

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Manusia

Manusia merupakan makhluk hidup yang paling sempurna. Tubuh dilengkapi dengan berbagai macam sistem kehidupan. Kumpulan sistem tersebut merupakan satu sistem yang kompleks dan tidak dapat berdiri sendiri serta saling berhubungan. (Arif primadi dkk, 2010)

Bergerak merupakan salah satu ciri makhluk hidup. Tanpa disadari, setiap hari manusia dapat melakukan gerakan. Gerakan pada manusia dan vertebrata merupakan hasil dari kerja sama antara tulang dan otot. Otot adalah alat gerak aktif karena otot merupakan jaringan yang mampu berkontraksi secara langsung untuk menggerakkan tulang. Tulang merupakan alat gerak pasif karena tulang tidak dapat bergerak sendiri jika tidak digerakan oleh otot. (Arif primadi dkk, 2010)

Rangka pada tubuh manusia tersusun atas 206 tulang yang saling berhubungan. Tulang-tulang tersebut dihubungkan oleh sendi (artikulasi). Rangka manusia disebut kerangka dalam karena tidak terlihat dari luar, terletak didalam tubuh, dan terselubung oleh kulit dan otot sebagai penghubung dari bagian-bagian yang satu dengan yang lain sehingga tersusun. (Arif primadi dkk, 2010)

Kerangka manusia tersusun atas dua bagian yang dimana dalam bagian tersebut mempunyai fungsi dari bagian tulang yang dapat dijelaskan, yaitu :

1. Kerangka *axial* (kerangka sumbu) terdiri dari kepala dan badan, termasuk didalamnya adalah tengkorak, tulang belakang, tulang dada dan tulang *hyalin*.
2. Kerangka *appendicular* terdiri dari anggota gerak dan gelang panggul, termasuk didalamnya adalah anggota gerak atas, anggota gerak bawah dan sebagai tambahan ada tiga tulang kecil dalam rongga telinga

2.1.1 Kerangka Axial

Tengkorak adalah tulang kerangka kepala yang disusun berdasarkan kegunaan dan berfungsi maka akan menjadi 2 bagian. Berikut ini adalah susunan bagian-bagian dari tulang tengkorak :

1. Tulang Kranium (*Kalvaria*) terdiri dari 8 tulang yaitu (Nurmianto, 2003):
 - a. *Os frontal* : tulang dahi yang terletak di bagian depan kepala
 - b. *Os parietal* : tulang ubun-ubun yang terletak dibagian tengah kepala
 - c. *Os oksipital* : tulang kepala belakang
 - d. *Os sfenoidal* : tulang baji yang terletak dibagian tengah tengkorak
 - e. *Os etmoidal* : tulang lapis yang terletak disebelah depan Os sfenoidal
 - f. *Os temporal* : tulang pelipis terdapat di bagian kiri dan kanan samping Kepala
2. Kerangka wajah terdiri dari 14 tulang, dari tengkorak yang tersusun secara sistematis dan secara terurut yaitu :
 - a. 2 tulang hidung membentuk lengkung hidung
 - b. 2 tulang *palatum* membentuk atap mulut dan dasar hidung
 - c. 2 tulang *lakrimalis* (tulang air mata) membentuk saluran air mata dan bagian dari tulang rongga mata pada sudut dalam rongga mata.
 - d. 2 tulang *zigomatikus* (tulang lengkung pipi)
 - e. 1 tulang *women* (tulang pisu luka)
 - f. 2 tulang *tubinatum inferior* (kerang hidung bawah)
 - g. 2 tulang *maxila* membentuk rahang atas dan memuat gigi atas
 - h. 2 tulang *mandibula* membentuk rahang bawah dan memuat gigi bawah

Tulang belakang (*kolumna vertebralis*) adalah sebuah struktur lentur yang dibentuk oleh sejumlah tulang yang disebut *vertebra* atau ruas tulang belakang. Seluruhnya terdapat 33 buah ruas tulang belakang. *Vertebra* dikelompokkan dan dinamai sesuai dengan daerah yang ditempatinya, yaitu :

- a. 7 *vertebra servikal* : ruas tulang bagian leher membentuk tengkuk
- b. 12 *vertebra torakalis* : ruas tulang punggung membentuk bagian belakang atau toraks dada
- c. 5 *vertebra lumbalis* : ruas tulang pinggang membentuk daerah pinggang

