

B. Sistem Gerak Manusia

Ayo, Kita Pelajari



- Rangka, sendi, dan otot
- Gangguan atau kelainan pada sistem gerak dan upaya mencegah serta mengatasinya



Istilah Penting

- Sistem rangka
- Osteoblas
- Osteosit
- Osifikasi
- Sendi
- Tulang
- Otot

Mengapa Penting?



Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami organ-organ yang berperan dalam sistem gerak, sehingga kamu dapat menjaganya dengan baik.

1. Rangka

a. Rangka

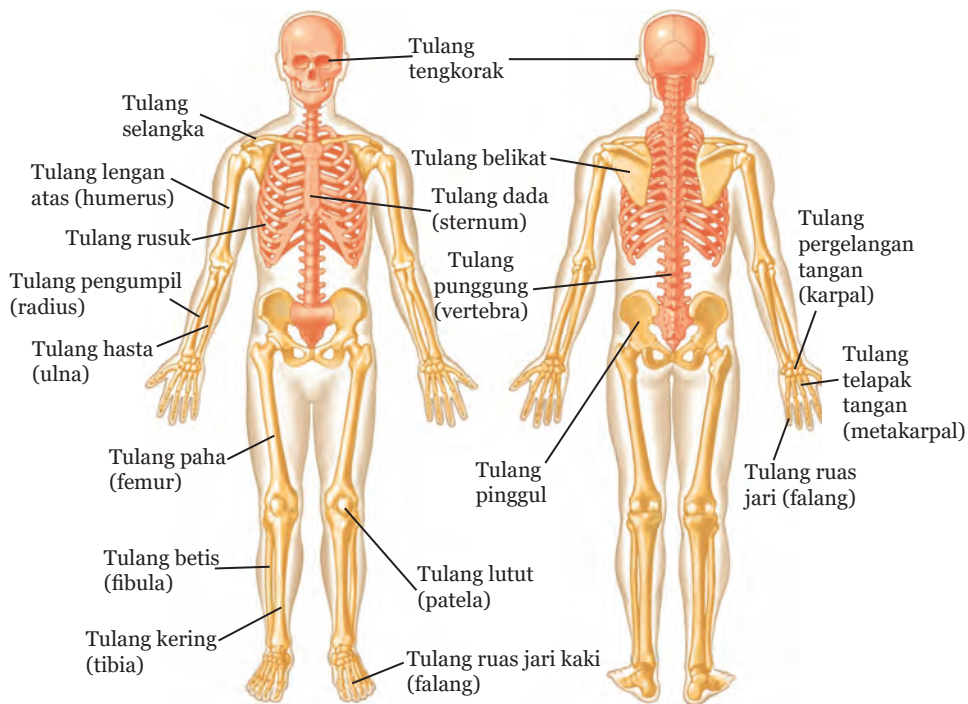
Coba amati teman yang sedang duduk di sebelah kamu! Mengapa tubuh teman kamu itu dapat duduk dengan tegak? Apa yang membuat tubuhnya seperti itu? Agar dapat menjawab pertanyaan tersebut, perhatikan Gambar 1.20!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.20 Tenda dan Kerangkanya

Apabila kamu memerhatikan Gambar 1.20, seandainya kain tenda diibaratkan sebagai otot sedangkan tiang tenda diibaratkan sebagai rangka, dapatkah kamu menyebutkan fungsi dari rangka? Perhatikan Gambar 1.21!



Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.21 Sistem Rangka Manusia

Setelah mencermati Gambar 1.21, kamu dapat mengetahui bahwa pada tubuh manusia terdapat banyak sekali jenis tulang. Misalnya, pada anggota tubuh bagian tangan terdapat 6 jenis tulang, yaitu tulang lengan atas (*humerus*), tulang pengumpil (*radius*), tulang hasta (*ulna*), tulang pangkal telapak tangan (karpal), tulang ruas jari (*falang*), dan tulang telapak tangan (*metakarpal*). Apabila dihitung, jumlah seluruh tulang tubuh manusia dewasa terdiri dari 206 tulang. Secara umum, ada empat fungsi utama tulang bagi tubuh, yaitu sebagai berikut.

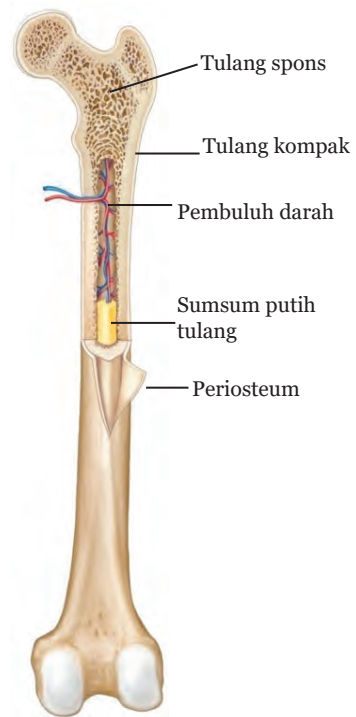
1. Memberikan bentuk pada tubuh dan menopang tubuh kita.
2. Melindungi organ dalam, misalnya tulang rusuk melindungi jantung dan paru-paru, tulang tengkorak melindungi otak.
3. Tempat menempelnya otot yang merupakan alat gerak aktif sehingga dapat menggerakkan tulang.
4. Pada jenis tulang tertentu, seperti tulang paha (*femur*) tulang juga berfungsi sebagai tempat pembentukan sel darah. Sel darah dibentuk di bagian sumsum tulang, yaitu jaringan lunak yang terdapat di bagian tengah tulang.

1) Struktur Tulang

Pernahkah kamu melihat tulang paha ayam? Apakah bentuk tulang tersebut seperti pada Gambar 1.22? Apabila kita perhatikan, ternyata struktur tulang tidak halus, melainkan terdapat benjolan pada bagian ujungnya, berbentuk bulat serta terdapat titik-titik kasar pada bagian ujung, terdapat lekukan, tonjolan, dan lubang. Masing-masing bagian ini mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Lekukan dan tonjolan berfungsi sebagai tempat menempelnya otot. Lubang berfungsi sebagai tempat keluar masuknya pembuluh darah dan saraf.

