

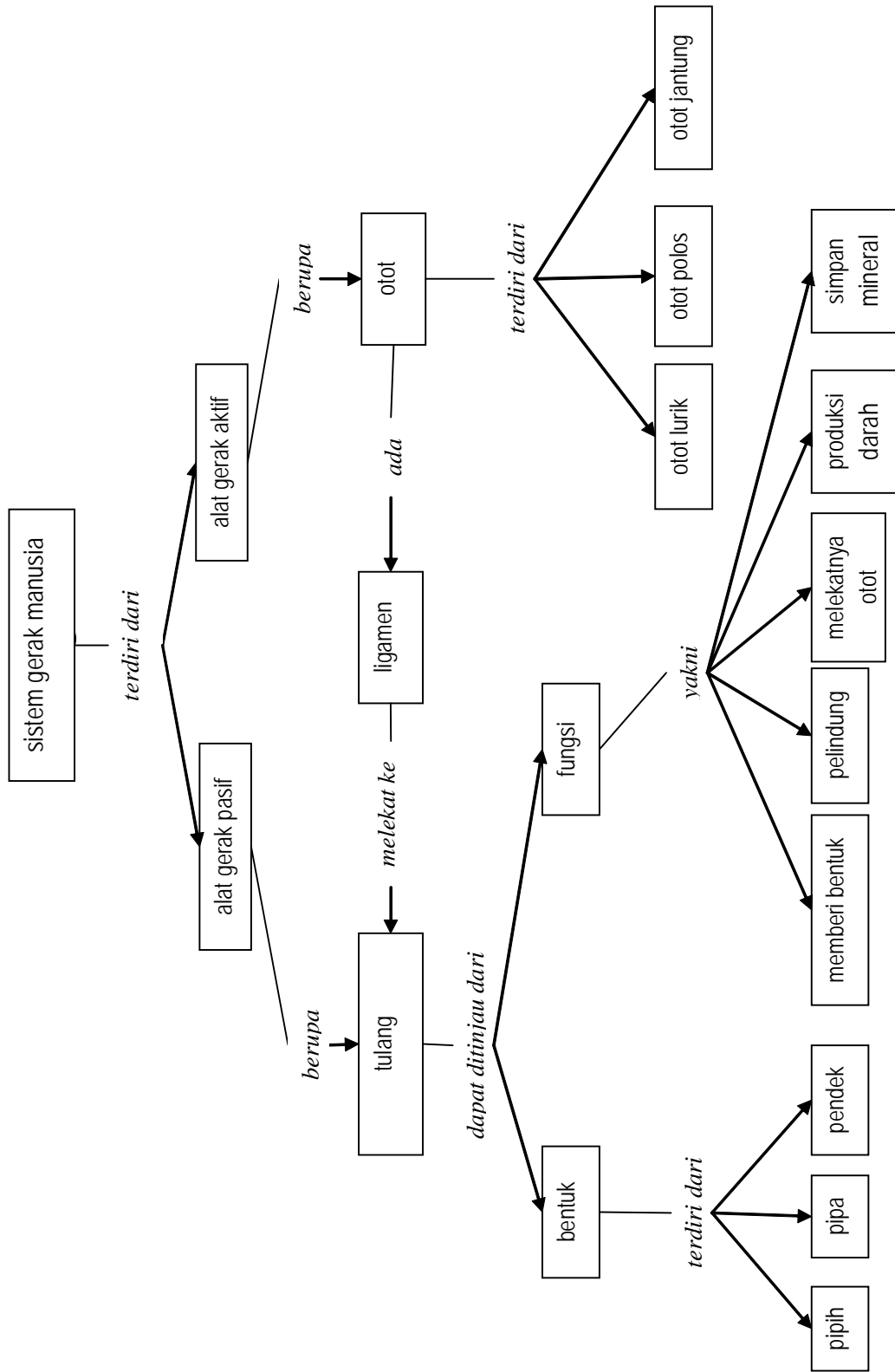
## BAB 2

# Sistem Gerak pada Manusia

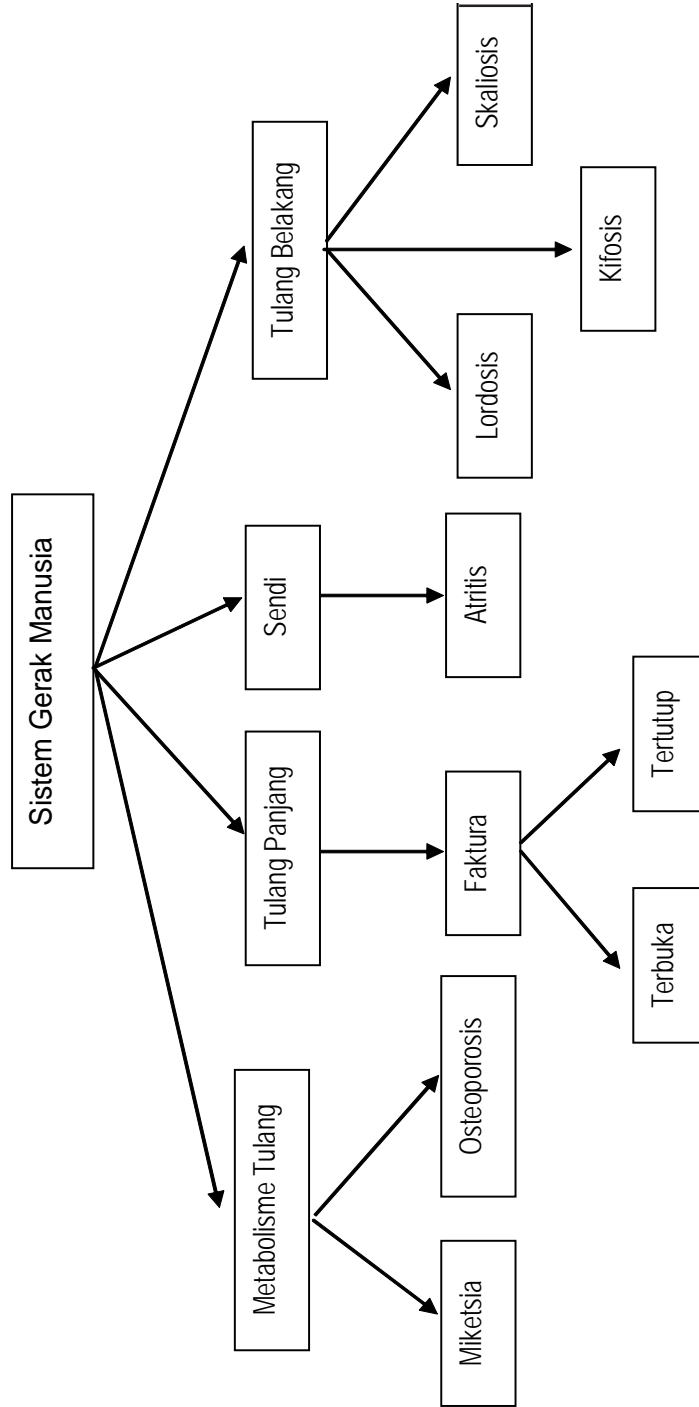
- A. Rangka
- B. Otot
- C. Kelainan pada Sistem Alat Gerak



**Peta Konsep Sistem Gerak pada Manusia**



Peta Konsep Kelainan Sistem Gerak pada Manusia





# Sistem Gerak pada Manusia

Tubuhmu memiliki bentuk tertentu. Tubuhmu memiliki rangka yang mendukung dan menjadikannya kuat. Tubuhmu juga memiliki komponen yang membuatnya dapat bergerak atau beraktivitas. Apa saja yang terlibat bila kamu melakukan gerak? Dalam Bab ini kamu akan mempelajari bagaimana tubuhmu melakukan gerak, dan bagian-bagian apa saja yang membuat tubuhmu bergerak. Sebagai langkah awal, lakukan *Kegiatan Penyelidikan* untuk mengeksplorasi bagian tubuhmu yang terlibat saat bergerak.

## Kegiatan Penyelidikan



Apa saja yang terlibat bila bagian tubuhmu melakukan kerja?

Apa yang dilakukan?

1. Siapkan sebuah penjepit jemuran dan *stop watch* atau jam yang memiliki penunjuk detik!
2. Peganglah sebuah penjepit jemuran di antara ibu jari dan jari telunjuk tangan! Tekan dan lepaskan penjepit jemuran tadi hingga membuka dan menutup dengan cepat. Lakukan berulang-ulang hingga kedua jari tanganmu lelah!
3. Raba dan pijitlah bagian jari-jari yang melakukan kerja! Adakah bagian yang keras? Disebut apakah bagian ini? Adakah bagian yang lunak? Disebut apakah bagian ini?



## Jurnal IPA

Dalam jurnal IPA-mu, catatlah bagian apa saja yang terlibat saat jari-jarimu melakukan kerja. Berdasarkan kegiatan di atas, menurut pendapatmu bagian keras atau lunakkah yang merasakan lelah?