- d. *5 vertebra sarkalis* : ruas tulang kelangkang membentuk *sakrum* (tulang kelangkang)
- e. *4 vertebra kosigeus* : ruas tulang tungging membentuk tulang *koksigeus* (tulang tungging)

Kerangka dibentuk oleh susunan tulang-tulang yang dapat melindungi dan menjaga rongga. Berikut ini adalah susuna tulang yang melindungi rongga dada yang terdiri dari:

1. Tulang dada (*sternum*) banyaknya, terdiri atas 3 bagian :
 - a. *Manubrium sterni*, bagian tulang dada sebelah atas yang membentuk persendian dengan tulang selangka (*klavikula*) dan tulang iga
 - b. *Korpus sterni*, bagian terbesar dari tulang dada dan membentuk persendian dengan tulang-tulang iga
 - c. *Prosesus xipoid*, bagian ujung dari tulang dada dan pada bayi masih berbentuk tulang rawan.
2. Tulang iga (*kosta*) banyaknya 12 pasang, bagian depan berhubungan dengan tulang dada dengan perantaraan tulang rawan, bagian belakang berhubungan dengan ruas-ruas *vertebra torakalis* yang memungkinkan tulang iga dapat bergerak kembang kempis menurut irama pernapasan. Tulang iga terbagi atas 3 macam, yaitu :
 - a. 7 pasang tulang sejati (*Os kosta vera*)
 - b. 2 pasang tulang iga palsu (*Os kosta spuria*)
 - c. 2 pasang tulang iga melayang (*Os kosta fluitantes*)
3. *Vertebra torakalis* banyaknya 12 buah ruas

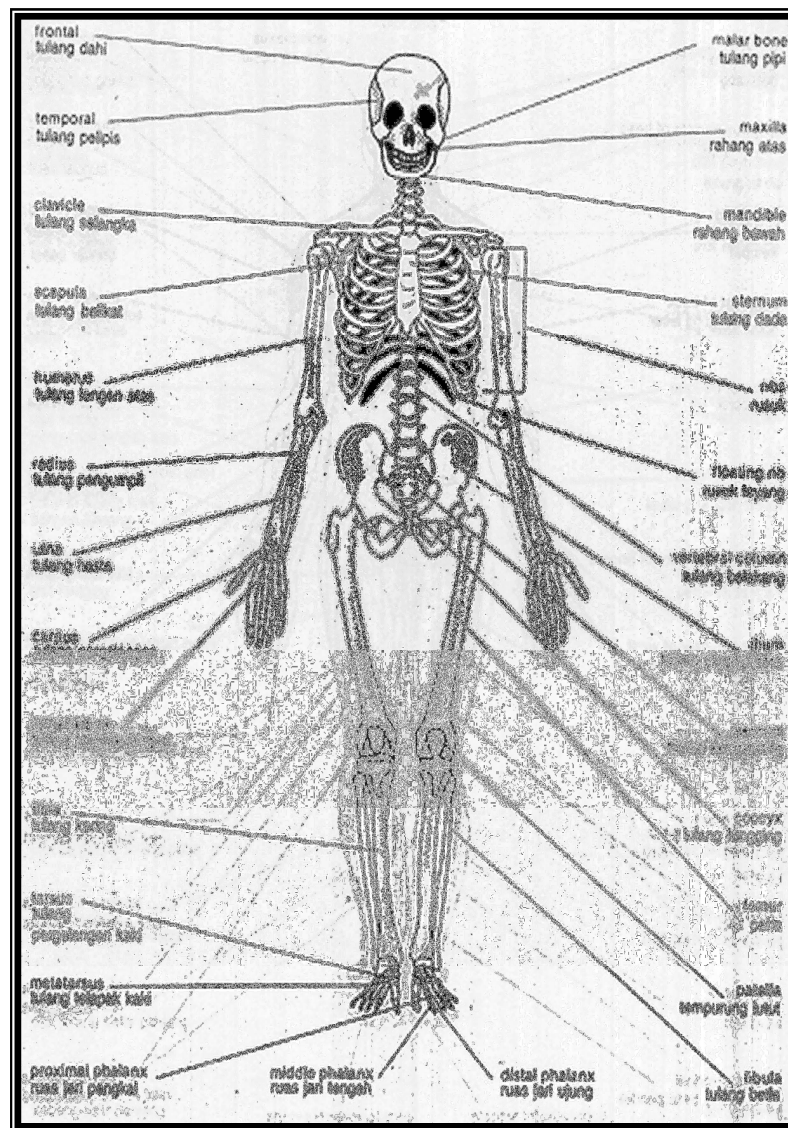
2.1.2 Kerangka Appendikuler

Kerangka anggota gerak atas, dikaitkan pada kerangka badan dengan perantaraan gelang bahu, yang terdiri dari *klavikula* (tulang selangka) dan *pakula* (tulang belikat). Fungsi *klavikula* adalah memberikan kaitan kepada otot dari leher dan bahu, dengan demikian bekerja sebagai penopang lengan.

