnya, biasanya terjadi di sebelah dorsal. Keadaan ini disebut dengan istilah HNP (*Hernia Nucleus Pulposus*). Dengan adanya HNP, *nucleus pulposus* dapat menekan syaraf yang ada di belakang *corpus vertebrae* (*medulla spinalis*). HNP biasanya terjadi di daerah lumbal, dengan persyarafan yang ada di daerah itu adalah persyarafan sekitar tungkai. Bila ada HNP dapat ditandai dengan adanya tungkai dapat berupa kesemutan atau pareseis sampai dengan kelumpuhan. Keadaan ini sering kita temukan pada atlet judi, angkat besi, dan lainnya.

Berat badan juga berpengaruh pada tinggi rendahnya cakram yang tertekan oleh berat badan. Pada siang hari berat badan yang membebani cakram akan menggepengkannya, tetapi pada malam hari jika kita bersitirahat dalam keadaan terlentang, cakram itu akan menyembang lagi. Peristiwa ini menyebabkan pada pagi hari setelah bersitirahat malam, badan kita kira-kira 3 cm lebih panjang daripada saat malam hari atau setelah siang hari bekerja. Selain itu panjang badan mungkin lebih berkurang lagi jika kita berdiri sangat lama atau berjalan jauh terutama dengan pembebanan berat. Berkurangnya panjang badan dalam hal ini disebabkan pula karena adanya lengkung-lengkung tulang belakang yang bertambah kelengkungannya.

3. *Syndesmosis*

Hubungan secara *syndesmosis* antara ruas-ruas *corpus vertebrae* terjadi karena adanya ikat-ikat atau *ligamentum*, di antaranya:

1. *Ligamentum Flavum*, yaitu ikatan yang menghubungkan tip dua *arcus vertebrae* yang berurutan.
2. *Ligamentum Interspinale*, yaitu ikatan yang menghubungkan kedua *processus spinosus* yang berurutan.
3. *Ligamentum Supraspinale*, menghubungkan puncak-puncak *processus spinosus*.
4. *Ligamentum Longitudinal Anterior*, memanjang pada permukaan depan *columna vertebralis* yang melekat erat pada badan ruas (*corpus vertebrae*) tetapi berhubungan longgar dengan *disci intervertebralis*.
5. *Ligamentum Longitudinal Posterior*, memanjang di dalam *canalis vertebralis* pada permukaan belakang badan ruas. Ikatan ini melekat erat dengan *disci intervertebralis*. Tetapi berhubungan longgar dengan badan-badan ruas, sehingga HNP mudah terjadi di daerah ini.
6. *Ligamentum Intertransversarius*, menghubungkan antara dua *processus transversus* yang berdekatan, umumnya ikatan ini lemah.

Dengan adanya gaya meregang yang dihasilkan oleh *disci intervertebralis* dan gaya memendek yang dihasilkan oleh ikatan itu maka tulang belakang memperoleh bentuk keseimbangannya. Tiap-tiap gaya dari luar yang mengubah bentuk tulang belakang dari bentuk keseimbangannya akan menimbulkan gangguan pada keseimbangan tersebut. Susunan gaya dalam tulang belakang akan mencoba untuk dapat memperoleh keseimbangannya kembali. Dengan demikian maka pekerjaan otot dapat dihemat.

Walaupun kemungkinan gerak di antara ke-24 *vertebrae verae* masing-masing tidak begitu besar, seperti rotasi, laterofleksi, ante dan retro fleksi, tetapi karena adanya beberapa ruas sehingga jumlah gerakan yang sedikit itu menyebabkan bahwa tulang belakang juga bergerak dengan leluasa sebagai sendi peluru sekeliling tiga sumbu gerak.

C. *Junctura Craniovertebralis*

Merupakan hubungan antara kepala dengan tulang leher. Menurut faalnya hubungan ini merupakan sendi peluru karena mempunyai tiga buah sumbu. Gerakan-gerakan yang dihasilkan oleh 6 buah sendi, yaitu:

1. *Articulatio atlanto-occipitalis*, antara dasar tulang tengkorak bagian belakang (os occipital) dengan ruas pertama *vertebrae cervicalis* (atlas). Sendi ini ada dua buah pada tiap sisi.

2. *Articulatio atlanto-epistrophica*, antara tulang atlas dan tulang *epistropheus* tersusun dari empat buah sendi, 1 buah *articulatio atlanto-dentalis anterior*, 1 buah *articulatio atlanto-atlantodentalis* dan 2 buah *articulatio atlanto-epistrophica lateralis*.