Permukaan tulang ditutupi oleh membran yang menempel dengan kuat, membran itu disebut periosteum. Pada periosteum terdapat pembuluh-pembuluh darah kecil yang berfungsi membawa zat-zat makanan ke dalam tulang. Membran ini juga penting dalam pertumbuhan dan perbaikan tulang. Pada bagian 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. Kerasnya tulang disebabkan karena tulang mengandung zat kapur dan fosfor. Sedangkan serabut-serabut elastis mempertahankan tulang agar tetap kuat, tidak mudah rapuh atau patah.

Tulang spons dalam tulang pipa atau tulang panjang 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 dan diisi oleh 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



Sumber: Shier *et al.* 2010

Gambar 1.22 Struktur Tulang Manusia

merah menghasilkan sel-sel darah merah dengan kecepatan sampai tiga juta sel per sekon. Sel-sel darah putih juga dihasilkan di dalam sumsum tulang, tetapi lebih sedikit jumlahnya.

Ujung tulang panjang ditutup dengan suatu lapisan jaringan tebal, lunak dan lentur, yang disebut dengan tulang rawan (*kartilago*). 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 dapat ditemukan di ujung-ujung tulang rusuk, dinding saluran pernapasan, hidung, dan telinga.



Ayo, Kita Selesaikan

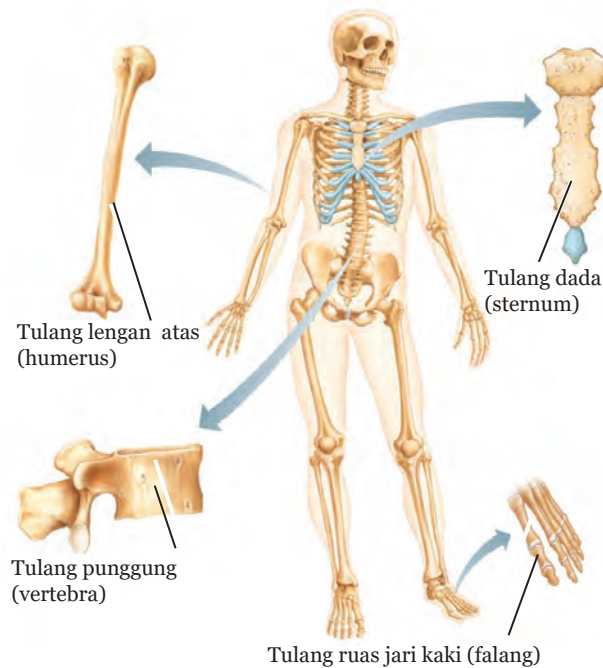
Coba pikirkan apakah tulang manusia tersusun dari materi kering seperti batu? Bagaimana dengan tulang-tulang di tubuhmu? Ternyata, tulang-tulang di dalam tubuh adalah materi hidup. Masing-masing tulang dalam tubuhmu adalah organ hidup yang tersusun dari berbagai jaringan. Sel-sel di dalam tulang-tulang ini membutuhkan makanan dan energi seperti sel-sel lain dalam tubuhmu.

Sekarang kamu telah mengetahui bahwa tulang adalah materi hidup. Coba buktikan bahwa tulang yang terdapat pada tubuhmu adalah materi hidup! Kaitkan dengan ciri-ciri makhluk hidup yang telah kamu pelajari pada kelas VII?

2) Macam-Macam Tulang pada Sistem Rangka

Tahukah kamu bentuk tulang yang ada pada tangan, tulang jari dan tulang pipi? Coba sekarang raba tulang lengan bawah, tulang jari-jari tangan, dan tulang pipi. Kamu akan merasakan bahwa bentuk dan ukuran tulang-tulang tersebut tidak sama. Bentuk tulang manusia dibedakan menjadi empat, yaitu: (1) tulang panjang, misalnya tulang lengan (*humerus*), (2) tulang pipih, misalnya tulang dada (*sternum*), (3) tulang pendek, misalnya tulang ruas jari (*falang*), dan (4) tulang tidak beraturan, misalnya tulang punggung (*vertebra*). Agar kamu memahaminya, coba perhatikan Gambar 1.23!





Sumber: Shier, et al. 2010

Gambar 1.23 Macam Tulang Berdasarkan Bentuk dan Ukurannya



Ayo, Kita Diskusikan

Lakukan diskusi dengan temanmu, untuk mengklasifikasikan 10 jenis tulang berdasarkan ukuran dan bentuknya. Agar mempermudah kerjamu, susunlah data tersebut dalam Tabel 1.6. Jangan lupa lakukan kegiatan ini dengan cermat dan teliti agar kamu dapat melakukan klasifikasi dengan tepat.

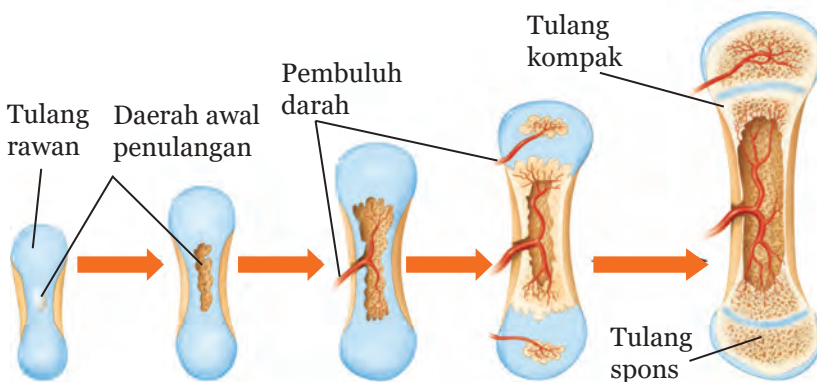
Tabel 1.6 Klasifikasi Tulang Berdasarkan Bentuk dan Ukuran

No	Nama Tulang	Jenis Tulang			
		Tulang Panjang	Tulang Pendek	Tulang Pipih	Tulang Tak Beraturan

3) Perkembangan Tulang

Tulang yang ada di tubuh kita merupakan suatu benda yang keras, meskipun demikian tulang bukan suatu benda yang memiliki ukuran tetap. Beberapa bulan sebelum kamu dilahirkan, tulang kamu tersusun dari kartilago (tulang rawan). Secara bertahap, tulang rawan akan berkembang menjadi tulang keras. Akan tetapi, pada perkembangannya tidak semua tulang rawan pada tubuh manusia menjadi tulang keras. Untuk membuktikannya, coba pegang daun telinga kamu kemudian lipatlah perlahan-lahan. Dapatkah kamu melipat daun telingamu?

