

## **BAB III**

# **SISTEM GERAK PADA MANUSIA DAN VERTEBRATA**

- Bagaimanakah perbandingan organ penyusun sistem gerak pada manusia dan vertebrata?
- Bagaimanakah fungsi tulang rawan, tulang keras, dan sendi sebagai penyusun rangka tubuh?
- Tahukah kamu macam-macam sendi dan fungsinya?
- Tahukah kamu tentang kelainan dan penyakit yang berkait dengan tulang dan otot, serta cara mengatasinya?

Masalah apa yang akan dibahas?



Hewan dan manusia mempunyai kemampuan melakukan gerak baik untuk kegiatannya sehari-hari maupun untuk mempertahankan dirinya. Berdasarkan ilustrasi di atas hewan vertebrata memiliki berbagai jenis alat gerak. Ada yang mempunyai sirip, ada yang berjalan dengan empat kaki, ada yang dapat berjalan dan terbang karena bersayap. Manusia memiliki

sepasang kaki dan sepasang lengan. Namun demikian, sistem alat gerak ini pada dasarnya terdiri atas tulang dan otot. Tulang sebagai alat gerak pasif karena digerakkan oleh otot, dan otot disebut alat gerak aktif karena kemampuannya berkontraksi .

### 3.1. Organ Penyusun Sistem Gerak Pada Manusia dan Vertebrata

Sistem gerak pada manusia dan vertebrata terdiri atas sistem gerak pasif yang terdiri atas tulang dan rawan, serta sistem gerak aktif yang terdiri atas otot. Mengapa tulang disebut sistem gerak pasif? Ya, karena tulang tidak dapat bergerak sendiri. Tulang harus digerakkan oleh otot. Mengapa otot disebut alat gerak aktif? Tentu karena otot mempunyai kemampuan berkontraksi (mengerut) dan relaksasi (relaks, memanjang). Otot menempel pada tulang. Karena otot dapat berkontraksi dan berelaksasi, maka otot menggerakkan tulang. Tulang bersama dengan otot merupakan organ penyusun sistem gerak pada manusia dan hewan vertebrata lainnya

Tulang pada vertebrata dan manusia terdiri atas tulang keras dan kartilago (tulang rawan). Pada masa embrio, kartilago merupakan penyusun tulang pada semua vertebrata. Pada beberapa jenis vertebrata, kartilago ini tidak berubah menjadi tulang, sehingga tetap sebagai kartilago, misalnya pada ikan hiu dan ikan pari. Kedua jenis ikan ini disebut ikan bertulang rawan. Akan tetapi pada vertebrata lainnya, dalam masa perkembangannya tulang sejati secara berangsur akan segera menggantikan kartilago. Namun ada kartilago yang tetap bertahan sebagai kartilago, karena dibutuhkan untuk memudahkan pergerakan atau sebagai tudung tulang keras. Kartilago ini terdapat pada ujung-ujung tulang iga, permukaan sendi, dinding pangkal tenggorokan (larynx), pada tenggorokan (trakhea), daun telinga, dan hidung.

Perhatikan ragam alat gerak pada berbagai hewan dalam gambar berikut ini:



Katak pohon



Kadal



Ular



**Gb. 3-1 Berbagai macam hewan vertebrata**

Catatan: gambar ini tidak menunjukkan perbandingan ukuran aslinya  
(Sumber *Children Treasury of knowledge*)

**Kegiatan 3-1**

**Membandingkan alat gerak pada berbagai hewan vertebrata**

Perhatikan gambar 3-1. Cobalah bandingkan alat gerak pada berbagai hewan vertebrata di atas. Bekerjalah dalam kelompokmu

- Jelaskanlah bagaimana cara gerak pada hewan-hewan tersebut, lalu susunlah dalam bentuk tabel
- Bandingkanlah dengan cara gerak pada manusia

**Kesimpulan apakah yang dapat kamu peroleh berdasarkan hasil pengamatanmu?**

Berdasarkan gambar di atas, jelaslah bahwa ada bermacam-macam sistem gerak pada hewan vertebrata. Hewan yang berkaki empat disebut tetrapoda (*tetra*= empat; *podos*= kaki) Ikan tidak termasuk tetrapoda karena bergerak dengan bantuan sirip. Amphibia, reptil, burung, dan mamalia tergolong sebagai tetrapoda. Namun cobalah lihat ragam tetrapoda. Ular termasuk reptilia tetapi tidak berkaki. Pada burung, kaki depan berubah menjadi sayap sehingga burung dapat terbang dan berjalan dengan dua kaki. “Ikan” paus merupakan mamalia yang hidup di air, tungkai-tungkainya berubah menjadi seperti sirip, layaknya seperti ikan, sehingga disebut “ikan paus”. Sama halnya dengan “ikan lumba-lumba”. Kelelawar merupakan mamalia terbang. Kelelawar terbang dengan menggunakan kulit terbang yang terentang dari pangkal lengan hingga kaki. Saat istirahat ia menggantungkan diri terbalik dengan jari-jari kakinya untuk mengait pada dahan pohon. Jaguar dapat berlari sangat cepat ketika mengejar mangsanya. Otot tungkainya sangat kuat.

Bagaimana dengan manusia? Manusia berjalan dengan dua kaki, tungkai atas atau lengan dapat digunakan untuk melakukan berbagai gerak. Coba perhatikan, manusia tidak dapat berlari cepat seperti halnya jaguar ketika mengejar mangsanya. Tetapi manusia dapat belajar untuk berlari cepat. Manusia tidak dirancang untuk dapat berenang seperti ikan, tetapi manusia dapat belajar berenang sehingga menjadi perenang dengan berbagai gaya renang. Hanya gerak terbang seperti burung yang tak dapat dilakukan manusia. Manusia juga dapat belajar memanjat pohon. Dengan akal dan keterampilannya manusia sebenarnya dapat belajar dan berlatih untuk melakukan berbagai macam gerak. Untuk bergerak diperlukan sendi. Ada berbagai macam sendi dengan berbagai kemampuan gerak. Sendi dapat bergerak bilamana ada otot yang melakukan gerak kontraksi dan relaksasi. Jadi sistem gerak pada manusia dan vertebrata tersusun atas rangka, persendian, dan otot yang satu sama lain tak dapat dipisahkan fungsinya.