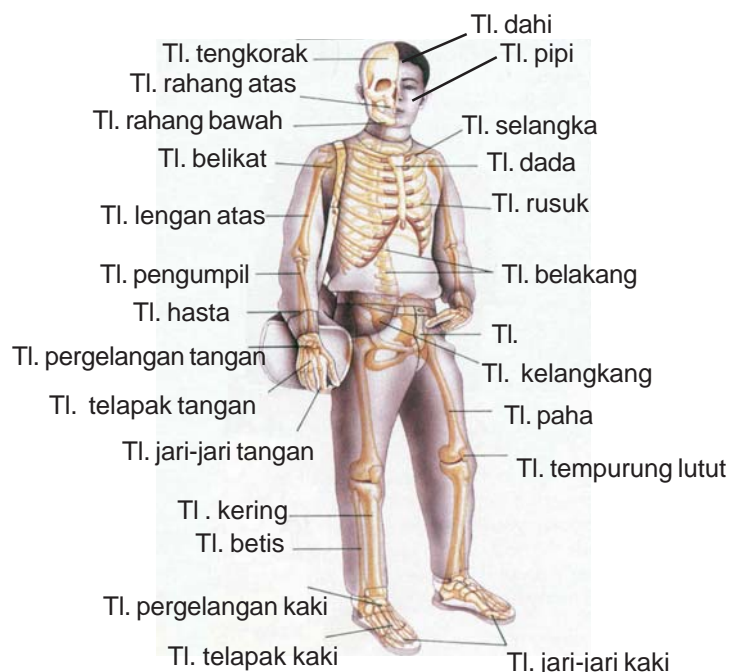
Pernahkah kamu melihat model rangka manusia di sekolahmu, di tempat praktik dokter atau di tempat lain? Bandingkan dengan Gambar 2.2. Apakah rangka tersebut terdiri atas tulang yang tersusun dari materi kering, seperti batu? Bagaimana dengan tulang-tulang di tubuhmu? Tulang-tulang di dalam tubuhmu adalah materi hidup. Masing-masing tulang dalam tubuhmu adalah organ hidup yang tersusun dari berbagai jaringan. Sel-sel di dalam tulang-tulang ini membutuhkan makanan dan energi seperti sel-sel lain dalam tubuhmu.

Semua tulang di tubuhmu membentuk **sistem rangka**. Karena mempunyai rangka, kamu bisa berjalan dan berlari. Rangka manusia mempunyai lima fungsi utama. **Pertama**, rangka memberi bentuk dan mendukung tubuh, seperti rangka rumah. **Kedua**, tulang-tulang melindungi organ-organ dalam, misalnya otak, jantung, dan paru-paru. Pada **Gambar 2.1**, terlihat bahwa tulang-tulang rusuk membentuk sangkar tulang yang melindungi jantung dan paru-paru. Selain itu, tengkorak yang keras melindungi otak. **Ketiga**, rangka adalah tempat melekatnya otot-otot utama tubuh, sedangkan otot-otot tersebut menggerakkan tulang. **Keempat**, bebe-rapa tulang mempunyai sumsum tulang merah yang membentuk sel-sel darah merah. Sumsum tulang adalah jaringan lunak di tengah-tengah tulang. **Kelima**, rangka adalah tempat utama untuk menyimpan mineral, yaitu kalsium dan fosfor yang digunakan di dalam tubuh. Kalsium dan fosfor membuat tulang menjadi keras.

Sebagai bagian dari sistem gerak, rangka tidak dapat bergerak sendiri tanpa digerakkan otot. Oleh karena itu rangka disebut **alat gerak pasif**.

## Kata-kata IPA

Rangka  
Tulang  
Periosteum  
Sumsum  
Sendi  
Ligamen



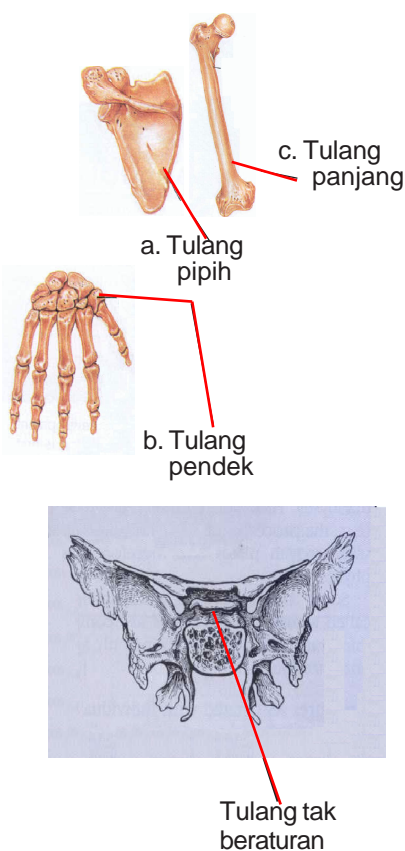
Sumber: Daniel Lucy, 1995

**Gambar 2.1**  
Tulang-tulang pada tubuh manusia.

## Tulang

Ambillah sebuah tulang ayam, kambing, sapi, atau hewan lain! Rabalah dan amati! Apa yang kamu temukan? Kamu akan menemukan bahwa tulang ini tidak halus. Ada benjolan, pinggiran, ujung bulat, titik-titik kasar, lekukan dan lubang. Masing-masing bagian ini mempunyai fungsi. Lekukan dan tonjolan dipergunakan sebagai tempat menempelnya otot. Lubang dipergunakan untuk keluar masuknya pembuluh-pembuluh darah dan saraf.

Rangkamu mempunyai  $\pm$  206 tulang dari berbagai ukuran dan bentuk. Tulang dikelompokkan berdasarkan bentuknya. Gambar 2.25. memperlihatkan tulang pipih (a), tulang panjang (c), tulang pendek (b), dan tak beraturan (d)



Sumber: Daniel Lucy, 1995

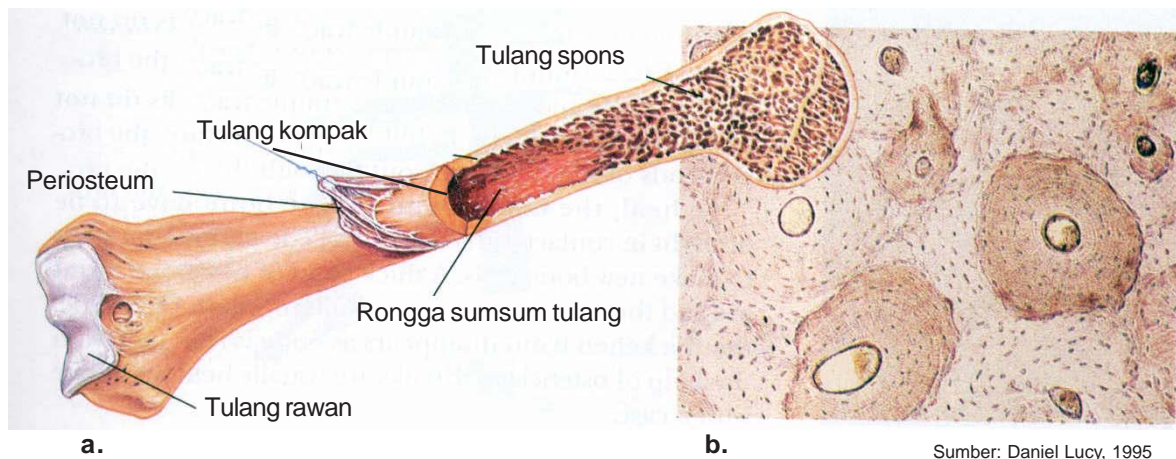
**Gambar 2.2**  
Bentuk-bentuk tulang

Ketika makan, tentunya kamu pernah mencoba memecahkan tulang paha ayam dengan gigimu. Keras bukan? Apakah seluruh bagian tulang tersebut keras? Ketika kamu berhasil memecahkan tulang, cobalah ingat-ingat bagian-bagian dalamnya! Bandingkan bagian yang kamu ingat dengan **Gambar 2.2**.

Tulang paha ayam adalah tulang panjang. Permukaan tulang yang panjang ditutup membran yang menempel dengan kuat, disebut **periosteum**. Pembuluh-pembuluh darah kecil pada periosteum membawa zat-zat makanan ke dalam tulang. Membran ini juga penting dalam pertumbuhan dan perbaikan tulang. Di bawah periosteum terdapat tulang kompak atau disebut juga tulang keras, yaitu suatu lapisan tulang yang keras dan kuat. Tulang kompak mengandung sel-sel tulang, pembuluh-pembuluh darah, zat kapur dan fosfor, serta serabut elastis. Komponen apa yang menyebabkan tulang ini menjadi keras? Untuk menjawab pertanyaan ini lakukan **Kegiatan 2.1**.Kerasnya tulang disebabkan adanya zat kapur dan fosfor. Serabut-serabut elastis mempertahankan tulang tetap kuat, tidak mudah rapuh atau patah.

Tulang spons dalam tulang pipa terdapat di daerah ujung tulang. Tulang spons kurang kompak dan mempunyai banyak ruang-ruang kecil terbuka yang membuat tulang menjadi ringan. Tulang panjang mempunyai lubang atau saluran yang besar. Saluran-saluran itu terdapat di tengah tulang panjang diisi oleh





Sumber: Daniel Lucy, 1995

**Gambar 2.3**

Bagian penyusun tulang:  
 a. penampang membujur tulang panjang,  
 b. penampang melintang tulang keras.

jaringan berlemak yang disebut **sumsum**. Sumsum merah tulang berada di daerah tulang panjang bagian ujung di antara tulang spons, sedangkan sumsum kuning berada di tulang panjang bagian tengah dan sebagian besar berisi lemak. Pada orang sehat, sumsum tulang merah menghasilkan sel-sel darah merah dengan kecepatan sampai tiga juta sel per detik. Sel-sel darah putih juga dihasilkan di dalam sumsum tulang, tetapi lebih sedikit jumlahnya.