Pernahkah kamu berpikir mengapa tulang pada daun telinga dapat dilipat? Tulang pada daun telinga dapat dilipat karena tulang yang terdapat pada daun telinga adalah tulang rawan. Dapatkah kamu menyebutkan contoh tulang rawan lainnya? Tulang hidung ataupun tulang rawan penyusun persendian adalah contoh tulang rawan. Tulang-tulang tersebut akan tetap menjadi tulang rawan sampai manusia menjadi tua. Pada saat janin (calon bayi yang masih ada di dalam kandungan), hampir semua tulang yang terdapat pada tubuhnya merupakan tulang rawan. Seiring dengan perkembangan janin dan setelah kelahiran, tulang rawan tersebut berkembang menjadi tulang keras. Proses pengubahan tulang rawan menjadi tulang keras disebut dengan penulangan atau *osifikasi*. Agar kamu dapat memahami proses osifikasi dengan baik, perhatikanlah Gambar 1.24!



Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.24 Proses Osifikasi Tulang

Bagaimanakah proses osifikasi berlangsung? Proses osifikasi berawal dari tulang rawan. Tulang rawan bentuknya mirip dengan tulang dewasa. Selain itu, tulang rawan memiliki rongga yang terisi

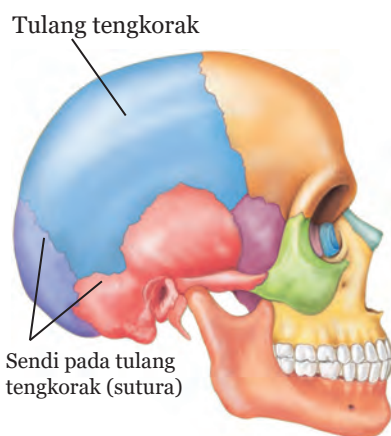
oleh *osteoblas* (sel-sel pembentuk tulang). Selanjutnya, *osteoblas* akan membentuk *osteosit* (sel-sel tulang). Proses osifikasi dimulai dari bagian tengah tulang rawan dan kemudian meluas ke seluruh arah sesuai dengan pertumbuhan tulang rawan. Di antara jaringan tulang yang terbentuk terdapat pembuluh darah. Pembuluh darah ini akan membawa mineral seperti kalsium sehingga tulang yang terbentuk menjadi keras.

Selain mengalami osifikasi, tulang juga mengalami fusi atau penggabungan. Pada saat kamu baru lahir, jumlah seluruh tulang yang ada pada sistem rangka kamu adalah 270 tulang. Seiring bertambahnya usia beberapa tulang akan mengalami fusi, misalnya tulang tengkorak dan tulang ekor. Oleh karena itu, ketika kamu sudah dewasa, jumlah tulang penyusun sistem rangka ada 206 tulang.

2. Sendi

Sebelum kamu mempelajari materi selanjutnya, coba sekarang berdirilah. Kemudian lakukan gerakan sesuka hatimu! Coba kamu pikirkan, mengapa kamu dapat melakukan berbagai macam gerakan? Padahal tulang sebagai penyusun sistem gerak manusia sangat keras serta tidak dapat dibengkokkan. Ternyata, itu semua terjadi karena pada penyusun sistem gerak kita terdapat sendi. Sendi adalah tempat bertemunya dua tulang atau lebih. Dengan adanya sendi, hubungan antara tulang-tulang tubuh dapat digerakkan.

Tahukah kamu bahwa sendi dapat dikelompokkan berdasarkan banyak sedikitnya gerakan yang memungkinkan dilakukan? Sendi yang tidak dapat digerakkan disebut dengan sinartrosis, misalnya sendi yang terdapat pada tulang tengkorak. Perhatikan Gambar 1.25! Sendi yang dapat digerakkan namun terbatas disebut dengan amfiartrosis, misalnya sendi antarruas tulang belakang. Sendi yang dapat digerakkan dengan bebas disebut dengan diartrosis. Berikut ini beberapa jenis persendian yang dapat digerakkan dengan bebas.

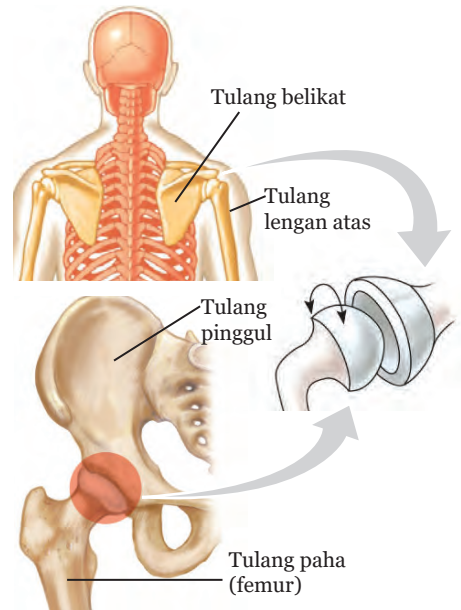


Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.25 Sendi yang Tidak Dapat Digerakkan (Sendi Mati)

a. Sendi Peluru

Sendi peluru menghubungkan antara satu tulang yang mempunyai satu ujung bulat yang masuk ke ujung tulang lain yang berongga seperti mangkok. Sendi ini dapat membentuk gerakan sangat bebas. Contoh sendi peluru adalah sendi antara tulang lengan atas dan tulang belikat, serta antara tulang pinggul dan tulang paha. Adanya sendi ini memungkinkan tulang-tulang tersebut dapat diayunkan ke arah manapun. Perhatikan Gambar 1.26!



