

Editor : Abdurachman



ANATOMI & KINEMATIK GERAK PADA MANUSIA

Live is moving, hidup adalah gerak.

Gerak bisa dikelompokkan menjadi sepasang; gerak efektif dan gerak kurang efektif. Gerak yang efektif menimbulkan efisiensi energi.

Anatomi merupakan ilmu dasar medis. Anatomi mempelajari struktur morfologi fisik, antara lain tubuh manusia.

Di sisi lain, kinesiologi yang mempelajari kinestetik (gerak) merupakan bagian yang dibahas khusus dalam Anatomi. Melalui Kinesiologi, seluruh gerak tubuh secara sadar dapat dikenali, kemudian dipilihkan cara terbaik agar gerak yang ditimbulkan menghasilkan aktifitas yang efektif, efisien, tidak mudah lelah serta membahagiakan.



ISBN: 978-602-6874-61-0



9 786026 874610

ANATOMI
DAN KINEMATIK
GERAK PADA MANUSIA

Penulis:
Abdurachman, dkk.

ANATOMI
DAN KINEMATIK
GERAK PADA MANUSIA

Editor:
Abdurachman

Inteligensia Media
2017

ANATOMI DAN KINEMATIK GERAK PADA MANUSIA

Penulis:

Abdurachman
Ignatius Heri Dwianto
Putri Wickywidiani R
Fengki Aditiansyah
Kurnia Dwi Aisyah
Sahrul Latif
HS muhammad Nurfatony
Ade Satria Bagus Suwadji S.Or
Arifah Kaharina, S.Pd
Zanuar bagus saputro
Fajar Eka Samudra
Awang Firmansyah
Taufan Reza Putra
Okky Sinta Dewanti, S.Pd.
Rasyidah Jalil, S.Or
M. Tomy Yusep S.Pd.
Zahra Sativani, S.Tr.Ftr.
Riza Pahlawi
Ahmad Burhanuddin Kusuma Nugraha
A. Agam Haris Pambudi, S.Pd.

Editor:

Abdurachman

ISBN: 978-602-6874-61-0

Copyright © April, 2017

xii + 152 : 15,5 cm x 23 cm

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak dalam bentuk apapun tanpa ijin tertulis dari pihak penerbit.

Cover: Dino Sanggrha Irnanda ; Lay Out: Nur Sandah

Cetakan I, 2017

Diterbitkan pertama kali oleh Inteligencia Media
Jl. Joyosuko Metro IV/No 42 B, Malang, Indonesia
Telp./Fax: 0341-588010
Email: intelegensiamedia@gmail.com

Didistribusikan oleh CV. Cita Intrans Selaras
Wisma Kalimetro, Jl. Joyosuko Metro 42 Malang
Telp. 0341-573650
Email: intrans_malang@yahoo.com

Pengantar Penulis ...

Ilmu Kesehatan Olahraga merupakan salah satu ilmu penting di bidang olahraga. Pemahaman yang baik tentang ilmu ini, akan menghadirkan prestasi yang sangat mengagumkan, juga terhindar dari kerugian yang kadang bisa fatal. Kinesiologi, ilmu yang mempelajari tentang gerak, merupakan salah satu ilmu yang harus dimiliki oleh olahragawan. Terlebih harus dimiliki oleh para praktisi medis (dokter) di bidang olahraga.

Walau demikian, sekalipun seseorang bukan olahragawan, pun juga bukan dokter, mengingat pentingnya peran gerak dalam hidup, maka buku ini selain dimaksudkan untuk memberikan dasar referensi bagi ilmunan, juga diperuntukkan sebagai sumber informasi ilmiah berbahasa Indonesia kepada masyarakat luas.

Terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang terlibat di dalam penerbitan buku ini, terima kasih kepada sidang pembaca yang budiman.

Penulis

Pengantar Penerbit ...

Pemahaman yang baik akan ilmu gerak tubuh akan mengoptimalkan fungsi tiap bagian dalam raga manusia. Buku *Anatomi dan Kinematik Gerak Pada Manusia* memaparkan pola dasar gerak tubuh, mengenalkan tentang gerak dan aksis yang merupakan *entry point* untuk mengenal jenis-jenis gerak yang ada dalam tubuh manusia.

Pemaparan tentang “Kinesiologi” dalam buku ini harus dimengerti oleh semua kalangan, tidak hanya olahragawan bahkan kalangan awam pun perlu memahami, mengingat pentingnya fungsi gerak itu sendiri pada tubuh.

Dalam buku ini, dijelaskan dengan detil jenis-jenis gerak baik yang efektif dan yang kurang efektif. Seperti gerakan eksorotasi dan endorotasi yang bergerak pada aksis vertikal terhadap bidang transversal. Kurangnya ilmu akan keduanya bisa mengakibatkan cedera pada tubuh. Atas pertimbangan yang dinilai urgen tersebut, maka buku ini amat sangat penting untuk semua; baik pemula, olahragawan hingga dokter sekalipun.

Selamat Membaca!

Daftar Isi

Pengantar Penulis ...	v
Pengantar Penerbit ...	vi
Daftar Isi ...	vii

BAB 1: FLEKSI DAN EKSTENSI ... 2

PENDAHULUAN ... 2

Konsep Dasar ... 2

Center of Gravity atau *Center of Mass* ... 3

Stabil, tidak stabil, dan Equilibrium Netral ... 4

PEMBAHASAN ... 5

Gerakan Fleksi dan Ekstensi ... 5

1. Atlanto-Occipital Joint ... 5
2. *Glenohumeral Joint* ... 6
3. *Elbow Joint* ... 10
 - a. Gerakan Fleksi ... 12
 - b. Gerakan ekstensi ... 12
4. *Wrist Joint* ... 13
 - a. Artikulasio radiokarpalia ... 13
 - b. Artikulasio distal radioulnaris ... 13
5. *Knee Joint* ... 15
 - a. Otot Fleksi pada Lutut ... 15
 - b. Otot Ekstensi pada Lutut ... 16
 - c. Pemeriksaan Gerak Lutut ... 17
6. *Ankle Joint* ... 22
 - a. *Ankle Joint* ... 22
 - 1) Distal Tibio Fibular Joint ... 22
 - 2) Talo Crural Joint ... 23
 - 3) *Subtalar Joint (Talo Calcaneal Joint)* ... 23
 - 4) Midtarsal joint (Inter Tarsal Joint) ... 23
 - 5) *Metatarso phalangeal dan Inter phalangeal Joint* ... 24

b. Arcus kaki ...	25
c. <i>Ankle Fascia</i> ...	25
d. <i>Ankle Ligament</i> ...	25
e. Struktur Otot dan Tendon Ankle and kaki ...	26
f. Innervasi Sendi Pergelangan Kaki ...	30
g. Pengukuran <i>Ankle Dorsiflexion and Plantarflexion</i> ...	31
h. Gerakan pada kaki ...	33
RANGKUMAN ...	37
DAFTAR PUSTAKA ...	37

BAB 2: ABDUKSI DAN ADDUKSI ... 42

PENDAHULUAN ... 42

Dasar Gerak ... 42

Anatomi ... 42

Kinesiologi ... 43

Otot ... 44

PEMBAHASAN ... 45

A. Anatomi ... 45

Bidang Anatomi ... 45

1. *Frontal (coronal) plane* ... 45

2. *Sagital (medial) plane* ... 45

3. *Transverse (horizontal) plane* ... 45

Sumbu Rotasi ... 46

1. *Axis Sagital* ... 46

2. *Axis Horizontal* ... 46

3. *Axis Vertical* ... 46

B. Gerakan Abduksi dan Adduksi ... 47

C. Sendi, Otot, Tulang Abduksi dan Adduksi ... 51

1. Bahu ... 51

1) *Articulatio Humeri* ... 51

a. Tulang Scapula ... 51

b. Tulang Humerus ... 52

c. Tulang Clavicula ... 53

d. Tulang Radius ... 54

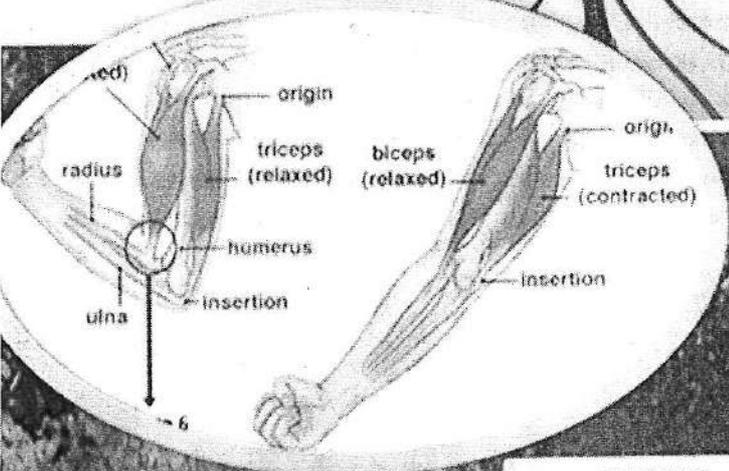
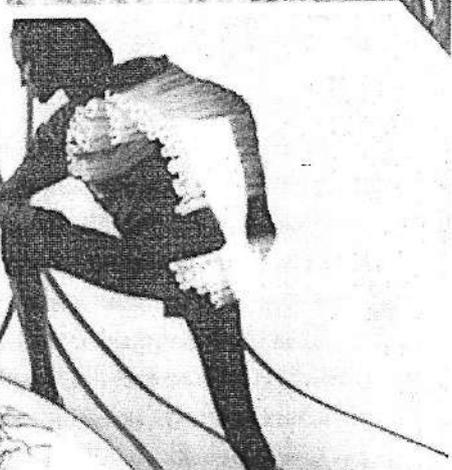
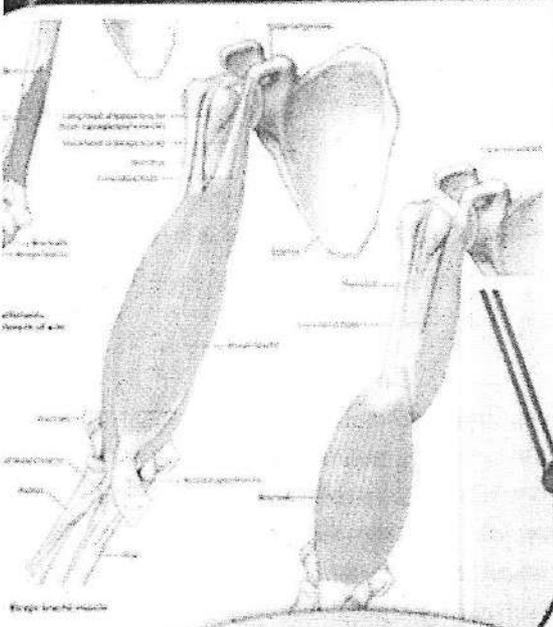
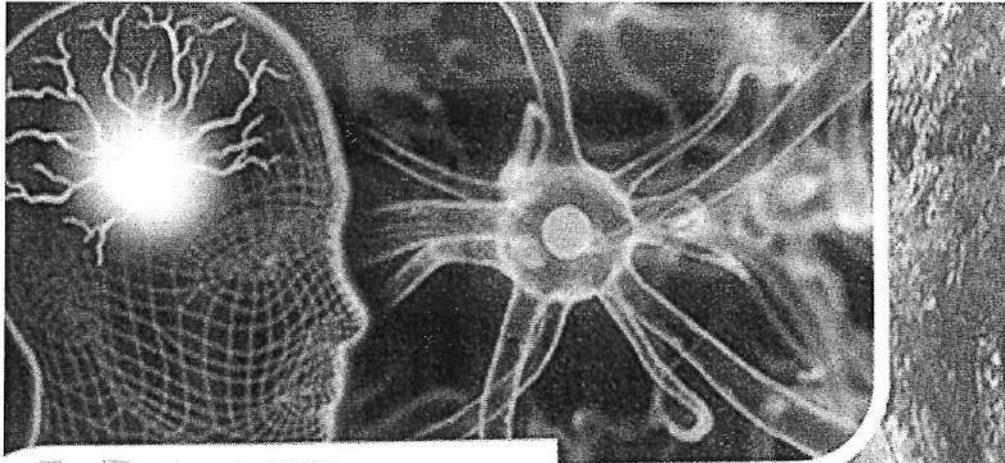
e. Tulang Ulna ... 56

2. Ibu Jari ...	58
1) Articulatio Carpo Metacarpal ...	58
2) Articulatio Metacarpo Phalangeal ...	58
3) Articulatio Interphalang ...	58
a. Tulang metacarpal ...	58
b. Tulang Phalang ...	58
3. Jari-jari Tangan ...	60
1) Articulatio Metacarpo Phalangeal (jari 2-5) ...	60
2) Articulatio Proksimal Interphalang (jari 2-5) ...	60
3) Articulatio Distal Interphalang (jari 2-5) ...	60
4. Pinggul ...	60
1) Articulatio Coxae ...	61
a. Tulang Coxae ...	61
b. Tulang femur ...	61
c. Tulang Fibula ...	62
d. Tulang Tibia ...	62
5. Kaki ...	65
1) Articulatio MetacarpoPhalangeal (jari 2-5) ...	65
2) Articulatio Proksimal Interphalang (jari 2-5) ...	65
3) Articulatio Distal Interphalang (jari 2-5) ...	65
a. Tulang Metatarsal ...	65
b. Tulang Phalang ...	65
D. Aplikasi, Risiko Cedera, dan Latihan Gerakan Adduksi dan Abduksi Pada Aktifitas Fisik ...	68
1. Bahu ...	68
2. Ibu Jari ...	70
3. Jari-jari Tangan ...	75
4. Pinggul ...	77
5. Kaki ...	82
RANGKUMAN ...	85
DAFTAR PUSTAKA ...	85
<hr/>	
BAB 3: ENDOROTASI DAN EKSOROTASI ...	88
PENDAHULUAN ...	88
Prinsip Gerak ...	88

PEMBAHASAN ...	89
A. Endorotasi dan Eksorotasi ...	89
B. <i>The Vertebrae</i> ...	90
1. <i>Regio Cervical</i> ...	91
a. <i>Cervical Joint</i> ...	91
b. Otot Penggerak ...	93
2. <i>Regio Thoracal</i> ...	95
a. <i>Thoracal Joint</i> ...	95
b. Osteokinematik dan Arthrokinematik <i>Vertebral Joint</i> ...	95
c. Otot Penggerak ...	96
3. Analisis Kasus Cedera <i>Vertebrae</i> ...	99
C. <i>The Shoulder</i> ...	102
1. <i>Shoulder Joint</i> ...	103
2. Otot Penggerak ...	104
3. Analisis Kasus Cedera Bahu ...	108
a. Cedera Bahu Pada Olahraga Bola Tangan ...	109
D. <i>The Elbow</i> ...	110
1. <i>Elbow Joint</i> ...	110
a. <i>Radioulnar Joint</i> ...	110
2. Otot Penggerak ...	111
3. Analisis Kasus Cedera <i>Elbow</i> ...	113
E. <i>The Hip</i> ...	114
1. <i>Hip Joint</i> ...	115
a. <i>Acetabulum</i> ...	115
b. <i>Caput Femoris</i> ...	116
2. Osteokinematika ...	117
a. <i>Pelvic Motion on the Femur</i> ...	117
b. <i>Hip Motion on the Pelvic</i> ...	118
3. Artrokinematika ...	118
4. Otot Penggerak ...	119
5. Analisis Kasus <i>Femoroacetabular Impingemen</i> ...	124
a. <i>Femoroacetabular Impingement</i> ...	124
b. Etiologi <i>Femoroacetabular Impingement</i> ...	124

c.	Prevalensi <i>Femoroacetabular Impingement</i> ...	125
d.	Kinematika <i>Hip Joint</i> pada <i>Femoroacetabular Impingement</i> ...	125
F.	<i>The Knee</i> ...	126
1.	<i>Knee Joint</i> ...	128
2.	<i>Ligament</i> ...	130
a.	<i>Cruciate Ligaments</i> ...	130
b.	<i>Collateral Ligaments</i> ...	132
3.	Otot Penggerak ...	134
4.	Analisis Cedera Pada Lutut ...	137
a.	<i>Anterior Cruciate Ligament Injuries</i> ...	137
b.	Etiologi <i>Anterior Cruciate Ligament Injuries</i> ...	138
c.	Prevalensi <i>Anterior Cruciate Ligament Injuries</i> ...	138
d.	Kerusakan Lain yang Diakibatkan oleh <i>Cruciate Ligament Injuries</i> ...	138
	RANGKUMAN ...	139
	SARAN ...	140
	DAFTAR PUSTAKA ...	140

Data Biografi Ikesor FK Uniar 2015 ... 140



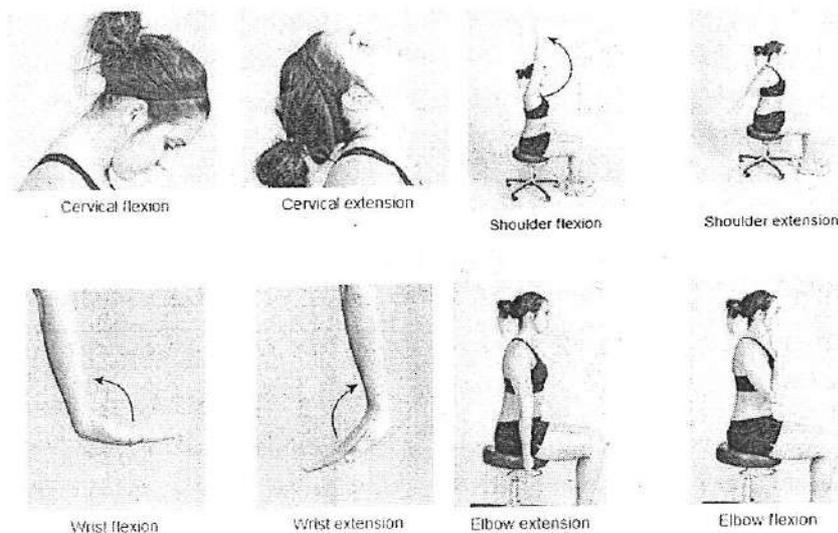
IKESOR FK UNAIR '15

Fleksi dan Ekstensi

PENDAHULUAN

Konsep Dasar

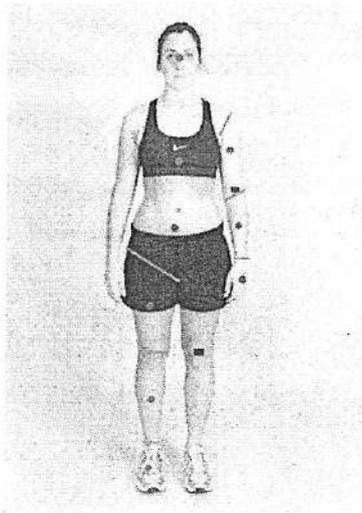
Gerakan fleksi adalah gerakan membungkuk sehingga satu segmen tulang bergerak ke arah yang lain dan penurunan sudut sendi terjadi pada bidang sagital sekitar sumbu medial-lateral, sedangkan gerakan ekstensi adalah gerakan satu segmen tulang dari tulang lainnya, menghasilkan peningkatan sudut sendi. Jika ekstensi melampaui posisi referensi anatomi, hal itu disebut hiperekstensi. Misalnya, di siku. Gerakan fleksi pergelangan kaki (*talotibial joint*), misalnya, terjadi sebagai dorsum kaki bergerak menuju permukaan anterior tibia, tetapi gerakan ini disebut dorsofleksi bukan fleksi. Pada gerakan ekstensi yang dorsum kaki ini bergerak menjauh dari tibia disebut *plantar flexion*. Di bawah ini adalah gambar gerakan fleksi dan ekstensi dari sendi leher dan ekstremitas superior (anggota gerak atas).