Ujung tulang panjangmu ditutup dengan suatu lapisan jaringan tebal lunak dan lentur, yang disebut **tulang rawan** (kartilago). Perhatikan **Gambar 2.3!**

Tulang rawan tersusun atas sel-sel yang dikelilingi oleh matriks protein yang dihasilkan oleh sel-sel tersebut. Selain di ujung-ujung tulang panjang, tulang rawan juga bisa ditemukan di ujung-ujung tulang rusuk, dinding saluran pernapasan, hidung, dan telinga.



### Pengamatan

## Apa yang menyebabkan tulang menjadi keras?

*Untuk mendukung berat tubuhmu, tulang harus keras. Jika tulang lunak, kamu tidak akan dapat berlari, berdiri, atau bahkan duduk. Zat apa yang menyebabkan tulang menjadi keras?*

### Apa yang dilakukan?

1. Siapkan 2 buah tulang ayam yang sama jenis dan besarnya, misalnya tulang paha!
2. Ambillah dua botol bermulut lebar yang mempunyai tutup misalnya botol selai (seperti gambar di samping)! Isilah botol satu dengan air cuka yang biasa digunakan untuk memasak dan dapat dibeli di toko-toko, sampai bisa menenggelamkan tulang di dalam botol. Tuangkan air sama banyak dengan air cuka dalam botol satu! Beri label masing-masing botol tersebut!

3. Amati keadaan masing-masing tulang tersebut dengan cara membengkokkannya! Bagaimana hasilnya? Masukkan satu tulang ayam ke dalam botol berisi air cuka, dan satu tulang ayam lain ke dalam botol berisi air! Tutuplah botol-botol tersebut dan simpanlah keduanya selama empat hari!
4. Perkirakan apa yang akan terjadi pada tulang-tulang tersebut di hari ke empat! Catat perkiraanmu dalam buku catatanmu!
5. Sesudah empat hari, ambillah masing-masing tulang dari wadahnya dan cucilah dengan bersih! Amati keadaan tulang-tulang tersebut dengan cara membengkokkannya! Bagaimana tulang-tulang itu sekarang? Tulislah hasil pengamatan-mu dalam tabel pengamatan buatanmu!

### Kesimpulan dan Penerapan

1. Berbedakah tulang yang direndam dalam air cuka dengan yang direndam di dalam air? Apa fungsi air cuka dalam perendaman di atas?
2. Jelaskan perbedaannya! Cocokkan penjelasanmu dengan perkiraan yang telah kamu susun dalam buku catatanmu!!
3. Berdasarkan hasil pengamatan, menurut pendapatmu apa yang menyebabkan tulang menjadi keras? Materi apa yang masih tertinggal di dalam larutan setelah tulang direndam selama empat hari dalam air cuka? Bagaimana sifat materi ini?

### Diskusi

Cermati kembali data yang kamu peroleh dan langkah kerja yang telah kamu lakukan! Identifikasi apa saja yang kamu anggap baik dan berhasil, dan apa saja yang masih perlu diperbaiki? Catat hasil diskusimu dalam jurnalmu!

#### Kaitan dengan Kimia

Salah satu mineral yang ditemukan dalam tulang adalah kalsium karbonat. Senyawa ini terkandung dalam lapisan tanah hingga 3,6 persen. Bagaimana hubungan antara kalsium karbonat dan batu kapur? Batu kapur ini dibentuk dari apa?



AIR CUKA

AIR





## Merancang Pengamatan Mangamati Tulang

Tulang adalah organ hidup dan tersusun dari berbagai macam jaringan. Jaringan utama apa saja yang menyusun tulang? Seperti apakah jaringan-jaringan itu?

Kamu akan menentukan suatu cara untuk mengamati tulang. Tugasmu pada kegiatan ini adalah melengkapi cara mengidentifikasi, melaksanakan identifikasi dan mendeskripsikan bagian-bagian tulang sapi/kambing/ ayam atau hewan lain. Salah satu cara mengamati tulang diuraikan seperti di bawah ini!

### Berpikir kritis

Sebutkan beberapa cara mengamati tulang! Bagaimana kamu mengidentifikasi berbagai jaringan di dalamnya?

### Alat dan bahan

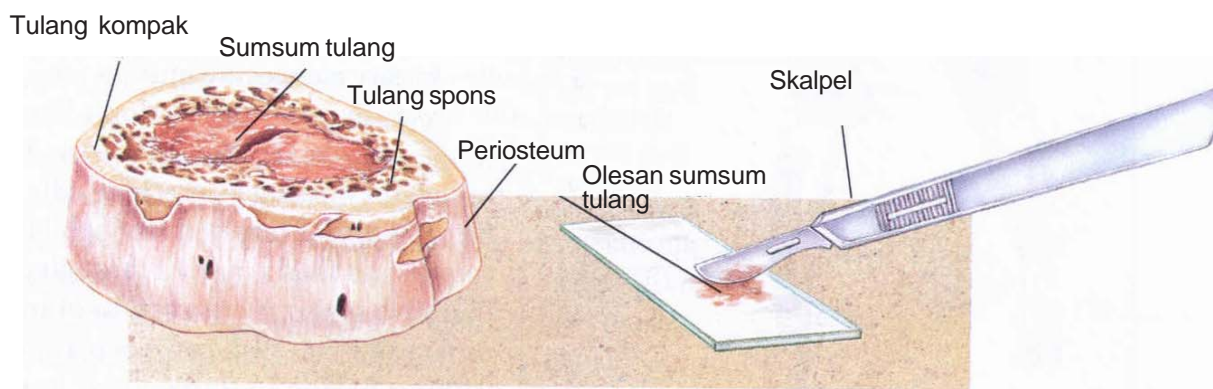
Dalam kelompok kooperatif, kamu akan menggunakan:

- tulang
- lup
- skalpel /silet/pisau kecil yang tajam
- kaca benda
- kaca penutup
- pipet tetes
- air
- mikroskop

### Apa yang harus kamu lakukan!

1. Buatlah sebuah tabel data untuk mencatat bagian-bagian tulang yang diamati dan penjelasannya!
2. Ambillah sebuah tulang sapi atau tulang lain yang telah dipotong melintang!
3. Amati tulang tersebut dengan lup! Identifikasi bagian-bagian tulang berupa periosteum, tulang kompak, tulang spons, dan sumsum tulang!
4. Gambarlah sebuah diagram tulang dan berilah label bagian-bagian yang telah dapat kamu kenali! Pada tabel tersebut, deskripsikan masing-masing bagian tersebut!
5. Gunakan skalpel untuk mengambil sedikit sumsum tulang merah!

**Perhatian:** Berhati-hatilah dalam menggunakan alat-alat tajam!



6. Buatlah sediaan basah dari sumsum tulang tersebut di atas kaca benda untuk diamati di bawah mikroskop! Amati dengan perbesaran lemah! Deskripsikan dan gambar apa yang kamu amati!

Cacatan: Apabila kamu belum bisa membuat sediaan basah atau menggunakan mikroskop dengan benar, mintalah gurumu untuk memberi contoh dengan memperagakannya!

#### Menyimpulkan dan tukar hasil

1. Bagian-bagian apa saja yang dapat kamu identifikasi pada sediaan tulang?
2. Deskripsikan bagian-bagian tulang yang mengandung sumsum!
3. Ciri khusus apa saja yang dapat membedakan bagian tulang satu dengan bagian-bagian tulang yang lain?
4. Di manakah kamu bisa menemukan tulang spons dan tulang kompak? Berdasarkan letaknya, bandingkan fungsi masing-masing tulang!

5. Dari pengamatanmu, di manakah sebagian besar kalsium disimpan di dalam tulang panjang?

#### Langkah selanjutnya

1. Apabila menurutmu langkah kerja di atas kurang lengkap, *lengkapilah* langkah kerja tersebut, atau *rancanglah* cara lain untuk mengamati bagian-bagian tulang!
2. *Bandingkan* tulang paha sapi dengan tulang paha ayam! Apa persamaan dan perbedaannya? Dapatkah kamu menemukan penyesuaian pada tulang ayam yang berhubungan dengan kemampuan ayam untuk bisa terbang?

#### Diskusi

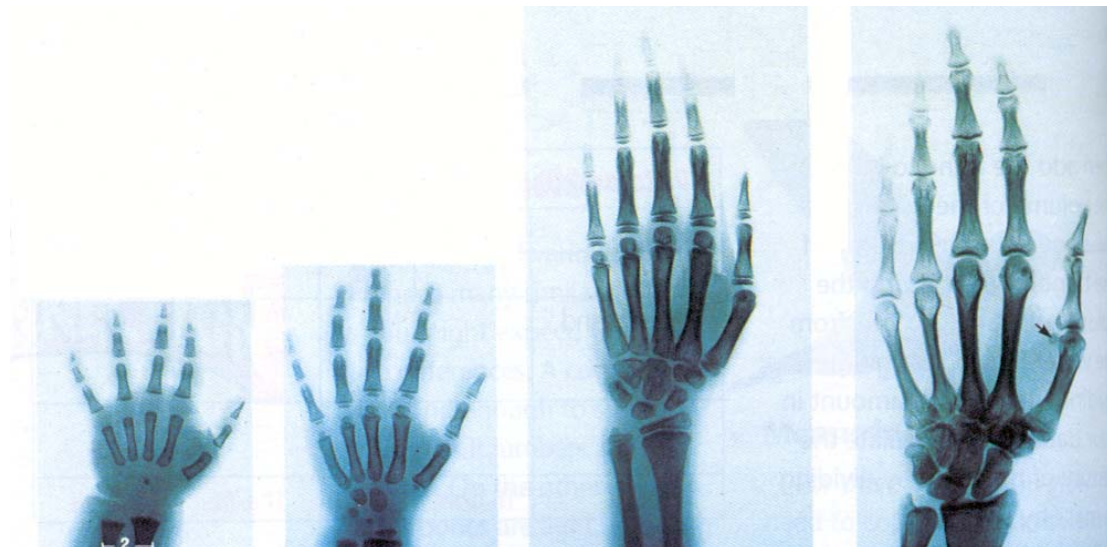
Cermati kembali data yang kamu peroleh dan langkah kerja yang telah kamu lakukan! Identifikasi apa saja yang kamu anggap baik dan berhasil, dan apa saja yang masih perlu diperbaiki dalam kegiatan ini!

