

Sistem Gerak

A. Rangka

1. Pengertian Rangka

Rangka merupakan alat gerak pasif yang tersusun atas tulang yang saling berhubungan. Terdiri atas jaringan tulang rawan dan tulang sejati.

2. Fungsi Rangka

- Alat gerak pasif
- Pemberi bentuk tubuh
- Menopang/menyokong berat tubuh
- Tempat melekatnya otot
- Melindungi organ vital
- Tempat pembentukan sel darah pada sumsum tulang (hemopoiesis)

3. Letak Rangka Pada Tubuh

- **Rangka aksial** (pada sumbu tubuh), yaitu tengkorak, tulang rusuk, tulang dada dan tulang belakang.
- **Rangka apendikular** (sekitar sumbu tubuh), terletak di kanan dan kiri sumbu tubuh, dan jumlah tulangnya sepasang.

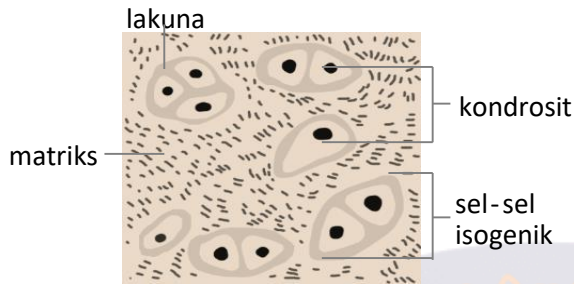
B. Tulang

I. Tulang Rawan

- **Tulang rawan** tersusun atas **sel kondrosit** yang berasal dari **kondroblas** dan mensekresikan matriks yang disebut **kondrin**.
- **Tulang rawan** dilindungi oleh lapisan luar yang disebut **perikondrium** yang berfungsi mensuplai makanan bagi tulang rawan dan melakukan perawatan dan perbaikan materi penyusun tulang.

NB : Pada anak-anak, **kondrosit** lebih banyak dari **matriks**, sedangkan pada orang dewasa, **matriks** lebih banyak dari **kondrosit**.

1. Struktur Tulang Rawan



2. Jenis-Jenis Tulang Rawan dan Cirinya

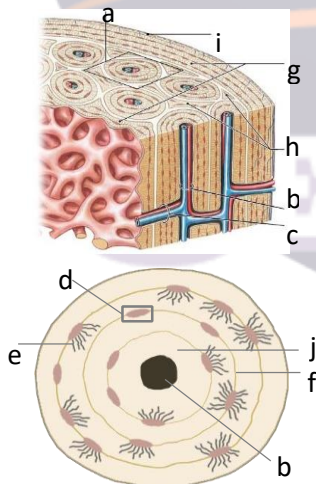
Beda	Hialin	Elastis	Fibrosa
Warna	Putih-Biru Transparan	Kuning	Gelap Keruh
Serat Dominan	Elastik	Elastik	Kolagen
Elastisitas	Tinggi	Tinggi	Rendah
Letak	Sendi, Saluran Pernapasan, Ujung Tulang Rusuk	Telinga, Laring, Epiglottis	Antar Tulang Belakang

II. Tulang Sejati

- Tulang sejati** tersusun atas **sel osteosit** yang berasal dari **osteoblas** dan mensekresikan matriks yang disebut **osteon**.

1. Struktur Tulang Sejati

Keterangan :



- a **Sistem Havers**, unit dasar jaringan tulang.
- b **Saluran Havers** (saluran pusat), berisi pembuluh darah dan saraf.
- c **Saluran Volkmann** (saluran perforat), saluran penghubung dua saluran Havers.
- d **Lakuna**, ruang tempat osteosit terletak.
- e **Kanalikuli**, struktur penghubung osteosit yang satu dengan osteosit lain.
- f **Lamella**, lapisan konsentris matriks yang keras dan kuat.
- g **Lamella sirkumferensial**
- h **Lamella interstitial**
- i **Periosteum**, selaput pembungkus tulang. Periosteum mengandung **osteoklas** yang berfungsi melakukan perawatan dan perbaikan materi penyusun tulang.
- j **Matriks**, tersusun atas serabut kolagen dan mineral kalsium dan fosfor.