Gambar 2. Gerakan fleksi dan ekstensi pada persendian ekstrimitas atas dan atlanto-occipital (Brunnstrom's. 2012)

Center of Gravity atau *Center of Mass*

Untuk menentukan bagaimana gravitasi memengaruhi segmen tubuh, kita harus menemukan pusat gravitasi. Pusat gravitasi (COG) dari suatu obyek atau tubuh adalah titik sekitar massa benda tersebut seimbang. Pusat gravitasi dari tubuh orang dewasa dalam posisi anatomis sedikit anterior vertebra sakral kedua, 4 atau sekitar 55% dari tinggi badan. Pusat gravitasi tubuh seseorang biasanya jatuh dekat ketinggian iliaka anterior-superior. Variasi proporsi tubuh dan distribusi berat menyebabkan perubahan dalam lokasi titik ini. Hal ini biasanya sedikit lebih tinggi pada pria dibandingkan pada wanita, karena pria cenderung memiliki bahu yang lebih luas, sementara wanita cenderung memiliki pinggul yang lebih luas. Gambar di bawah ini menggambarkan lokasi pusat gravitasi tubuh tiap segmen tubuh dan pusat massa tubuh.



Gambar 3. Lokasi pusat gravitasi tubuh dan segmen tubuh. Lingkaran merah menunjukkan COM dari setiap segmen. Persegi panjang menunjukkan COM setiap ekstremitas. Lingkaran di bawah pusar menunjukkan COM tubuh. Segmen ketika dalam posisi anatomi (Brunnstrom's. 2012).

Stabil, Tidak Stabil, dan Equilibrium Netral

Jika pusat gravitasi tubuh terganggu sedikit dan tubuh cenderung untuk kembali pusat gravitasi untuk posisi semula, tubuh dalam keseimbangan stabil. Goyang sambil duduk di kursi goyang adalah contoh kesetimbangan stabil. Jika pusat gravitasi tidak kembali tetapi mencari posisi baru, tubuh jatuh. Tubuh kemudian dalam keadaan ekuilibrium tidak stabil, seperti dapat terjadi jika seseorang duduk di bangku sempit kemudian membungkuk. Contoh keseimbangan netral termasuk bola bergulir atau orang yang didorong di kursi roda. *Equilibrium* netral terjadi ketika pusat gravitasi berpindah, tetapi tetap pada ketinggian yang sama; yaitu, tidak jatuh atau kembali ke posisi semula. Tingkat stabilitas (ketahanan terhadap digulingkan) dari tubuh tergantung pada empat faktor:

- a. Tinggi pusat gravitasi di atas dasar tumpuhan;
- b. Ukuran dasar tumpuhan
- c. Lokasi dari garis gravitasi dalam dasar tumpuhan; dan
- d. Berat tubuh.

Mengubah salah satu atau lebih dari faktor-faktor ini baik meningkatkan atau mengurangi stabilitas. Stabilitas ditingkatkan dengan pusat gravitasi rendah, lebar dasar tumpuhan, garis gravitasi atas pusat tumpuhan, dan berat. Di sisi lain, stabilitas berkurang jika pusat gravitasi ditinggikan, basis tumpuhan menyempit, garis gravitasi berada di luar pusat tumpuhan, atau berat objek berkurang. Setiap penyimpangan dari posisi anatomi menyebabkan pusat gravitasi bergerak.

PEMBAHASAN

Gerakan Fleksi dan Ekstensi

Gerakan fleksi dan ekstensi ini terjadi pada sendi atlanto-occipital, sendi bahu (*shoulder joint*), sendi siku (*elbow joint*), sendi pergelangan tangan (*wrist joint*) dan sendi *metacarpophalangeal* dan *interphalangeal*.

1. *Atlanto-Occipital Joint*

Sendi *atlanto-occipital* merupakan persendian antara kondilus oksipitalis dengan *superior articular facet atlas*. *Atlanto-axial* yang terdiri atas tiga buah sendi sinovial, yaitu sebuah persendian antara dens dan arkus anterior atlas dan dua buah sendi *apophyseal* antara *inferior articular facet atlas* dengan *superior facet axis*. *Uncovertebral joint* terbentuk antara *processus uncinatus* dengan bagian superior yang saling berbatasan di antara C3-C7. Sendi ini sering disebut "*Luschka joint*". Tidak memiliki fungsi yang berarti saat pergerakan, namun menjadi penting ketika terbentuknya osteofit di sekitar persendiannya yang dapat mengecilkan ukuran foramen intervertebralis sehingga membuat akar saraf terjepit. *Apophyseal joint* merupakan pertemuan antara *superior articular facet* yang menghadap ke posterior dan *superior* dengan *inferior articular facet* yang menghadap ke anterior dan inferior (Neumann, 2010). Pada persendian servikal terdapat jaringan ikat penghubung yang berfungsi untuk menghubungkan kranium dan *upper cervical* yaitu *anterior atlanto-occipital membrane* di bagian anterior dan *posterior atlanto-occipital membrane* di bagian posterior. Ligamen transversus pada atlas membuat hubungan yang kuat dengan axis. Ligamen alar berfungsi untuk menghambat rotasi axial, melekat pada apex dens menuju kondilus oksipitalis (Neumann, 2010). Ligamen lainnya, yaitu ligamen *supraspinalis* dan ligamen *interspinalis* yang sangat tebal membentuk ligamen *nuchae* di servikal,

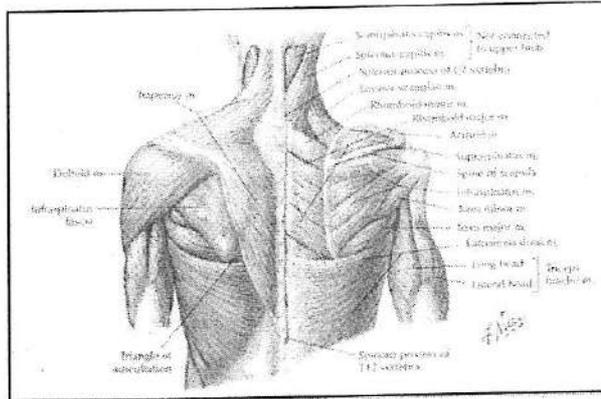
ligamen intertransversal menghubungkan prosesus transversus dan ligamen flavum yang menghubungkan lamina dari vertebra yang berdekatan. Sendi ini mempunyai luas gerak sendi 0° - 45° .

Otot	Inserio	Origo	Saraf	Aksi
Longus capitis	Aspek basillaris tulang oksipital	Tuberositas <i>anterior</i> prosesus transversus C3-C6	Ramus ventral C1-C3	Fleksi Servikal
Rectus capitis <i>anterior</i>	Kondilus oksipitalis	Aspek <i>anterior</i> C1	C1-C2	Fleksi Servikal
Rectus capitis lateralis	Prosesus jugularis tulang oksipital	Prosesus transversus C1	C1-C2	Fleksi dan stabilitasi kepada pada servikal.
Semispinalis capitis dan cervicis	Prosesus spinosus servikal dan torakal	Prosesus spinosus <i>superior</i> dan tulang oksipitalis	Ramus dorsalis saraf spinal	Bilateral: ekstensi servikal Unilateral: ipsilateral lateral fleksi
Longisimus capitis dan cervicis	<i>Superior</i> Prosesus transversus torakal dan prosesus transversus Servikal	Prosesus mastoideus	Ramus dorsal saraf spinal	Ekstensi, ipsilateral lateral fleksi dan rotasi
Splenius capitis dan cervicis	Prosesus spinosus T1-T6 dan ligament nuchae	Prosesus mastoideus	Ramus dorsalis saraf spinal	Ekstensi, ipsilateral lateral fleksi dan rotasi

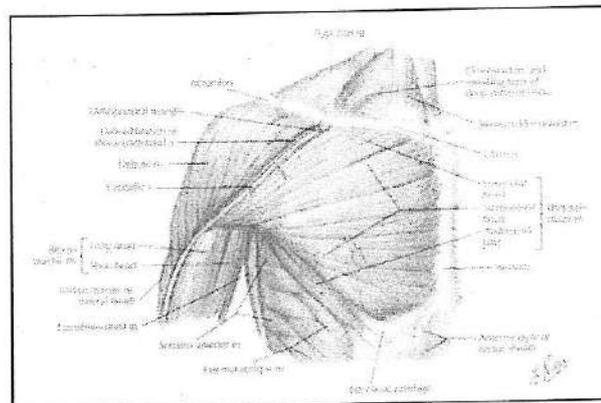
Tabel 1. Otot penggerak gerakan fleksi dan ekstensi sendi *atlanto-occipital*

2. Glenohumeral Joint

Sendi *glenohumeral* atau sendi bahu adalah persendian yang menghubungkan lengan dengan badan. Sendi ini dibentuk oleh tulang humerus, skapula dan klavikula dan merupakan *ball and socket*



Gambar 6. Otot-otot sendi bahu bagian *posterior* (Cleland, 2011)



Gambar 7. Otot-otot sendi bahu bagian *anterior* (Cleland, 2011)

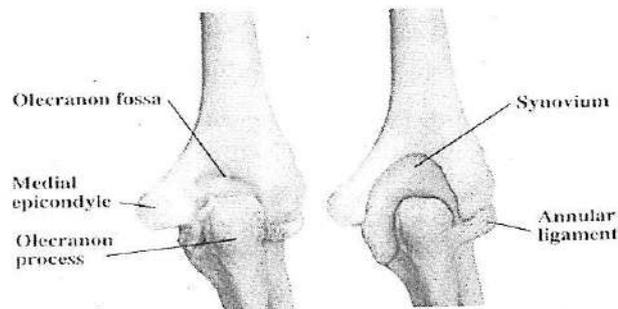
Tabel 2. Otot penggerak sendi bahu terutama gerakan fleksi dan ekstensi (Sumber: Sloane, 2004; Hislop, 2007)

Otot	Origo	Inersio	Aksi	Persarafan
Deltoidaeus	Sepertiga sisi lateral klavikula, prosesus akromion dan spina skapula	Tuberositas deltoid pada tulang humerus	Abduksi lengan, fleksi, rotasi lengan ke arah medial, ekstensi, rotasi lengan ke arah lateral, horisontal abduksi-adduksi	Saraf aksilaris (saraf servikal C5 dan C6)
Pectoralis Mayor	Klavikula, sternum, kartilago kosta ke-2 sampai ke-6, dan fascia otot oblique externus	Tuberkulum mayor humerus	Horisontal adduksi, fleksi, rotasi lengan ke medial, dan untuk otot inspirasi	Saraf pektoral lateral (C5, C6, C7), saraf pektoral medial C8, saraf thoraks T1
Latissimus Dorsi	Bagian inferior vertebra thoraks, fascia thoracolumbar, krista iliaca, bagian bawahcosta ke-3 dan 4	Intertuberkulum humerus	Internal rotasi, adduksi, ekstensi	Saraf torakodorsal (saraf servikal C6, C7, C8)
Biceps Brachii	Short head prosesus korakoid skapula, long head tuberositas superior glenoid	Tuberositas radius proksimal	Fleksi dan supinasi siku, fleksi bahu	Saraf muskulokutaneeus (saraf servikal C5 dan C6)
Coracobrachialis	Prosesus korakoid skapula	Tepi medial bagian tengah humerus	Fleksi dan adduksi	Saraf muskulokutaneeus (saraf servikal C5, C6, C7)
Trisep Brachii	Tuberositas infraglenoid	Prosesus olekranon ulna	Ekstensi bahu dan lengan	Saraf radial (saraf servikal

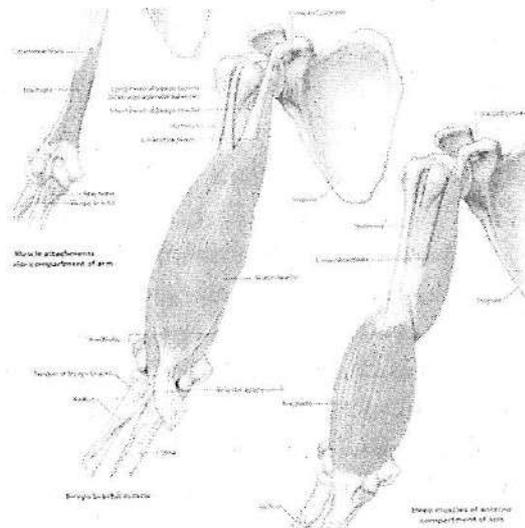
3. Elbow Joint

Tulang humerus, radius dan ulna merupakan 3 tulang yang membentuk sendi siku. Ada 3 persendian yang berada pada sendi elbow (siku), yaitu : (1) Antara humerus dengan ulna (humeroulnar joint); (2) Antara radius dengan humerus (humeroradial joint), kedua persendian ini merupakan sendi engsel (hinge joint) yang membatasi gerakan fleksi dan ekstensi; (3) proksimal radioulnar joint merupakan pivot joint antara radial head dan ulnar notch. Sendi proksimal radioulnar membatasi gerakan pronasi dan supinasi. Ligamen

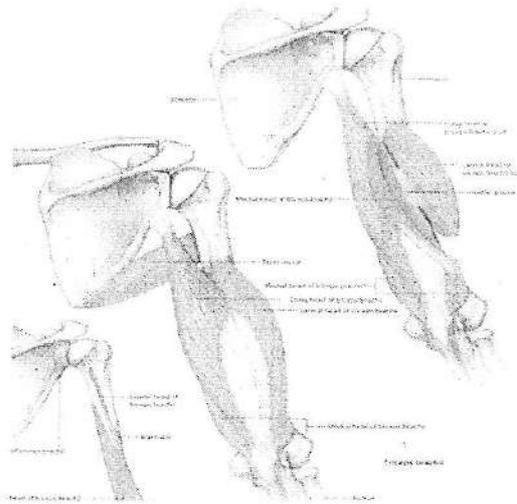
yang memperkuat sendi elbow yaitu medial (ulnar) collateral ligament, lateral (radial) collateral ligament, dan ligament anulare. Medial collateral ligament berjalan dari epicondylus medial humerus menuju processus coronoid dan olecranon ulna sedangkan lateral collateral ligament berjalan dari epicondylus lateral humerus ke ligament anulare. Ligament yang mengendalikan gerakan fleksi dan ekstensi elbow (siku) pada sendi humeroulnar dan radioulnar adalah medial (ulnar) collateral ligament dan lateral (radial) collateral ligament. Ligament anulare merupakan ligament tipis yang berbentuk seperti cincin dan melekat pada kepala radius (head of radius) bagian proksimal dari lengan atas (Milner & Clare, 2008).



Gambar 8. Sendi siku (Gray's,2010)



Gambar 9. Otot penggerak siku (Gray's, 2010)



Gambar 10. Otot penggerak siku (Gray's, 2010)

a. Gerakan Fleksi

Biceps brachii, merupakan prime mover sendi siku dengan dua percabangan otot yang berada di bagian anterior lengan, membentuk tonjolan besar diatas lekuk siku. Origo short head pada prosesus corakoid skapula bagian proksimal, long head pada tuberositas diatas glenoid sedangkan insersionya pada tuberositas tulang radius proksimal melalui tendon besar. Otot ini dipersarafi oleh saraf muskulokutaneus (C5 dan C6) dan otot yang penggerak lainnya m. brachialis dan m. brachioradialis.

b. Gerakan ekstensi

Triceps brachii, origo kepala panjang pada tuberositas infraglenoid scapula, kepala lateral sisi posterior humerus diatas palung radial, kepala medial sisi posterior humerus dibawah palung radial sedangkan insersio pada prosesus olekranon ulna melalui tendon besar. Merupakan otot dengan tiga kepala yang melapisi punggung lengan. Otot ini dipersarafi oleh saraf radial (C6, C7, dan C8). Anconeus, otot triangular kecil disisi distal triceps lengan atas dan pada permukaan lateral sisi proksimal tulang ulna di siku. Origo, pada epicondylus lateral humerus sedangkan insersio pada prosesus olekranon ulna dipersarafi oleh saraf radial (C7 dan C8).

4. *Wrist Joint*

Ada beberapa persendian pada pergelangan tangan yaitu:

a. Artikulasio radiokarpalia

Merupakan sendi elipsoid yang menghubungkan antara ujung distal radialis yang merupakan lekuk sendi dan tulang navikular, lunatum, dan triquitrum merupakan kepal sendi yang terletak di sebelah distal. Ketika gerak fleksi dari pergelangan tangan bagian karpal bergerak ke depan, dan saat gerak ekstensi bagian karpal bergerak ke belakang, dan ketika radial deviasi karpal bergerak ke arah radial dan slide terhadap tulang ulnar, serta ketika gerakan ulnar deviasi karpal bergerak roll ke arah ulnar dan slide ke arah radial (Kisner, 2007).

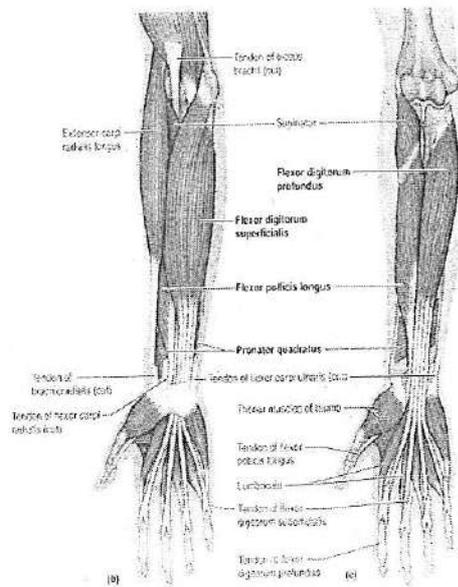
b. Artikulasio distal radioulnaris

Ulnar mempunyai hubungan yang sangat penting dengan sendi siku, tetapi ujung distal ulnar tidak berhubungan dengan tulang-tulang pergelangan tangan (carpalia).