Tulang-tulang yang membentuk kerangka lengan, lengan bawah dan tapak tangan seluruhnya berjumlah 30 buah tulang yang terdiri :

- a. *Humerus* : tulang lengan atas
- b. *Ulna* dan *radius* : tulang hasta dan tulang pengumpil
- c. 8 tulang *karpal* : tulang pangkal lengan
- d. 5 tulang *metakarpal* : tulang tapak tangan
- e. 14 *falang* : ruas jari tangan

Kerangka anggota gerak bawah atau tulang dari *extremitas* bawah, dikaitkan kepada batang tubuh dengan perantara gelang panggul. Anggota gerak bawah terdiri atas 31 tulang.



Gambar 2.1 Rangka Tubuh Manusia

2.2 Sistem Sambungan Kerangka

Panjang tulang untuk menentukan tinggi badan (*stature*) seseorang. Sedangkan batas jangkauan dapat menentukan ruang gerak, selain itu dimensi ruang yang terbentuk tersebut amat penting untuk penempatan pegendali (*control*) dan desain stasiun kerja. Sifat masing-masing sambungan tulang pada pergerakan adalah sangat kompleks. Contoh sambungan tulang yang sederhana ada pada siku dan lutut.

Siku dan lutut adalah merupakan sambungan yang membatasi gerakan fleksi disamping itu sambungan siku memberikan kebebasan gerak pada tulang tangan berupa gerak supinasi dan pronasi. Bahu dan pinggul adalah merupakan sambungan bola dan soket yang memberikan kebebasan gerak secara tiga dimensi meskipun dalam rentang gerak yang relatif kecil. Lengan dan tungkai adalah merupakan sambungan yang kompleks, yang mampu untuk mengadakan gerakan tiga dimensi. Misalkan pada gerakan mengangkat tangan dari permukaan meja ke arah mulut. (Nurmianto, 2003)

2.3 Sambungan Kerangka

Tulang yang besar dan panjang selalu mempunyai bentuk berlubang yang berfungsi untuk memberikan perbandingan yang seimbang terhadap beban yang terjadi pada tulang tersebut. Bentuk tulang juga telah mengalami evolusi dalam perkembangannya untuk tempat melekatnya otot. (Nurmianto, 2003)

Tubuh manusia tidak akan mempunyai bentuk yang indah tanpa peran serta tulang belulang ini. Sebaliknya, tulang pun juga tidak akan berdiri tegak tanpa peran serta otot, *ligamen* dan *cartilage* yang mengkombinasi dan memegang sambungan tulang secara bersamaan

a. Sambungan *Cartilagenous* (*Cartilagenous joint*)

Sambungan yang berfungsi untuk pergerakan yang relatif kecil, seperti sambungan antara tulang iga (*ribs*) dan pangkal tulang iga (*sternum*). Terdapat pula sambungan *cartilagenous* khusus diantara *vertebrae* (ruas-ruas tulang belakang) yang dikenal sebagai *intervertebral discs* yang terdiri dari pembungkus *intervertebral disc* (*outer fibrous ring*) yang dikelilingi oleh inti *intervertebral*

disc (pulpy core). Disc tersebut berfungsi sebagai peredaman getaran pada saat manusia bergerak baik translasi maupun rotasi.

b. Sambungan *Synovial (Synovial joints)*

Sambungan yang terdapat paling banyak pada tangan dan kaki dan berfungsi untuk pergerakan/perputaran bebas, walaupun tangan dan kaki tersebut amat terbatas pergerakannya. Misalnya arah dan rentang gerakannya.

c. Ligamen

Ligamen adalah tisu berfiber yang menyambungkan dua atau lebih tulang atau rawan yang boleh bergerak. Ligamen memberi sokongan dan kekuatan kepada sendi. Berfungsi untuk membentuk bagian sambungan dan menempel pada tulang. Ligamen juga berfungsi untuk mencegah adanya dislokasi dan sekaligus berfungsi untuk membatasi rentang gerakan. Hal tersebut disebabkan sifat ligamen yang tidak elastis dan dapat meregang (*stretch*) dibawah gaya regang (*tension*) tertentu.

d. Sendi

Sendi adalah tempat pertemuan dua tulang yang bersebelahan. Terdapat tiga jenis sendi pada manusia yaitu sendi tanpa gerak (*synarthroses*) sendi yang mempunyai gerakan *terhad (amphiarthroses)* dan sendi yang boleh bergerak bebas (*diarthroses*).