III. Osifikasi

- **Osifikasi/kalsifikasi** adalah proses pembentukan tulang melalui pengerasan tulang rawan menjadi tulang sejati.

1. Urutan Proses Osifikasi

- Tulang rawan yang telah dihasilkan memiliki rongga yang akan terisi **osteoblas**.
- Kemudian **osteosit** dibentuk ke arah luar, atau berbentuk konsentris (**saluran Havers**).
- Di sekitar osteosit, dibentuk **matriks tulang** dari senyawa protein yang mengandung kalsium dan fosfor.

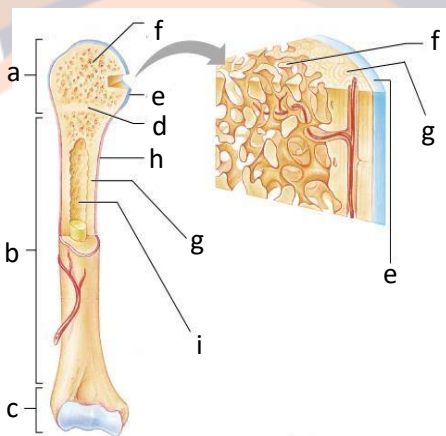
IV. Tulang Berdasarkan Matriks

- **Tulang kompak**, tulang dengan matriks padat dan rapat, misalnya tulang pipa.
- **Tulang spons**, tulang dengan matriks berongga, misalnya tulang pipih dan pendek.

V. Tulang Berdasarkan Bentuk

1. Tulang pipa (panjang),

- Tulang yang berbentuk tabung dan pada umumnya berongga.



Keterangan :

- Epifisis proksimal**, bagian ujung membulat.
- Diafisis**, bagian tengah.
- Epifisis distal**, bagian ujung pipih.
- Metafisis/cakra epifisis**, bagian yang berkemampuan bertambah panjang.
- Tulang rawan hialin**
- Tulang spons**
- Tulang kompak**
- Periosteum**
- Rongga tulang**, berisi sumsum tulang kuning/merah, pembuluh darah, saraf dan osteoblas.

- Contoh : tulang betis, tulang paha, tulang kering, tulang hasta, tulang pengumpil.

2. Tulang Pipih

- Tulang yang tersusun atas dua lempeng tulang kompak dan tulang spons, di dalamnya terdapat sumsum tulang. Tulang pipih berfungsi sebagai penyusun dinding rongga, pelindung, dan penguat.
- Contoh : tulang rusuk, tulang belikat, tulang tengkorak.

3. Tulang Pendek

- Tulang yang berbentuk kubus, bulat kecil, atau paku.
- Contoh: tulang pergelangan dan telapak tangan dan kaki.

4. Tulang Tak Berbentuk

- Tulang yang bentuknya tidak termasuk tiga kategori di atas.
- Contoh: tulang wajah, tulang rahang, tulang belakang, tulang pinggul.

3. Sendi

I. Pengertian Sendi

- **Sendi** atau **artikulasi** adalah hubungan antartulang yang memungkinkan terjadinya gerakan.

II. Komponen Penyusun Sendi

- 1) **Kapsul sendi**, yaitu lapisan serabut yang melapisi sendi dan membentuk persendian.
- 2) **Ligamen**, yaitu jaringan ikat yang mengikat ujung tulang dengan persendian.
- 3) **Minyak sinovial**, yaitu pelumas sendi yang terdapat pada sendi.
- 4) **Tulang rawan hialin**, yaitu jaringan tulang rawan yang membentuk sendi.