---

## Perkembangan Tulang

Sebelum lahir, rangkamu sebagian besar merupakan tulang rawan. Tulang rawan ini perlahan-lahan dihancurkan dan digantikan dengan jaringan tulang keras oleh sel-sel pembentuk tulang yang disebut **osteoblast**. Perhatikan **Gambar 2.4!** Sel-sel ini menyimpan kalsium dan fosfor yang membuat jaringan tulang menjadi keras. Saat lahir, rangkamu tersusun lebih dari 206 tulang yang sekarang kamu miliki. Saat kamu berkembang, beberapa tulang bersatu .

Jaringan tulang yang sehat selalu dinamis, yaitu selalu dibentuk dan dirombak. Tulang selalu dirombak oleh jenis sel tulang yang disebut **osteoklast**. Osteoklast berfungsi menghancurkan jaringan tulang dan membebaskan kalsium dan fosfor. Proses pembentukan dan perombakan tulang ini mempertahankan kandungan kalsium dan fosfor dalam aliran darahmu pada tingkat yang kurang lebih sama.



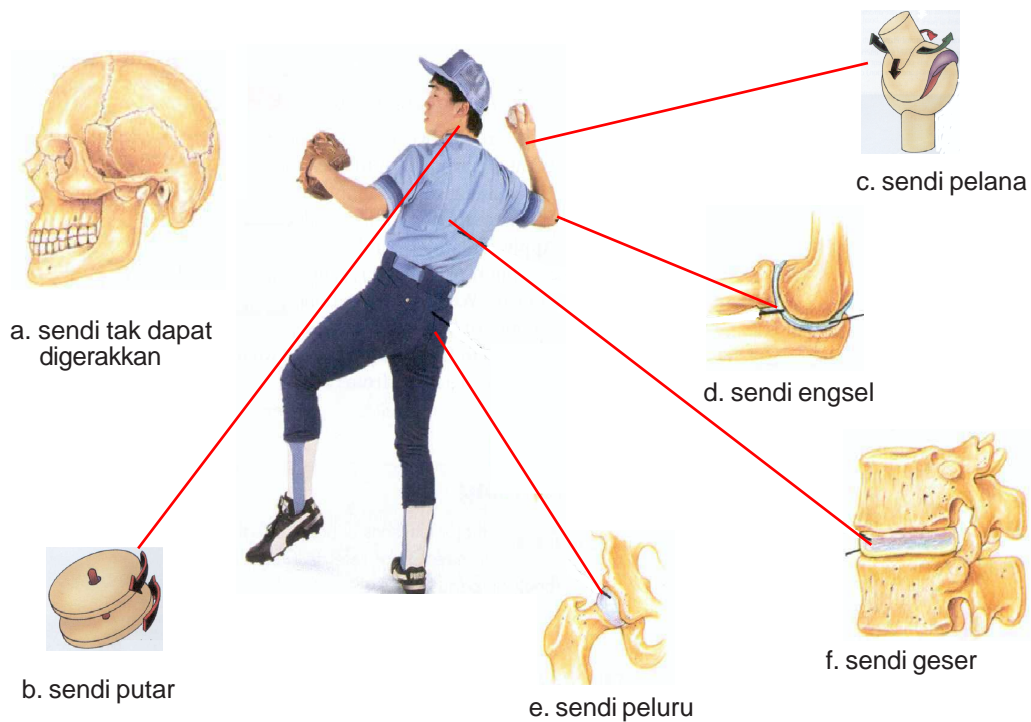
**Gambar 2.4**  
Perkembangan tulang.

## Sendi

Ingat kembali berbagai gerakan yang kamu lakukan pagi ini saat mempersiapkan diri berangkat ke sekolah. Kamu membuka mulut untuk menguap, mengunyah makan pagi, menggosok gigi, dan menjulurkan tangan untuk memutar gagang pintu saat ke luar rumah. Apakah gerakan-gerakan ini bisa dilakukan tanpa membengkokkan bagian-bagian tubuhmu? Apakah yang membuat bagian-bagian tubuhmu membengkok? Gerakan-gerakan ini terjadi karena rangkamu mempunyai sendi. Perhatikan **Gambar 2.5!**

Cobalah bengkokkan sikumu! Putarlah tanganmu dengan berpangkal di bahu. Tolehkan kepalamu ke kanan dan ke kiri! Apakah ketiga bagian tersebut dapat membuat gerakan yang persis sama? Untuk dapat menjawabnya, lakukan kegiatan dalam **Lab Mini 2.1**.

Sesuai dengan kegiatan yang kamu lakukan dalam **Lab Mini 2.1**, mengapa mengapa kamu bisa melakukan gerakan? Gerakan di atas terjadi karena keberadaan sendi. **Sendi** merupakan tempat bertemunya dua tulang atau lebih. Pertemuan dua tulang diikat oleh ligamen agar tidak lepas. **Ligamen** adalah jaringan berbentuk pita yang tersusun dari serabut-serabut liat yang mengikat tulang satu dengan tulang lain pada sendi. Banyak sendi, seperti sendi pada lututmu, diikat oleh lebih dari satu ligamen.



Sumber: Daniel Lucy, 1995

**Gambar 2.5**

Berbagai sendi pada tubuh manusia.



### Lab Mini 2.1

#### Apakah kamu membutuhkan sendi?

1. Dengan menggunakan ibu jari dan empat jari lainnya, ambillah sebuah pensil! Cobalah beberapa kegiatan lain! Kancingkan bajumu! Ikatlah tali sepatumu! Tulislah namamu! Mudahkah untuk melakukan kegiatan-kegiatan tersebut? Buatlah tabel pengamatan yang sesuai! Catat hasil pengamatanmu di dalam tabel tersebut!
2. Ikatlah ibu jari tangan kananmu dengan keempat jari yang lain dengan pita kain atau tali seperti pada gambar di samping, sehingga jari-jarimu tidak dapat dibengkokkan dan ibu jarimu tidak bisa digerakkan!
3. Ambillah sebuah pensil! Mudahkah untuk mengambilnya?
4. Cobalah beberapa kegiatan lain seperti no. 1 di atas! Catat juga hasil pengamatanmu di dalam tabel pengamatan! Bandingkan kemudahan dalam melakukan kegiatan dengan jari-jari yang tidak diikat dengan jari yang diikat!

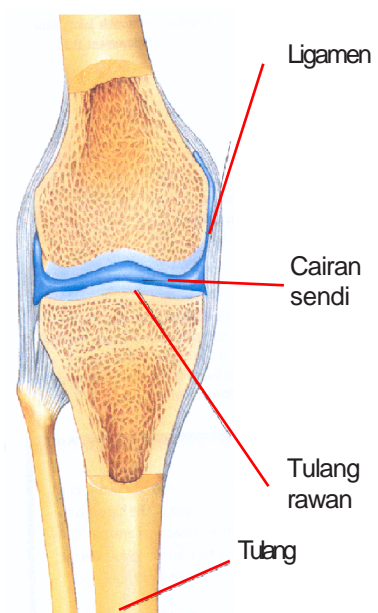
Ada beberapa macam sendi pada tubuhmu, seperti pada **Gambar 2.5**. Sendi dikelompokkan menjadi dua, yaitu sendi yang dapat digerakkan dan yang tidak dapat digerakkan. **Sendi yang tidak dapat digerakkan** tidak bergerak sama sekali atau memungkinkan terjadinya sedikit gerakan. Contoh sendi ini adalah sendi pada tulang-tulang tengkorak dan pinggulmu (a). **Sendi yang dapat digerakkan** memungkinkan tubuh membuat banyak variasi gerak. Jenis-jenis sendi yang dapat digerakkan adalah sendi putar, sendi peluru, sendi engsel, sendi geser, dan sendi pelana. Pada **sendi putar (b)**, ujung tulang satu berfungsi sebagai poros dan ujung tulang yang lain berbentuk cincin yang dapat berputar pada poros tersebut. Sendi putar terdapat antara tulang tengkorak dengan tulang leher. **Sendi peluru (e)** merupakan hubungan antara satu tulang yang mempunyai satu ujung bulat yang masuk ke ujung tulang lain yang berongga seperti mangkok. Sendi ini bisa membentuk gerakan paling bebas di antara sendi-sendi lain. Contoh sendi peluru adalah sendi antara tulang pinggul dan tulang paha, serta antara tulang lengan atas dan tulang belikat.

Jenis sendi ketiga adalah sendi engsel. **Sendi engsel (d)** mempunyai gerakan satu arah, ada yang ke depan dan ada yang ke belakang seperti engsel pintu. Sendi-sendi pada siku, lutut, dan jari adalah contoh sendi engsel. Jenis sendi yang keempat adalah **sendi geser (f)**. Pada sendi geser satu bagian tulang bergerak menggeser di atas tulang lain. Contoh sendi geser berada pada tulang-tulang pergelangan tangan dan pergelangan kaki dan di antara tulang belakang. Sendi geser merupakan sendi yang paling sering digunakan. Kamu tidak dapat menulis, mengambil kaus kaki, atau naik tangga tanpa menggunakan sendi geser.