Sumber: Reece *et al.* 2012

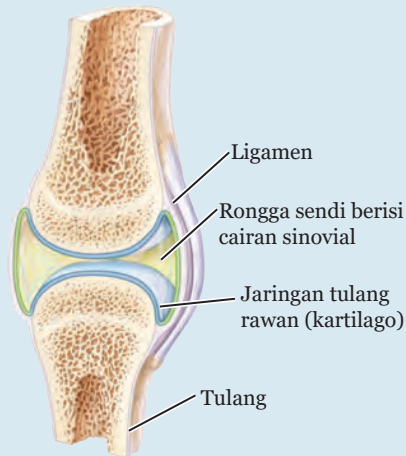
Gambar 1.26 Sendi Peluru



Tahukah Kamu?

Pertemuan antara dua tulang diikat oleh ligamen sehingga sendi tidak dapat terlepas. Selain itu, ligamen juga berfungsi agar sendi kita dapat bergerak dengan fleksibel. Ligamen adalah jaringan yang berbentuk pita dan tersusun dari serabut-serabut liat yang mengikat tulang yang satu dengan tulang yang lain pada sendi. Perhatikan Gambar 1.27!

Pada sendi diartrosis, bagian ujung tulang penyusun sendi dilapisi oleh kartilago. Fungsi kartilago ini adalah menjaga agar tidak terjadi benturan atau gesekan antara tulang yang satu dengan tulang yang lain yang menyusun persendian. Di dalam sendi tersebut juga terdapat cairan sinovial. Cairan ini berfungsi sebagai pelumas sendi.

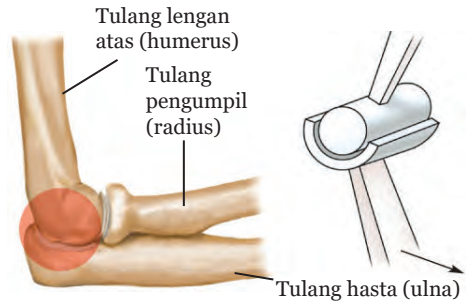


Sumber: Berwald *et al.* 2007

Gambar 1.27 Komponen Penyusun Sendi Diartrosis

b. Sendi Engsel

Tipe sendi ini mempunyai gerakan satu arah, ada yang ke depan dan ada yang ke belakang seperti engsel pintu. Contoh sendi engsel antara lain sendi-sendi pada siku dan lutut. Perhatikan Gambar 1.28! Sendi ini memiliki ruang gerak yang lebih sempit dibandingkan sendi peluru.

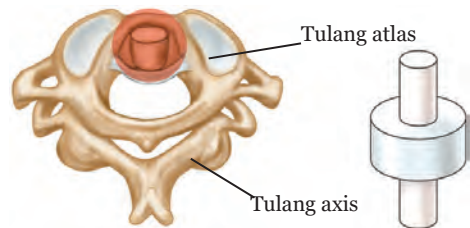


Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.28 Sendi Engsel

c. Sendi Putar

Pada sendi putar salah satu tulang berfungsi sebagai poros dan ujung tulang yang lain berbentuk cincin yang dapat berputar pada poros tersebut. Contohnya adalah persendian yang terdapat di antara tulang tengkorak dengan tulang leher. Perhatikan Gambar 1.29! Sendi tersebut memungkinkan kepala kita dapat memutar, mengangguk, serta menggeleng.

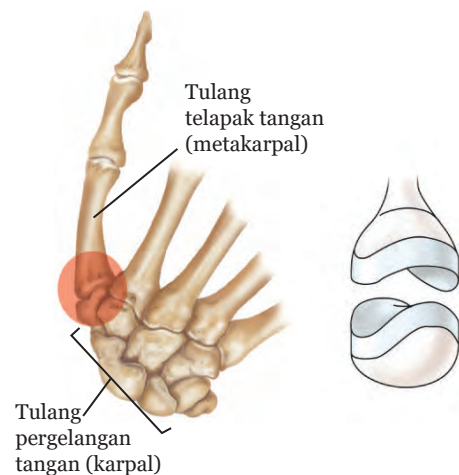


Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.29 Sendi Putar

d. Sendi Pelana

Pertemuan antara dua tulang yang berbentuk seperti pelana disebut dengan sendi pelana. Sendi ini dapat menggerakkan tulang ke dua arah, yaitu muka-belakang dan ke samping. Contoh sendi ini adalah pada pangkal ibu jarimu. Perhatikan Gambar 1.30!



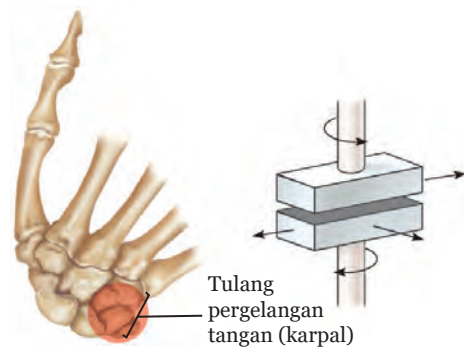
Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.30 Sendi Pelana

e. Sendi Geser

Sendi geser menghubungkan antara dua tulang yang memiliki permukaan yang datar. Prinsip kerja sendi ini adalah satu bagian tulang bergerak menggeser di atas tulang lain. Perhatikan Gambar 1.31! Sendi

geser juga memungkinkan tulang bergerak ke depan dan ke belakang. Contoh sendi geser berada pada tulang-tulang pergelangan tangan dan pergelangan kaki dan di antara tulang belakang. Sendi ini merupakan sendi yang paling sering digunakan dalam melakukan aktivitas sehari-hari, misalnya mengambil buku, naik tangga, makan, dan beberapa aktivitas lainnya.



Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.31 Sendi Geser



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.4 Mengidentifikasi Sendi-sendi yang Bekerja pada Aktivitas Sehari-hari

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Mintalah salah satu anggota kelompokmu untuk melakukan beberapa aktivitas di bawah ini!
 - a. Menggelengkan serta menganggukkan kepala.
 - b. Memutar pergelangan tangan.
 - c. Memegang pensil dan menulis.
 - d. Berlari.
 - e. Meluruskan tangan lalu membengkokkan tangan ke atas.
2. Bersama dengan teman satu kelompokmu, identifikasilah sendi-sendi yang berperan dalam setiap aktivitas tersebut! Dalam menyelesaikan tugas ini berbagilah tugas dengan teman satu kelompokmu. Selain itu, perhatikan setiap gerakan yang dilakukan oleh temanmu dengan cermat agar kamu dapat mengidentifikasi sendi-sendi yang bekerja pada setiap aktivitas dengan tepat. Tuliskan hasilnya pada Tabel 1.7.

Tabel 1.7 Sendi yang Bekerja pada Aktivitas Sehari-hari

No	Nama Aktivitas	Sendi yang Berperan
1		
2		
dst.		

3. Otot

Sebelumnya kamu telah mempelajari tentang struktur dan macam-macam tulang penyusun rangka manusia. Coba sekarang kamu pikirkan, apakah tulang-tulang penyusun rangka tubuh manusia dapat digerakkan tanpa adanya bagian lainnya? Agar kamu dapat menjawab pertanyaan tersebut simaklah pembahasan berikut ini!

a. Fungsi Otot

Tanpa otot, tulang dan sendi yang terdapat di tubuhmu tidak memiliki kekuatan untuk bergerak. Otot adalah penggerak bagian-bagian tubuh, sehingga otot disebut alat gerak aktif. Hampir 35 hingga 40 persen massa tubuh adalah jaringan otot seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.32. Cobalah perhatikan, setiap saat selalu ada gerakan yang terjadi di tubuhmu, gerakan tersebut terjadi karena adanya kerja dari otot. Otot adalah jaringan yang dapat berkontraksi menjadi lebih pendek. Proses kontraksi ini mengakibatkan bagian-bagian tubuhmu bergerak. Pada kontraksi ini diperlukan energi.



Sumber: Marieb *et al.* 2012

Gambar 1.32 Otot pada Manusia



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.5 Mengamati Diameter Otot

Apa yang kamu perlukan?

1. Meteran (yang biasa digunakan oleh penjahit), jika kamu tidak memilikinya, boleh menggunakan tali rafia, tali pita, atau benang dengan panjang 50 cm
2. Alat tulis
3. Buku tulis

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Duduklah bersama dengan teman satu kelompokmu!
2. Luruskan tanganmu di atas meja dengan santai! Mintalah temanmu melingkarkan pita meteran pada lengan atasmu untuk mengukur besarnya lengan atasmu!
3. Catatlah hasilnya pada tabel! Lakukan pengukuran dengan cermat dan teliti agar kamu memperoleh hasil yang tepat.
4. Kepalkan tanganmu selanjutnya bengkokkan tanganmu ke atas! Ukurlah kembali besar lengan atasmu! Lakukan pengukuran di tempat yang sama dengan langkah 2. Catatlah hasilnya pada tabel! Lakukan pengukuran dengan cermat dan teliti agar kamu memperoleh hasil yang tepat.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

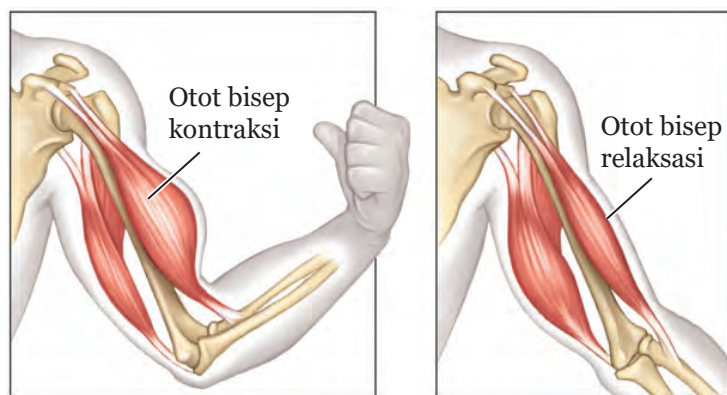
1. Adakah perubahan diameter otot lengan atas saat diluruskan dan dibengkokkan? Jelaskan!
2. Jika terjadi perubahan diameter, bagaimanakah perubahannya serta apakah yang sebenarnya terjadi pada ototmu?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?



Setelah melakukan Aktivitas 1.5 kamu dapat mengetahui bahwa diameter otot lengan kamu dapat membesar dan mengecil ketika meluruskan atau membengkokkan tangan. Diameter lengan kamu membesar karena otot lengan kamu dalam keadaan kontraksi. Pada saat melakukan kontraksi otot akan memadat dan memendek, sehingga pada saat diukur diameter otot akan membesar. Sebaliknya, pada saat otot dalam keadaan relaksasi, otot akan memanjang, sehingga pada saat diukur diameter otot akan mengecil. Perhatikan Gambar 1.33!



Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.33 Kondisi Otot pada saat Berkontraksi dan Relaksasi



Ayo, Kita Pikirkan!

Percobaan yang telah kamu lakukan sebelumnya adalah salah satu kegiatan yang melibatkan otot yang bekerja di bawah kesadaran. Coba pikirkan gerakan apa yang dapat dilakukan oleh tubuhmu yang melibatkan otot tersebut!

Otot yang bekerja di bawah kesadaran adalah otot yang kerjanya dapat kamu kendalikan. Prinsip kerja otot ini adalah dapat dikendalikan, artinya kamu dapat mengendalikan apakah harus menggerakkan atau tidak menggerakkan otot-otot tersebut. Sebagai contohnya, kerja otot-otot pada saat kamu makan, menulis, berlari serta aktivitas-aktivitas lainnya yang kamu lakukan secara sadar. Selain otot yang bekerja di bawah kesadaran, ada juga otot yang bekerja di luar kesadaran. Otot yang bekerja di luar kesadaran adalah otot yang tidak dapat kamu

kendalikan secara sadar. Prinsip kerja otot ini adalah tidak dapat dikendalikan, artinya kamu tidak dapat mengendalikan apakah harus menggerakkan atau tidak menggerakkan otot-otot tersebut. Otot-otot tersebut bekerja sepanjang hari, sepanjang hidup di luar kesadaran kamu. Contoh dari aktivitas otot ini antara lain aktivitas jantung untuk selalu memompa darah ke seluruh tubuh, aktivitas otot-otot lambung untuk mencerna makanan secara mekanik.