III. Macam-Macam Sendi

1. Sinartosis

- **Sinartrosis** atau sendi mati adalah persendian yang tidak memungkinkan terjadinya gerakan.

Macam-Macam Sinartosis

- 1) **Sinartrosis simfibrosis**, sinartrosis yang dihubungkan oleh jaringan ikat fibrosa. Contoh: antar tulang tengkorak (sutura).
- 2) **Sinartrosis sinkondrosis**, sinartrosis yang dihubungkan oleh jaringan ikat tulang rawan. Contoh: antar ruas tulang belakang, tulang dada dengan tulang rusuk.

2. Amfiartosis

- **Amfiartosis** adalah persendian yang hanya memungkinkan terjadinya sedikit gerakan.





Macam-Macam Amfiartosis

- 1) **Amfiartosis simfisis**, dihubungkan oleh jaringan ikat fibrosa yang pipih.
Contoh: pubis simfisis pada gelang panggul, antar ruas tulang belakang.
- 2) **Amfiartosis sindemosis**, dihubungkan oleh jaringan ikat fibrosa dan ligamen.
Contoh: tulang betis - tulang kering.

3. Diartosis

- **Diartosis** adalah persendian yang memungkinkan terjadinya Gerakan yang lebih leluasa

Macam-Macam Diartosis

Peluru	Pelana/sela	Geser/luncur	Elipsoid/ kondiloid
			
gerak ke seluruh arah (banyak arah)	gerak pelana kuda (2 arah)	gerak rotasi pada bidang datar	gerak depan-belakang samping (3 arah)
3 poros	2 poros	tidak berporos	2 poros
Contoh: gelang bahu lengan atas, gelang panggul paha	Contoh: telapak tangan ruas ibu jari	Contoh: antar tulang pergelangan tangan, belikat selangka	Contoh: pergelangan tangan ruas jari, pengumpil pergelangan tangan
Engsel	Putar		
			
gerak engsel (2 arah)	gerak rotasi		
1 poros	1 poros		
Contoh: siku, lutut, antar ruas jari	Contoh: tengkorak atlas, hasta pengumpil		

IV. Macam-Macam Gerakan Pada Sendi

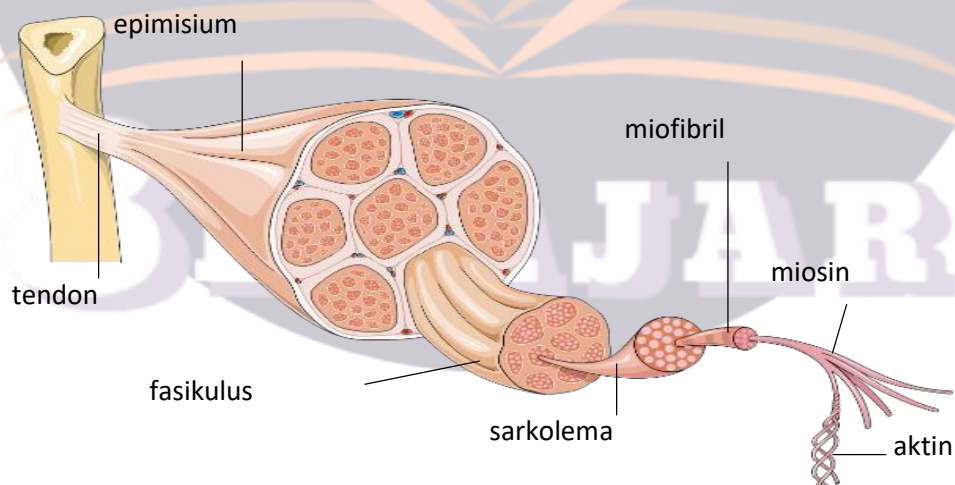
- 1) **Fleksi** (membengkokkan)
- 2) **Ekstensi** (meluruskan)
- 3) **Adduksi** (mendekati tubuh)
- 4) **Abduksi** (menjauhi tubuh)
- 5) **Elevasi** (mengangkat)
- 6) **Depresi** (menurunkan)
- 7) **Supinasi** (menengadahkan tangan)
- 8) **Pronasi** (menelungkupkan tangan)
- 9) **Inversi** (membuka telapak kaki ke dalam)
- 10) **Eversi** (membuka telapak kaki ke luar)