Gerakan antefleksi dan retrofleksi atau gerak angguk kepala berlangsung di sekeliling sumbu lintang pada *articulatio atlanto-occipitalis* (*articulatio alipsodea* dengan dua sumbu). Gerak antefleksi sebesar 20° , sedangkan gerakan retrofleksi sebesar 30° . gerak-gerak tersebut mendapat hambatan dari ikatan di sekeliling sendi. Gerak *laterofleksi* pada kepala terjadi di sekeliling sumbu pendek pada *articulatio atlanto-occipitalis*, sebesar kira-kira 20° . gerakan perputaran kepala berlangsung di sekeliling sumbu tegak yang melalui dens epistrophei pada *articulatio atlanto-dentalis*. Pada gerak ini kepala dan atlas merupakan suatu kesatuan yang kokoh yang berputar sekeliling dens. Perputaran ini dapat dilakukan seluas kira-kira 30° . gerakan ini juga mendapat hambatan dari jaringan ikat di sekitar sendi.

Umumnya gerakan pada sendi kepala tidak akan berlangsung terpisah-pisah pada sendi itu masing-masing dan pada umumnya gerakan itu juga akan disertai oleh gerakan pada tulang belakang bagian leher. Bila pada orang hidup dilakukan perputaran kepala, maka perputaran itu akan diikuti oleh suatu gerak miring kepala ke samping ke arah yang berlawanan. Misalnya perputaran kepala ke kanan akan diikuti gerak miring kepala ke kiri.

D. Pernapasan Atau Respiratio

Pernapasan terdiri dari dua tingkatan yaitu menarik nafas (inspirasi) dan mengeluarkan nafas (ekspirasi). Pada gerak tarikan nafas terjadi pembesaran pada rongga dada sehingga tekanan pada rongga dada kecil dan udara mengalir dari luar (yang bertekanan tinggi) ke rongga dada (yang bertekanan rendah) melalui *trachea bronchi*, dan masuk ke dalam paru-paru.

Pada gerakan ekspirasi, rongga dada diperkecil sehingga tekanan udara dalam rongga dada besar, udara mengalir dari rongga dada ke luar. Gerakan membesar dan mengecilnya rongga dada tidak lepas dari gerakan otot-otot yang melekat pada dinding dada, struktur tulang dan sendi pada dinding dada serta sifat kekenyalan dari organ-organ pernafasan.

Dada (*thorax*) dibentuk oleh 12 pasang tulang iga (*costae*), 12 buah *vertebrae thoracalis* dan *sternum*. Iga I-VII langsung dengan rawannya masing-masing melekat pada sternum dan dinamakan *costae verae* atau *costae vertebrosternalis*. Iga VIII –XII bersama-sama dinamakan *costae spuriae* dan dapat dibedakan dalam:

1. *Costae spuriae affixae*, yaitu iga VIII – X yang melekat pada sternum dengan perantaraan iga rawan yang terdapat di atasnya.
2. *Costae spuriae fluctuantes*, yaitu iga XI – XII yang berakhir bebas di antara otot-otot perut.

E. Hubungan Antara *Costae* dan *Vertebrae*

Ada dua, yaitu berupa diarthrosis yaitu *articulatio costovertebralis* dan *articulatio costotransversaria*, dan *synarthrosis* yang berupa *ligamentum-ligamentum* yang melekat di sekitar sendi (*syndesmosis*).

1. *Articulatio costovertebralis*

Yaitu sendi antara capitulum *costae* dengan *corpus vertebrae*. Pada tiap sendi, capitulum *costae* berhubungan atau bersendi dengan dua *corpus vertebrae* di atas dan di bawahnya,

serta discus intervertebralis antara kedua *corpora* itu kecuali iga I, X, XI, dan XII yang masing-masing bersendi dengan satu *corpus vertebrae*.

- a. *Ligamentum capituli costae radiatum*, antara capitulum *costae* ke *corpus vertebrae* dan *discus intervertebralis*.
- b. *Ligamentum capituli costae interarticulare*, yaitu *crista capitis costae* ke *discus intervertebralis*.

2. *Articulatio Costotransversaria*

Yaitu sendi antara *tuberculum costae* dengan *processus transverses vertebrae* diperkuat oleh

- a. *Ligamentum tuberculi costae*, antara ujung *processus transverses* ke *tuberculum costae*.
- b. *Ligamentum costotransversarium anterius*, antara *colum costae* berjalan ke lateral atas menuju *processus transversus* di atasnya.
- c. *Ligamentum costotransversarium posterius*, antara *colum costae* berjalan ke cranial-medial ke *processus transversus* di atasnya.
- d. *Ligamentum colli costae*, antara *colum costae* ke *processus transverses* di belakangnya.