Tulang-tulang carpal hanya bersendi dengan tulang radius. Sendi distal radioulnaris ini merupakan sendi pivot dan mempunyai satu axis gerak. Walaupun radius bergerak terhadap ulna, tetapi bukan berarti ulna tidak bergerak. Pada saat gerakan pronasi, ulna bergerak ke belakang dan lateral, sedangkan pada saat gerakan supinasi, ulna bergerak ke depan dan ke medial. Dibawah ini adalah otot penggerak gerakan fleksi dan ekstensi pergelangan tangan (*wrist joint*) (Bikley, 2012).

Group otot	Otot	Origo (1)	Inserio (1)	Aksi	Persarafan
Flexors wrist	<i>Flexor carpi ulnaris</i>	Epikondilus medial humerus; tepi medial prosesus olekranon dan dua pertiga bagian atas sisi dorsal tulang ulna	tulang pisiform dan hamatum pergelangan tangan; metakarpal kelima	Flexi dan aduksi tangan	C7 - T1
	<i>Flexor carpi radialis</i>	Epikondilus medial humerus	Tulang metacarpal kedua dan ketiga tangan	Flexi pergelangan, membantu abduksi lengan	C6 - C7
	<i>Palmaris longus</i>	Epikondilus medial humerus	Ligamen karpal (pergelangan tangan) (disebut flexor radius-culm); sponoseus palmar	Flexi pergelangan tangan menegangkan aponeurosis palmar (fasia telapak tangan selama pergerakan tangan)	C7 - C8
	<i>Flexor digitorum superficialis</i>	Epikondilus medial humerus; sisi medial prosesus koronoid tulang ulna, permukaan anterior radius dari tuberositas radial sampai insersi pronator teres	Falang kedua (tengah) pada keempat jari	Flexi keempat jari dan pergelangan tangan	C8 - T1
	<i>Flexor digitorum profundus</i>	Dua pertiga bagian atas ulna yang menyatu dengan membran interoseus	Bersari distal tulang falang pada jari ke-2 sampai ke-5	Flexi jari tangan dan membantu dalam flexi pergelangan tangan; berperan dalam flexi jari tangan yang tidak begitu kuat dan tanpa tahanan	C8 - T1
	<i>Flexor pollicis longus</i>	Permukaan anterior bagian atas radius; bagian yang bersebelahan dengan membran interoseus	Falang bagian distal pada ibu jari	Flexi perendian pada ibu jari	C7 - C8
Extensor	<i>Extensor carpi radialis longus</i>	Tonjolan supracondilar lateral pada humerus distal	Bagian posterior pada dasar metacarpal kedua, sisi radial	Ekstensi dan abduksi tangan	C6 - C7
	<i>Extensor carpi radialis brevis</i>	Epikondilus lateral humerus distal	Sisi posterior bagian dasar metacarpal ketiga, sisi radial	Ekstensi dan abduksi tangan	C7 - C8
	<i>Extensor carpi ulnaris</i>	Epikondilus lateral humerus distal	Bagian dasar metakarpal kelima bagian ulnar	Ekstensi dan aduksi tangan	C7 - C8
	<i>Extensor digitorum</i>	Epikondilus lateral humerus distal	Sisi posterior bagian dasar metacarpal ketiga, sisi radial	Ekstensi dan abduksi tangan	C7 - C8
	<i>Extensor indicis</i>	Bagian distal ulna pada permukaan posterior, di bawah ekstensor ibu jari tangan longus; membran interoseus	Perpanjangan ekstensor jari telunjuk, tendon persendian ekstensor jari tangan dan jari telunjuk	Ekstensi jari telunjuk; memberikan jari telunjuk kebebasan untuk bergerak, seperti saat menunjuk sesuatu	C7 - C8
	<i>Extensor digiti minimi</i>	Epikondilus lateral humerus distal	Aponeurosis ekstensor posterior pada jari kelingsing	Ekstensi jari kelingsing; memberikan kebebasan pada jari kelingsing; ekstensi tangan pada persambungan ekstensor jari tangan	C7 - C8
	<i>Extensor pollicis longus</i>	Permukaan posterior pada sisi lateral ulna	Bagian falang terakhir ibu jari tangan	Ekstensi falang terakhir ibu jari tangan	C7 -
	<i>Extensor pollicis brevis</i>	Permukaan posterior pada bagian tengah radius; membran interoseus	Permukaan posterior di bagian dasar falang pertama ibu jari	Ekstensi falang pertama ibu jari tangan	C7 - C8

Tabel 3. Otot Penggerak Pergelangan Tangan
(Sumber: Kenyon, 2004)

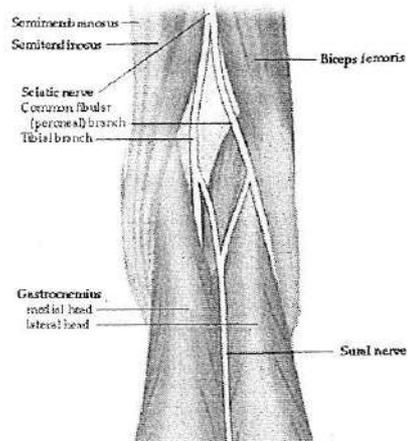


Gambar 11. Otot Penggerak Pergelangan Tangan
(Sumber, Gilroy, 2008)

5. Knee Joint

a. Otot Fleksi pada Lutut

Otot utama yang membantu gerak fleksi pada lutut yaitu; bisep femoris, semitendinosus dan semimembranosus. Origo otot bisep femoris terletak di tuberositas iscladicum dan insersionya di kepala fibula dan lateral condilus tibia. Origo otot semitendinosus terletak di iscladicum dan insersionya di post medial tibia. Origo otot semimembranosus terletak di tuberositas iscium dan insersionya di post medial condilus tibia. Inervasi dari otot keempat otot tersebut adalah saraf *sciatic*.



Gambar 12. Otot semimembranosus, otot semitendonosus dan otot bisep femoris dan saraf *sciatica* (Musculoskeletal Atlas)

Aktivitas hamstring dimulai pada akhir pertengahan ayunan langkah sebelum quadriceps memulai aktivitasnya dan puncaknya pada kontak awal. Aktivitas hamstring selama ayunan langkah eksentrik di kedua lutut dan hip; selama akhir setengah ayunan langkah, lutut ekstensi hingga 70° sedangkan hip fleksi 25° sampai 35° (Perry J. 1992).

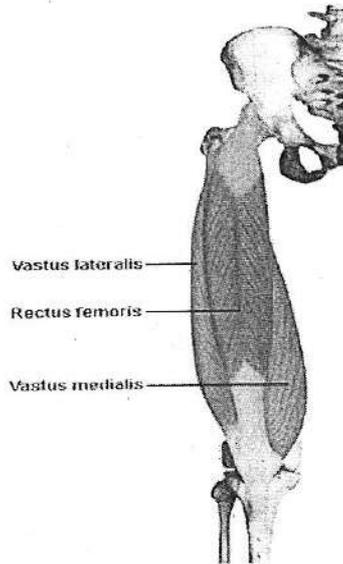
Aktivitas hamstring ini berkurang kecepatannya karena gerakan fleksi hip dan kecepatan ayunan tungkai kaki. Selama awal hubungan, hamstring yang membantu gluteus maximus dalam menjaga hip ekstensi (Inman VT, dkk. 1981).

Aktivitas hamstring berhenti pada waktu *loading* respon dan tetap rileks sepanjang fase sisa berdiri dan selama sisa awal ayunan langkah dan pada pertengahan ayunan langkah (Knutson LM, dkk. 1995).

b. Otot Ekstensi pada Lutut

Otot utama yang membantu gerak ekstensi pada lutut yaitu *rectus femoris*, *vastus lateralis*, *vastus medialis*, dan *vastus intermedius*. Origo otot *rectus femoris* terletak di *iliac spine* dan acetabulum hip dan insersionya di patela. Origo otot *vastus lateralis* terletak di *tuberositas gluteal femur* dan insersionya di lateral patela. Origo otot *vastus medialis* terletak di *medial supracondylar femur* dan insersionya di medial patela. Origo otot *vastus intermedius* terletak di 2/3 femur

dan insersinya di lateral patella dan condilus tibia. Inervasi dari otot keempat otot tersebut adalah saraf sciatic.



Gambar 13. Otot vastus lateralis, otot vastus medialis, dan otot rectus femoris (Musculoskeletal Atlas).

c. Pemeriksaan Gerak Lutut

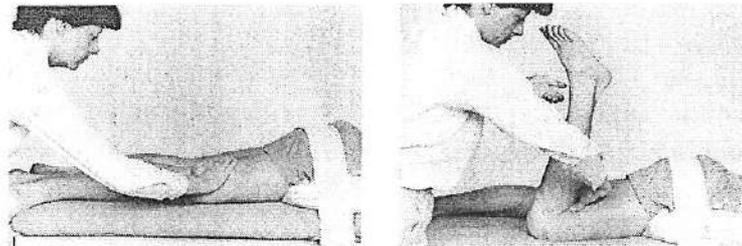
Meskipun quadriceps ini adalah paling utama aktif selama berdiri, juga ikut berkontraksi selama akhir fase ayunan langkah. Pada terminal ayunan langkah, paha depan memulai aktivitas untuk mempersiapkan anggota tubuh untuk kontak. Dari awal kontak sampai melalui 15% pertama dari fase berdiri dimana lutut fleksi mencapai sekitar 15°, aktivitas eksentrik quadriceps yang paling jelas (Perry J. 1992).

Aktivitas eksentrik ini yang menyediakan penyerapan lonjatan untuk mengurangi dampak gaya yang terjadi akibat kontak dengan tanah, Kontrol laju fleksi selama awal awal, dan mempertahankan kontrol dari lutut yang sedikit fleksi sehingga lutut tidak tertekuk (Perry J. 1992). Terjadinya fleksi pada lutut ini, karena lutut ekstensi secara pasif sekunder biomekanik perubahan dalam pinggul dan pergelangan kaki sendi. Selain itu, karena COM tubuh berada pada anterior sendi lutut setelah hip dan ankle, maka kontrol aktif dari lutut tidak diperlukan dari *midstance* melalui *midswing*.

Aktivitas quadrisep tersimpan di *preswing* terutama di rektus femoris bertindak di hip untuk membantu fleksi dari hip. Gerakan lutut yang terjadi selama awal ayunan langkah dan pertengahan ayunan langkah dihasilkan oleh momentum dari aktivitas otot.

1) Pemeriksaan Fleksi Lutut

- a) Tahanan terhadap Gaya: Biceps femoris, semitendinosus, dan semimembranosus
- b) Otot Tambahan: gastrocnemius, popliteus, gracilis, dan sartorius. Pada penelitian (Fiebert IM, dkk. 1992) muncul untuk mendukung praktek tes hamstring sebagai sebuah kelompok dengan tibia yang diposisikan rotasi netral, dan mengisolasi bagian medial dan lateral pada hamstring yang dengan posisi masing-masing tibia kedua internal atau eksternal rotasi,
- c) Posisi Awal: pasien dalam posisi *prone-lying* dengan bantal di bawah perut (Gambar 14). Lutut dalam posisi ekstensi, tibia pada rotasi netral, dan kaki berada di ujung ranjang. Femoris rektus mungkin membatasi jarak lutut fleksi dalam posisi *prone*.
- d) Stabilisasi: Sebuah tali pinggang digunakan untuk menjaga stabilitas panggul. Pemeriksa menstabilkan paha.



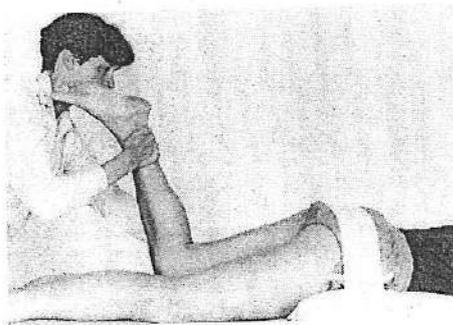
Gambar 14. Pemeriksaan Fleksi Lutut (Hazel & Clarkson, 2013).

- e) Palpasi: Bisep femoris pada bagian proksimal sendi lutut tepatnya garis lateral fossa poplitea. Semitendinosus pada bagian proksimal sendi lutut tepatnya garis medial fossa poplitea. Semimembranosus pada bagian proksimal sendi lutut di kedua sisi tendon semitendinosus (Smith LK, dkk. 1996).
- f) Gerakan pengganti: Sartorius (menghasilkan hip fleksi dan rotasi eksternal) dan gracilis (menghasilkan hip adduksi) (Daniels L, dkk. 1986).

- g) Lokasi yang berlawanan: Bagian proksimal pada sendi ankle pada aspek posterior dari kaki (Gambar 15). Walmsley dan Yang menemukan bahwa dengan hip di atau mendekati 0° , kekuatan kontraksi lutut untuk fleksi tidak dapat dilakukan di luar 90° karena akan merasakan ketidaknyamanan. Hal ini tidak jarang mengalami kram otot hamstring jika terlalu banyak tahanan digunakan gerak lutut ke arah derajat fleksi yang lebih besar. (Kendal, FP, dkk. 2005).
- h) Pemisahan pada hamstrings medial: Hamstring medial (Semitendinosus dan semimembranosus) internal rotasi tibia selama lutut fleksi. Tibia pasien dipegang rotasi ke arah internal dan tumit dibawa ke arah aspek lateral pantat ipsilateral (Gambar 16).
- i) Pemisahan pada hamstrings medial: Hamstring medial (Semitendinosus dan semimembranosus) internal rotasi tibia selama lutut fleksi. Tibia pasien dipegang rotasi ke arah internal dan tumit dibawa ke arah aspek lateral pantat ipsilateral (Gambar 16).



Gambar 15. Tahanan: biceps femoris, semitendinosus, and semimembranosus (Hazel M. Clarkson, 2013)



Gambar 16. Tahanan: Semitendinosus dan Semimembranosus (Hazel M. Clarkson, 2013).

2) Pemeriksaan Ekstensi Lutut

- a) Tahanan terhadap gaya: rektus femoris, vastus intermedius, vastus lateralis, dan vastus medialis
- b) Posisi Awal: Pasien duduk (Gambar 17). Lutut difleksikan dan bantalan ditempatkan di bawah paha bagian distal dan paha dipertahankan dalam posisi horizontal.



Gambar 17. Posisi awal: rektus femoris, vastus intermedius, vastus lateralis, dan vastus medialis (Hazel M. Clarkson, 2013)

- c) Stabilisasi: Pemeriksa menstabilkan paha dan pasien memegang pinggiran ranjang.
- d) Gerakan: Pasien mengekstensikan lutut dengan ROM penuh (Gambar 17). Jika hamstring terasa tertarik, pasien disandarkan untuk meredakan ketegangan di paha belakang selama gerakan. Pasien disandarkan kembali selama tes untuk menempatkan otot rektus femoris teregang dan meningkatkan kontribusi otot ini dalam menghasilkan ekstensi lutut (Smith LK, dkk. 1996).



Gambar 18. Screen position: rectus femoris, vastus intermedius, vastus lateralis, dan vastus medialis (Hazel M. Clarkson, 2013)

- e) Palpasi: Rektus femoris: pada anterior paha bagian tengah. Vastus intermedius: terlalu dalam untuk diraba. Vastus lateralis: lateral pada paha bagian tengah. Vastus medialis: medial pada paha bagian distal. Otot *quadriceps* teraba pada bagian proksimal tuberositas tibialis di tendon patella.
- f) Gerakan pengganti: tensor fascia latae (amati pada internal rotasi pinggul) (Kendal, FP, dkk. 2005).
- g) Lokasi yang Berlawanan: Menggunakan permukaan anterior pada akhir distal dari kaki (Gambar 19). Pastikan pasien tidak mengunci lutut pada ekstensi penuh (*closepacked position*).



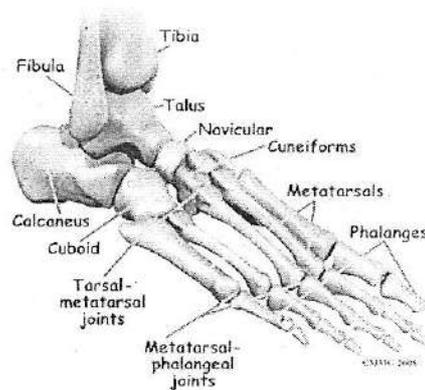
Gambar 19. Tahanan: rectus femoris, vastus intermedius, vastus lateralis, dan vastus medialis (Hazel M. Clarkson, 2013).

6. Ankle Joint

Ankle and kaki merupakan anggota ekstremitas bawah yang berfungsi sebagai stabilisasi dan penggerak tubuh. Di mana terdiri dari 28 tulang dan paling sedikit 29 sendi, yang mana memiliki fungsi utama membentuk dasar penyangga, sebagai peredam kejut, dan sebagai penyesuaian mobilitas.

Ankle dibentuk oleh ujung distal os. Tibia dan os. Fibula (yang kompleks terdiri dari 3 artikulasi: *sendi talocrural, sendi subtalar, dan tibiofibular*) yang bersendi langsung dengan: *Os. Talus paling atas, Os. Calcaneus paling belakang, Os. Navicularis bagian medial, Os. Cuboideus bagian lateral, Ossa. Cuneiforme bagian medial, middel, lateral, Ossa. Metatarsalia 5 buah, dan Ossa. Phalangeal 14 buah* (Bonnell et al., 2010). Pada ankle terdiri atas pengelompokan, di antaranya:

- a. Fore kaki, terdiri dari: *Ossa metatarsalia* dan *Ossa phalangea*, pada anterior segmen.
- b. Mid kaki, terdiri dari: *Os. Navicularis, Os Cuboid* dan *Ossa Cuneiforme*, pada middle segmen.
- c. Rear kaki, terdiri dari: *Os, Talus* dan *Os Calcaneus (Subtalar joint/ Talo calcanel joint)*, posterior segmen.



Gambar 20. Ankle dan foot joint (Atner, 2002)

a. Ankle joint

1) Distal Tibio Fibular Joint

Distal tibio fibular joint merupakan syndesmosis joint dengan satu kebebasan gerak kecil. Diperkuat anterior dan posterior

tibiofibular ligament dan interroseum membran. Arthokinematik dan osteokinematik adalah gerak geser dalam bidang sagital sangat kecil dan gerak angulasi dalam bidang frontal sebagai membuka dan menutup garpu (Kisner dan Colby, 2012).

2) Talo Crural Joint

Talocrural, atau *tibiotalar*, secara fungsional *talocrural joint* dapat dianggap sebagai *synovial hinge joint*, dibentuk oleh *cruris* (tibia dan fibula) dan *os. Talus, maleolus medial, dan maleolus lateral*. Gerakan-gerakan yang terjadi fleksi dorsal dan fleksi plantar. Arthrokinematik dan osteokinematiknya adalah gerakan dari posisi netral terdiri dari gerakan bidang sagital 28°- 30° plantar fleksi atau (ROM: 40-500) *loose-packed position*, dorsal fleksi (ROM: 20-300), *close-packed position*. Traksi terhadap talus selalu kearah distal. Translasi untuk gerak dorsal fleksi kearah posterior dan gerak plantar fleksi kearah anterior. 1° gerakan melintang (internal rotasi) 9° dan gerakan (rotasi eksterna), dan 4° gerakan bidang frontal (inversi dan 2° gerak eversi (Kisner dan Colby, 2012).