**Sendi pelana (c)** merupakan pertemuan dua tulang yang berbentuk seperti pelana. Sendi ini bisa menggerakkan tulang ke dua arah, yaitu muka-belakang dan ke samping. Contoh sendi ini adalah pada pangkal ibu jarimu.

Tulang rawan membantu gerakan sendi menjadi lebih mudah. Tulang rawan membungkus ujung-ujung tulang pada sendi yang dapat bergerak. Perhatikan **Gambar 2.6**

Telinga luarmu dan ujung hidung tersusun dari tulang rawan. Lempeng tulang rawan yang disebut diskus juga



Sumber: Daniel Lucy, 1995

**Gambar 2.6**  
Susunan sendi yang bisa bergerak.



ditemukan di antara tulang belakang. Di antara ruas-ruas tulang belakang, lempeng tulang rawan juga berfungsi sebagai bantal yang melindungi sumsum tulang belakang dari luka.

## Intisari Subbab



1. Jelaskan, apa fungsi rangka, tulang, dan sendi.
2. Sebutkan tiga macam bentuk tulang, serta contoh macam tulang tersebut dalam dirimu.
3. **Berpikir kritis:** Tulang rawan lebih lunak daripada tulang keras. Jika demikian, mengapa tulang rawan diperlukan ?



### *Bina Keterampilan*

#### Mengenal Sebab Akibat

Jelaskan apa yang terjadi pada rangka, tulang, dan sendi pada tubuhmu, saat kamu mengangkat barbel dari lantai hingga sampai di atas kepalamu.

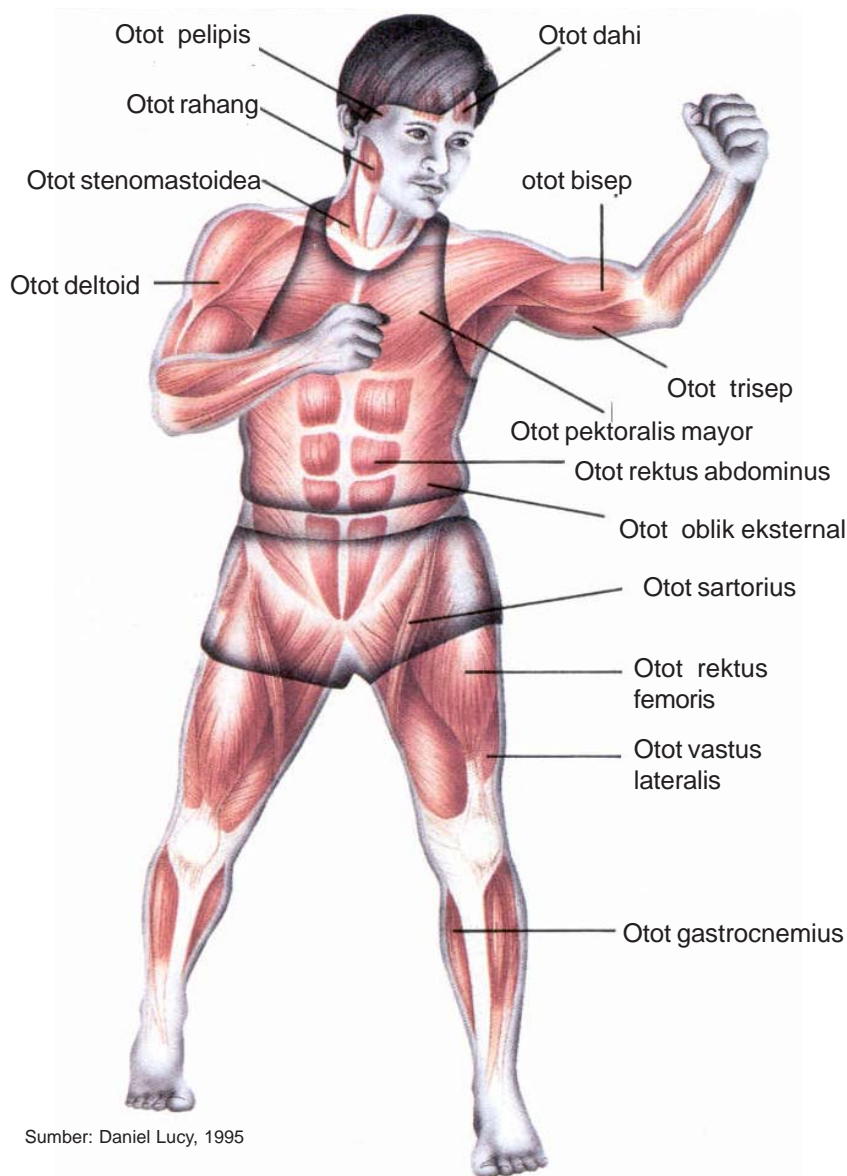




Tanpa otot, tulang dan sendimu tidak memiliki kekuatan untuk bergerak. Otot adalah penggerak bagian-bagian tubuh, sehingga otot disebut **alat gerak aktif**. Hampir 35 hingga 40 persen massa tubuhmu adalah jaringan otot. Cobalah perhatikan, setiap saat selalu ada gerakan yang terjadi di tubuhmu. Banyak sistem dalam tubuhmu mempunyai beberapa macam jaringan otot. **Otot** adalah organ yang dapat berkontraksi menjadi lebih pendek. Karena kontraksi ini, bagian-bagian tubuhmu bergerak. Dalam kontraksi ini diperlukan energi.

### Kata-kata IPA

- Otot
- Otot polos
- Otot lurik
- Otot jantung
- Otot berpasangan



Sumber: Daniel Lucy, 1995

**Gambar 2.7**

Macam-macam otot pada tubuh manusia.



### Kegiatan 2.3

## Pengamatan Seberapa besar ototmu?

Kamu menggunakan ototmu untuk menggerakkan tulang sehingga bagian tubuhmu bisa bergerak sesuai keinginanmu. Pernahkah kamu memikirkan bagaimana ototmu bekerja?



### Langkah kerja

1. Luruskan tanganmu di atas meja dengan santai! Lingkarkan pita meteran pada lengan atasmu untuk mengukur besar lengan atas saat relaksasi! Apabila tidak tersedia pita meteran, gunakan benang atau tali untuk dilingkarkan di lengan atasmu. Kemudian ukur panjang tali sebatas yang melingkar di lengan dengan penggaris! Buatlah tabel pengamatan yang sesuai, dan catat data pengukuran pada tabel tersebut!
2. Bengkokkan tanganmu ke atas sambil mengepal! Ukurlah besar lengan atasmu lagi seperti pada no. 1! Catatlah datamu pada tabel pengamatan!
3. Bagaimana perubahan besar lengan atas ketika kamu membengkokkan tanganmu?
4. Apa yang terjadi pada otot lenganmu saat perubahan ini? Apakah ototmu menjadi besar, memendek dan memampat?
5. Tulislah pendapatmu tentang kejadian saat kamu meluruskan dan membengkokkan tangan!

Pada **Kegiatan 2.7** kamu telah mengamati bahwa diameter otot lenganmu bisa membesar dan mengecil saat bergerak. Saat diameter lenganmu membesar, otot lenganmu dalam keadaan kontraksi, sebaliknya saat diameter lenganmu mengecil, otot lenganmu dalam keadaan relaksasi.

Cobalah kedipkan matamu! Bengkokkan lenganmu! Dapatkah kamu mengendalikan gerakan-gerakan tersebut? Gerakan-gerakan ini merupakan hasil dari kegiatan otot-otot sadar. Sekarang, cobalah hentikan gerakan ususmu! Hentikan denyut jantungmu! Dapatkah kamu mengendalikan kedua gerakan ini? Tidak bukan? Gerakan ini ditimbulkan oleh otot tak sadar.

**Otot sadar** adalah otot yang bisa kamu kontrol. Otot tangan dan kakimu serta otot-otot muka adalah otot sadar. Kamu dapat menentukan apakah menggerakkan atau tidak menggerakkan suatu otot sadar. Sebaliknya, **otot-otot tak sadar** adalah otot-otot yang tidak bisa kamu kontrol secara sadar. Kamu tidak bisa mengendalikan otot-otot ini untuk bekerja. Otot-otot tak sadar bekerja sepanjang hari, sepanjang hidupmu di luar kesadaran. Darah dipompa melalui pembuluh-pembuluh darah, dan makanan bergerak melalui sistem pencernaanmu merupakan hasil gerakan otot tak sadar. Kamu dapat tidur dengan pulas di malam hari tanpa harus memikirkan bagaimana caranya agar otot-otot ini tetap bekerja.

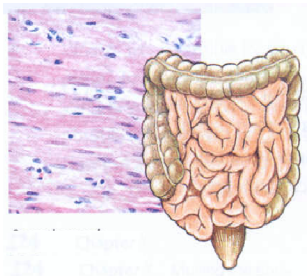
## Tiga Jenis Jaringan Otot

Ada tiga jenis jaringan otot di dalam tubuhmu: yaitu otot rangka, otot polos, dan otot jantung. Perhatikan **Gambar 2.8**. **Otot lurik** adalah otot yang paling banyak di dalam tubuh. Di bawah mikroskop, sel-sel otot rangka terlihat bergaris-garis melintang. Otot rangka melekat pada tulang dengan perantaraan tendon. **Tendon** adalah pita tebal, berserat, dan liat yang melekatkan otot pada tulang. Otot rangka tergolong otot sadar. Kamu bisa mengontrol penggunaan otot ini. Kamu bisa menentukan kapan berjalan dan kapan tidak. Otot rangka cenderung cepat berkontraksi dan cepat lelah.