### **3.2. Fungsi Bagian-bagian Penyusun Rangka Tubuh**

Di atas telah dijelaskan bahwa alat gerak pada manusia terdiri atas rangka, persendian, dan otot. Ketiga bagian organ ini bersama-sama menyusun sistem gerak

Tulang pada vertebrata terdiri atas tulang keras dan tulang rawan (kartilago). Kartilago bersifat padat tetapi tidak keras seperti tulang. Di atas telah dikemukakan bahwa kartilago merupakan komponen tulang yang utama pada semua embrio vertebrata.

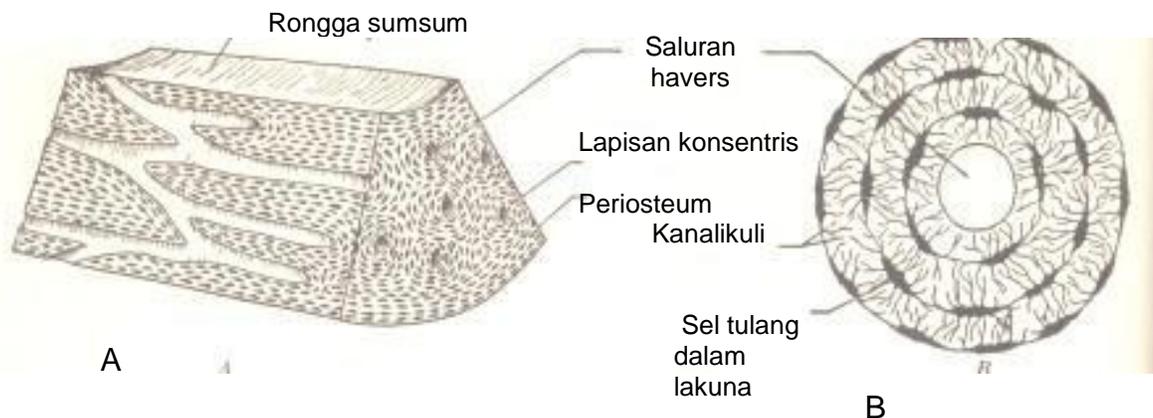
Pernahkah kamu memperhatikan seorang bayi? Bayi yang baru lahir lebih banyak tidur dan belum dapat melakukan gerak mengangkat kepala dan mengangkat tubuhnya, karena komponen tulang pada bayi masih berbentuk kartilago. Perhatikan ubun-ubunnya yang tampak berdenyut-denyut karena belum tertutup sempurna oleh tulang. Ubun-ubun ini baru akan tertutup sempurna ketika bayi berusia dua tahun. Secara berangsur kartilago akan

menjadi tulang sehingga bayi dapat menelungkup, kemudian pada usia tertentu dapat duduk sendiri, dapat berdiri lalu dapat berjalan.

Dalam perkembangannya menjadi tulang keras, masih ada sisa kartilago pada ujung-ujung tulang pipa agar seorang anak dapat tumbuh. Pada hidung dan daun telinga kartilago tetap sebagai kartilago, tidak mengalami perubahan menjadi tulang. Begitu pula pada persendian kartilago diperlukan untuk kelenturan gerak.

Tulang panjang terdiri atas bagian yang berongga (seperti spons) dan bagian keras (tulang kompak), dan di tengahnya terdapat rongga berisi sumsum tulang. Tidak semua tulang memiliki rongga sumsum tulang, sebab ada pula tulang yang tidak berisi sumsum tulang. Tulang panjang atau tulang pipa seperti pada tulang lengan atas dan tulang paha, merupakan tulang kompak yang mengelilingi rongga sumsum tulang. Sumsum tulang ini berwarna kekuning-kuningan seperti lemak karena kira-kira 70% dari sumsum tulang ini merupakan lemak. Sementara sumsum pada tulang pipih seperti pada tulang iga, tulang tengkorak, dan bagian ujung dari tulang pipa berwarna kemerahan karena bagian ini aktif memproduksi sel darah

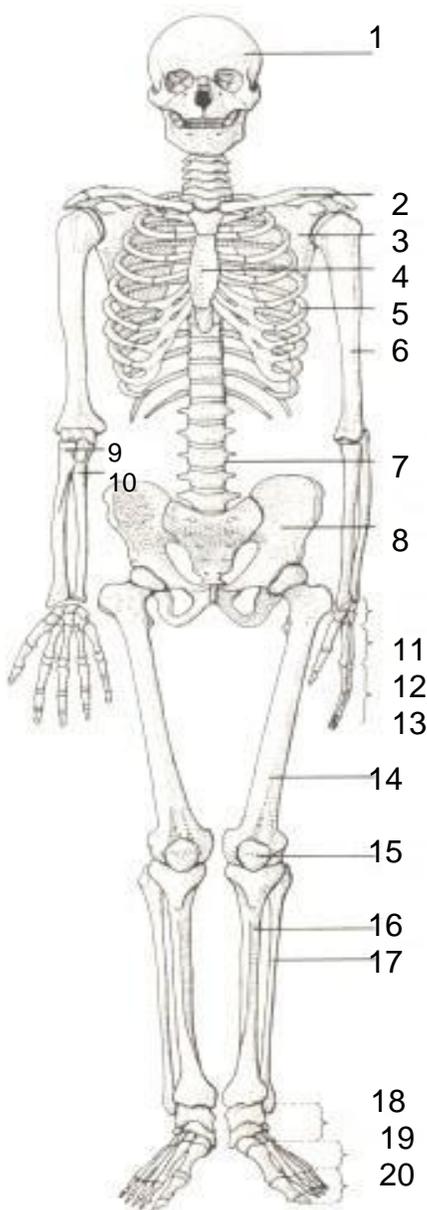
Tulang keras terdiri atas struktur yang disebut sistem Havers. Masing-masing unit berbentuk agak silindris dan terdiri atas beberapa lapisan konsentris (melingkar) yang merupakan matriks sel tulang yang keras. Matriks tulang ini mengelilingi saluran yang mikroskopis yang berisi pembuluh darah atau syaraf. Saluran ini disebut saluran Havers. Bagian-bagian lain pada matriks tulang di sebut kanalikuli terdapat sebagai matriks pengisi di antara lingkaran-lingkaran konsentris tersebut. Pertukaran zat-zat antara sel tulang dan sel darah terjadi dengan melewati kanalikuli ini. Bagian tepi dari tulang disebut periosteum (peri= tepi/ luar ; osteon= tulang) Perhatikan gambar berikut ini.