Sekarang kamu telah mengetahui prinsip kerja dari otot. Kamu harus banyak bersyukur kepada Tuhan karena Tuhan telah menciptakan otot-otot tersebut sehingga seluruh aktivitas tubuh dapat bekerja terus tanpa harus kamu kendalikan. Bayangkan jika Tuhan tidak menciptakan otot-otot tersebut, maka kamu tidak akan dapat tidur dengan pulas karena kamu harus mengontrol otot jantung agar tetap dapat memompa darah ke seluruh tubuh selama kamu tidur.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.6 Mengamati Jaringan Otot

Apa yang kamu perlukan?

1. Preparat awetan otot jantung, otot rangka, dan otot polos
2. Mikroskop
3. Buku dan alat tulis

Jika di sekolah kamu tidak tersedia preparat awetan otot jantung, otot rangka, otot polos, dan mikroskop mintalah kepada gurumu untuk menyediakan gambar otot jantung, otot rangka, dan otot polos.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Lakukan pengamatan pada preparat awetan atau gambar yang telah disediakan. Hal yang perlu kamu amati adalah bentuk sel dari masing-masing jenis otot. Lakukan kegiatan pengamatan ini dengan cermat dan teliti, agar kamu dapat mengidentifikasi perbedaan dari ketiga jenis otot ini.
2. Gambarlah hasil pengamatanmu kemudian berikan keterangan pada bagian-bagian otot yang tampak.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

Sebutkan perbedaan dari ketiga jenis otot yang telah kamu amati!

Apa yang dapat kamu simpulkan?

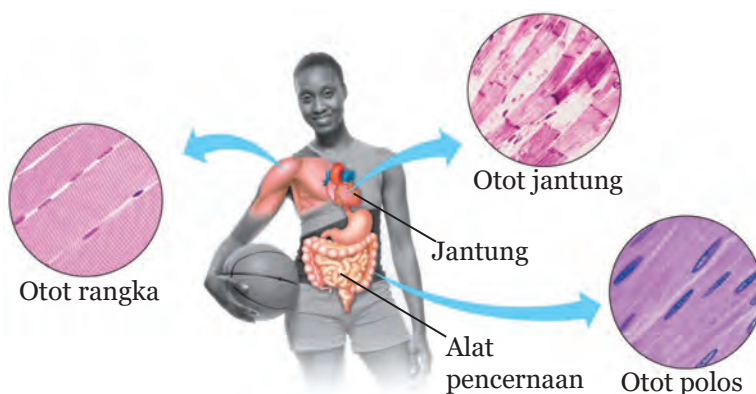
Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

b. Tiga Jenis Jaringan Otot

Setelah kamu melakukan Aktivitas 1.6, kamu dapat mengetahui bahwa jaringan otot dapat dibedakan menjadi tiga jenis. Agar kamu mengetahuinya, simaklah penjelasan berikut ini!

1) Otot Rangka

Otot Rangka adalah otot yang paling banyak terdapat di dalam tubuh. Jika diamati di bawah mikroskop, sel-sel otot rangka terlihat bergaris-garis melintang, sehingga otot ini juga disebut dengan otot lurik. Otot rangka melekat pada tulang dengan perantaraan tendon. Tendon adalah pita tebal, berserabut, dan liat yang melekatkan otot pada tulang. Otot rangka tergolong otot sadar. Kamu dapat mengontrol penggunaan otot ini. Kamu dapat menentukan kapan berjalan dan kapan tidak. Otot rangka cenderung cepat berkontraksi dan cepat lelah. Agar kamu mengetahui posisi otot rangka yang melekat pada tendon, perhatikan Gambar 1.34!



Sumber: Reece et al. 2012

Gambar 1.34 Tiga Jenis Otot pada Tubuh Manusia

2) Otot Polos

Otot polos terdapat pada dinding lambung usus halus, rahim, kantung empedu, dan pembuluh darah. Otot polos berkontraksi dan berelaksasi dengan lambat. Otot ini berbentuk gelendong serta memiliki sebuah inti pada tiap selnya. Berdasarkan cara kerjanya, otot polos tergolong dalam otot tak sadar.

3) Otot Jantung

Otot jantung hanya ditemukan di jantung. Otot jantung mempunyai garis-garis seperti otot rangka. Sebaliknya, cara kerja 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.

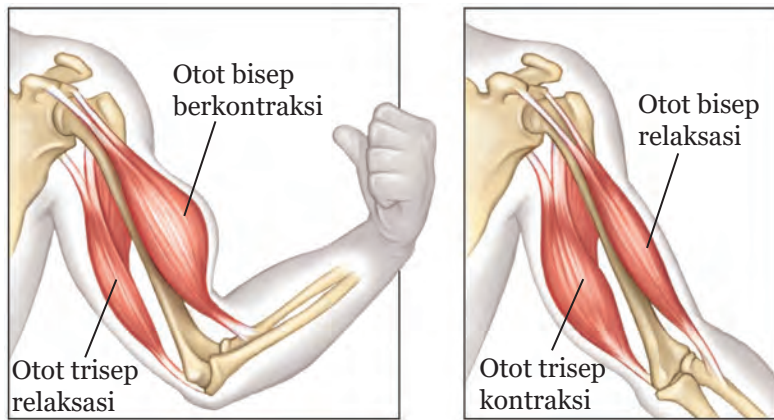


Ayo, Kita Selesaikan

Coba sekarang kamu angkat kursi dengan menggunakan tangan kananmu. Kemudian lakukan hal yang sama tetapi dengan menggunakan tangan kirimu. Pada saat kamu mengangkat kursi dengan menggunakan tangan kanan kursi tidak terlalu berat, berbeda dengan ketika kamu mengangkat kursi dengan menggunakan tangan kiri. Mengapa demikian?