3) Subtalar Joint (Talo Calcaneal Joint)

Subtalar joint merupakan jenis *plan joint*, dibentuk oleh *os. Talus dan Calcaneus*. Arthrokinematik dan osteokinematik adalah gerakan yang terjadi berupa adduksi (*valgus*) dan abduksi (*varus*), yang ROM keduanya adalah *hard end feel*. Semakin besar posisi kaki dalam fleksi plantar, semakin besar kemiringan varusnya. Diperkuat oleh *talocalcaneal ligamen*.

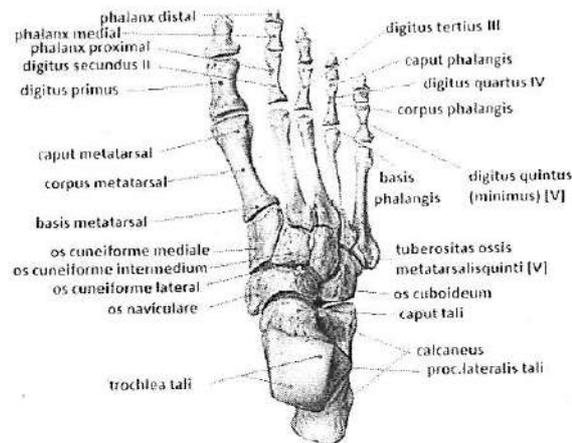
Biomekanik sendi subtalar sangat penting dalam stabilitas pergelangan kaki, terutama gerakan inversi dan eversi dalam upaya untuk menjaga kaki stabil di bawah pusat gravitasi (Kisner dan Colby, 2012).

4) Midtarsal joint (Inter Tarsal Joint)

Midtarsal joint terdiri dari:

- a) *Talo calcaneo navicular joint*, memiliki cekungan permukaan sendi yang kompleks, termasuk jenis sendi *plan joint*. Diperkuat oleh plantar *calcaneonavicular ligament*.
- b) *Calcaneo cuboid joint*, merupakan *plan joint*, bersama *talonavicularis* membentuk *transverse tarsal (mid tarsal joint)*. Diperkuat oleh *dorsal talo navicular ligament, bifurcatum ligament, calcaneo cuboid ligament, plantar calcaneocuboid ligament*.

- c) *Cuneo navicular joint*, navikular bersendi dengan cuneiforme I, II, III, berbentuk konkaf. Cuneiforms bagian plantar berukuran lebih kecil, bersama cuboid membentuk transverse arc. Gerak utama; plantar dorsal fleksi. Saat plantar fleksi terjadi gerak luncur cuneiform ke plantar.
 - d) *Cuboideocuneonavicular joint*, sendi utamanya adalah cuneiform II-cuboid berupa plan joint. Gerak terpenting adalah inversi dan eversi. Saat inversi cuboid translasi ke plantar medial terhadap cuneiform III.
 - e) *Intercuneiforms joint*, dengan navicular membentuk transverse arc saat inversi-eversi terjadi pengurangan-penambahan arc. Arthrokinematiknya berupa gerak translasi antar os. tarsal Joint.
 - f) *Cuneiforms I-II-III* bersendi dengan metatarsal I-II-III, cuboid bersendi dengan metatarsal IV-V, Metatarsal II ke proximal sehingga bersendi juga dengan Cuneiforms I-III, sehingga sendi ini paling stabil dan gerakannya sangat kecil. Arthrokinematiknya berupa traksi gerak Metatarsal ke distal (Barr, 2005).
- 5) *Metatarso phalangeal dan Inter phalangeal Joint.*
- a) Metatarso phalangeal Joint.
Distal metatarsal berbentuk konveks membentuk *ovoid-hinge joint* dengan gerak: fleksi-ekstensi dan abduksi-adduksi. *Maximally lose pack position* (MLPP) = Ekstensi 110, *close pack position* (CPP) = full ekstensi. Gerak translasi searah gerak angular, traksi selalu ke arah distal searah sumbu longitudinal phalang. Kaki bagian depan berfungsi untuk mobilitas, terutama untuk proses meletakkan kaki saat berjalan. Pada saat berjalan kemungkinan terjadi gerak fleksi dan ekstensi, seperti halnya pada persendian jari kaki (interphalangeal) yang lain.
 - b) Proximal dan Distal Interphalangeal Joint
Caput proximal phalang berbentuk konveks dan basis distal phalang berbentuk konkav membentuk sendi hinge. Gerakannya adalah fleksi-ekstensi. *Maximally lose pack position* (MLPP) = Fleksi 100, *close pack position* (CPP) = full ekstensi Gerak translasi searah gerak angular, traksi selalu ke arah distal searah axis sumbu longitudinal phalang.



Gambar 21. Persendian kaki (Sobotta, 2010)

b. Arcus kaki

Ada dua arcus, Longitudinal Arc dan Transverse Arc:

1. *Longitudinal Arc*: merupakan kontinum dari calcaneus dan caput metatarsal.
2. *Transverse Arc*: bagian proximal dibatasi os. Cuboideum, lateral cuneiforme, mid cuneiforme dan medial cuneiforme lebih cekung dan pada bagian distal oleh caput metatarsalia yang lebih datar (Bonnell et al., 2010).

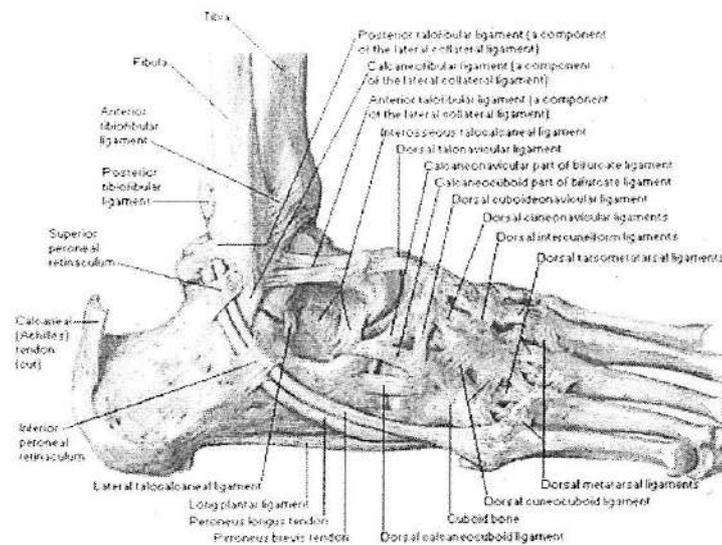
c. Ankle Fascia

Ankle and kaki terdapat fascia superficialis dorsum pedis yang terletak di bagian distal retinaculum musculorum extensorum inferiorum. Fascia ini membentuk fascia cruris dan terbentang ke distal masuk ke dalam aponeurosis extensoris jari-jari. Pada bagian proksimal melekat pada retinaculum musculorum extensor superior dan membentuk penyilangan dengan retinaculum musculorum extensorum inferiorum hanya dapat dilihat pada diseksi perlahan-lahan dan bagian lateralnya crus proksimal sering tidak ada. Disebelah dalam tendon-tendon musculus extensor digitorum longus yang merupakan lapisan jaringan penyambung fascia profunda dorsum pedis yang padat, kaku dan juga melekat pada batas-batas kaki (Kisner dan Colby, 2012).

d. Ankle Ligament

Ligamen merupakan struktur yang elastis dan sebagai stabilisasi pasif pada ankle and kaki joint. Ligamen yang sering mengalami cedera

yaitu ligament kompleks lateral kaki antara lain: ligamen talofibular anterior yang berfungsi untuk menahan gerakan ke arah plantar fleksi, *ligamen talofibular posterior* yang berfungsi untuk menahan gerakan ke arah inverse, *ligamen calcaneocuboideum* yang berfungsi untuk menahan gerakan ke arah plantar fleksi, ligamen talocalcaneus yang berfungsi untuk menahan gerakan ke arah inversi dan ligamen calcaneofibular yang berfungsi untuk menahan gerakan ke arah inversi membuat sendi kaki terkunci pada batas tertentu sehingga terbentuknya stabilitas pada kaki dan ligamen cervical. Selain itu juga terdapat ligamen *cuneonavicular plantar*, *ligamen cuboideonavicular plantar*, *ligamen intercuneiform plantar*, *ligamen cuneocuboid plantar* dan *ligamen interrosea* yaitu *ligamen cuneocuboideum interossum* dan *ligamen intercuneiform interrosea*. Pada ligamen antara tarsal dan metatarsal terdapat ligamen tarsometatarso dorsal, ligamen tarsometatarso plantar dan ligamen cuneometatarsal interrosea. Di antara ossa metatarsal terdapat ligamen metatarsal interrosea dorsal dan plantar yang terletak pada basis metatarsal (Chook dan Hegedus, 2013).



Gambar 22. Struktur ligamen sebagai stabilisasi pasif (Sobotta, 2010)

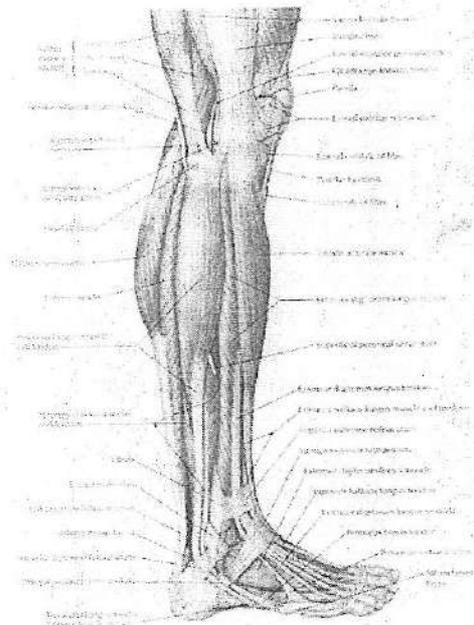
e. Struktur Otot dan Tendon Ankle and kaki

Otot berperan sebagai penggerak sendi, juga berfungsi sebagai komponen stabilisator aktif yang menjaga integritas sendi dan tulang

saat pergerakan. Tendon adalah ujung otot yang melekat ada tulang. Fungsinya untuk menghubungkan berbagai organ tubuh seperti otot dengan tulang-tulang, tulang dengan tulang, juga memberikan perlindungan terhadap organ tubuh.

M. soleus dan *M. gastrocnemius*, fungsinya untuk plantar fleksi pedis, otot ini di innevasi oleh N. tibialis L4-L5. Fungsinya untuk supinasi (adduksi dan inverse) dan plantar fleksi pedis. *M. tibialis anterior* dan *M. tibialis posterior*, otot ini di innevasi oleh N. peroneus (fibularis) profundus L4-L5, fungsinya untuk dorsal fleksi dan supinasi (adduksi dan inverse) pedis.

M. peroneus longus dan *M. peroneus brevis*, merupakan pronator yang paling kuat untuk mencegah terjadinya sprain ankle lateral, otot ini di innervasi oleh N. *peroneus (fibularis) superficialis* L5-S1. Fungsinya untuk pronasi (abduksi dan eversi) dan plantar fleksi pedis, tidak hanya pada ligamen, jaringan lain seperti tendon dapat mengalami cedera, tendon yang sering mengalami cedera pada ankle sprain adalah tendon peroneus longus dan brevis yang berfungsi terhadap gerakan eversi pada kaki (Farquhar, et al 2013).



Gambar 23. Struktur otot dan tendon ankle (Sobotta, 2010).

Otot juga memiliki peranan dalam menjaga stabilitas sendi. Pada pergelangan kaki, m. fibularis longus dan m. fibularis brevis berfungsi mengontrol gerakan supinasi dan menjaga dari timbulnya sprain pada pergelangan kaki. Selain kedua otot tersebut, otot pada bagian anterior tungkai bawah seperti m. tibialis anterior, m. extensor digitorum longus, m. extensor digitorum brevis dan m. fibularis tertius juga berperan mencegah terjadinya sprain dengan berkontraksi saat terjadi gerakan supinasi, sehingga otot dapat memperlambat gerakan plantar-fleksi pada gerakan supinasi dan cedera dapat dihindari. Berikut ini merupakan penjabaran otot yang fungsinya berkaitan dengan pergerakan sendi pergelangan kaki:

1) *M. tibialis anterior*

Terletak sepanjang permukaan anterior tibia dari condylus lateralis hingga bagian medial dari bagian tarsometatarsal. Setelah sampai duapertiganya otot ini merupakan tendo. Origonya berada pada tibia dan membrana interossea, sedangkan inser-sionya berada pada os. metatarsal I. Otot ini dipersarafi oleh n. fibularis profundus dan berfungsi melakukan dorsofleksi dan supinasi kaki.

2) *M. extensor digitorum longus*

Terletak disebelah lateral m. tibialis anterior pada bagian proximalnya dan m. extensor hallucis longus di bagian distal. Origonya pada tibia dan membrana interossea, berinsersio pada phalanx medial dan distal digitorum II-V, dipersarafi oleh n. fibularis profundus. Fungsinya untuk dorsofleksi dan abduksi.

3) *M. extensor hallucis longus*

Bagian proximalnya terletak dibawah m. tibialis anterior dan m. extensor digitorum longus, lalu pada bagian tengahnya berada di antara kedua otot tersebut hingga akhirnya pada bagian distal terletak di superfisial. Berorigo pada fibula dan membrana interossea, berinsersio pada phalanx distalis digiti I. Dipersarafi oleh n. fibularis posterior dan berfungsi untuk dorsofleksi.

4) *M. fibularis tertius*

Merupakan otot kecil yang terletak di lateral m. extensor digitorum longus. Berorigo pada fibula dan membrana interossea, berinsersio pada os. metatarsal V. Dipersarafi oleh n. fibularis posterior dan berfungsi untuk dorsofleksi dan pronasi.

- 5) *M. fibularis longus*
Terletak dibagian lateral tungkai bawah, origonya pada fibula dan berinsersio pada os. metatarsal I. Dipersarafi oleh n. fibularis superficialis dan berfungsi untuk plantarfleksi, eversio dan abduksi.
- 6) *M. fibularis brevis*
Letaknya dibagian posterior dari m. fibularis longus. Berorigo pada fibula dan berinsersio pada tuberositas ossis metatarsal V. Dipersarafi n. fibularis superficialis dan berfungsi untuk plantarfleksi, abduksi dan eversio.
- 7) *M. gastrocnemius*
Merupakan otot paling luar pada bagian posterior tungkai bawah. Berbentuk seperti tanduk dan bersama dengan m. soleus membentuk triceps surae. Berorigo pada condylus femoralis dan berinsersio pada tuber calcanei melalui tendo Achilles. m. gastrocnemius adalah otot yang kuat dan fungsinya sebagai fleksi tungkai bawah serta plantarfleksi.
- 8) *M. soleus*
Berada di bagian dalam dari m. gastrocnemius. Otot ini memiliki fungsi menghambat gerakan dorsofleksi sehingga gerakan yang dapat dilakukan adalah plantarfleksi. Origonya pada linea musculi solei tibiae et fibula, insersionya pada tuber calcanei serta dipersarafi oleh n. tibialis.
- 9) *M. tibialis posterior*
Merupakan otot yang letaknya paling dalam pada bagian posterior tungkai bawah. Berorigo pada fibula dan membrana interossea, berinsersio pada tuberositas ossis naviculare. Dipersarafi oleh n. tibialis dan berfungsi untuk plantarfleksi, supinasi dan mempertahankan arcus longitudinal.
- 10) *M. flexor digitorum longus*
Otot ini berorigo pada facies posterior tibia, fascia cruris lebar dalam dan berinsersio pada phalanx distal digitorum II-V. Persarafannya berasal dari n. tibialis dan berfungsi untuk plantarfleksi, inversio dan adduksi.

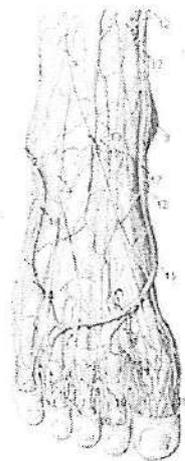
11) *M. flexor hallucis longus*

Originya pada facies posterior fibula, fascia cruris lembar dalam dan membrana interossea cruris, insersinya pada phalanx distal digiti I. Dipersarafi oleh *n. tibialis* dan berfungsi untuk plantar-fleksi, inversio dan adduksi.

f. **Innervasi Sendi Pergelangan Kaki**

Persarafan pergelangan kaki berasal dari *plexus lumbalis* dan *plexus sacralis*. Persarafan otot yang berfungsi mengontrol pergerakan pergelangan kaki berasal dari *n. tibialis*, *n. fibularis profundus* dan *n. fibularis superficialis*. Sedangkan saraf sensorisnya berasal dari *n. suralis* dan *n. saphenus*. (Kisner dan Colby, 2012).

Otot penggerak pergelangan kaki gerak utama dorsi fleksi, adalah *tibialis anterior* disarafi oleh *n. peroneus profundus* otot penggerak plantar fleksi adalah otot *gastrocnemius* yang disarafi oleh *n. tibialis* dan otot *soleus* disarafi juga oleh *n. tibialis*. Sedang penggerak eversi adalah otot *peroneus longus* dan *peroneus brevis* yang keduanya disarafi *n. peroneus superficialis* (Chusid, 1993).

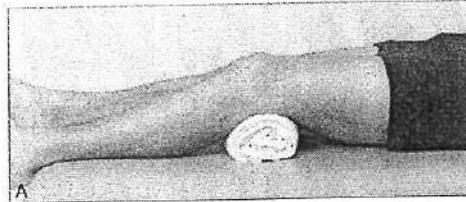


- 1: Arcus venosus dorsalis pedis
- 2: Malleolus lateralis
- 3: Malleolus medialis
- 4: N. cutaneus dorsalis intermedius (N. fibularis superficialis)
- 5: N. cutaneus dorsalis lateralis (N. suralis)
- 6: N. cutaneus dorsalis medialis (N. fibularis superficialis)
- 7: N. cutaneus surae medialis (N. tibialis)
- 8: N. fibularis profundus
- 9: N. fibularis superficialis
- 10: Nn. digitales dorsales pedis
- 11: Nn. digitales dorsales pedis [hallucis lateralis et digiti secundi medialis]
- 12: N. saphenus
- 13: Retinaculum musculorum extensorum inferius
- 14: V. marginalis lateralis
- 15: V. marginalis medialis
- 16: V. perforans
- 17: V. saphena magna
- 18: V. saphena parva
- 19: Vv. digitales dorsales pedis

Gambar 24. Innervasi Ankle (Chusid, 1993).

g. Pengukuran *Ankle Dorsiflexion and Plantarflexion*

1) Dorsiflexion

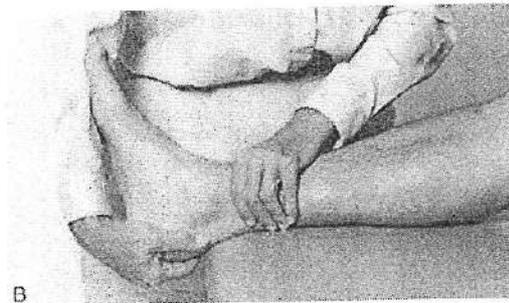


Gambar 25. Position of knee in 20° to 30° flexion for assessment of ankle dorsiflexion.