**Gb. 3-2. Diagram struktur tulang (diperbesar)**  
A. Penampang membujur tulang pipa  
B. Penampang melintang yang menunjukkan tiga lapisan konsentris yang mengelilingi saluran Havers  
(Adaptasi dari: Storer and Ussinger, 1972)

Secara umum rangka manusia terdiri dari dua komponen yaitu (1) rangka sumbu tubuh yang meliputi tulang tengkorak dan ruas-ruas tulang belakang termasuk tulang iga, tulang dada, dan (2) rangka anggota badan yang meliputi sepasang tungkai atas yang berhubungan dengan gelang bahu dan tungkai bawah yang berhubungan dengan gelang panggul.. Perhatikan gambar 4.3 dan tabel 4.1 berikut ini

**Keterangan Gambar**



1. Tulang tengkorak
2. Tulang selangka (klavikula)
3. Tulang belikat (skapula)
4. Tulang dada
5. Tulang iga
6. TI. Lengan atas (humerus)
7. Ruas-ruas tl. belakang
8. TI. gelang pinggul
9. TI. radius
10. TI. ulna
11. TI. pergelangan tangan
12. TI. Telapak tangan
13. TI jari tangan
14. TI paha (femur)
15. TI. Tempurung lutut (patella)
16. TI kering (tibia)
17. TI. Betis (fibula)
18. TI pergelangan kaki (tarsal)
19. TI telapak kaki (metatarsal)
20. TI. Jari kaki

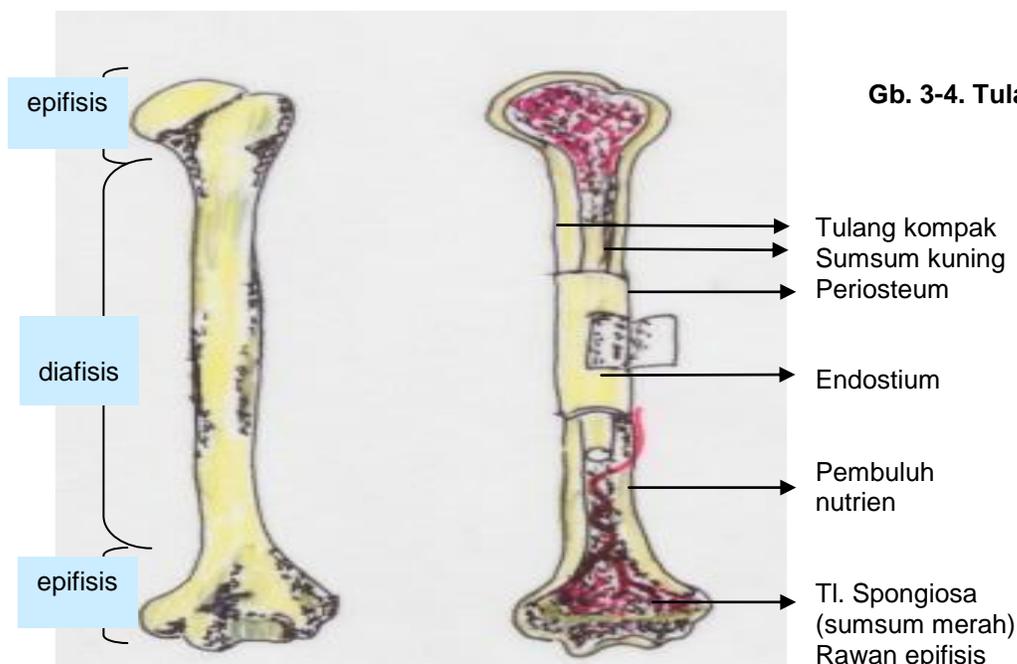
**Gb. 3-3. Rangka manusia**  
(Adaptasi dari Keeton, 1980)

Pembagian rangka vertebrata secara umum seperti yang dikemukakan di atas dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini;

Tabel 3.1.  
**Pembagian Rangka Vertebrata Secara Umum**

Rangka sumbu tubuh			Anggota tubuh	
Tengkorak	Ruas-ruas tulang belakang	Rongga dada	Bagian dada	Bagian pinggul
<ul style="list-style-type: none"> <li>• TI.tengkorak (tulang pelindung otak)</li> <li>• TI.Alat indera (hidung, mata, telinga)</li> <li>• Lengkung alat pencernaan (rahang, lidah, pangkal tenggorokan)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terdiri atas:</li> <li>• Ruas tulang leher (serviks)</li> <li>• Rongga dada (thorasik)</li> <li>• Tulang pinggang (lumbar)</li> <li>• Tulang kemaluan (sakral)</li> <li>• Tulang ekor (kaudal)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tulang iga (berpasangan; tulang dan kartilago)</li> <li>• Tulang dada (sternum)</li> </ul>	<p><b>Gelang bahu:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tulang belikat (skapula)</li> <li>• Tulang selangka (klavikula)</li> <li>• <b>Tulang korakoid*</b></li> </ul> <p><b>Tungkai depan/atas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TI. Lengan atas (humerus)</li> <li>• TI. Radius dan ulna</li> <li>• TI. Pergelangan</li> <li>• TI. Telapak tangan</li> <li>• TI jari</li> </ul>	<p><b>Gelang panggul</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TI. usus (ilium)</li> <li>• TI kemaluan (pubis)</li> <li>• TI. Duduk (ischium)</li> </ul> <p><b>Tungkai belakang/bawah</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TI. Paha (femur)</li> <li>• Tibia dan fibula</li> <li>• TI..pergelangan kaki</li> <li>• TI. Telapak kaki</li> <li>• TI. Jari kaki</li> </ul>