Tahukah kamu bahwa ternyata otot kita juga ada yang bekerja secara berlawanan. Maksudnya pada saat melakukan sebuah gerakan meskipun gerakan itu dilakukan secara bersamaan tetapi proses kontraksi dan relaksasi antara otot satu dengan otot lainnya berlangsung secara berlawanan. Agar kamu lebih memahami maksud dari pernyataan di atas, perhatikan Gambar 1.35! Pada gambar tersebut terlihat jelas bahwa pada saat tangan dilipat, otot bisep berkontraksi sedangkan otot trisep relaksasi. Sebaliknya, pada saat tangan direntangkan, otot bisep relaksasi sedangkan otot trisep berkontraksi.





Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.35 Mekanisme Kerja dari Otot Bicep dan Otot Trisep

4. Gangguan dan Kelainan pada Sistem Gerak dan Upaya Mencegah serta Mengatasinya

Pernahkah kamu melihat orang yang memakai kursi roda? Salah satu penyebab orang memakai kursi roda karena orang tersebut mengalami fraktura (patah tulang) pada bagian kakinya sehingga orang tersebut tidak dapat berjalan dengan normal. Fraktura adalah salah satu jenis kelainan yang terjadi pada sistem gerak manusia. Mari kita pelajari beberapa gangguan dan kelainan yang sering terjadi pada sistem gerak berikut ini.

a. Riketsia

Riketsia terjadi karena kekurangan vitamin D yang membantu penyerapan kalsium dan fosfor sehingga proses pengerasan tulang terganggu. Penyakit ini terjadi pada anak-anak. Riketsia menyebabkan tulang kaki tumbuh membengkok seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.36. Penyembuhan dan pencegahan dari penyakit ini adalah dengan penambahan kalsium, fosfor, dan vitamin D ke dalam menu makan. Vitamin D dapat diperoleh dari makanan, suplemen, dan berjemur di panas matahari pagi.



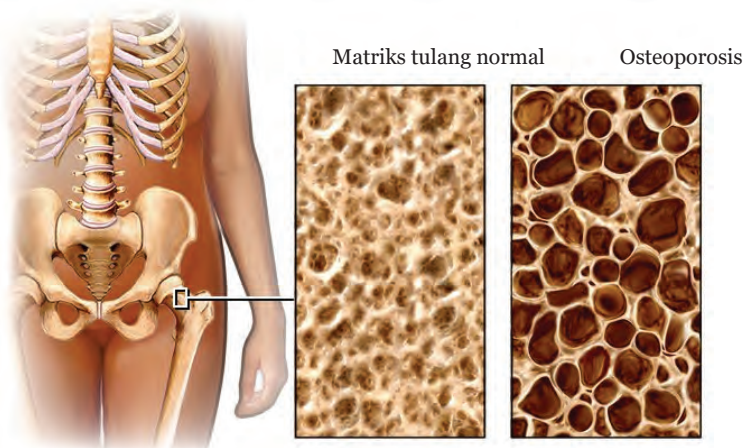
Sumber: aleqt.com

Gambar 1.36 Kaki Penderita Riketsia jika Dilihat Menggunakan X-ray

Seseorang yang berusia 1-70 tahun membutuhkan vitamin D sebanyak 15 $\mu\text{gr}/\text{hari}$. Sedangkan seseorang yang berusia 71 tahun ke atas membutuhkan vitamin D sebanyak 20 $\mu\text{gr}/\text{hari}$. Mengapa vitamin D dapat diaktifkan dengan bantuan sinar matahari pagi melalui berjemur? Melalui paparan sinar matahari pagi selama 10-15 menit, maka sinar ultraviolet dari matahari akan dapat membantu tubuh mengaktifkan pro vitamin D. Vitamin D aktif akan dapat meningkatkan penyerapan kalsium dan fosfor di dalam tubuh, sehingga akan menambah jumlah kalsium dan fosfor dalam darah. Dengan demikian bertambahnya kadar vitamin D dalam tubuh karena terkena sinar matahari, maka akan dapat membantu meningkatkan penyerapan kalsium sehingga dapat menolong perbaikan tulang penderita riketsia.

b. Osteoporosis

Osteoporosis disebabkan karena kekurangan kalsium. Osteoporosis umumnya terjadi pada orang dewasa dan orangtua. Orangtua biasanya menghasilkan lebih sedikit hormon, sehingga osteoblas sebagai pembentuk tulang kurang aktif dan massa tulangpun jadi berkurang. Tulang yang kekurangan mineral akan menjadi rapuh dan mudah patah. Perhatikan Gambar 1.37!



Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.37 Matriks Tulang Normal dan Osteoporosis

c. Arthritis

Arthritis adalah penyakit sendi. Penderita penyakit ini mempunyai tulang rawan sendi yang rusak. Kerusakan ini menyebabkan sendi menjadi sakit dan bengkok seperti pada Gambar 1.38. Kadang-kadang

sendi yang terkena artritis tidak dapat digerakkan. Rematik adalah salah satu bentuk artritis. Beberapa hal yang menyebabkan penyakit artritis ini adalah metabolisme asam urat yang terganggu, sehingga asam urat tertimbun pada sendi dan menyebabkan sakit terutama pada jari-jari tangan maupun kaki, penumpukan kapur di antara dua tulang mengakibatkan sendi sulit digerakkan dan kaku. Upaya untuk mengurangi terjadinya artritis yaitu dengan mengonsumsi makanan yang seimbang.