Posisi awal

Pasien terentang. Sebuah handuk putar diletakkan di bawah lutut ke posisi lutut di sekitar 20° dan 30° dan letakkan gastrocnemius pada posisi relaks. Ankle adalah dalam ciri-ciri anatomi atau posisi netral dengan kaki tegak lurus dan kaki lebih rendah. Terapist menstabilkan tibia dan fibula.

Penempatan tangan terapi



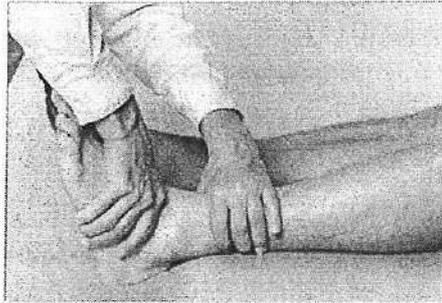
Gambar 26. Start position: ankle dorsiflexion; Firm or hard end feel at the limit of ankle dorsiflexion

2) Plantarflexion

Pasien telentang. Sebuah putar diletakkan di bawah lutut untuk mempertahankan sudut 20° dan 30° menyediakan flexion lutut, dan ankle adalah dalam posisi netral.

Start: Terapis menggenggam dorsum kaki dengan perbatasan radial dari indeks jari di atas aspek anterior dari lereng dan kalkaneus.

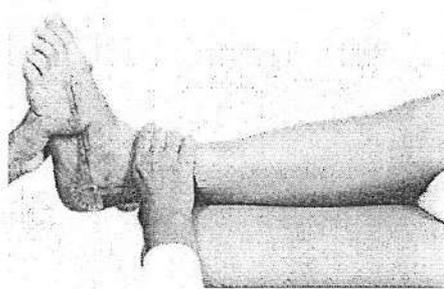
End: Terapis menggenggam talus dan kalkaneus dalam arah ke bawah hingga batas plantar fleksi pergelangan kaki.



Gambar 27. Start position for ankle plantar flexion; Firm or hard end feel at the limit of ankle plantarflexion.

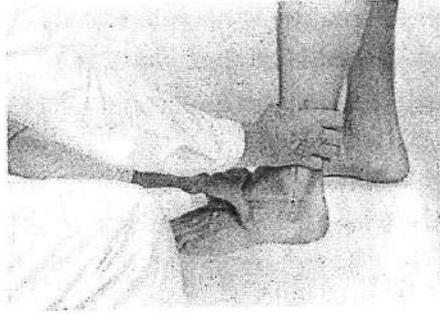
3) Measurement: Universal Goniometer

Pasien terlentang dengan gulungan ditempatkan di bawah lutut untuk mempertahankan sekitar 20° sampai fleksi 30° lutut dan tempat gastrocnemius pada pad.



Gambar 28. Start position for ankle dorsiflexion and plantarflexion

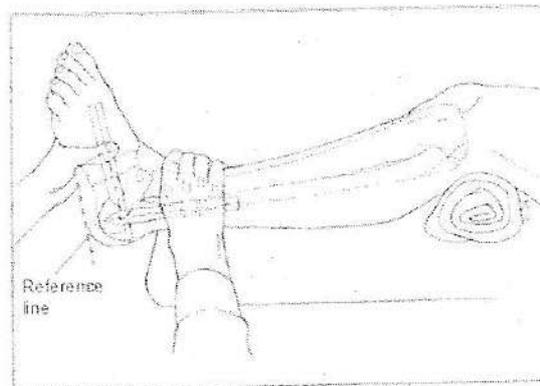
Atau, pasien mungkin akan duduk dengan lutut tertekuk sampai 90° dan pergelangan kaki dalam posisi anatomis.



Gambar 29. Alternate start position for ankle dorsiflexion and plantarflexion

Goniometer Axis: sumbu ditempatkan lebih rendah ke lateral malleolus.

Pengukuran ini juga dapat diperoleh dengan menempatkan sumbu kalah dengan maleolus medial (tidak ditampilkan). untuk menghilangkan gerakan kaki depan dari pengukuran. Dalam posisi awal dijelaskan, goniometer akan menunjukkan 90° . Ini dicatat sebagai 0° . Untuk misalnya, jika goniometer membaca 90° pada posisi awal untuk dorsofleksi pergelangan kaki dan 80° pada posisi akhir, pergelangan kaki dorsofleksi PROM akan menjadi 10° .



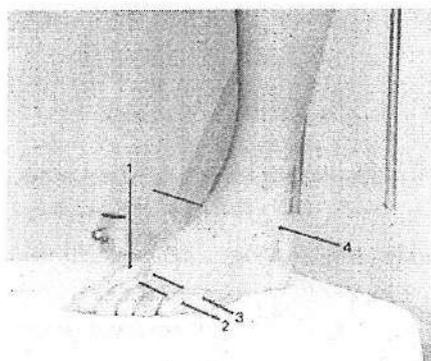
Gambar 30. Goniometer alignment for ankle dorsiflexion and plantarflexion.

h. Gerakan pada kaki

Telapak kaki terbagi dalam tiga unit fungsi yaitu telapak kaki depan, telapak kaki tengah dan telapak kaki kaki belakang. Telapak kaki tersusun atas tulang, tidak termasuk dua tulang sesamoid dibawah

sendi metatarsophalangeal pertama, merupakan tambahan yang disebut tulang aksesoris pada telapak kaki.

Gerak pada artikulasi metatarsophalangeal (MTP) termasuk fleksi, ekstensi, abduksi dan adduksi. Gerakan fleksi dan ekstensi terjadi pada bidang sagital sekitar sumbu frontal, dan gerakan abduksi/adduksi terjadi pada bidang horisontal sekitar sumbu vertikal. Sendi pada interphalangeal (IP) memungkinkan terjadinya gerakan fleksi dan ekstensi pada ujung jari-jari kaki.



Gambar 31. Sumbu pada Ankle dan kaki: (1) sendi metatarsophalangeal (MTP) abduksi-adduksi; (2) sendi interphalangeal (IP) fleksi-ekstensi; (3) sendi MTP fleksi-ekstensi; (4) sendi talocrural dorsifleksi-plantarflesi (sumber: Hazel M. Clarkson, 2013)

1) Fleksi Metatarsophalangeal (MTP)

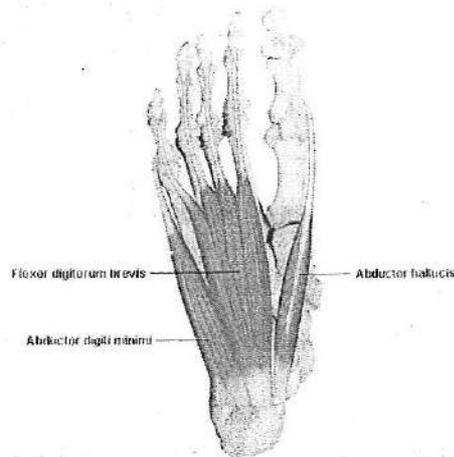
Otot utama yaitu *lubricales*, origonya tendon di *flek digit longus* sedang insersionya proximal phalang. Otot fleksor halucis brevis, origonya cuboid dan lateral cuneiform dan insersionya di proximal phalang.



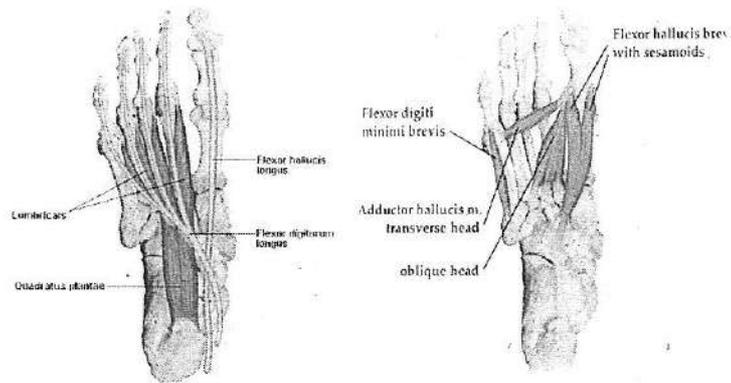
Gambar 31. Sumber: Sobotta Musculoskeletal

2) Fleksi Interphalangeal (IP)

Otot fleksor digitorum longus, origonya di posterior tibia dan insersionya di tendon achilles. Otot fleksor digitorum brevis, origonya di tuberositas calcaneus dan insersionya di intermediat phalang. Otot fleksor digitorum longus, origonya di posterior fibula dan insersionya di distal phalang. Inervasi dari otot fleksi (MTP dan IP) adalah saraf deep fibular (peroneal).



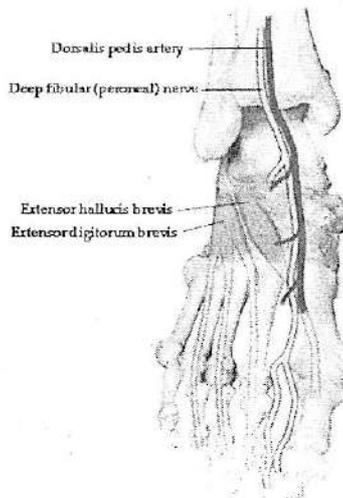
Gambar 32. Sumber: Sobotta Musculoskeletal



Gambar 33. Sumber: Sobotta Musculoskeletal

3) Ekstensi (MTP dan IP)

Otot ekstensor digitorum longus, origonya di lateral condylus tibia dan medial fibula dan insersionya di distal phalang. Otot ekstensor digitorum brevis, origonya di calcaneus an insersionya di proximal phalang. Otot ekstensor digitorum longus origonya di medial fibula dan insersionya di distal phalang 1. Inervasi dari otot ekstensi (MTP dan IP) adalah saraf deep fibular (peroneal).



Gambar 34. Ekstensor Sumber: Musculoskeletal Atlas.

RANGKUMAN

Gerakan fleksi adalah gerakan membungkuk sehingga satu segmen tulang bergerak ke arah yang lain dan penurunan sudut sendi terjadi pada bidang sagital sekitar sumbu medial-lateral, sedangkan gerakan ekstensi adalah gerakan satu segmen tulang dari tulang lainnya, menghasilkan peningkatan sudut sendi.

Untuk menentukan bagaimana gravitasi mempengaruhi segmen tubuh, kita harus menemukan pusat gravitasi. Pusat gravitasi (COG) dari suatu obyek atau tubuh adalah titik sekitar massa benda tersebut seimbang. Pusat gravitasi dari tubuh orang dewasa dalam posisi anatomis sedikit anterior vertebra sakral kedua, 4 atau sekitar 55% dari tinggi badan. Pusat gravitasi tubuh seseorang biasanya jatuh dekat ketinggian iliaka anterior-superior.

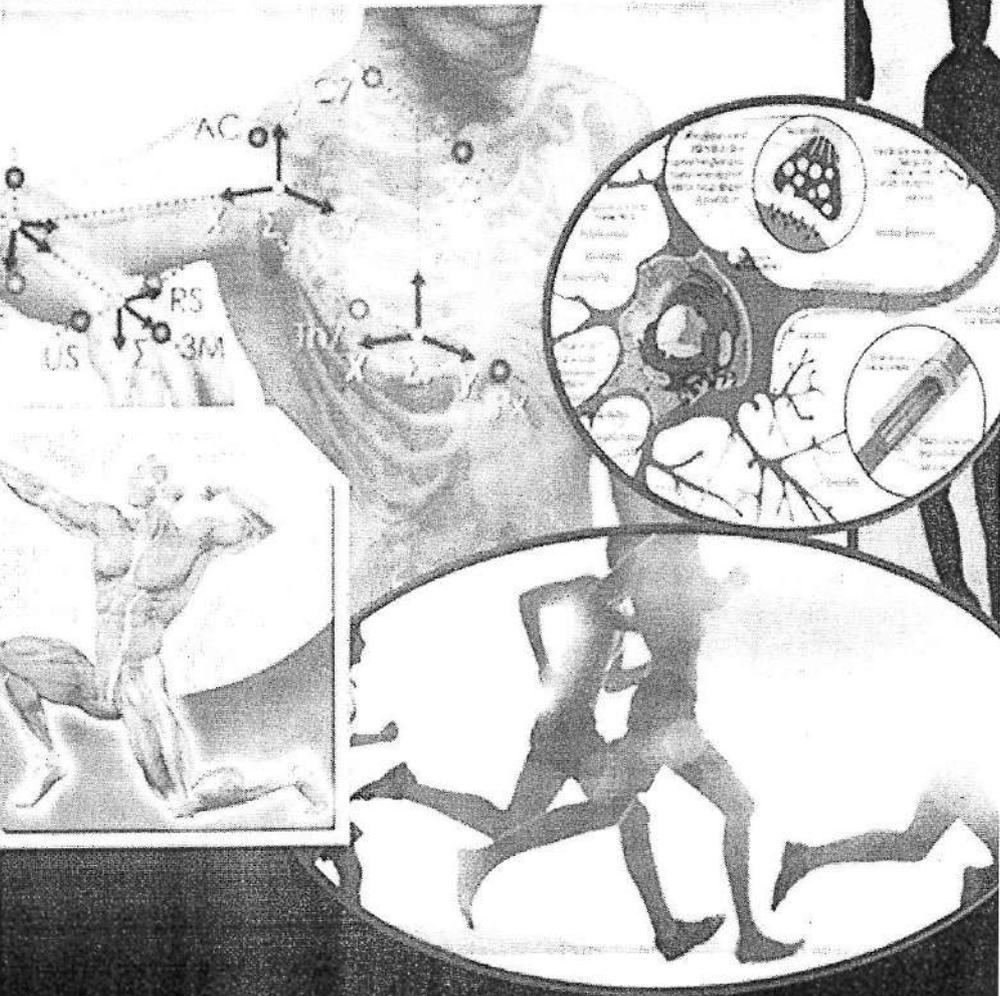
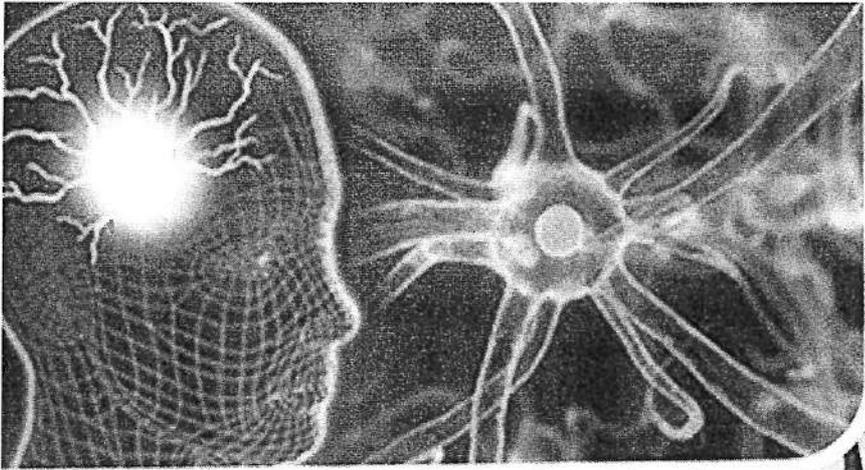
Jika pusat gravitasi tubuh terganggu sedikit dan tubuh cenderung untuk kembali pusat gravitasi untuk posisi semula, tubuh dalam keseimbangan stabil. Gerakan fleksi dan ekstensi ini terjadi pada sendi atlanto-occipital, sendi bahu (*shoulder joint*), sendi siku (*elbow joint*), sendi pergelangan tangan (*wrist joint*) dan sendi *metacarpophalangeal* dan *interphalangeal*.

DAFTAR PUSTAKA

- Barr K dan Harrast M 2005. *Evidence-Based Treatment of Foot and Ankle Injuries in Runners. Phys Med Rehabil Clin N Am* 16 (2005) 779–799
Department of Rehabilitation Medicine, Box 356490, University of Washington, Seattle, WA 98195
- Bonnel.F, Tauler, Tourne. 2010. *Chronic ankle instability Biomechanics and pathomechanics of ligaments injury and associated lesions. Orthopaedic Surgery and Traumatology Department, Dupuytren Teaching Hospital Center,, France Accepted: 15 March 2010*
- Brunnstrom's. 2012. *Clinical Kinesiology SIXTH EDITION: Philadelphia. PA 19103*
- Calatayud J, Borreani S, Colado J. C, Flandes J, Page P. 2014. *Exercise and ankle sprain injuries A Comprehensive Review. Hal 88- 93, vol 42 issue 1, februari 2014, ISNN- 0091-3847. From:http://www.physsportsmed.com*

- Chan K, Ding B, dan Mroczek K, 2011. *Acute and chronic lateral ankle instability in the athlete*. Bulletin of the Nyu Hospital for Joint Diseases 2011;69 (1):17-26 17
- Chusid. J (August 9, 1971). "Yoga kaki Drop". JAMA, the Journal of the American Medical Association 271 (6): 827–828.
- Cleland, Joshua A. et al. (2011). *Netter's Orthopaedic Clinical Examination An Evidence Based Approach Second Edition*. Philadelphia: Saunders Elsevier.
- Donatelli, A Robert. 2004. *Physical Therapy of the Shoulder*. Fourth Edition. Philadelphia: Churchill Livingstone
- Driscoll J dan Delahunt E. 2011. *Neuromuscular training to enhance sensorimotor and functional deficits in subjects with chronic ankle instability: A systematic review and best evidence synthesis*. Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology 2011, 3:19.<http://www.smartjournal.com/content/3/1/19>
- Farquhar W, 2013. *Muscle Spindle Traffic in Functionally Unstable Ankles During Ligamentous Stress*: Journal of Athletic Training 2013;48 (2):192-202, doi: 10.4085/1062-6050-48.1.09, by the National Athletic Trainers' Association, Inc, from: <http://www.natajournals.org>
- Glory, Anne M. et al. (2009). *Atlas of Anatomy*. New York: Thieme.
- Hazel M. Clarkson, M.A., B.P.T. 2013. *MUSCULOSKELETAL ASSESSMENT Joint Motion and Muscle Testing Third Edition*: Philadelphia, PA 19103 USA
- Houglum, P. A., & Bertoti, D. B. (2012). *Brunnstrom's Clinical Kinesiology, sixth edition*. FA. Davis Company: Philadelphia.
- Hupperets, Varhagen, Van M 2009. *Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain randomized controlled trial*. BMJ, 2009:339.
- Kisner C dan Colby L Alen. 2012. *Therapeutic Exercise Foundations and Techniques*. Sixth Edition. F.A Davis Company. America. hal 850-859.
- Linn S. Lippert, MS. PT. 2006. *Kinesiology and Anatomy, Fourth Edition*. FA. Davis Company: Philadelphia

- Martin R, Daven P, Stephen P, Wukich D, Josep. 2013. *Ankle Stability and Movement Coordination impairments: Ankle Ligamen Sprains. Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Functioning, Disability and Health From the Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association. J Orthop Sports Phys Ther.* 2013; 43(9): A1-A40. doi:10.2519/jospt.2013.0305
- Michael, Kjær. 2003. *Textbook of Sports Medicine Basic Science and Clinical Aspects of Sports Injury and Physical Activity*: Blackwell Science Ltd
- Neumann, Donald A. (2010). *Kinesiology of Musculoskeletal System Foundations For Physical Rehabilitation*. Missouri: Mosby Elsevier.
- Sherwood, Lauralee. 2009. *Fisiologi Manusia Dari Sel Ke Sistem*. Edisi 6. Jakarta.
- Sobotta. 2010. *Atlas Anatomi Manusia*. Di sunting oleh R. Putz dan R. Pabst. Edisi 22. Jakarta: Penerbit buku kedokteran EGC.
- Wees P, Lessen A, Hendriks E, Dekker J, Bie Rob. 2006. *Effectiveness of exercise therapy and manual mobilisation in acute ankle sprain and functional instability. Department of Epidemiology, Maastricht University, Royal Dutch Society for Physical Therapy (KNGF) 3University Medical Centre Australian Journal of Physiotherapy* 2006 Vol. 52 hal: 27-37.
- Young C. 2005. *Clinical Examination of the kaki and Ankle of Sports Medicine, Department of Orthopaedic Surgery*: USA.