Keterangan \*) pada manusia tidak ada **tulang korakoid**, hanya ada tulang belikat dan tulang selangka. TI. Korakoid hanya terdapat pada vertebrata rendah



Gb. 3-4. Tulang pipa

Berdasarkan strukturnya, tulang dikelompokkan menjadi :

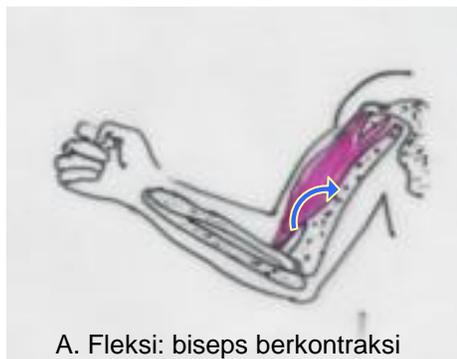
- (1) **Tulang panjang** atau **tulang pipa**, (Gb.4.4) Contohnya tulang paha, tulang betis dan tulang kering (tibia dan fibula), tulang lengan atas, tulang radius, dan tulang ulna. Tulang ini terdiri atas
  - (a) epifisis (bagian tepi) : Pada epifisis terdapat tulang spongiosa yang di dalamnya terdapat sumsum merah dan rawan epifisis
  - (b) diafisis (bagian tengah). Pada diafisis terdapat rongga sumsum yang berisi sumsum kuning. Tulang yang mengelilingi sumsum kuning ini merupakan tulang kompak.
- (2) **Tulang pendek**, yaitu tulang yang ukuran panjang dan lebarnya hampir sama, misalnya tulang pergelangan tangan dan tulang pergelangan kaki
- (3) **Tulang tidak beraturan**, misalnya tulang-tulang wajah dan ruas tulang belakang

Berdasarkan jaringan penyusunnya, tulang dibedakan menjadi :

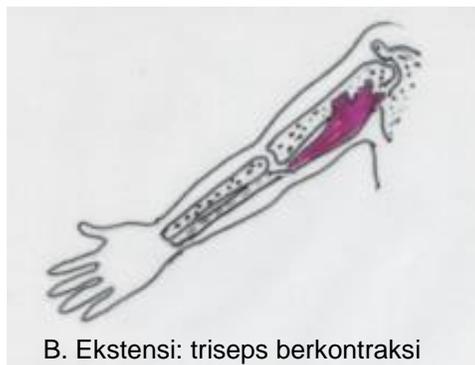
- (1) Tulang kompak: Tulang keras yang susunan lamelanya terdiri atas sistem Havers
- (2) Tulang spongiosa: Tulang yang susunan lamelanya membentuk jalinan seperti bunga karang (spons). Lamela pada tulang spongiosa terdiri atas sel-sel yang mengelilingi pembuluh darah, dan berfungsi sebagai tempat pembuatan sel-sel darah.
- (3) Tulang rawan: terdiri dari rongga-rongga yang berisi sel tulang rawan yaitu kondrosit. Tulang rawan bersifat kuat dan lentur

Pada tulang melekat otot. Jika otot tertentu melekat pada dua tulang melalui persendian, maka kontraksi otot akan menyebabkan gerakan pada salah satu tulang, sementara gerakan tulang yang lain disebabkan oleh kontraksi otot lainnya. Pada kenyataannya tidak ada otot yang berkontraksi sendiri tanpa melibatkan kerja dari otot, sebab ada sistem syaraf yang menghantarkan rangsang yang dapat menyebabkan otot berkontraksi dan mempengaruhi otot di dekatnya. Berdasarkan macam gerakan otot maka kita mengenal macam-macam cara kerja otot, yaitu:

- (1) Otot yang bekerja secara antagonis: yaitu jika suatu kelompok otot berkontraksi, dan kelompok otot lainnya berelaksasi. Misalnya cara kerja dari otot lengan atas. Jadi kerja otot berlawanan. Misalnya pada lengan atas, bila otot biseps berkontraksi, maka otot triseps akan relaksasi dan sebaliknya. Perhatikan Gambar 4.5 di bawah ini



A. Fleksi: biceps berkontraksi



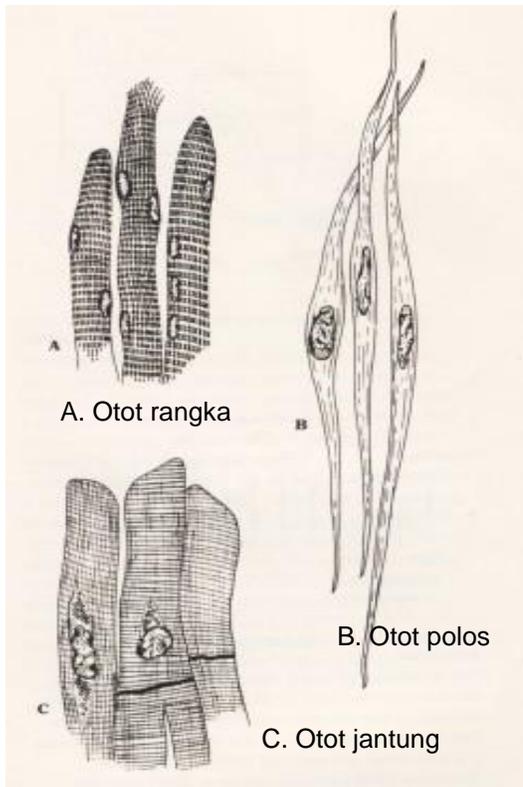
B. Ekstensi: triceps berkontraksi

#### 4.5. Kerja otot yang antagonis

- (2) Otot yang bekerja secara sinergis, yaitu kerja otot yang saling mendukung. Misalnya ketika kaki melangkah, maka otot-otot akan bekerja secara sinergis

Tentang berbagai ragam gerak otot sebenarnya agak rumit untuk dipelajari saat ini. Kelak bila kamu mendalami bidang studi biologi kamu dapat mempelajari secara lebih mendalam.