2.4 Gangguan Pada Sistem Gerak

Sistem gerak manusia dapat mengalami gangguan, baik berupa penyakit, kelainan, maupun kerusakan organ gerak. Beberapa contoh gangguan pada alat gerak manusia adalah sebagai berikut. (Arif primadi dkk, 2010):

- 1 Beberapa macam gangguan pada beberapa tulang atau bagian-bagian dari struktur dari bagian tubuh manusia yang penting adalah sebagai berikut:
 - a. *Fraktura*, yaitu patah tulang, dapat timbul karena terjadi benturan yang sangat keras.
 - b. *Rakitis*, yaitu gangguan pada pembentukan tulang karena kekurangan vitamin D, akibatnya tulang menjadi lentur dan mudah membengkok bahkan memendek.
 - c. *Osteoporosis*, yaitu keroposnya tulang akibat kekurangan kalsium.

- d. *Nekrosa*, yaitu kerusakan pada selaput periosteum pada tulang.
- e. *Kifosis*, yaitu kelainan bentuk tulang belakang sehingga penderita terlihat bongkok.
- f. *Lordosis*, yaitu kelainan pada tulang belakang yang membengkok ke belakang.
- g. *Skoliosis*, yaitu kelainan tulang belakang membengkok ke arah samping kanan dan kiri, tampak seperti huruf S.
- h. *Osteosarkoma* (kanker tulang). Beberapa kanker tulang disebabkan oleh tumor menular yang muncul secara langsung didalam tulang atau persendian yang disebut *sarkoma*.
- i. *Layuh semu*, yaitu kerusakan pada bagian cakra *epifise* karena infeksi bakteri *sifilis* pada saat anak dalam kandungan. Akibatnya, tulang menjadi tidak bertenaga.

2.4.1 Gangguan Pada Persendian

Sendi adalah hubungan antar tulang, ujung-ujung tulang yang membentuk persendian diselaputi atau dibungkus dengan (*membran sinovial*). Selaput ini menghasilkan minyak untuk menggerakkan sebagai pelumas. Sehingga terdapat beberapa gangguan pada persendian sebagai berikut. (Arif primadi dkk, 2010):

- A. *Artritis*, yaitu radang sendi yang disertai rasa nyeri dan sakit. Beberapa macam gangguan yang termasuk *artritis* antara lain sebagai berikut:
 - 1. *Rematik*, yaitu radang sendi yang disebabkan perbanyakan diri sel darah putih dalam selaput *sinovial*. Gangguan tersebut disertai rasa sakit dan kekakuan pada persendian sehingga membatasi gerak.
 - 2. Asam urat (*gout*), yaitu radang (pembengkakan) sendi yang di sebabkan oleh penimbunan asam urat di persendian, terutama pada ruas-ruas jari.
 - 3. *Osteoartritis*, yaitu radang sendi yang disebabkan bantal tulang rawan dalam persendian pecah sehingga terjadi pergesekan antar tulang keras.
 - 4. *Artritis sika*, yaitu radang sendi yang disebabkan berkurangnya minyak *sinovial* akibat terinfeksi bakteri gonore dan bakteri sifilis.

5. *Lupus*, yaitu suatu kondisi yang terkait dengan radang sendi yang menyebabkan demam, ruam, dan bengkak persendian.
 6. *Bursitis*, yaitu kondisi menyakitkan yang diakibatkan oleh peradangan pada bursa (kantong pembungkus minyak *sinovial*).
- B. *Dislokasi* (terkilir), yaitu perubahan kedudukan sendi yang biasanya diikuti pembengkakan.
- C. *Ankilosis*, yaitu persendian sulit bergerak atau di gerakan karena sudah lama tidak digunakan.