4. Otot

I. Pengertian Otot

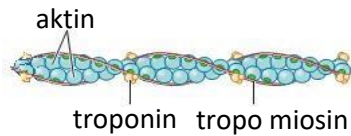
- **Otot** merupakan alat gerak aktif yang melekat pada rangka dan tersusun atas jaringan otot, terutama otot lurik.

II. Struktur Otot



III. Komponen Penyusun Otot

- 1) **Protein aktin**, yaitu protein pembentuk filamen halus yang terdiri dari dua untai.



Pada protein aktin terdapat binding site yang merupakan tempat miosin menarik aktin. Pada saat otot tidak berkontraksi, binding site ditutupi oleh **protein troponintropomiosin**, yang dapat dihilangkan dengan ion Ca^{2+} .

- 2) **Protein miosin**, yaitu protein pembentuk filamen kasar yang terdiri dari serabut.



- 3) **Jaringan otot**, dapat berupa otot polos, otot lurik dan otot jantung. Pada sistem gerak, otot yang bekerja adalah otot lurik.

Ion Ca^{2+} dan ATP, keduanya digunakan dalam gerak kontraksi dan relaksasi otot.

IV. Kumparan Otot

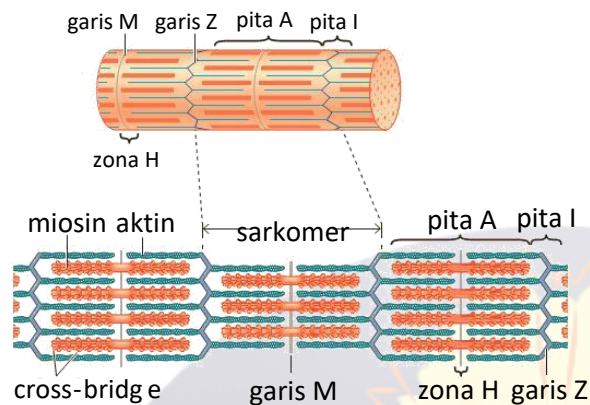
- 1) **Ventrikel** (empal), merupakan bagian tengah otot yang menggembung.
- 2) **Tendon** (urat), merupakan bagian ujung otot yang menempel pada tulang. Tendon terdiri dari **origo** (tidak dapat bergerak) dan **insersio** (dapat bergerak).

NB : Agar menghasilkan gerak, otot bekerja dengan otot lain secara aktif dengan cara **kontraksi** (memendek) dan **relaksasi** (memanjang).

V. Gerak Antar Otot

- 1) **Gerak sinergis**, gerak dua buah otot yang sama arahnya (saling menunjang) Contoh: otot-otot pada tulang rusuk, otot pronator teres dan pronator quadratus.
- 2) **Gerak antagonis**, gerak dua buah otot yang saling berlawanan arah.
 - Contoh: otot trisep dan bicep.

VI. Serat Otot (Mioforbil)



Keterangan :

- 1) **Pita I** menghasilkan daerah terang pada otot,
- 2) **Pita A** menghasilkan daerah gelap pada otot,
- 3) **Zona H** adalah daerah terang sempit di antara daerah gelap pita A.
- 4) Gabungan protein aktin dan miosin disebut **aktomiosin**.

VII. Cara Kerja Otot

- 1) Miosin aktif menggerakkan aktin dengan cross-bridge sebagai 'tangan' dengan bantuan Ca^{2+} dan ATP pada binding site.
- 2) Saat kontraksi, miosin menarik aktin sehingga pita I memendek, zona H hilang.
- 3) Saat relaksasi, miosin melepas aktin sehingga pita I kembali memanjang, zona H kembali muncul. Sesaat setelah relaksasi, binding site tertutup oleh protein troponin-tropomiosin.