**Tipe otot.** Ada tiga tipe otot yang dikenal hingga saat ini yaitu otot rangka, otot polos dan otot jantung.



Gb. 3-6 Berbagai tipe otot .  
(Sumber:Keeton, 1980)

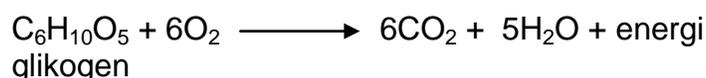
**Otot rangka** disebut juga otot lurik, dapat menyebabkan gerak pada tungkai, tubuh, wajah, rahang, dan bola mata.yang gerakannya dilakukan secara sadar. Dalam istilah sehari-hari otot ini disebut daging. Masing-masing sel otot rangka mempunyai inti dan serat garis-garis gelap dan terang seperti lurik (Gb. 4.4.A). Serat-serat ini dibungkus oleh jaringan ikat sehingga membentuk otot. Ada dua tipe otot rangka, yaitu otot yang berwarna merah (perhatikan jika ibumu membeli daging sapi atau kambing), yang disebut otot merah . Otot ini banyak mengandung darah, mitokondria, dan *myoglobin* (yaitu senyawa yang mirip hemoglobin yang disimpan dalam otot). Otot merah ini akan mengoksidasi asam lemak sebagai sumber energi utama. Ada pula yang

disebut otot putih yaitu otot yang sedikit mengandung darah, sedikit mitokondria dan sedikit myoglobin. Otot ini dapat memecah senyawa *glikogen* (gula otot) sebagai sumber energi utama. Baik otot merah maupun otot putih bekerja secara sadar atau dikendalikan oleh kehendak kita.

**Otot polos** disebut juga otot saluran pencernaan, karena merupakan otot penyusun dinding saluran pencernaan, kantung empedu dan berbagai saluran dari alat-alat dalam. Bentuk selnya polos, memanjang dan ujungnya lancip, serta berinti. Otot ini bekerja secara otomatis, karena dikendalikan oleh sistem syaraf otonom dengan kontraksi yang teratur (Gb. 4.4 B)

**Otot jantung.** Sifatnya mirip dengan otot rangka dan otot polos. Mirip otot rangka karena bergaris melintang (lurik) tetapi ada percabangan. Mirip dengan otot polos karena kerjanya dikendalikan oleh sistem syaraf otonom (Gb 4.4.C) Jadi termasuk otot yang bekerja secara otomatis. Perhatikanlah, jantung kita selalu berdetak karena gerak tak sadar dari otot jantung. Bila detaknya berhenti, maka kehidupan juga berhenti.

Kontraksi otot rangka dapat berlangsung dengan sangat cepat, misalnya pada burung pengisap madu yang terbang di tempat sambil mengisap madu. Kepakan sayapnya sangat cepat. Begitu pula pada manusia saat sedang bekerja. Untuk gerakan otot ini diperlukan energi. Energi ini berasal dari glukosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) hasil dari pencernaan makanan dan kemudian masuk ke dalam pembuluh darah. Glukosa ini kemudian disimpan dalam otot dan hati dalam bentuk glikogen. ( $C_6H_{10}O_5$ ). Perubahan glukosa menjadi glikogen dibantu oleh hormon insulin. Dengan bantuan enzim dan melalui proses yang cukup rumit, glikogen mengalami oksidasi yang menghasilkan karbondioksida, air dan energi, yang reaksinya dapat dituliskan melalui persamaan berikut:

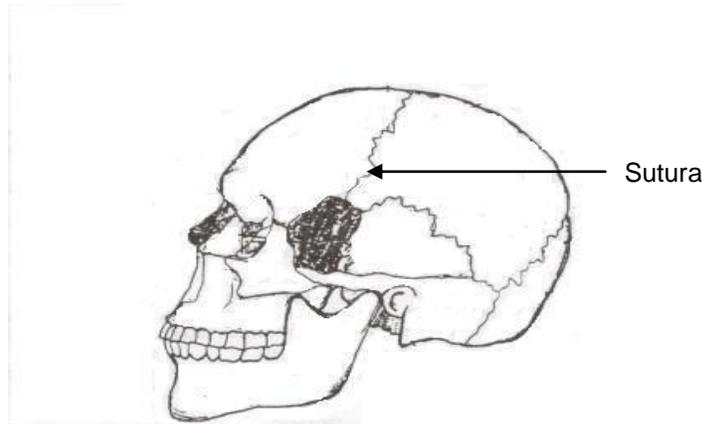


Energi yang dihasilkan ini menyebabkan otot dapat berkontraksi. Kontraksi otot ini menyebabkan terjadinya gerak pada rangka. Jadi proses yang terjadi di dalam tubuh kita sebenarnya amat rumit dan luar biasa. Kita sering tidak menyadari apa yang sedang terjadi di dalam tubuh kita pada saat kita melakukan kerja .

### 3.3. Macam Sendi dan Fungsinya

Berdasarkan gambar rangka di atas, maka tampak bahwa tulang yang satu dengan yang lain memiliki persambungan. Persambungan tulang ini disebut sendi.. Ada sendi yang tidak menimbulkan gerak dan ada yang dapat menimbulkan gerak. Berdasarkan kemungkinan adanya gerak ini maka terdapat tiga macam persendian yaitu:

(1) **Sinarthrosis** : yaitu persendian antara dua tulang yang tidak memungkinkan gerak. Sendi sinarthrosis disebut juga sendi mati. Contohnya adalah sendi antara tulang-tulang tengkorak. Sambungan sendi ini disebut sutura (lih. Gb 3-7)



**Gb. 3-7. Sutura yang menghubungkan tulang-tulang tengkorak (sendi sinarthrosis)**

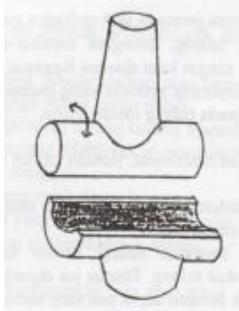
Sutura antara tulang yang satu dengan tulang yang lain saling mengunci sehingga tidak dapat bergerak dan diperkuat oleh jaringan ikat fibrosa (berupa serabut)

(2) **Amfiarthrosis**: Persendian yang masih memungkinkan adanya sedikit gerakan antara dua tulang yang bersendi dan permukaannya dibatasi oleh jaringan tulang rawan . Contohnya adalah sambungan antara ruas-ruas tulang belakang dan sambungan antara tulang rusuk dengan tulang dada