2.4.2 Gangguan Pada Otot

Otot berfungsi sebagai alat gerak penyokong tubuh dan membantu homeostatis. Sebagai alat gerak aktif, otot mempunyai tiga kemampuan, yaitu *kontrabilitas* (kemampuan untuk memendek atau berkontraksi), *ekstensibilitas* (kemampuan untuk memanjang atau relaksasi), dan *elastisitas* (kemampuan untuk kembali atau keadaan semula). Gangguan pada otot dapat terjadi dan gangguannya sebagai berikut. (Arif primadi dkk, 2010):

- a. *Distrofi*, yaitu penyakit otot bersifat menurun yang ditandai dengan tidak adanya selaput pembungkus otot.
- b. *Tetanus* (kejang otot), yaitu pengejang otot karena berkontraksi secara terus-menerus sehingga organ yang terkena menjadi tidak dapat berfungsi.
- c. *Atrofi*, yaitu otot tidak dapat digerakan karena terjadi penyusutan ukuran otot akibat telah tidak digunakan, misalnya pada kasus kelumpuhan.

2.5 Otot (*Muscle*)

Bagian otot yang dibahas adalah otot *Striatik* (*Striated Muscle*) yaitu otot sadar dengan megabaikan otot *Cardiac* dan *Viseral* (*Cardiac* dan *Visceral Muscle*) yaitu otot tak sadar. Otot terbentuk atas serabut yang berukuran 0.01 sampai 0.1 mm (Nurmianto, 2003).

Serabut otot (*Muscle Fibre*) bervariasi antara satu otot dengan yang lainnya. Beberapa diantaranya mempunyai gerakan yang lebih cepat dari yang lainnya dan hal ini terjadi pada otot yang dipakai untuk mempertahankan

kontraksi badan seperti misalnya otot pembentuk postur tubuh. Otot yang pucat adalah menggambarkan kontraksi otot yang cepat. Perbandingan antara otot merah dan otot putih adalah merupakan indikasi untuk menunjukkan daya potensial bagi para olahragawan. Beberapa jenis otot disebut *fiksator* karena berfungsi sebagai pemberi keseimbangan pada saat melakukan suatu gerakan, dan sinergis karena berfungsi untuk mengontrol sambungan-sambungan sehingga memungkinkan suatu gerakan berjalan secara efisien.

Suatu hal yang penting bagi para ergonom untuk mengetahui jenis otot yang sesuai untuk menopang beban statis. Beban statis yang terjadi pada semua otot harus diminimumkan. Gaya yang digunakan untuk kontraksi otot adalah sebanding dengan penampang melintangnya. Pelatihan yang cukup akan dapat meningkatkan luasan penampang melintang dari serabut otot, tanpa meningkatkan jumlah serabut ototnya. (Nurmianto, 2003)

2.5.1 Kelainan Pada Otot Manusia

Otot manusia akan mengalami kelainan akibat aktivitas yang dilakukan. Beberapa kelainan yang terjadi pada otot manusia, antara lain kejang otot, keseleo, nyeri otot, miastenia gravis, dan polio keteranganya sebagai berikut (Purwoko dkk, 2009):

1. Kejang Otot

Kejang otot (kram) disebabkan ketegangan otot manusia yang sangat kuat. Hal ini dapat terjadi karena cuaca dingin, aktivitas otot terlalu berat, serta tidak seimbangnya air dan ion di dalam tubuh. Gejala yang di timbulkan adalah rasa nyeri dan tidak sakit yang luar biasa. Beberapa cara yang dapat di lakukan untuk mencegah terjadinya kejang otot adalah rileks dan menjaga agar otot tidak terlalu lelah.

2. Keseleo

Keseleo terjadi karena tertariknya otot atau tendon di daerah persendian. Maka bila terlalu keras, tarikan ini dapat menyebabkan putusnya tendon atau otot. Beberapa cara untuk mencegah terjadinya keseleo adalah dengan cara lebih hati-hati ketika pada saat beraktivitas.

3. Nyeri Otot

Terjepitnya pembuluh darah atau ujung saraf dapat menimbulkan rasa nyeri terutama pada otot. Rasa nyeri otot timbul karena aliran darah terhambat. Nyeri ini sering dirasakan oleh orang berusia lanjut dan ada kecenderungan kambuh pada cuaca dingin. Nyeri otot dapat dicegah dengan banyak mengonsumsi makanan bergizi, berolahraga teratur, dan bila otot masih terasa nyeri dan dapat dilakukan pemijatan ringan atau menggosoknya dengan minyak gosok.