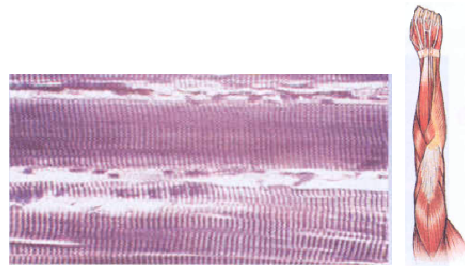


### IPA dan Matematika

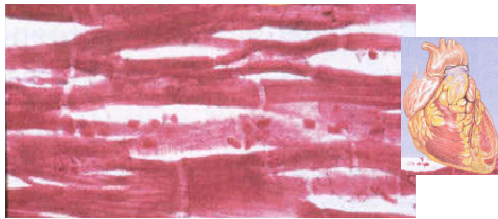
Karena latihan teratur, kecepatan denyut jantung pada saat istirahat dapat diturunkan dari 76 denyut jantung per menit menjadi 66. Bila saat istirahatmu 8 jam setiap hari, hitunglah berapa denyut jantung bisa dihemat yang mampu dilakukan oleh otot jantung setiap hari!



a. Otot polos



b. Otot lurik



c. Otot jantung

Sumber: Daniel Lucy, 1995

**Gambar 2.8**  
Tiga macam jaringan otot.

**Otot polos** tergolong otot tidak sadar. Otot polos terdapat pada dinding lambung, usus halus, rahim, kantung empedu, dan pembuluh darah. Otot polos berkontraksi dan berelaksasi dengan lambat. Otot-otot itu tidak bergaris.

Jenis otot ketiga adalah **otot jantung**. Otot jantung hanya ditemukan di jantung. Otot jantung juga tergolong otot tidak sadar. Seperti dapat kamu lihat pada **Tabel 2.1**, otot jantung mempunyai garis-garis seperti otot rangka. Sebaliknya, otot jantung mirip otot polos karena tergolong otot tidak sadar. Otot jantung berkontraksi sekitar 70 kali per menit sepanjang hari selama hidupmu. Kamu mengetahui bahwa otot jantung berkontraksi pada saat jantung berdenyut. Otot ini tidak dapat dikontrol oleh kemauan sadarmu.

**Tabel 2.1.**  
**Perbandingan tiga macam otot penyusun tubuh**

	Macam-macam otot		
	Otot polos	Otot lurik	Otot jantung
Kontrol :	tak sadar	sadar	tak sadar
Ciri-ciri :	polos	bergaris	bergaris
Tempat :	organ-organ dalam	rangka	jantung

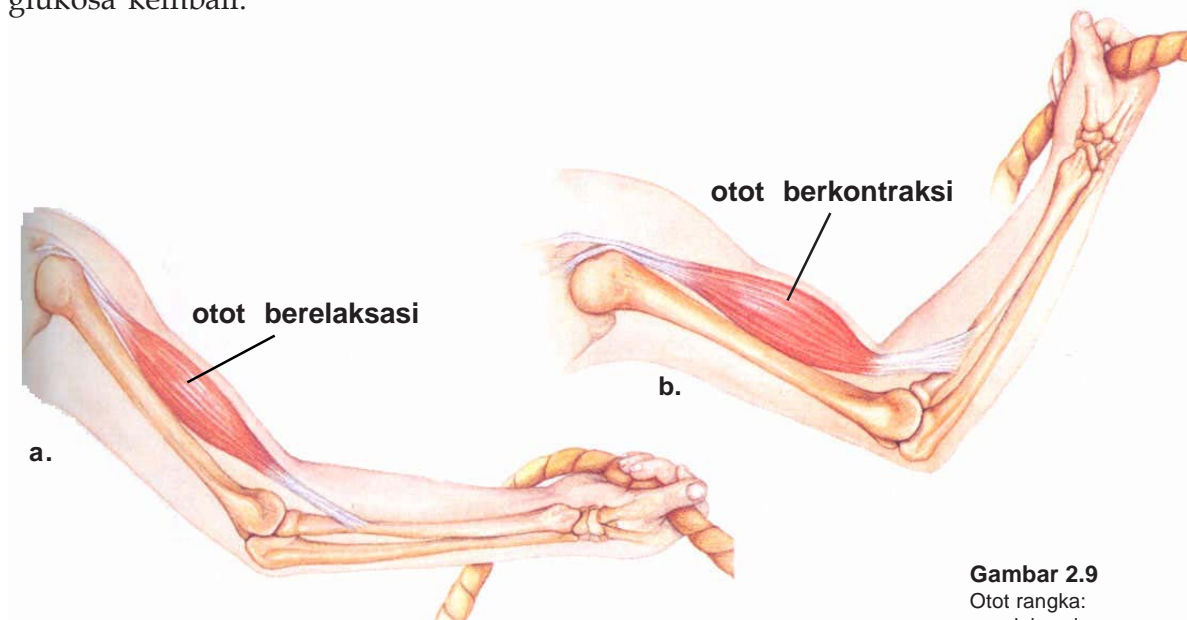
## Kerja Otot

Gerakan otot rangka adalah hasil kerja otot secara berpasangan. Saat satu otot dari pasangan tersebut berkontraksi, otot yang lain berelaksasi, atau kembali pada panjang semula. Bila suatu berkas otot berkontraksi, otot menjadi lebih pendek, berdiameter lebih besar, dan lebih keras. Sebaliknya bila berkas otot berelaksasi, maka otot menjadi lebih panjang, berdiameter lebih kecil, dan lebih lunak. Duduklah tegak dengan kaki di atas lantai. Dengan lambat angkatlah tungkai kanan sehingga lurus ke depan. Perlahan-lahan turunkan tungkaimu sehingga kaki kanan berada di atas lantai kembali. Ketika kamu meluruskan kaki, otot pada bagian atas tungkaimu berkontraksi. Kontraksi ini menyebabkan tulang-tulang tungkai bawahmu ditarik lurus ke atas. Otot-otot selalu menarik, tidak pernah mendorong. Ketika tungkaimu bergerak ke bawah, otot-otot di belakang tungkai atasmu berkontraksi untuk menarik tungkai ke arah bawah.

Saat berkontraksi, otot-ototmu menggunakan energi. Otot menggunakan energi kimia dalam bentuk glukosa. Saat glukosa terurai, energi kimia berubah menjadi energi mekanis dan otot-otot berkontraksi. Ketika pasokan glukosa dalam otot habis digunakan, otot menjadi lelah. Otot memerlukan istirahat. Selama istirahat, otot dipasok dengan glukosa kembali.

### Berfikir Kritis

Sel-sel otot mengandung suatu protein yang disebut mioglobin yang mirip dengan hemoglobin di dalam sel-sel darah merah. Hemoglobin adalah pigmen merah yang membawa oksigen. Dari informasi ini, apa yang dapat kamu simpulkan tentang mioglobin?



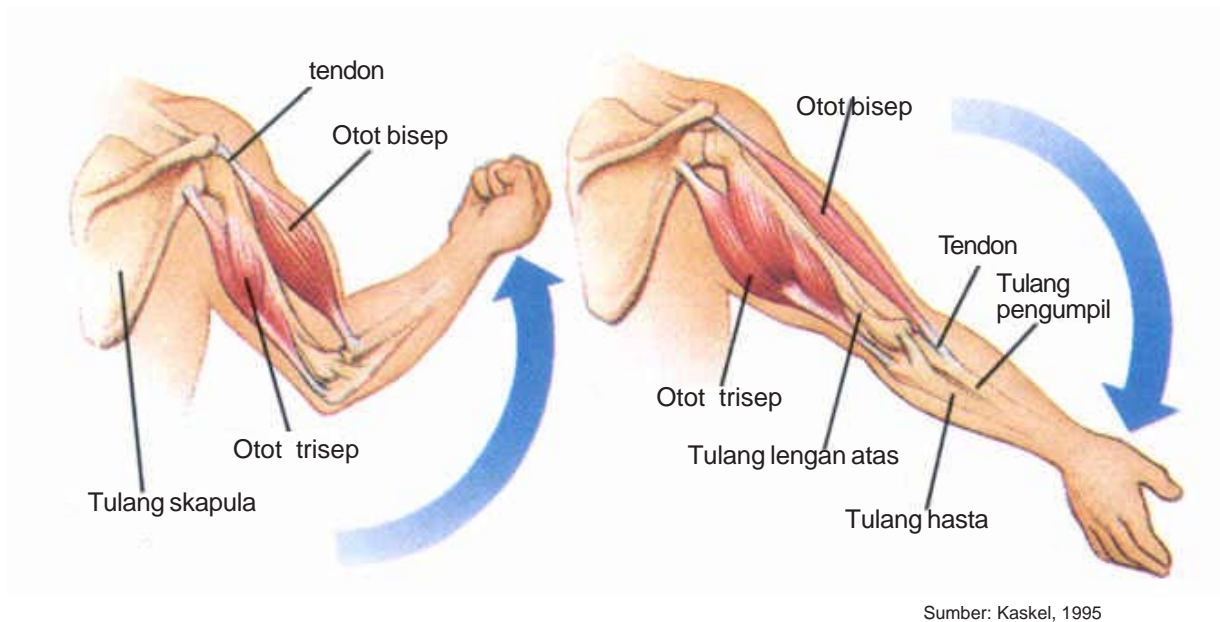
Sumber: Daniel Lucy, 1995

**Gambar 2.9**  
Otot rangka:  
a. relaksasi,  
b. kontraksi.



Otot juga menghasilkan energi panas ketika berkontraksi. Panas yang dihasilkan oleh kontraksi otot membantu mempertahankan suhu tubuhmu pada tingkat yang tetap.