Adduksi dan Abduksi

PENDAHULUAN

Dasar Gerak

Tubuh manusia dirancang untuk bergerak dalam melakukan aktifitas fisik. Olahraga merupakan bagian dan aktifitas fisik yang tumbuh dan berkembang sejalan dengan pertumbuhan dan perkembangan fungsi-fungsi organ yang ada di dalam tubuh untuk mendukung pelaksanaan aktivitas dalam hidup manusia. Tak terkecuali aktifitas olahraga (Ismaryati, 2009: 41).

Anatomi

Anatomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari "ana" yang artinya memisah-misahkan atau mengurai. Dan "tomos" yang artinya memotong-motong, anatomi berarti mengurai dan memotong, jadi anatomi adalah ilmu bentuk dan susunan tubuh di peroleh dengan cara mengurai badan melalui potongan bagian-bagian dari badan dan hubungan alat tubuh satu dengan yang lainnya, sedangkan fisiologi adalah ilmu yang mempelajari faal fungsi atau pekerjaan dari tiap jaringan tubuh atau bagian dari alat tubuh tersebut dan untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada tubuh orang sakit kita harus terlebih dahulu mengetahui struktur dan fungsi tiap alat-alat dari susunan tubuh manusia yang sehat dalam kehidupan sehari-hari.

Mekanisme dan sifat khusus tubuh manusia hidup di luar pengendalian kita sendiri, misalnya rasa haus dan lapar yang membuat kita mencari minum dan makan, perasaan dingin membuat kita mencari kehangatan dan perlindungan. Manusia sebenarnya bergerak secara otomatis karena kita mempunyai perasaan, pikiran, dan pengetahuan yang merupakan suatu rangkaian kehidupan yang otomatis memungkinkan kita hidup pada berbagai keadaan. Sistem skelet (tulang kerangka).

Kinesiologi

Kinesiologi berasal dari kata "kinetin" yang berarti "bergerak" dan "logos" yang berarti "membicarakan". Dasar pengkajian atau pembicaraan yang dipakai adalah tubuh manusia dipandang sebagai mesin yang melakukan suatu pekerjaan dalam sehari-hari. Karena pengetahuan tentang mekanika harus dimengerti betul-betul. Kinesiologi adalah ilmu yang mempelajari gerakan. Namun, definisi ini terlalu umum untuk digunakan banyak. Kinesiologi menyatukan bidang ekonomi, fisiologi, fisika dan geometri dan berhubungan mereka untuk gerakan manusia (Lippert, 2006: 3).

Gerakan manusia harus efektif, efisien, dan aman. Setiap pola gerakan menggunakan energi (tenaga) yang efisien dalam mencapai suatu hasil atau sasaran yang dituju (efektif), serta terhindar dari cedera dalam melakukan gerakan (aman). Untuk menganalisis suatu gerakan yang efektif, efisien, dan aman diperlukan berbagai ilmu seperti anatomi dan fisiologi (Nugroho, 2011).

Kinesiologi merupakan bagian dari ilmu fisiologi yang menjelaskan dan menganalisa lokomotor, yang merupakan refleksi dari aktifitas kekuatan mekanik, yang dipelajari disini adalah gerakan dan gerakan tulang pada sendi tubuh manusia yang dibagi dalam dua sub-bagian, yaitu kinetik dan kinematik. Kinetik berkonsentrasi pada gaya yang dihasilkan atau yang menahan sebuah gerakan. Kinematik adalah berkonsentrasi pada jenis gerakan tanpa memperhatikan gaya yang dihasilkan atau yang memengaruhinya. Untuk menentukan posisi dan gerak tubuh manusia, perlu diperhatikan, titik pusat gravitasi, garis aksis, dan bidang gerak (Houglum & Bertoti, 2012).

Berdasarkan sikap anatomik di atas dapat dinyatakan bahwa kinesiologi secara generalis menjelaskan mengenai gerakan-gerakan

pada persendian, seperti gerakan yang paling sederhana berupa gerak menggelincir dan menggeser (*gliding movement*), gerakan yang memperkecil atau memperbesar sudut yang terbentuk di antara tulang atau bagian tubuh yang bergerak (*angular movement*), gerakan rangka/bagian tubuh mengelilingi suatu bentuk kerucut khayalan, puncak kerucut terdapat ditengah-tengah sendi sedangkan alas kerucut dibentuk oleh ujung distal rangka atau bagian tubuh yang digerakkan (*circumduction*), dan gerakan rangka atau bagian tubuh mengelilingi sumbu longitudinal, baik sumbu longitudinal tangka dan bagian tubuh yang digerakkan maupun sumbu longitudinal yang berimpit atau sejajar dengannya (*rotation*) (www.wordpers.com/2010/kinesiologi-2).

Otot

Otot adalah sebuah jaringan dalam tubuh dengan kontraksi sebagai tugas utama. Otot diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu otot lurik, otot polos dan otot jantung. Otot menyebabkan pergerakan suatu organisme maupun pergerakan dari organ dalam organisme tersebut.

Sistem otot adalah sistem tubuh yang memiliki fungsi seperti untuk alat gerak, menyimpan glikogen dan menentukan postur tubuh. Terdiri atas otot polos, otot jantung dan otot rangka. Otot merupakan alat gerak aktif yang mampu menggerakkan tulang, kulit dan rambut setelah mendapat rangsangan. Sifat kerja otot dibedakan atas antagonis dan sinergis seperti berikut ini: 1.) Antagonis adalah kerja otot yang kontraksinya menimbulkan efek gerak berlawanan, contohnya adalah sebagai berikut: a.) Ekstensor (meluruskan) dan fleksor (membengkokkan), b.) Abduktor (menjauhi badan) dan adductor (mendekati badan). c.) Depresor (ke bawah) dan adduktor (ke atas), d.) Supinator (menengadahkan) dan pronator (menelungkup), misalnya gerak telapak tangan menengadahkan dan gerak telapak tangan menelungkup. 2.) Sinergis adalah otot-otot yang kontraksinya menimbulkan gerak searah.

Berdasarkan hal di atas maka kami tertarik untuk menyajikan sebuah materi yang berkaitan dengan kinesiologi, hal ini dikemukakan bahwa aktivitas fisik (olahraga) sangat berpengaruh terhadap sistem gerak pada tubuh, khususnya pada gerak abduksi dan adduksi.

Kedua gerak ini masing-masing mendekatkan dan menjauhkan bagian rangka dari bidang lengan badan. Otot-otot serta saraf yang melakukan gerakan-gerakan itu masing-masing akan dijelaskan dalam buku ini.

PEMBAHASAN

A. Anatomi

Bidang Anatomi

Syarat posisi anatomi yaitu berdiri tegak, dengan kepala, mata dan jari menghadap ke depan; kedua tangan di sisi tubuh dengan telapak tangan terbuka ke depan; kedua kaki merapat dan mengarah ke depan.

Bidang anatomi adalah bidang yang melalui tubuh dalam posisi anatomi, yang dibagi menjadi 3 yaitu :

1. *Frontal (coronal) plane*

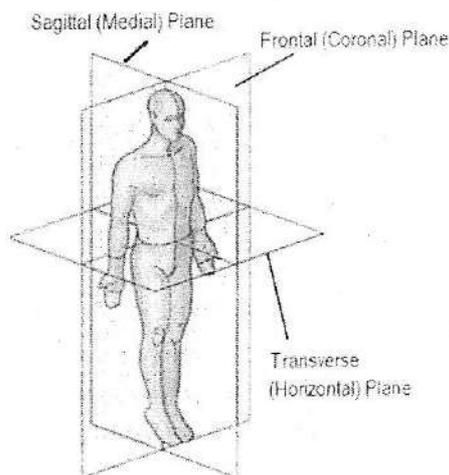
Bidang ini vertikal dan memanjang dari sisi satu ke sisi yang lain, yang membagi tubuh menjadi depan dan belakang.

2. *Sagittal (medial) plane*

Bidang ini vertikal dan memanjang dari depan ke belakang tubuh, yang membagi tubuh menjadi sebelah kanan dan kiri.

3. *Transverse (horizontal) plane*

Bidang ini horisontal dan membagi tubuh menjadi bagian atas dan bagian bawah.

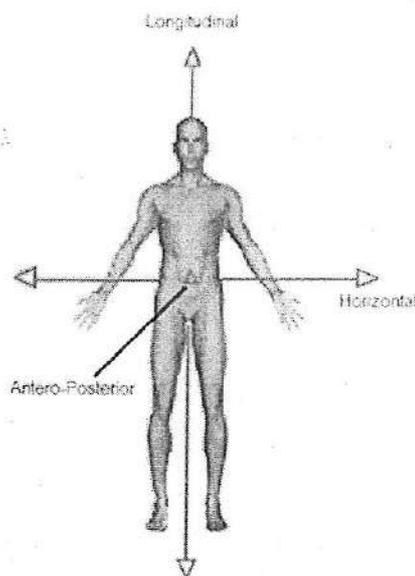


Gambar 1. Bidang Anatomi

Sumbu Rotasi

Tubuh manusia juga dibagi menjadi anatomi sumbu rotasi sebagai garis imajiner (titik rotasi) yang melewati sendi atau tubuh untuk menggambarkan gerakan. 3 sumbu rotasi utama yaitu:

1. Axis Sagital
 - a. Berjalan dari depan ke belakang
 - b. Tegak lurus dengan bidang coronal
 - c. Mempunyai khas gerakan abduksi dan adduksi
2. Axis Horizontal
 - a. Berjalan dari samping kiri ke kanan
 - b. Tegak lurus terhadap bidang sagital
 - c. Mempunyai khas gerakan flexi dan ekstensi.
3. Axis Vertikal
 - a. Berjalan lurus dari atas, kepala hingga bawah (antara kedua kaki).
 - b. Tegak lurus dengan bidang transversal (horizontal)
 - c. Mempunyai khas gerakan rotasi.

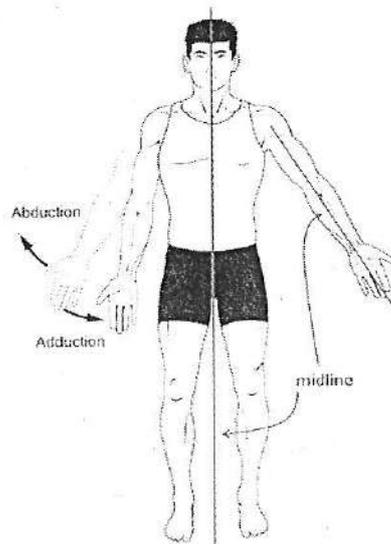


Gambar 2. Axis Tubuh

Ketika menjelaskan gerakan tubuh, biasanya kita lihat sendi apa yang bergerak atau bagian mana yang bergerak dan jenis gerakan

yang dilakukannya. Gerakan dapat terjadi dalam satu bidang, seperti dengan menekuk lutut, atau di beberapa bidang seperti dengan putaran bahu.

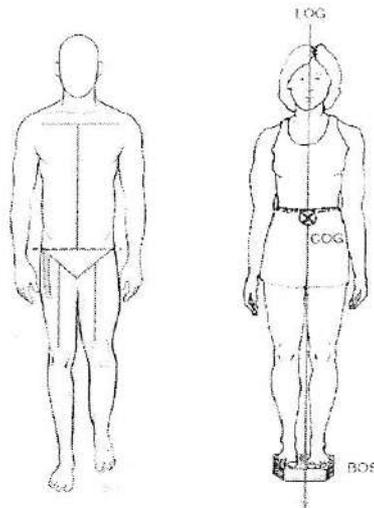
Adduksi terjadi ketika sendi bergerak ke arah garis tengah dalam satu bidang (Adduksi adalah gerakan mendekati tubuh). Garis tengah adalah garis khayal yang berjalan dari atas kepala hingga diantara kaki dalam posisi berdiri tegak. Sebaliknya, abduksi adalah kebalikan dari adduksi, atau gerakan menjauh dari garis tengah (abduksi adalah gerakan menjauhi tubuh).



Gambar 3. gerakan adduksi dan abduksi

B. Gerakan Abduksi dan Adduksi

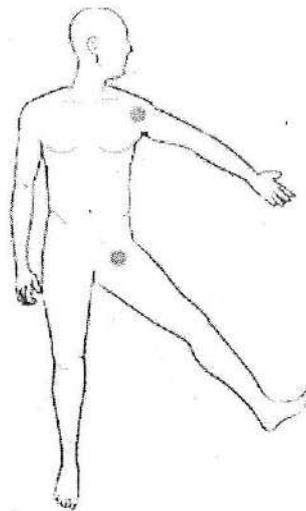
Beberapa pelatih terkadang tidak memperhatikan postur tubuh yang dimiliki seorang atlet padahal hal itu salah satu faktor yang mampu menunjang keberhasilan seorang atlet. Setiap orang memiliki postur yang berbeda-beda. Memiliki postur yang baik saat bergerak statis dan dinamis sangatlah penting dari sisi estetika, namun yang tak kalah penting adalah kemampuan untuk bergerak dengan efektif serta efisien. Postur yang buruk bisa berdampak negatif bagi seseorang, seperti mudah lelah, resiko terkena cedera lebih tinggi dan kemampuan otot tak dapat bekerja maksimal. Postur yang baik adalah postur yang seimbang antara otot dan tulang agar pada saat gerak, dapat melakukan koordinasi dengan baik.



Gambar 4. Posisi tubuh yang benar.

(Sumber: Lippert, 2006)

Berbicara tentang postur tidak akan lepas dari pengamatan tubuh manusia. Untuk melihat postur tubuh dapat diamati melalui tiga potongan, yaitu sagital, transverse dan frontal. Tiga potongan tersebut memiliki karakteristik sesuai dengan masing-masing fungsinya. Misalkan ingin membandingkan bagian depan dengan bagian belakang, *axis* yang digunakan adalah frontal axis. Sedangkan pada axis sagital dapat dilihat gerakan abduksi dan adduksi.

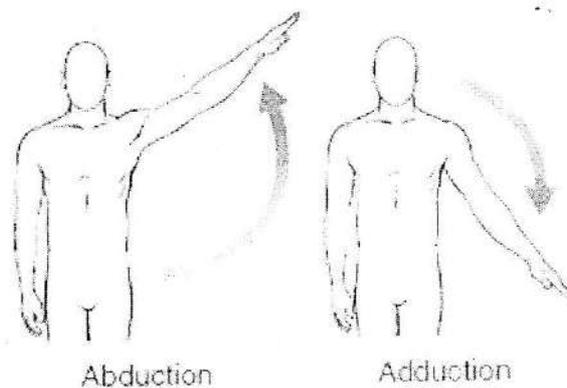


Gambar 5. Sagital axis

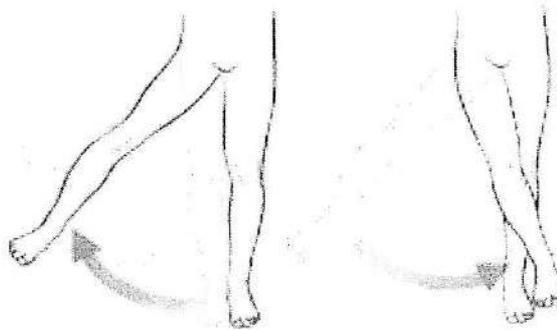
(Sumber: Lippert, 2006)

Gerakan abduksi dan adduksi adalah bentuk pengendalian postur tubuh yang berhubungan dengan sagital axis. Abduksi adalah gerakan menjauhi medial, sedangkan adduksi adalah gerakan mendekati medial. Dalam tubuh manusia, sendi yang dapat melakukan gerakan abduksi dan adduksi adalah *cervical, shoulder, thumb, hip* dan *ankle joint*. Gerakan abduksi dan adduksi pada *shoulder* mengakibatkan kontraksi otot. Otot yang berkontraksi pada saat abduksi adalah deltoid dan supraspinatus, sedangkan otot yang berkontraksi pada adduksi adalah pectora mayor, teres mayor dan latisimus dorsi.

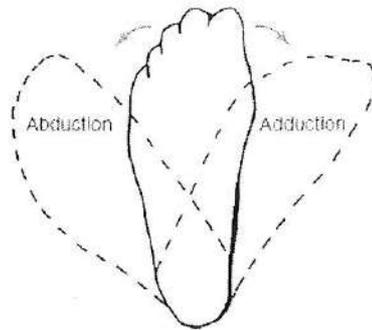
Berikut merupakan gambar gerakan abduksi dan adduksi yang dapat dilakukan oleh beberapa sendi.