4. *Miastenia Gravis*

Miastenia gravis merupakan penyakit yang menyebabkan otot menjadi melemah dan cenderung lumpuh. Penyakit tersebut menyerang otot-otot di sekitar kelopak mata, muka, leher, dan anggota gerak.

5. Polio

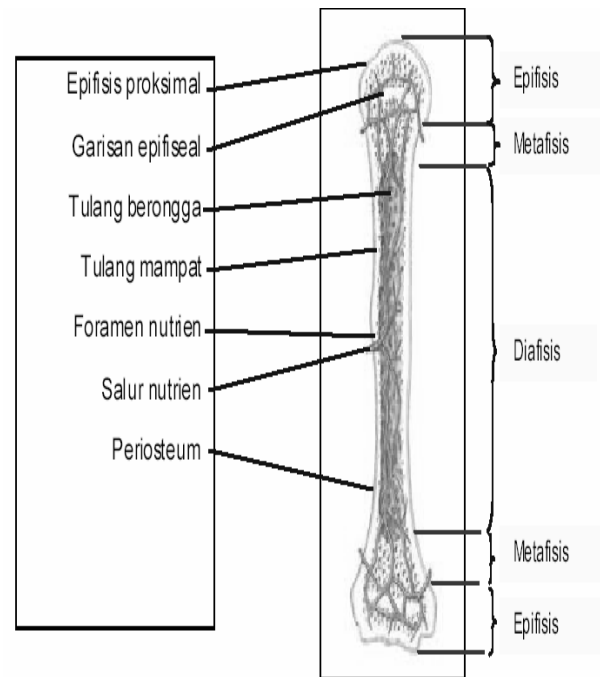
Inveksi virus yang menyerang pada saraf otot pengendali disebut polio. Polio dapat disebabkan mengecilnya kaki sehingga penderita menjadi lumpuh. Ciri-ciri orang yang terkena virus polio adalah panas tinggi dan kejang-kejang. Penyakit ini dapat dicegah dengan memberikan imunisasi polio pada saat usia balita secara rutin.

2.6 Klasifikasi Tulang

Terdapat berbagai bentuk dan *saiz* tulang. Ini membolehkan tulang-tulang memenuhi keperluan khusus bagi tulang tersebut. Tulang-tulang diklasifikasikan berdasarkan kepada empat bentuknya (Nurmianto, 2003):

1. Tulang panjang

Tulang-tulang dalam kumpulan ini secara umumnya lebih panjang, lebar dan berfungsi sebagai tuas. Kebanyakan dari pada tulang-tulang panjang adalah tulang-tulang mampat. Contoh: Tulang pada tangan (*humerus, radius, ulna, metakarpal dan falanges*) dan kaki (*femur, tibia, fibula, metatarsal, falangus*) kecuali pergelangan tangan dan pergelangan kaki.



Gambar 2.4 Struktur tulang panjang

2. Tulang pendek

Secara umumnya tulang-tulang pendek berbentuk *kiub* dan didapati di ruang-ruang yang tertutup. Tulang-tulang ini berperanan memindahkan daya. Tulang tulang ini berongga. Contoh: Tulang-tulang pergelangan tangan (*karpal*) dan pergelangan kaki (*tarsal*).

3. Tulang pipih

Tulang-tulang ini berbentuk pipih, tipis dan melengkung. Tulang-tulang ini berfungsi sebagai tempat pelekatan otot-otot dan melindungi organ-organ di bawahnya. Contoh: Tulang-tulang *kranium*, rusuk dan *sternum*.

4. Tulang tak sama bentuk

Tulang-tulang tak sama bentuk berfungsi sebagai tempat pelekatan otot atau artikulasi. Contoh: tulang-tulang *vertebra* (*servikel, torasik, lumbar, sekrum* dan *koksiks*) dan tulang telinga tengah (*stapes, inkus, maleus*).

2.7 Jenis Tulang

Berdasarkan zat penyusunnya, tulang dibedakan menjadi tulang rawan dan tulang sejati. Secara fisik, tulang rawan berbeda dengan tulang sejati. Tulang rawan tampak lebih transparan dan bersifat lentur, sedangkan tulang sejati (selanjutnya disebut tulang saja) tampak berwarna gelap dan bersifat kaku.

a. Tulang Rawan (*Kartilago*)

Tulang rawan atau *kartilago* dikenal bersifat lentur. Tulang rawan menjadi lentur karena matriksnya mengandung serat kolagen dan elastik. Selain mengandung serat, di dalam matriks juga terdapat asam *hialuroniks*, *proteoglikans*, dan *glikoprotein*. Tulang rawan tidak memiliki sel-sel saraf dan pembuluh darah. Struktur yang demikian menyebabkan tulang rawan dapat berfungsi sebagai sendi atau mengisi ruang-ruang kosong antar tulang (purwoko dkk, 2009).