Otot rangka yang melakukan banyak tugas, seperti tangan kananmu menjadi lebih besar dan kuat. Sebaliknya, jika kamu hanya duduk dan melihat televisi sepanjang hari, ototmu akan menjadi lunak, lembek, dan kehilangan kekuatan. Otot yang tidak dilatih menjadi lebih kecil ukurannya.



**Gambar 2.10**  
Otot bisep dan trisep  
bekerja berlawanan.





## Kegiatan 2.4

# Pengamatan Otot dan tulang

Otot rangka menarik tulang pada sendi. Penarikan ini menyebabkan bagian-bagian tubuh dapat digerakkan. Pada kegiatan ini, kamu akan mengamati hubungan antara tulang-tulang, otot, tendon, dan sendi. Dalam kegiatan ini kamu menggunakan otot dan tulang ayam sebagai ganti otot dan tulang manusia.

### Masalah

Bagaimana otot menggerakkan tulang?

### Alat dan bahan

- papan bedah
- skalpel/pisau silet/pisau kecil yang tajam
- carta tulang manusia dan otot
- kertas koran
- penjepit
- gunting
- paha dan kaki ayam yang sudah direbus

### Peringatan keselamatan

Gunakan skalpel dengan hati-hati! Skalpel bisa mengiris kulitmu saat kamu mengiris otot ayam.

### Langkah kerja

1. Buatlah tabel data di buku catatanmu yang memuat bagian-bagian tungkai ayam, gambar, dan keterangan lainnya!
2. Letakkan kaki ayam di atas kertas koran pada papan bedah. Gunakan penjepit untuk melepaskan kulitnya!
3. Identifikasi dan amati otot dan tulang pada kaki dan paha! Bagaimana otot berhubungan dengan tulang? Gambarlah dan beri keterangan apa saja yang kamu lihat!
4. Bengkokkan dan luruskan kaki dan paha pada sendi! Amati apa yang terjadi pada otot!

5. Gunakan skalpel atau pisau tajam dan gunting untuk melepaskan otot dari tulang! Carilah dan amati tulang, sendi, ligamen, dan tulang rawan! Gambarlah apa yang kamu lihat dan beri keterangan bagian-bagiannya!
6. Catatlah apa saja bagian-bagian sistem rangka dan otot yang kamu temukan di dalam tabel pengamatan!
7. Cuci semua alat yang telah kamu gunakan dan kembalikan alat-alat tersebut kepada gurumu untuk disimpan kembali!
8. Cucilah tanganmu!

### Analisis

1. Tentukan otot mana yang memanjang dan yang memendek ketika ayam mengangkat kakinya untuk berjalan! Bandingkan dan bedakan gerakannya!
2. Apa yang menghubungkan otot dengan tulang?
3. Apakah kamu menemukan kartilago atau ligamen? Di mana dan bagaimana tulang rawan dan ligamen ini muncul?

### Kesimpulan dan Penerapan

4. Pada sediaan yang kamu amati, tulang atau ototkah yang sebenarnya bergerak?
5. **Penerapan.** Apa yang terjadi apabila paha ayam yang bergerak tadi tidak mempunyai sendi?



## Lab Mini 2.2

### Bagaimana pasangan ototmu bekerja?

Bekerjalah berpasangan! Rentangkan tangan kananmu lurus-lurus ke arah samping! Bengkokkan tanganmu ke bahu, kemudian luruskan lagi! Dengan menggunakan carta otot, mintalah pasanganmu menentukan otot-otot rangka manakah pada lengan atasmu yang memungkinkan untuk melakukan kegiatan ini! Dalam buku catatanmu, gambarkan dan beri keterangan perubahan-perubahan yang terjadi di tanganmu!

## Otot berpasangan

Otot bekerja berpasangan untuk mendorong terjadinya gerakan. Sebagai misal, pada manusia otot-otot bisep dan trisep bekerja berlawanan. Kerja kedua macam otot ini bersifat **antagonis**. Perhatikan **Gambar 2.9** Ujung otot bisep melekat pada tulang belikat yang merupakan bagian yang tidak bergerak (*origo*). Ujung lainnya melekat pada tulang pengumpil, yang merupakan tulang yang digerakkan (*insersio*). Otot-otot trisep melekat pada tulang yang dan belikat (*origo*). Ujung lainnya melekat pada tulang hasta (*insersio*). Dalam hal ini tulang hasta adalah bagian yang bergerak. Radius Otot bisep disebut juga sebagai **fleksor**, karena otot ini membengkokkan sendi. Saat bisep berkontraksi, otot ini menarik tulang pengumpil sehingga membengkokkan sendi engsel pada siku.

Untuk meluruskan tangan, terjadi proses sebaliknya. Saat otot trisep berkontraksi, tulang hasta ditarik ke arah bawah, dan bisep berelaksasi. Hasilnya tangan menjadi lurus. Otot trisep disebut sebagai **ekstensor** karena meluruskan sendi.

Dua macam otot bisa bekerja tidak berlawanan atau bersifat **sinergis**. Contoh dari otot-otot sinergis adalah otot bisep dengan otot lengan bawah. Kedua macam otot ini sama-sama berkontraksi saat lengan membengkok .

## Intisari Subbab



1. Apa fungsi sistem otot?
2. Sebutkan persamaan dan perbedaan tiga jenis otot.
3. **Keterkaitan:** Sebutkan tiga bentuk energi yang terlibat dalam kontraksi otot.



### Bina Keterampilan

#### Mengidentifikasi

Sebutkan otot-otot berpasangan yang bekerja pada kegiatan berikut: kamu *membungkuk*, *meletakkan bola di tanah*, kemudian kamu *menendang bola* itu.

# Kelainan dan Penyakit pada Sistem Gerak

C



Bersama anggota kelompokmu, identifikasilah kelainan dan penyakit yang berhubungan dengan sistem gerak yang terjadi pada orang-orang di sekitarmu! Apabila perlu, kunjungi suatu rumah sakit untuk hal yang sama, sekaligus mendapatkan informasi bagaimana cara mengatasinya! Cocokkan data yang kamu peroleh dengan uraian di bawah ini!

## Riketsia

Riketsia terjadi karena kekurangan vitamin D yang membantu penyerapan kalsium dan fosfor dari darah hingga pengerasan tulang. Penyakit ini terjadi pada anak. Riketsia menyebabkan tulang kaki tumbuh membengkok (Lihat **Gambar 2.11**). Penyembuhan dan pencegahan dari penyakit ini adalah dengan penambahan kalsium, fosfor, dan vitamin D ke dalam diet. Vitamin D bisa didapat dengan berjemur di panas matahari.

## Osteoporosis

Osteoporosis disebabkan karena kekurangan mineral. Cobalah ingat kembali macam mineral penyusun tulangmu! Osteoporosis umumnya terjadi pada orang dewasa. Orang tua biasanya menghasilkan lebih sedikit hormon, sehingga osteoblast sebagai pembentuk tulang kurang aktif, dan massa tulangpun jadi berkurang. Tulang yang kekurangan mineral menjadi rapuh dan mudah patah.

## Fraktura (patah tulang)

Meskipun kuat dan lentur, tulang-tulang bisa patah. Patahnya tulang disebut **fraktura**. **Fraktura tertutup** terjadi jika tulang patah tetapi bagian ujung yang patah tidak menembus kulit. **Fraktura terbuka** terjadi jika ujung tulang yang patah keluar menembus kulit.

Dalam masa penyembuhan, ujung patahan tulang harus saling ditempelkan (**Gambar 2.12**). Periosteum akan membuat sel-sel tulang baru. Jaringan tulang baru yang tebal

### Kata-kata IPA

Riketsia  
Osteoporosis  
Fraktura  
Artritis  
Kifosis  
Lodorsis  
Skoliosis



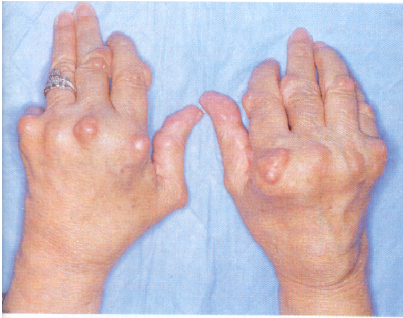
Sumber: Kaskel, 1995

**Gambar 2.11**  
Kaki bengkok akibat riketsia.



Sumber: Kaskel, 1995

**Gambar 2.12**  
Fraktura dalam penyembuhan.



a. Foto biasa



b. Foto dengan sinar X

Sumber: Kaskel, 1995

**Gambar 2.13**  
Tangan penderita rematik.

(disebut kalus) terbentuk di sekitar patahan menutup keretakan. Jaringan yang bertambah tebal tersebut hilang saat tulang kembali ke bentuk semula dengan bantuan osteoklast. Penyembuhan patah atau retaknya tulang selalu dibantu dengan pembalut agar tidak mudah bergeser.

## Artritis

**Artritis** adalah penyakit sendi. Penderita penyakit ini mempunyai tulang rawan sendi yang rusak. Kerusakan ini menyebabkan sendi menjadi sakit dan bengkok. Kadang-kadang sendi yang terkena artritis tidak dapat digerakkan. Rematik adalah salah satu bentuk artritis (**Gambar 2.13**). Sebab terjadinya artritis belum diketahui dengan pasti. Menghindari infeksi yang akut dan mengonsumsi makanan yang seimbang mengurangi terjadinya artritis.