VIII. Penggunaan Energi

1. Fase Anaerob

- **Fase anaerob** tidak membutuhkan oksigen digunakan ketika otot berkontraksi.

Cara Kerja

- 1) Kerja aktin dan miosin membutuhkan ATP.
- 2) ATP dibentuk kembali melalui fosforilasi, dan digunakan untuk kerja aktin dan miosin. Otot yang terlalu lama berkontraksi akan lelah karena penurunan ATP dan peningkatan asam laktat (asam lelah), sehingga fase berubah menjadi **fase aerob**.

2. Fase Aerob

- **Fase aerob** membutuhkan oksigen dan digunakan ketika otot berelaksasi.

Cara Kerja

- 1) Glikogen (gula otot) diubah menjadi glukosa dan asam laktat.
- 2) Glukosa akan dioksidasi sehingga menghasilkan CO_2 , H_2O dan ATP.

NB : **Asam laktat** menumpuk pada otot yang terlalu sering berkontraksi menyebabkan kelelahan. Agar asam laktat dapat dioksidasi, maka tubuh harus memasuki fase aerob dengan

melakukan reaksi dengan membuat nafas tersengal-sengal untuk mendapat lebih banyak oksigen.

5. Gangguan Pada Sistem Gerak

I. Gangguan Pada Rangka

- 1) **Fraktura sederhana/tertutup**, patah tulang yang tidak merobek otot.
- 2) **Fraktura kompleks/terbuka**, patah tulang yang merobek otot bahkan kulit.
- 3) **Fraktura sebagian/greenstick**, patah tulang yang tidak membagi tulang menjadi dua.
- 4) **Fisura**, retak tulang.
- 5) **Lordosis**, jika ruas tulang belakang terlalu membengkok ke depan.
- 6) **Kifosis**, jika ruas tulang belakang terlalu membengkok ke belakang.
- 7) **Skoliosis**, jika ruas tulang belakang terlalu membengkok ke samping (huruf S).
- 8) **Rakhitis**, kurangnya vitamin D, sehingga osifikasi terhambat. Penderita biasanya memiliki kaki menyerupai huruf X atau O.
- 9) **Osteoporosis**, penurunan massa tulang pada usia lanjut karena lambatnya osifikasi dan reabsorpsi materi penyusun tulang.
- 10) **Nekrosa**, kerusakan periosteum tulang yang menyebabkan kematian tulang.
- 11) **TBC tulang**, disebabkan oleh bakteri TBC yang menyerang tulang.

II. Gangguan Pada Sendi

- 1) **Dislokasi**, pergeseran sendi akibat sobeknya ligamen.
- 2) **Ankilosis**, persendian tidak dapat digerakkan karena seperti menyatu dengan tulang.
- 3) **Arthritis**, peradangan pada sendi akibat:
 - a. **Osteoarthritis** (penipisan tulang rawan)
 - b. **Arthritis eksudatif** (kuman)
 - c. **Arthritis sika** (kekurangan minyak sinovial)
 - d. **Arthritis rheumatoid** (penumpukan asam amino purin/asam urat)

III. Gangguan Pada Otot

- 1) **Atrofi**, penurunan fungsi otot karena mengecil, sehingga tidak dapat berkontraksi.
- 2) **Hipertrofi**, pertumbuhan dan perkembangan otot yang berlebihan sehingga diameter serabut-serabut otot membesar.
- 3) **Tetanus**, terjadi akibat serangan bakteri *Clostridium tetanii*, yang menyebabkan otot terus-menerus berkontraksi.
- 4) **Miastenia gravis**, melemah dan lumpuhnya otot akibat gangguan sistem imun.