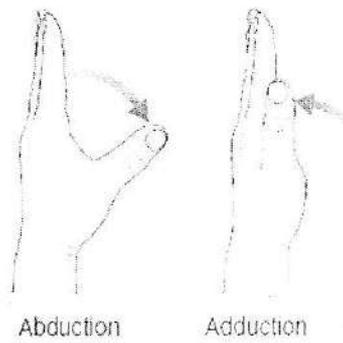
Gambar 6. Abduksi dan adduksi pada *shoulder joint*
(Sumber: Lippert, 2006)



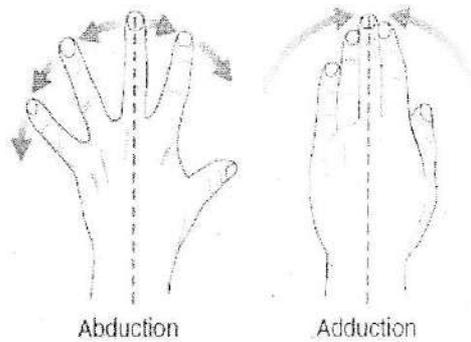
Gambar 7. Abduksi dan adduksi pada *hip joint*
(Sumber: Lippert, 2006)



Gambar 8. Abduksi dan adduksi pada metatarsal
(Sumber: Lippert, 2006)



Gambar 9. Abduksi dan adduksi pada *thumb*
(Sumber: Lippert, 2006)



Gambar 10. Abduksi dan adduksi pada jari-jari tangan
(Sumber: Lippert, 2006)

C. Sendi, Otot, Tulang Abduksi dan Adduksi

Sendi, otot dan tulang saling berkaitan untuk menghasilkan gerakan abduksi ataupun adduksi. Berikut penjelasannya:

1. Bahu

Pada pergelangan tangan, sendi yang terlibat pada gerakan abduksi dan adduksi adalah:

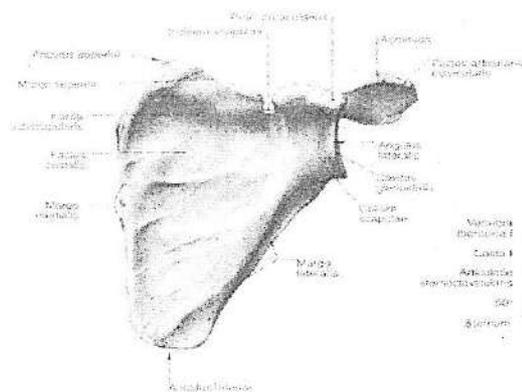
1) Articulatio Humeri

Antara caput humeri dan cavitas glenoidalis scapulae, Termasuk articulation spherioidea.

Sendi bahu dibentuk oleh tulang Scapula, tulang humerus, dan tulang clavicula / belikat.

a. Tulang Scapula

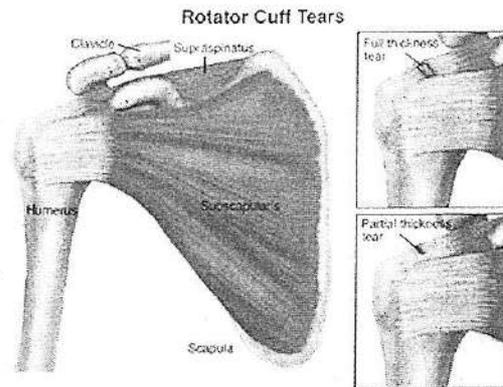
Tulang scapula adalah tulang yang berbentuk segitiga yang lokasinya tepatnya di bagian atas belakang dari thorax. Scapula membentuk bagian posterior dari gelang bahu. Berbentuk pipih dan seperti segitiga. Secara anatomis, memiliki dua permukaan (fascia), 3 pinggir (margo), dan 3 sudut (angulus). Pada bagian anterior, terdapat fossa (alur) subscapularis, di mana tempat melekatnya otot subscapularis.



Gambar 11. Tulang Scapula

Sumber: putramahadewa.wordpress.com

Otot yang terdapat pada tulang scapula adalah otot subscapularis. Otot subscapularis adalah otot yang besar berbentuk segitiga yang menyusun fossa subscapularis.



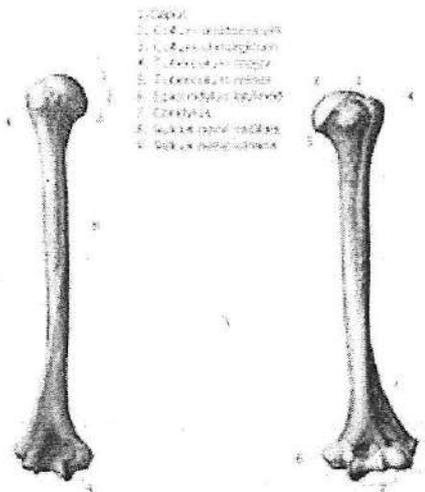
Gambar 12. Otot pada tulang scapula

Sumber: flexfreeclinic.com

b. Tulang Humerus

Tulang humerus adalah tulang terpanjang dan terbesar dari ekstremitas atas. Secara anatomis, tulang humerus dapat dibagi menjadi tiga bagian:

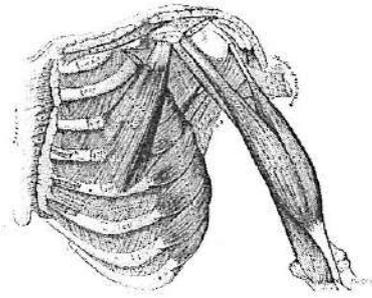
- 1) Bagian atas humerus
- 2) Corpus humerus (badan humerus)
- 3) Bagian bawah humerus



Gambar 13. Tulang Humerus

Sumber: cram.com

Terdapat banyak otot yang melekat pada humerus. Otot-otot tersebut memungkinkan gerakan pada siku dan bahu. Otot khusus rotator cuff melekat pada bagian atas humerus dan dapat melakukan rotasi serta abduksi pada bahu. Terdapat pula otot pada lengan bawah yang melekat pada humerus seperti otot pronator teres dan otot fleksor dan ekstensor lengan bawah.



Gambar 14. Otot pada Tulang Humerus

Sumber: wikiwand.com

c. Tulang Clavicula

Tulang clavicula adalah tulang yang menghubungkan ekstremitas atas dengan membentuk sendi sternoclavicular. Clavicula berbentuk kurva-ganda dan memanjang. Ini adalah satu-satunya tulang yang memanjang horizontal dalam tubuh. Terletak di atas tulang rusuk pertama.



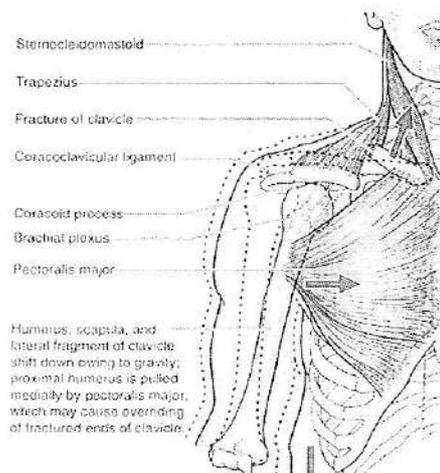
Gambar 15. Tulang Clavicula

Sumber: elgisha.wordpress.com

Otot-otot yang berlekatan pada clavicula:

1. Permukaan superior:
 - a) Otot deltoideus pada bagian tuberculum deltoideus
 - b) Otot trapezius

2. Permukaan inferior:
 - a) Otot subclavius pada sulcus musculi subclavii
3. Batas anterior:
 - a) Otot pectoralis mayor
 - b) Otot deltoideus
 - c) Otot sternocleidomastoid
 - d) Otot sternohyoideus
 - e) Otot trapezius

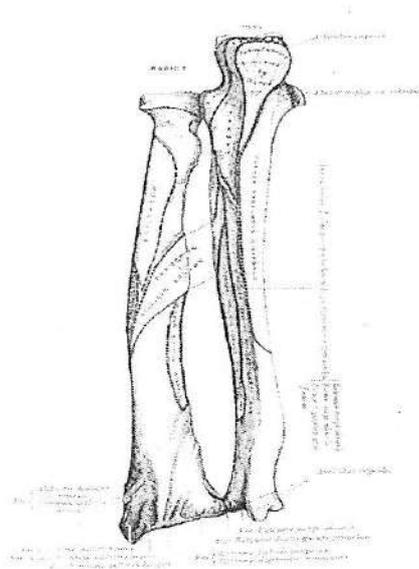


Gambar 16. Otot pada Tulang Clavicula

Sumber: hayackg.wordpress.com

d. Tulang Radius

Tulang radius adalah tulang lengan bawah yang menyambungkan bagian siku dengan tangan di sisi ibu jari. Tulang hasta terletak di sisi lateral tulang pengumpil (radius). Bentuk badan tulang hasta semakin ke bawah semakin membesar yang akan membentuk persendian pergelangan tangan.

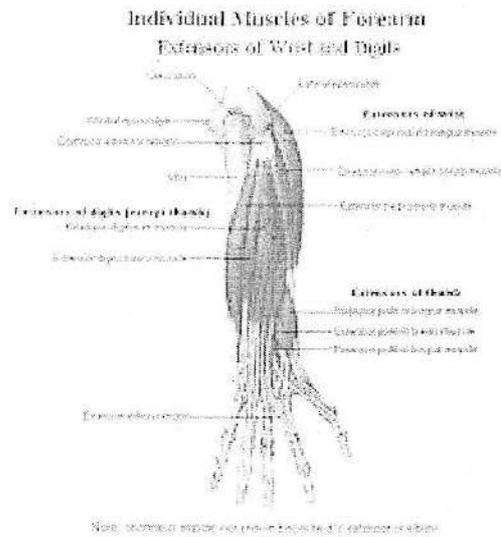


Gambar 17. Tulang Radius

Sumber: orthopedmapia.blogspot.com

Otot-otot yang melekat pada tulang radius:

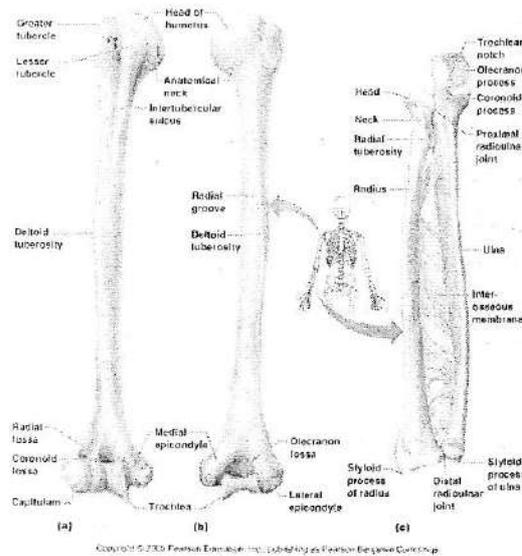
1. Otot biceps brachii
2. Otot supinator
3. Otot flexor digitorum superficialis
4. Otot flexor pollicis longus
5. Otot pronator teres
6. Otot pronator quadratus
7. Otot brachioradialis
8. Otot abductor pollicis longus
9. Otot extensor pollicis brevis



Gambar 18. Otot pada Tulang Radius
 Sumber: academia.edu

e. Tulang Ulna

Tulang Ulna adalah salah satu dari dua tulang yang membentuk lengan bawah. Terletak sejajar dengan tulang pengumpil (radius).



Gambar 19. Tulang Ulna
 Sumber: wandk17.wordpress.com

Gerakan pada articulatio humeri serta otot yang berperan dalam gerakan:

1) Abduksi

Otot	Origo	Inersio	Inervasi	ROM	Gambar
M. Deltoideus parsacromialis	Acromion	tuberositas delteidea humeri	Saraf aksilaris (C5,6) dari cord posterior pleksus brakialis	0-180°	
M. Supraspinatus	fossa supraspinata	tuberculum majus	Saraf supraskapula (C5,6) dari batang unggul pleksus brakialis		
M. Biceps brachii caput longum	tuberositas supraglenoidalis scapulae	tuberositas radii, fascia antebrachii	Saraf musculocutaneus (C5,6)		

2) Adduksi

Otot	Origo	Inersio	Inervasi	ROM	Gambar
M. Pectoralis major: a. Pars Clavicularis b. Pars Sternocostalis c. Pars abdominalis	2/3 bagian medial clavicula sternum dan costa 1-6 vagina vagina musculi recti abdominis	crista tuberculi majoris humeri	medial dan lateral saraf dada (C5-T1)	0-45°	
M. Latissimus dorsi	processus spinosus VT.7-12, VL. 1-5 sampai crista iliaca	crista tuberculi minoris humeri	Saraf thoracodorsal (C7,8) dari cord posterior brakialis		
M. Teres major	angulus inferior scapulae dan margo axillaris	crista tuberculi minoris	Saraf subskapularis bawah (C5,6) dari cord posterior pleksus brakialis		
M. Biceps brachii caput breve	processus coracoideus scapulae	tuberositas radii, fascia antebrachii	Saraf musculocutaneus (C5,6)		
M. Triceps brachii caput longum	tuberositas infraglenoidalis	adduksi dan dorsofleksi lengan atas	Saraf radial		

M. Deltoideus a. pars spinalis b. pars clavicularis	spina scapulae clavicula bagian lateral	tumero- sitas delteidea humeri tumero- sitas delteidea humeri	Saraf aksilaris (C5,6) dari cord posterior pleksus brakialis		
---	---	--	--	--	---

2. Ibu Jari

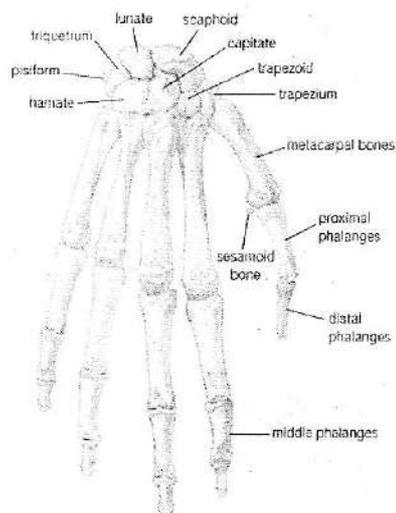
Pada ibu jari, sendi yang terlibat pada gerakan abduksi dan adduksi adalah sebagai berikut:

- 1) Articulatio Carpo Metacarpal
- 2) Articulatio Metacarpo Phalangeal
- 3) Articulatio Interphalang

Gerakan abduksi dan adduksi tangan dibentuk oleh tulang metacarpal dan tulang phalang.

a. Tulang metacarpal

Tulang metacarpal adalah tulang yang terletak di antara tulang phalang dan tulang carpal, tulang metacarpal ada 1-5. Setiap tulang metacarpal memiliki sebuah dasar proksimal yang berartikulasi dengan barisan distal tulang karpal pergelangan tangan. Kepala tulang metacarpal membentuk buku jari yang menonjol pada tangan.



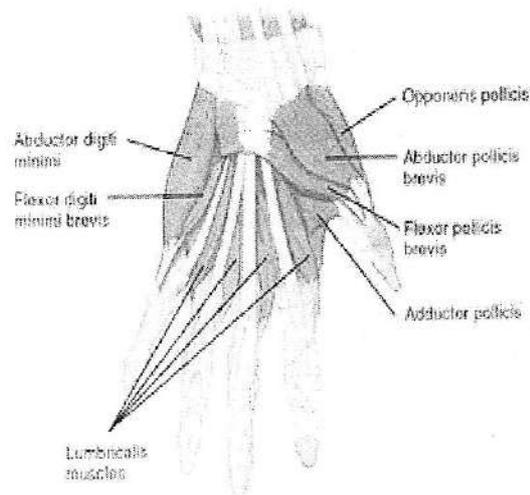
© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

Gambar 20. Tulang Metacarpal

Sumber: elgisha.wordpress.com

Otot-otot yang melekat pada tulang metacarpal;

1. M. Abduktor Pollicis Longus
2. M. Abduktor Pollicis Brevis
3. M. Adduktor Pollicis



Gambar 21. Otot pada Tulang Metacarpal

Sumber: en.wikipedia.org

b. Tulang Phalang

Tulang Phalang merupakan tulang pada bagian jemari tangan. Ibu jari merupakan phalang I yang tersusun atas tulang distal dan proksimal phalang. Sedangkan phalang 2-5 yang lain tersusun atas 3 tulang yaitu distal, *middle* dan proksiimal.

Gerakan ibu jari serta otot yang berperan dalam gerakan:

1) Abduksi

Otot	Origo	Inersio	Inervasi	ROM	Gambar
M. Abduktor Pollicis Longus	Shaft radius & ulnae	Metacarpal 1	Saraf radial, cabang yang mendalam	0-70°	
M. Abduktor Pollicis Brevis	Tuberculum scapoid & trapezium	Proksimal phalang 1	Cabang berulung saraf median		

2) Adduksi

Otot	Origo	Inersio	Inervasi	ROM	Gambar
M. Adduktor Pollicis	Capitatum	Proksimal phalang 1	Saraf ulnaris, cabang yang mendalam	0°	

3. Jari-jari Tangan

Pada jari-jari, sendi yang terlibat pada gerakan abduksi dan adduksi adalah sebagai berikut:

- 1) Articulatio MetacarpoPhalangeal (jari 2-5)
- 2) Articulatio Proksimal Interphalang (jari 2-5)
- 3) Articulatio Distal Interphalang (jari 2-5)

Gerakan jari-jari serta otot yang berperan dalam gerakan:

1) Abduksi

Otot	Origo	Inersio	Inervasi	ROM	Gambar
Dorsal & Palmar Interossel	Metacarpal	Proksimal phalang	Saraf ulnaris, cabang yang mendalam	0-20°	
Abduktor Digitimini	Pisiformis	Proksimal phalang 5	Cabang yang mendalam dari saraf ulnaris		

2) Adduksi

Otot	Origo	Inersio	Inervasi	ROM	Gambar
Dorsal & Palmar Interossel	Metacarpal	Proksimal phalang	Saraf ulnaris, cabang yang mendalam	0°	

4. Pinggul

Pada pinggul, sendi yang terlibat pada gerakan abduksi dan adduksi adalah sebagai berikut:

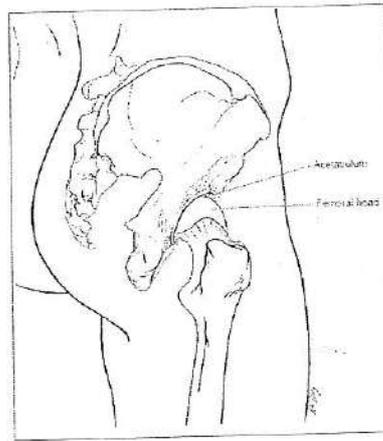
1) Articulatio Coxae

Antara acetabulum + labrum glenoidale dan caput femoris, termasuk articulatio spherioidea (enarthrosis).

Gerakan adduksi dan abduksi pada articulatio coxae dibentuk oleh tulang coxae, femur, tibia dan fibula.

a. Tulang Coxae

Tulang coxae adalah tulang yang terdiri dari 2 tulang pangkal paha.