## Lordosis, Kifosis, dan Skoliosis

Tulang belakang normal manusia tidak lurus benar. Dilihat dari samping, susunan tulang belakang membentuk beberapa lengkungan. Di bagian dada, tulang belakang membentuk lengkungan cembung menghadap belakang. Di bagian pinggang, susunan tulang belakang membentuk lengkungan cembung menghadap depan. Bentuk tulang belakang mempengaruhi bentuk tubuh kita. Cobalah amati bentuk badan teman laki-lakimu saat berdiri dan dilihat dari samping! Bagaimana bentuknya?

Tulang belakang bisa mengalami kelainan. Tiga kelainan tulang belakang yang umum terjadi adalah lordosis, kifosis, dan skoliosis.

### Lordosis

Lordosis merupakan kelainan dengan melengkungnya tulang belakang yang berlebihan ke arah depan di bagian pinggang. Orang yang mengalami kelainan ini pinggangnya terlihat lebih menonjol ke depan. Lordosis bisa disebabkan karena perut penderita yang terlalu besar (misalnya karena hamil atau kegemukan), riketsia, atau karena kebiasaan yang salah.

### Kifosis

Kifosis merupakan kelainan dengan melengkungnya

tulang belakang yang berlebihan di bagian dada ke arah belakang. Penderita kifosis tubuhnya terlihat bungkuk. Kifosis bisa disebabkan karena, penyakit (misalnya TBC dan riketsia) atau kebiasaan duduk yang salah.

## Skoliosis

Skoliosis adalah melengkungnya tulang belakang ke arah samping (**Gambar 2.13**). Skoliosis bisa disebabkan oleh polio atau kebiasaan duduk atau berposisi yang salah.

Sistem gerak pada manusia tersusun atas rangka dan otot. Rangka merupakan alat gerak pasif yang tersusun atas tulang-tulang dengan berbagai bentuk. Sebagian besar tulang penyusun rangka adalah tulang keras, selebihnya berupa tulang rawan.

Antara tulang satu dengan tulang lain dihubungkan oleh sendi. Keberadaan sendi di sebagian besar persambungan antar tulang memungkinkan bagian-bagian tubuh bisa digerakkan.

Otot merupakan alat gerak aktif. Bagian-bagian tubuh bisa bergerak karena kontraksi dan relaksasi otot.

Penyakit dan kelainan sistem gerak pada manusia bisa terjadi pada berbagai usia. Penyakit dan kelainan ini terjadi karena berbagai sebab, antara lain virus, bakteri, kekurangan zat tertentu, dan kesalahan posisi.



Sumber: Kaskel, 1995

**Gambar 2.14**  
Bentuk tulang penderita skoliosis

## Intisari Subbab



1. Jelaskan pengertian fraktura?
2. Bedakan istilah: lordosis, kifosis, dan skoliosis dan jelaskan cara pencegahannya.
3. **Keterkaitan:** Jika kamu mengalami patah tulang dan kamu dalam proses penyembuhan, makanan yang mengandung apakah yang sebaiknya banyak dimakan? Berikan contohnya.



### **Bina Keterampilan**

#### **Membuat Peta Konsep**

Buatlah peta konsep yang menunjukkan kelainan dan penyakit pada sistem alat gerak.





## Rangkuman



### A. Rangka

1. Rangka manusia mempunyai lima fungsi utama: memberi bentuk dan mendukung tubuh, melindungi organ-organ dalam, tempat melekatnya otot-otot utama tubuh, sedangkan otot-otot tersebut menggerakkan tulang, beberapa tulang mempunyai sumsum tulang merah yang membentuk sel-sel darah merah, serta tempat utama untuk menyimpan mineral.
2. Sistem gerak pada manusia didukung oleh kerja tulang penyusun rangka dan otot penggerak tulang/rangka. Berdasarkan bentuknya, terdapat tulang pipih, tulang pendek, tulang panjang, dan tulang tidak beraturan.
3. Tulang-tulang menjadi alat gerak, karena antar tulang dihubungkan oleh persendian.
4. Selain tulang keras, terdapat pula tulang rawan. Tulang rawan dapat dijumpai misalnya pada daun telinga.

### B. Otot

1. Otot sebagai alat gerak aktif. Terdapat tiga macam otot, yakni otot rangka atau lurik, otot polos, dan otot jantung.
2. Cara kerja otot bisa berpasangan (sinergi) atau berlawanan (antagonis).
3. Otot dihubungkan dengan tulang oleh ligamen

### C. Kelainan dan Penyakit pada Sistem Gerak

1. Berbagai kelainan pada sistem gerak diakibatkan oleh kesalahan gerak, infeksi bakteri atau virus, dan kekurangan zat penyusun tulang.
2. Kelainan pada sistem gerak antara lain iketsia, osteoporosis, fraktura, artritis, kifosis, lodorsis, dan skoliosis.



## Evaluasi



### Reviu Perbendaharaan Kata

*Pasangkan tiap-tiap kata kunci IPA berikut dengan istilah-istilah yang benar di bawahnya.*

- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>a. tulang rawan</li><li>b. sendi</li><li>c. ligamen</li><li>d. sistem rangka</li><li>e. periosteum</li><li>f. sumsum tulang</li><li>g. fraktura</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Sistem yang disusun oleh semua tulangmu.....</li><li>2. Jaringan berlemak yang mengisi saluran ditengah tulang panjang.</li><li>3. Jaringan tulang tebal, lunak dan lentur.</li><li>4. Membran tipis yang melekat kuat pada tulang.</li><li>5. Kejadian patah tulang</li><li>6. Pertemuan antara 2 tulang atau lebih</li><li>7. Jaringan berbentuk pita yang tersusun serabut liat.</li></ol> |
|---|--|



---

## Pengecekan Konsep

---

- Sel-sel pembentuk tulang disebut ...
  - Osteosit
  - Osteoblas
  - Osteoklas
  - Kartilago
- Kerasnya tulang diakibatkan oleh adanya zat-zat ...
  - Kalsium dan zat besi
  - Zat besi dan fosfor
  - Kalsium dan fosfor
  - Zat besi dan magnesium
- Sendi pada jari tanganmu tergolong sendi ..... ?
  - Sendi pelana
  - Sendi putar
  - Sendi engsel
  - Sendi peluru
- Contoh persendian yang tidak dapat digerakkan adalah pada ...
  - Persambungan antar tulang tengkorak
  - Pergelangan tangan.
  - Ruas tulang belakang
  - Lutut.
- Otot disebut sebagai alat gerak aktif karena ...
  - Otot adalah penggerak tulang
  - Otot selalu aktif bergerak
  - Otot tidak pernah lelah
  - Kekuatan otot luar bisa besarnya
- Diantara serabut otot berikut, manakah yang sesuai untuk pergerakan tulang ..
  - Otot lurik
  - Otot polos
  - Otot jantung
  - Otot tak sadar.
- Apabila kita mengangkat benda yang berat dengan menggunakan tangan, bagian yang terasa keras bila dipegang adalah ...
  - Otot lengan atas depan
  - Otot lengan atas belakang
  - Otot lengan bawah depan
  - Otot lengan bawah belakang
- Penyakit yang disebabkan oleh kekurangan kalsium adalah ...
  - Osteoporosis
  - Riketsia
  - Fraktura
  - Atritis
- Posisi tulang belakang terlalu miring kiri atau kanan disebut penderita ...
  - Lordosis
  - Kifosis
  - Skoliosis
  - Atritis

---

## Pemahaman Konsep

---

10. Apa yang terjadi bila sejak lahir seorang bayi kekurangan kalsium?
11. Terdapat 3 macam kelainan bentuk tulang, yaitu lordosis, kifosis, dan skoliosis. Buat tabel yang menunjukkan perbedaan masing-masing.

---

## Berpikir Kritis

---

12. Mengapa bayi baru lahir dianjurkan untuk “dijemur” di pagi hari
13. Mengapa ada istilah “pasif” dan “aktif” pada sistem alat gerak? Apa maksudnya?

---

## Penilaian Kinerja

---

14. Ada berbagai macam penyakit atau kelainan pada sistem gerak yang telah kamu pelajari. Buatlah klasifikasi penyakit tersebut berdasarkan penyebabnya.
15. **Membuat Daftar:** Buatlah daftar nomor halaman yang memuat ide-ide pokok berikut. Selanjutnya jelaskan tiap-tiap ide pokok tersebut.
  - a. Tulang adalah alat gerak pasif.
  - b. Bagian dalam tulang panjang terisi sumsum
  - c. Sel pembentuk tulang adalah osteoblas.
  - d. Tulang bisa bergerak bebas, karena mempunyai sendi.
  - e. Sendi dikelompokkan menjadi dua berdasarkan mudah tidaknya terjadi pergerakan,
  - f. Terdapat tiga jenis otot pada tubuh kita.

- g. Riketsia terjadi karena kekurangan vitamin D.
- h. Nyeri sendi yang sering dialami orang tua, kebanyakan disebabkan oleh artritis
- i. Virus dapat melumpuhkan tulang.
- j. Ada otot trisep dan bisep.

---

## Pengembangan Keterampilan

---

16. **Membuat Klasifikasi:** Ada berbagai macam penyakit atau kelainan pada sistem gerak yang telah kamu pelajari. Buatlah klasifikasi penyakit tersebut berdasarkan penyebabnya.
17. **Membuat peta konsep:** Pelajarilah peta konsep yang ada di awal bab. Sekarang buatlah peta konsep yang menggambarkan sesuatu yang dibutuhkan untuk pertumbuhan optimal tulang-tulangmu.