F. Hubungan Antara *Costae* dan *Sternum*

Dari ke tujuh pasang *costae verae* hanya iga pertama yang berhubungan dengan sternum secara *synarthrosis* yaitu *synchondrosis sternocostalis costae*, sedangkan yang lain berhubungan secara *diarthrosis* pada *articulatio sternocostalis*. *Articulatio sternocostalis costae* II biasanya mempunyai dua rongga sendi yang terpisahkan oleh *ligamentum interarticulare* yang menghubungkan ujung *cartilage costae* II dengan *syncondrosi sternalis* yang terdapat di antara *manubrium sterni* dan *corpus sterni*.

Articulatio interchondralis ialah hubungan secara *diarthrosis* antara sisi iga VI, VII, dan VIII dan kadang-kadang IX dan X yang bersentuhan. Sendi-sendi ini diperkuat oleh *ligamentum interchondralis*. *Vertebrae spuria affixae* bersendi dengan sternum secara *synchondrosis*. *Articulatio sternocostalis* diperkuat oleh *ligamentum sternocostalis radiate*, yang berjalan di sebelah depan dan belakang sendi-sendi itu dan yang memancar ke dalam periosteum sterni, sehingga periosteum itu merupakan suatu selaput membrane sterni.

G. Otot-Otot Pernafasan

Dapat dibedakan dalam otot-otot regular, adalah otot-otot yang diperlukan saat pernafasan biasa dengan frekuensi pernafasan pada dewasa antara 16-29 kali permenit, dan otot-otot *auxilliar* yang ikut membantu pernafasan jika diperlukan frekuensi atau pembesaran rongga dada yang lebih besar. Makin sukar pernafasan yang dapat dilakukan, makin banyak otot-otot *auxilliar* yang ikut bekerja.

Pada cara pernafasan dapat dibedakan *respiratio costalis* dan *respiratio diaphragmatic* atau *abdominis*. Pada pernafasan biasan *respiration costalis* dan *respiratio diaphragmatic* bukan merupakan pernafasan yang jelas terpisah satu sama lain, melainkan yang kita pakai adalah campuran kedua macam itu, yaitu pernafasan *costo-abdominal*.

Pada pernafasan diafragma atau pernafasan perut, saat inspirasi terjadi kontraksi diafragma, sehingga diafragma yang bentuk awalnya melengkung ke atas menonjol ke dada akan berubah menjadi mendatar, dan udara akan masuk ke rongga dada karena dengan mendatarnya diafragma, rongga dada akan membesar. Otot-otot perut mempunyai pekerjaan yang bertentangan saat

diafragma berkontraksi, otot perut relaksasi. Kemudian saat ekspirasi, diafragma relaksasi dan otot-otot perut berkontraksi sehingga member tekanan pada perut ke dalam sehingga terjadi ekspirasi.

Gerak inspirasi dilakukan oleh *mm. intercostalis externus*, *m. intercartilaginea*, *mm. scalene*, *m. serratus posterior superior*, dan *m. levator costarum*. Selain itu inspirasi dibantu pula oleh otot-otot *auxiliar* seperti *m. pectoralis*, *m. serratus anterior*, *m. latissimus dorsi*, dan diafragma. Sedangkan gerak ekspirasi dapat dilakukan oleh otot-otot berikut: *m. internus*, *mm. subcostalis*, *m. transverses thoracis*, *m. serratus posterior inferior*. Selain itu darpada gaya-gaya aktif yang dihasilkan otot-otot itu, pada ekspirasi gaya-gaya pasif memegang peranan penting.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1987). Ilmu Gerak (Arthrologi dan Myologi). Laoratorium Anatomi Fakultas Kedokteran, UGM.
- Gerard, J.T. (1986). *Principles of Human Anatomy*, 4th ed. Harper & Row Publishers: New York.
- Zimmerman, J., Jacobson, S. (1989). *Anatomy*. Little Brown and Company: Boston, Toronto.
- Langley, Telford, Christensen. (1969). *Dynamic Anatomy and Physiology* 3rd Ed. Mc Grawa-Hill Book Company.
- Munandar, A. (1979). Ikhtisar Anatomi Alat gerak dan Ilmu gerak, edisi 1. EGC: Jakarta.
- Sneel, R.S. (1992). Anatomi Klinik untu Mahasiswa Kedokteran, edisi 3. EGC: Jakarta.
- Tranggono, U. (1989). Anatomi Umum. Laboratorium Anatomi, Fakultas Kedokteran UGM.
- Pletzer, W. (1983). Atlas dan Buku Teks Anatomy Manusia. EGC: Jakarta.