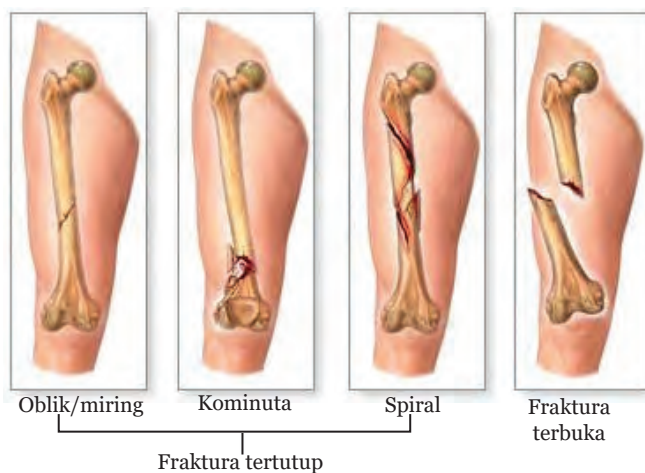


Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.38 Kondisi Tangan Penderita Artritis

d. Fraktura (Patah Tulang)

Tulang memiliki struktur kuat dan lentur, namun demikian tulang juga dapat patah. Salah satu penyebab terjadinya patah tulang adalah karena tulang mengalami benturan yang keras, misalnya pada saat kecelakaan atau jatuh dari tempat yang tinggi. Patahnya tulang disebut fraktura. Perhatikan Gambar 1.39!



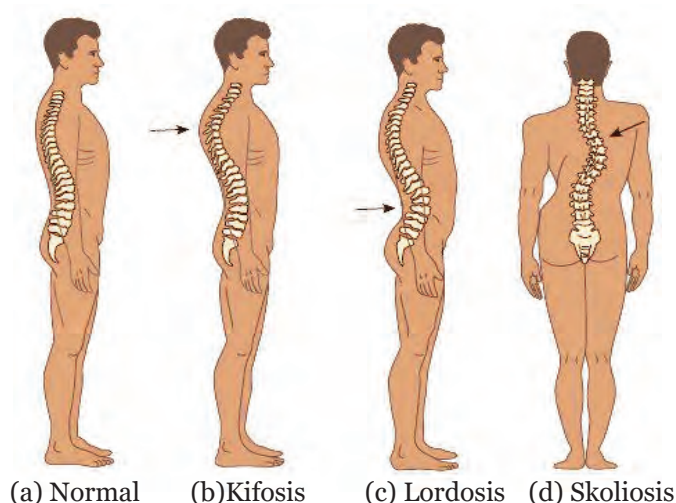
Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.39 Jenis-jenis Patah Tulang

Ada beberapa jenis fraktura, secara umum dapat dikelompokkan menjadi fraktura tertutup dan fraktura terbuka. Jika tulang yang patah tidak sampai menembus kulit disebut dengan fraktura tertutup. Fraktura terbuka terjadi jika tulang yang patah keluar menembus kulit. Fraktura juga dapat dibedakan berdasarkan kondisi tulang yang patah, yaitu miring, kominita (terpecah-pecah menjadi bagian-bagian kecil), dan spiral. Agar kamu tidak mengalami fraktura akibat kecelakaan, berhati-hatilah saat berolahraga.

d. Kifosis, Lordosis, dan Skoliosis

Tulang belakang manusia yang normal tidaklah lurus, tetapi melengkung. Agar kamu mengetahuinya, perhatikan Gambar 1.40a! Bentuk tulang belakang memengaruhi bentuk tubuh kita. Cobalah amati bentuk badan teman laki-lakimu saat berdiri dan dilihat dari samping! Bagaimana bentuknya? Tulang belakang dapat mengalami kelainan. Tiga kelainan tulang belakang yang umum terjadi adalah lordosis, kifosis, dan skoliosis. Perhatikan Gambar 1.40!



Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.40 Struktur Tulang Penderita Kifosis, Lordosis, dan Skoliosis

1) Kifosis

Kifosis merupakan kelainan dengan melengkungnya tulang belakang yang berlebihan di bagian dada ke arah belakang, seperti ditunjukkan Gambar 1.40b. Penderita kifosis tubuhnya terlihat bungkuk. Kifosis dapat disebabkan karena penyakit (misalnya TBC dan riketsia) atau kebiasaan duduk yang salah.

2) Lordosis

Lordosis merupakan kelainan dengan melengkungnya tulang belakang yang berlebihan ke arah depan di bagian pinggang, seperti ditunjukkan Gambar 1.40c. Orang yang mengalami kelainan ini pinggangnya terlihat lebih menonjol ke depan. Lordosis dapat disebabkan karena perut penderita yang terlalu besar (misalnya karena hamil atau kegemukan), riketsia, atau karena kebiasaan duduk yang salah.

3) Skoliosis

Skoliosis adalah melengkungnya tulang belakang ke arah samping, seperti ditunjukkan Gambar 1.40d. Skoliosis dapat disebabkan oleh polio atau kebiasaan duduk atau berposisi yang salah.

5. Upaya Menjaga Kesehatan Sistem Gerak pada Manusia

Setelah mengetahui beberapa gangguan atau kelainan yang terjadi pada sistem gerak, maka kita harus dapat mengantisipasi agar tidak mengalami gangguan-gangguan tersebut. Beberapa cara yang dapat kita lakukan untuk menjaga kesehatan sistem gerak kita adalah sebagai berikut.

- Meningkatkan kandungan kalsium dalam asupan makanan. Makanan yang banyak mengandung kalsium di antaranya susu, kangkung, kedelai dan olahannya, ikan salmon, kacang almond, dan brokoli.
- Berjemur pada sinar matahari pagi karena sinarnya sangat baik untuk membantu pembentukan vitamin D yang sangat penting dalam membantu penyerapan kalsium dalam makanan.
- Memerhatikan asupan vitamin D dengan makan makanan yang mengandung vitamin D. Makanan yang mengandung vitamin D di antaranya telur, produk olahan dari kedelai, minyak ikan, ikan berlemak, hati sapi, dan udang.
- Memerhatikan aktivitas fisik yang cukup setiap harinya. Aktivitas fisik seperti jalan kaki, *jogging*, tenis, menaiki tangga dapat membantu terbentuknya tulang yang kuat dan memperlambat proses kerapuhan tulang pada tubuh.
- Menghindari kebiasaan sikap tubuh yang salah, misalnya dengan cara duduk yang benar yaitu tulang belakang harus dalam posisi tegak (tidak membungkuk), saat tidur sebaiknya memakai alas yang datar dan padat agar posisi tulang belakang tetap lurus.