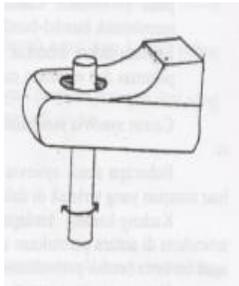
(3) **Diarthrosis** : Persendian yang memungkinkan adanya gerak yang bebas antara tulang yang dihubungkan oleh sendi. Sebagian besar persendian pada rangka tubuh manusia adalah diarthrosis. Oleh karena itu kita dapat bergerak bebas dalam melakukan berbagai kegiatan sehari-hari. Ada 6 macam persendian diarthrosis yaitu:



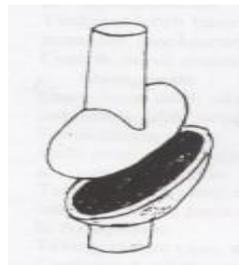
(a) sendi geser: permukaan sendi umumnya datar. sehingga hanya mungkin melakukan gerakan kiri-kanan atau depan belakang. Misalnya sendi antara tulang-tulang telapak tangan; sendi antara tulang-tulang jari; sendi antara tulang dada dengan tulang bahu; sendi antara tulang bahu dengan tulang belikat



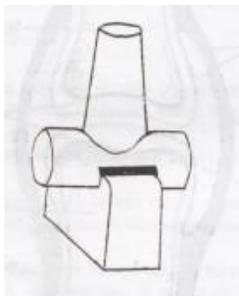
(b) Sendi engsel: Permukaan sendi tulang pertama cekung dan tulang kedua cembung. Persendian ini hanya memungkinkan gerakan searah seperti engsel pintu. Misalnya sendi siku dan sendi lutut



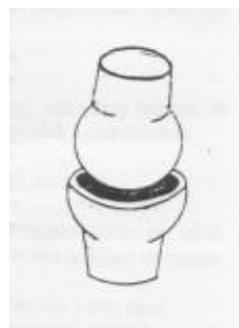
(c) Sendi putar: Permukaan tulang pertama membulat, bersendi dengan lekuk yang dangkal tulang yang lain. Persendian ini memungkinkan gerakan memutar. Misalnya persendian antara tulang atlas (ruas tulang leher I) dan tulang pemutar (ruas tulang leher kedua); gerak memutar pada tulang lengan bawah yaitu tulang radius dan ulna.



(d) Sendi elips: Pada persendian ini ujung tulang yang berbentuk oval masuk ke dalam tulang lain yang berbentuk elips, sehingga memungkinkan gerak kiri-kanan dan muka-belakang. Misalnya persendian antara tulang radius dengan tulang pergelangan tangan



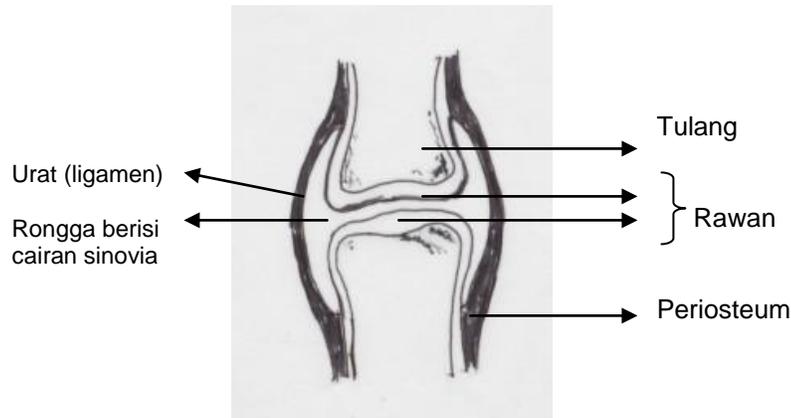
(e) Sendi pelana: Pada persendian ini, ujung tulang pertama berbentuk cekung masuk ke permukaan tulang kedua yang berbentuk cembung, sehingga memungkinkan terjadinya gerak dua arah kiri-kanan dan muka-belakang. Misalnya pada persendian antara tulang ibu jari dengan tulang telapak tangan.



(f) Sendi peluru: Permukaan sendi pertama berbentuk bongkol (bola) masuk ke permukaan sendi kedua yang berbentuk seperti mangkuk. Persendian semacam ini dapat menimbulkan gerak yang lebih bebas seperti memutar, menjauhi atau mendekati sumbu tubuh. Misalnya persendian antara tulang

lengan atas dengan tulang belikat; dan persendian antara tulang pinggul dengan tulang paha.

Persendian antara dua tulang dihubungkan dengan ligamen yang kuat, sehingga persendian dapat digerakkan dengan baik (tidak mudah lepas). Dalam bahasa sehari-hari ligamen ini dikenal sebagai “urat”. Pada sendi lutut terdapat cairan synovia sebanyak kira-kira 3 ml



**Gb. 3-8 Sendi lutut dengan ligamen (urat) dan cairan sinovia di dalam rongga sinovia**

#### **Kegiatan 3-2 a**

##### **Mengelompokkan tulang penyusun rangka manusia berdasarkan strukturnya**

- Bekerjalah dalam kelompok . gunakan model rangka tubuh manusia
- Kelompokkanlah tulang manakah yang tergolong tulang pendek, tulang panjang dan tulang tidak beraturan
- Diskusikan dalam kelompok, bagaimana struktur tulang-tulang tersebut dan mengapa dikelompokkan sebagai tulang pendek, tulang panjang dan tulang tak beraturan.
- Kesimpulan apakah yang dapat kamu peroleh berdasarkan hasil pengamatanmu?

#### **Kegiatan 3-2.b**

##### **Mengelompokkan berbagai tipe persendian**

- Perhatikanlah model rangka, kemudian kelompokkan persendian pada model rangka tersebut menjadi tipe sinartrosis, amphiartrrosis, dan diarthrosis.
- Untuk persendian diarthrosis, kelompokkan menjadi 6 tipe persendian seperti diuraikan di atas
- Buatlah tabel untuk mengelompokkan sambungan tulang mana saja yang tergolong dalam tipe persendian tersebut
- Kesimpulan apakah yang dapat kamu peroleh berdasarkan hasil pengamatanmu?