Tulang rawan pada orang dewasa terdapat pada telinga, ujung hidung, dan ruas antartulang belakang (Arif priadi dkk, 2010). Tulang rawan disusun oleh sel-sel tulang rawan yang disebut *kondrosit*. *Kondrosit* yang matang dibentuk dari sel-sel tulang rawan muda yang disebut *kondroblas*. *Kondroblas* terdapat pada selaput tulang rawan (*perikondrium*) yang mengelilingi tulang rawan pada orang dewasa. Tulang rawan dibedakan menjadi tulang rawan *hialin*, serat (*fibrosa*), dan *elastin* (Arif priadi dkk, 2010).

1. Tulang Rawan *Hyalin*

Kata hialin (*hyalin*) berarti seperti gelas. Tulang rawan hialin berwarna putih kebiru-biruan dan pada keadaan segar terlihat bening. Tulang rawan hialin merupakan tipe tulang rawan yang bersifat kuat dan sedikit fleksibel. Tulang rawan hialin memiliki matriks yang banyak mengandung serat kolagen sehingga tampak seperti kaca. Tulang rawan hialin terdapat pada semua rangka janin yang belum menjadi tulang, tulang rawan iga, tulang rawan sendi dari persendian-persendian, tulang-tulang rawan hidung, trakea dan bronkus.

2. Tulang Rawan Serat (*Fibrosa*)

Tulang rawan serat berwarna buram keputihan dan bersifat keras. Pada matriks tulang fibrosa terdapat beberapa deretan tebal serat kolagen. Tulang rawan

fibrosa dikenal tahan terhadap tekanan dan guncangan. Tulang rawan fibrosa dapat ditemukan di antara ruas-ruas tulang belakang dan daerah lutut.

3. Tulang Rawan Elastin

Tulang rawan elastin berwarna buram kekuningan, serta bersifat fleksibel dan elastis. Sel-selnya sama dengan sel-sel tulang rawan hialin dan dapat berdiri sendiri atau berkelompok. Tulang rawan elastin terdapat pada telinga luar dan epiglotis (katup tulang rawan yang menutup celah menuju trakea).

b. Tulang Sejati (*Osteon*)

Tulang dapat menjadi kuat karena adanya garam-garam mineral (terutama berupa kalsium fosfat dan kalsium karbonat) dan serat-serat protein di dalam matriks tulang. Berdasarkan strukturnya, tulang dapat dibedakan atas tulang kompak dan tulang spons (Purwoko dkk, 2009).

1. Tulang Kompak

Tulang kompak merupakan tipe tulang dengan matriks yang tersusun rapat dan padat, misalnya pada tulang pipa. Secara histologi, tulang kompak telah terorganisasi dengan rapi. Pada penampang melintang sebuah tulang pipa, sel-sel tulang yang disebut *osteosit* terdapat di dalam *lakuna*. *Lakuna* merupakan rongga kecil yang tersusun di dalam lingkaran-lingkaran konsentris mengelilingi sebuah kanal pusat. Lingkaran-lingkaran konsentris demikian disebut *lamela*, sedangkan kanal pusat disebut *kanal havers*. *Kanal havers* dengan lamela-lamelanya membentuk suatu struktur yang disebut sistem *havers*.

2. Tulang Spons

Tulang *spons* merupakan tipe tulang dengan matriks yang tersusun longgar atau berongga-rongga, seperti struktur sarang lebah. Susunan matriks demikian disebut *trabekula*. Meskipun lebih ringan dibandingkan tulang kompak dan strukturnya berongga, tulang *spons* masih termasuk kuat untuk menahan suatu tekanan. Tulang *spons* tidak terorganisasi rapi seperti halnya struktur tulang kompak. Letak *osteosit* di dalam *trabekula* tidak teratur. Ruang-ruang kosong dalam tulang *spons* sering kali berisi sumsum tulang merah. *Kanalikuli* berperan menyalurkan nutrisi dari sumsum tulang merah.