**Kegiatan 3-2.c**

**Mempraktekkan berbagai tipe gerakan sendi**

- Berdasarkan uraian tentang macam-macam gerakan sendi diarthrosis, cobalah praktekkan gerakan pada sendi putar, sendi pelana, sendi peluru, sendi engsel, sendi elips dan sendi geser.
- Praktekkan juga gerakan pada sendi amfiarthrosis

### **3.4. Kelainan dan Penyakit pada Sistem Gerak**

Berdasarkan uraian di atas, sistem gerak pada manusia tersusun atas sistem rangka, otot, dan persendian. Adanya gangguan pada salah satu sistem tersebut akan menimbulkan gangguan berupa kelainan atau penyakit pada sistem gerak. Beberapa kelainan dan gangguan pada sistem gerak diantaranya adalah:

- (1) Osteoporosis: Merupakan penyakit yang umumnya dialami oleh wanita usia lanjut, yang disebabkan oleh berkurangnya massa tulang atau jaringan tulang terutama pada tulang spongiosa. Pengurangan massa tulang ini disebabkan oleh usia lanjut, kurang olah raga, gangguan penyerapan vitamin D dan Calcium. Osteoporosis menyebabkan tulang rapuh terutama pada ruas tulang belakang dan tulang paha, tulang mengecil dan tubuh menjadi bungkuk
- (2) Patah tulang: terjadi akibat benturan keras. Ada patah tulang terbuka di mana tulang mencuat ke luar dari kulit, dan ada patah tulang tertutup. Bila terjadi patah tulang maka tulang harus dikembalikan pada posisi semula baik melalui operasi ataupun tanpa operasi. Setelah itu agar tulang berada pada posisi semula, maka perlu dibalut dengan gips untuk beberapa waktu lamanya.
- (3) Kyphosis: yaitu punggung yang bungkuk. Keadaan ini dapat disebabkan oleh TBC tulang belakang atau usia lanjut (osteoporosis)
- (4) Lordosis: merupakan kebalikan dari kyphosis, tulang pinggang melekuk ke dalam. Keadaan ini disebabkan oleh perut besar misalnya karena kegemukan atau pada masa kehamilan.
- (5) Skoliosis: Bila ruas tulang belakang membengkok ke arah samping membentuk huruf "S".
- (6) Arthritis: radang sendi, ditandai oleh sendi yang bengkak, merah, panas dan rasa sakit pada sendi. Gangguan ini dapat disebabkan oleh penimbunan asam urat pada sendi, infeksi mikroorganisme, beban yang terlalu berat pada sendi, dan proses penuaan.
- (7) Rheumatik: Adalah rasa sakit pada alat gerak otot, tulang dan sendi. Rheumatik sendi dikenal sebagai arthritis.
- (8) Keseleo : terjadi bila sendi terpuntir yang dapat disertai dengan lepasnya sendi. Tetapi ada pula yang tidak menyebabkan lepasnya sendi. Keseleo biasanya disertai dengan pembengkakan dan pecahnya pembuluh darah sehingga kulit memar dan rasa sakit.

- (9) Lepas sendi: bila sendi terlepas dari tempatnya disertai oleh robeknya ligamen.
- (10) Kram: disebabkan oleh kontraksi otot terus menerus yang menimbulkan rasa sakit. Dapat terjadi karena kelelahan pada waktu berolahraga, atau kedinginan. Pernahkah kamu mengalami kram? Ceriterakanlah bagaimana terjadinya dan apa yang kamu rasakan saat itu.

Kelainan dan gangguan pada sistem gerak yang diungkapkan di atas, hanya sebagian kecil dari gangguan sistem gerak yang sering terjadi. Masih banyak penyakit dan kelainan pada sistem gerak yang penyebabnya tidak mudah dipahami.

### **RANGKUMAN**

Setelah kamu mempelajari tentang sistem gerak pada manusia dan vertebrata, cobalah untuk menyimpulkan bahan ajar ini dengan menggunakan pertanyaan pengarah berikut ini:

1. Tersusun atas organ apa sajakah sistem gerak pada manusia dan vertebrata lainnya?
2. Mengapa tulang disebut alat gerak aktif, dan otot disebut alat gerak pasif?
3. Jelaskan beberapa macam cara gerak pada hewan vertebrata
4. Apa yang dimaksud dengan "sistem Havers"?
5. Bagian tubuh manakah yang tetap menjadi rawan dan tidak berubah menjadi tulang?
6. Sistem rangka terdiri atas komponen rangka penyusun sumbu tubuh dan rangka penyusun anggota tubuh, coba jelaskan komponen tulang penyusunnya.
7. Berdasarkan strukturnya, terdapat 3 macam tulang. Jelaskan ketiga macam tulang tersebut.
8. Jelaskan 3 macam tulang berdasarkan jaringan penyusunnya.
9. jelaskan bagaimana cara kerja otot yang antagonis dan cara kerja otot yang sinergis.
10. Jelaskan tentang 3 macam tipe otot
11. Organ tubuh manakah yang disusun oleh masing-masing tipe otot di atas?
12. Bagaimanakah otot memperoleh energi untuk kontraksi?
13. Jelaskan apa yang dimaksud dengan persendian sinarthrosis. dan contohnya
14. Jelaskan tentang persendian amfiarthrosis dan contohnya
15. Jelaskan tentang persendian diarthrosis
16. Berdasarkan tipe persendian diarthrosis terdapat 6 macam persendian yang memungkinkan terjadinya gerakan tertentu, Jelaskan keenam macam persendian tersebut beserta contohnya
17. Apa yang menyebabkan persendian antara dua tulang tidak dapat terlepas?
18. Jelaskan contoh penyakit akibat kelainan dan gangguan tulang
19. Jelaskan contoh penyakit akibat kelainan dan gangguan sendi
20. Jelaskan contoh penyakit akibat gangguan pada otot

**Tugas Pengayaan**

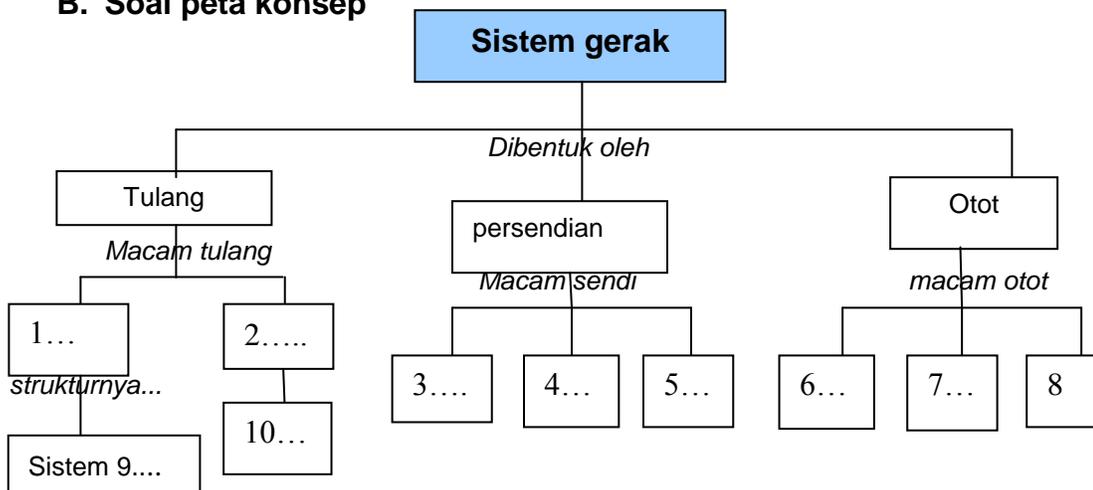
Kamu telah mempelajari tentang berbagai contoh penyakit akibat kelainan dan gangguan pada sistem gerak. Nah, cobalah mencari informasi dari berbagai sumber (buku, majalah, atau media lainnya) tentang cara mengatasi penyakit tersebut. Buatlah laporan sebagai tugas untuk dikumpulkan

**SOAL UNTUK LATIHAN**

**A. Jodohkanlah istilah yang terdapat pada kolom sebelah kiri dengan kolom sebelah kanan pada soal berikut ini:**

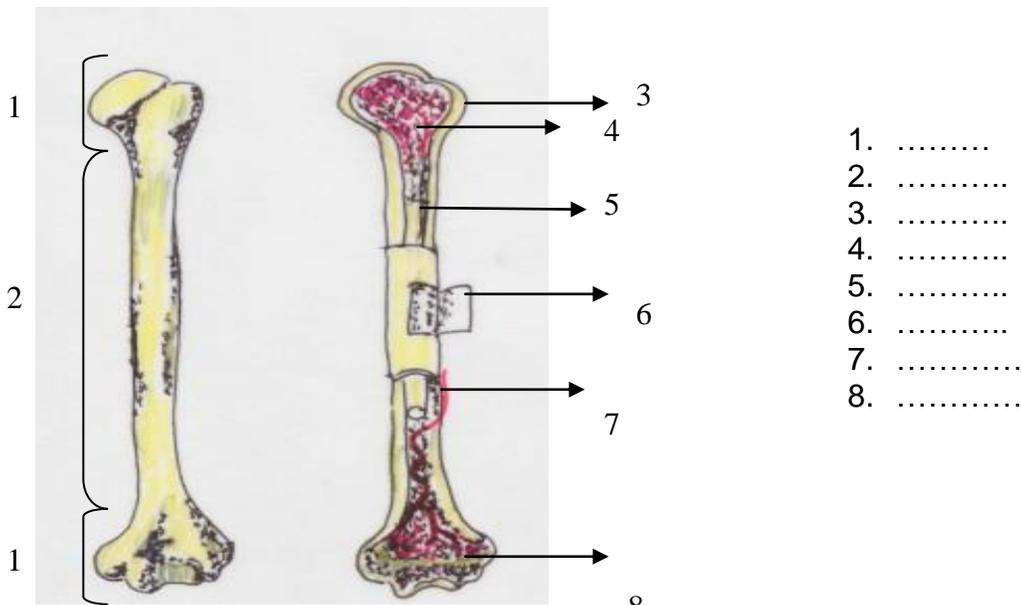
1. Humerus =.....	a Penyusun organ pencernaan
2. Sinarthrosis =.....	b TBC tulang
3. Radius dan ulna=.....	c Sendi siku dan sendi lutut
4. Tulang iga dan tulang dada=.....	d Gerak pada tulang lengan bawah
5. Sendi putar =...	e. Bekerja secara sadar
6. Tulang gelang bahu dan lengan atas =....	f. Tulang lengan atas
7. Otot polos =....	g Persendian pada tulang tengkorak
8. Otot jantung=.....	h Gerak tulang bahu dan tulang belikat
9. Otot lurik =....	l Amfiarthrosis
10. sendi engsel=.....	j Memperkuat sendi
11 sendi pelana=....	k Sendi peluru
12 sendi putar =.....	l Gerak pada tulang leher
13 sendi geser =...	m Bekerja secara sadar
14 kyphosis=...	n Bekerjanya secara otonom
15 ligamen=....	o kejang otot
	p gerak ibu jari

**B. Soal peta konsep**



**C. Soal Uraian Singkat**

1. Isilah titik-titik pada gambar berikut ini:



- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....
- 4. ....
- 5. ....
- 6. ....
- 7. ....
- 8. ....

Berdasarkan strukturnya tulang terdiri atas 3 macam yaitu:

- Tulang panjang, contohnya 9.....
- Tulang pendek, contohnya..10.....
- Tulang tak beraturan, contohnya 11.....

Otot rangka mempunyai struktur yang mirip dengan otot jantung, perbedaan cara kerja dan fungsi dari kedua otot ini adalah

	Otot rangka	Otot jantung
12. Cara kerja	.....	.....
13 Fungsi	.....	.....

Kelainan dan gangguan pada sistem gerak ada yang disebabkan karena usia lanjut. Sebutkan dua macam penyakit pada sistem gerak yang disebabkan oleh usia lanjut. 14..... 15.....

Penyakit TBC tulang dapat menyebabkan kelainan sistem gerak, yaitu 16.....

Keseleo disebabkan oleh 17.....