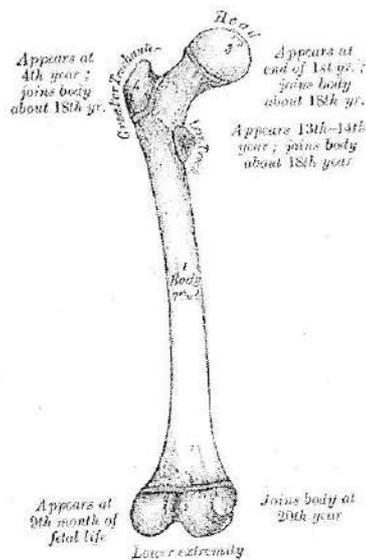


Gambar 22. Tulang Coxae

(sumber: *musculoskeletal assesment text book 2013*).

b. Tulang femur

Tulang femur adalah bagian terbesar dan tulang terkuat pada tubuh manusia, menghubungkan tubuh bagian pinggul dan lutut.

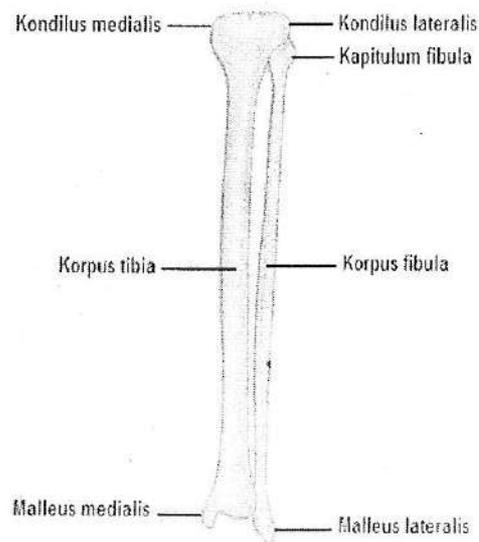


Gambar 23. Tulang Femur

(sumber: https://id.wikipedia.org/wiki/Tulang_paha).

c. Tulang Fibula

Tulang fibula adalah tulang panjang pada bagian samping tungkai bawah.

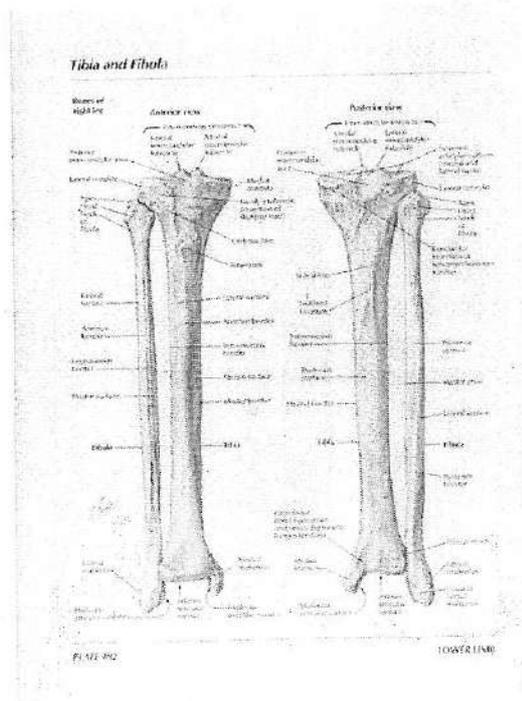


Gambar 24. Tulang Fibula

(sumber: https://id.wikipedia.org/wiki/Tulang_fibula).

d. Tulang Tibia

Tulang tibia adalah satu dari dua tulang yang lebih besar dan lebih kuat yang berada dibawah lutut pada vertebrata yang menghubungkan lutut dengan tulang pergelangan kaki.



Gambar 25. Tulang Tibia

(sumber: sobotta, Atlas Anatomi lower extremity).

Gerakan pada articulatio humeri serta otot yang berperan dalam gerakan:

1) Abduksi

Otot	Origo	Inersio	Inervasi	ROM	Gambar
M. Dorsal & Palmar Interossei	linea glutea anterior	trochanter major	cabang yang mendalam dari saraf plantar lateralis	0-45°	
M. Gluteus maximus	linea glutea superior dataran dorsal os sacrum ligamentum sacrotuberosum	tuberositas glutea dan fascia lata	Saraf inferior gluteal		
M. Tensor fasciae latae	spina iliaca anterior superior (SIAS)	melalui traktus iliotibialis-condylus lateralis tibialis	Saraf superior gluteal		

M. Rectus femoris	caput longum: spina iliaca anterior inferior caput obliquum: tepi atas depan acetabulum	patella	Saraf femoral		
M. Sartorius	spina iliaca anterior superior (SIAS)	tuberositas tibiae	Saraf femoral		
M. Piriformis	dataran dalam os sacrum	melalui foramen inchiadicum majus - ke trochanter major	ventral rami dari S1-S2		

2) Adduksi

Otot	Origo	Inersio	Inervasi	ROM	Gambar
M. Adduktor magnus	ramus inferior ossis pubis dan tuber ischiadicum ossis Ischia	labium mediale linea femoris epicondylus medialis femoris	pembagian saraf posterior obturator; saraf tibialis (bagian ischiocondylar)	0-30°	
M. Adduktor longus	ramus superior ossis pubis	labium mediale linea aspera	anterior divisi darisaraf obturator		
M. Adduktor breve	ramus inferior ossis pubis	labium mediale linea aspera femoris	anterior divisi darisaraf obturator		
M. Pectineus	pecten ossis pubis	linea pectinea femoris	Saraf femoral dan kemungkinandari divisi anterior saraf obturator		
M. Gracilis	ramus inferior ossis pubis	tuberositas tibiae	anterior divisi darisaraf obturator		
M. Gluteus maximus	linea glutea superior dataran dorsal os sacrum ligamentum sacrotuberosum	tuberositas glutea dan fascia lata	Saraf inferior gluteal		

M. Semi membranosus	tuber ischiadica	condylus medialis tibiae	Saraf tibial		
M. Semi tandinosus	tuber ischiadica	trochanter tibiae	Saraf tibial		
M. Biceps femoris caput longum	tuber ischiadica	caput fibulae	Bonggol panjang: saraf tibial; bonggol pendek: umumnya saraf fibular (peroneal)		
M. Psosas major	corpus VL 1-4	trochanter minor	cabang yang mendalam dari ventral yang utama rami dari saraf spinal L2-L4		
M. Iliacus	fossa iliaca	trochanter minor	Saraf femoral		

5. Kaki

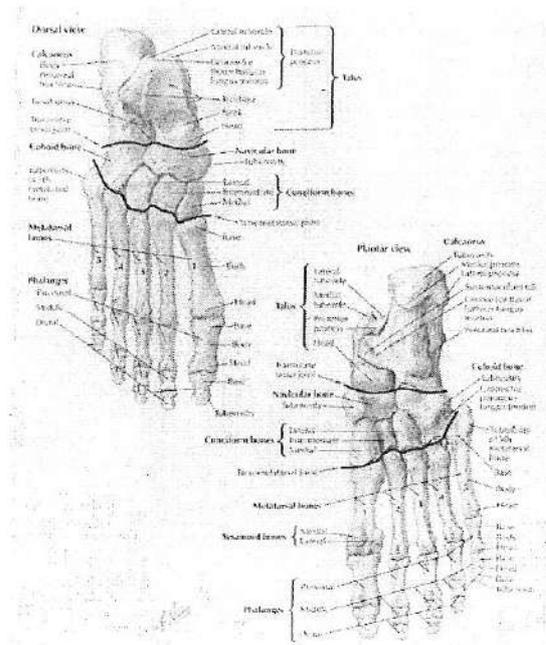
Pada kaki, sendi yang terlibat pada gerakan abduksi dan adduksi adalah sebagai berikut:

- 1) Articulatio MetacarpoPhalangeal (jari 2-5)
- 2) Articulatio Proksimal Interphalang (jari 2-5)
- 3) Articulatio Distal Interphalang (jari 2-5)

Gerakan abduksi dan adduksi tangan dibentuk oleh tulang metatarsal dan tulang phalang.

a. Tulang Metatarsal

Tulang metatarsal adalah 'tulang yang terletak diantara tulang phalang dan tulang tarsal, tulang metatarsal ada 1-5.



Gambar 26. Tulang Metatarsal

(sumber: sobotta, *Atlas Anatomi lower extremity*).

b. Tulang Phalang

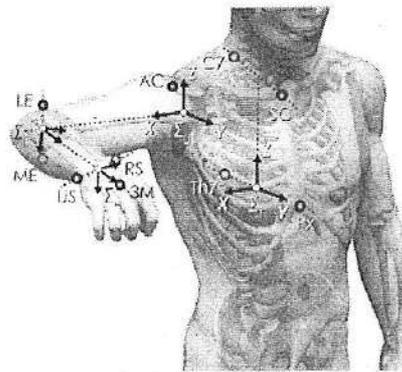
Tulang phalang adalah tulang pada bagian jari kaki.

4) Adduksi

Otot	Origo	Inersio	Inervasi	ROM	Gambar
Dorsal & Palmar Interosel	Metacarpal	Proksimal phalang	cabang yang mendalam dari saraf lateral plantar	25-35°	

D. Aplikasi, Risiko Cedera, dan Latihan Gerakan Adduksi dan Abduksi Pada Aktifitas Fisik

1. Bahu



Gambar 28. Bahu

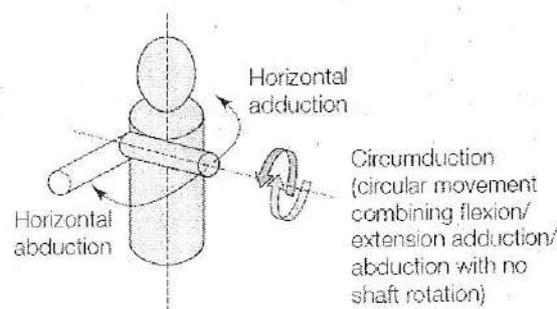
Sumber: Takagi et al., 2014

Aktifitas olahraga tidak akan lepas dari kontribusi sendi bahu. Seperti pada cabang olahraga baseball, fungsi bahu sangatlah penting untuk melempar, menangkap dan memukul bola. Cabang olahraga baseball berasal dari Amerika, yang diciptakan oleh George Hancock pada tahun 1887. Olahraga ini sangat digemari negeri Paman Sam. Salah satu ketrampilan yang harus dimiliki pemain baseball adalah berlari, memukul, menangkap dan melempar bola.

Dalam melakukan lemparan bola ke arah lawan, tubuh melakukan fungsi gerak kinematik dan kinetik. Saat melakukan lemparan bola pada cabang olahraga baseball, gerakan ini termasuk kinematik karena berhubungan dengan perpindahan, kecepatan dan percepatan. *These are subdivision of mechanics that are concern with displacement, velocity and accelerate* (Grimshaw, 2006). Pada saat melempar bola, dapat diukur berapa kecepatan bola hingga sampai menuju lawan, kejadian ini

dinamakan kinetik. Dalam melakukan analisa biomekanik, gerakan kinematik dan kinetik tak dapat dipisahkan satu sama lain. Karena memiliki memiliki tugas penting di masing-masing lini. Langkah pertama yang harus dilakukan dalam mengamati posisi anatomi tubuh dengan menggunakan kinematik terlebih dahulu lalu dilanjutkan kinetik.

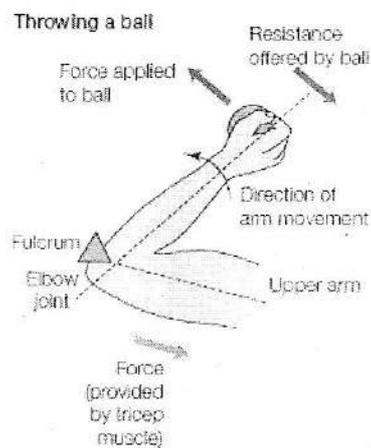
Permainan yang indah dalam baseball adalah pada saat *pitcher* melempar bola dan *batter* memukul bola. *Pitcher* selalu berusaha melempar agar bolanya ditangkap oleh kawannya, sedangkan *batter* selalu berusaha dengan baik agar dapat memukul bola sejauh-jauhnya supaya dapat mencetak angka. Jika dilihat lebih jeli dan dalam, *pitcher* mengalami perubahan gerak yang dominan bagian *upper body* pada saat melakukan lemparan. Kinematik dalam melakukan lemparan bola dalam *baseball* adalah gerakan abduksi pada bahu. Saat melempar bola dengan keras, secara otomatis terjadi gerakan *open* kinematik. Dimana terdapat kontraksi otot saat melempar seperti otot deltoid, otot trisep, otot bisep, otot *forearm* dan otot *brachialis*. Melakukan teknik yang baik dan benar saat melempar adalah sebuah keharusan bagi *pitcher*. Terdapat dua macam lemparan, lemparan menggunakan *horizontal abduction* dan *abduction*. *Focusing on reducing horizontal abduction at MER in the throwing motion may be key to preventing and managing shoulder injuries in baseball pitchers* (Kurokawa et al., 2014). Terdapat pendapat yang mengemukakan bahwa dalam melakukan lemparan, usahakan mengurangi *horizontal abduction* dalam *maximum external rotation* (MER) karena hal itu mampu mengurangi resiko cedera pada bahu.



Gambar 29. Horizontal abduction dan horizontal adduction

Sumber: Grimshaw, P. 2006

Jika di dilihat secara dalam dan lebar, gerakan melempar pada *pitcher* merupakan gerakan yang membutuhkan gaya yang besar agar bola tidak sampai ke *batter*. Gaya yang besar harus diimbangi dengan stabilisator yang kuat (dalam hal ini otot) jika tidak, maka akan terjadi cedera dalam melakukan lemparan. Cidera dapat terjadi dimana saja dan kapan saja tanpa mengenal waktu dan keadaan. Risiko ini tak dapat dihindari namun dapat diminimalisir. *Understanding the pathomechanics of shoulder injuries may provide a theoretical basis for optimizing prevention and management regimen* (Takagi et al., 2014). Salah satu caranya dengan mengamati tiap-tiap gerakan melalui analisis biomekanik agar produk gerakan yang dihasilkan sesuai, efektif dan efisien.



Gambar 30. Melempar bola dengan abduksi

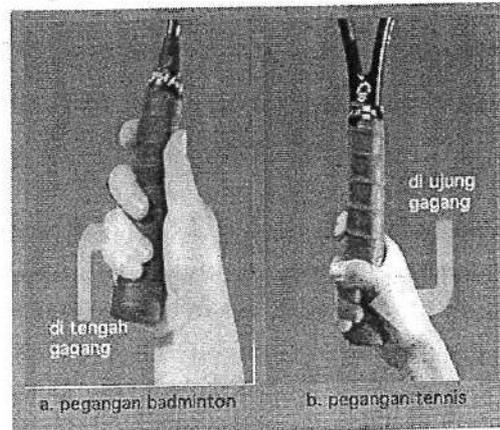
Sumber: Grimshaw, P. 2006

Telah diketahui bahwa *pitcher* memiliki resiko cedera yang cukup besar pada bahu. Penanganan khusus merupakan sebuah alternatif yang harus ditempuh. Hal itu membuat peneliti terus bekerja untuk mencari sebuah formula agar dapat menguatkan bahu pada saat melakukan lemparan bola. Salah satu cara untuk mengukur kekuatan bahu pada *pitcher* adalah dengan menggunakan SER, PER, SS Strengh (Byram et al., 2010). Tes ini di lakukan saat *preseason*, sebagai langkah pencegahan cedera pada saat pertanndingan.

2. Ibu Jari

Pada berbagai gerakan sehari-hari maupun gerakan dalam berbagai cabang olahraga banyak ditemukan gerakan abduksi dan adduksi

pada ibu jari. Misalnya dalam memegang, menangkap, maupun melempar tidak lepas dari peran besar gerakan abduksi dan adduksi sendi metacarpophalangeal ibu jari. Aktivitas olahraga yang melibatkan adanya gerakan abduksi dan adduksi ibu jari antara lain lempar lembing, catur, menggenggam raket, menangkap bola pada olahraga *softball* dan *baseball*, menerima passing pada basket, bola tangan dan kiper sepak bola, serta *shooting* pada bola tangan.



Gambar 31. Genggaman pada raket badminton dan tenis

Sumber: www.anggaputra.com



Gambar 32. Menangkap bola pada *softball*

Sumber: www.annarbor.com

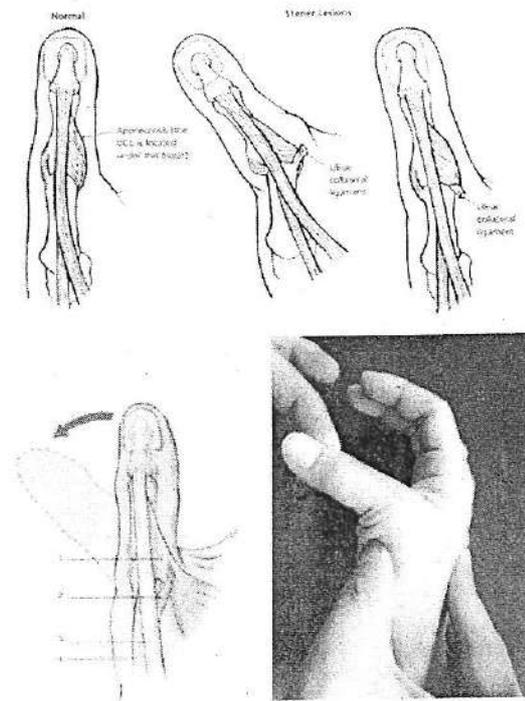


Gambar 33. Menembak pada bola tangan

Sumber: www.handball.net

a. Risiko Cedera

Lesi metacarpophalangeal ibu jari dalam olahraga bola tangan umum terjadi dan bervariasi dalam tingkat keparahan, mulai dari yang ringan keseleo hingga dislokasi. Karena posisinya mengenggam, ulnaris ligamen kolateral (UCL) jauh lebih sering terluka (86% dari kasus) dari ligamen kolateral radial (RCL). Potensi penyembuhan dari UCL juga lebih rendah karena risiko avulsi dari proksimal ligamen dan dan gkal ke aponeurosis adduktor (lesi Stener) (Chick 2014). Gangguan dari UCL muncul sebagai hasil dari radial akut atau stres valgus pada ibu jari. Cedera bisa terjadi dalam bentuk fraktur avulsion, ligamen sobek atau patah gabungan dan ligamen pecah. Cedera berulang atau tidak diobati dapat menyebabkan ketidakstabilan kronis UCL.



Gambar 34. Lesi Stener (Chick 2014)

Lesi Stener terjadi ketika aponeurosis dari adduktor pollicis otot menjadi sela, antara ruptur ulnaris ligamen kolateral dari ibu jari dan penyisipan di pangkal falang proksimal. Cedera ini ditandai dengan adanya pembengkakan difus MCP yang lebih jelas atas cedera ligamen. Sakit apabila dilakukan palpasi. Rujuk stabilitas diuji dalam 20° sampai 30° MCP fleksi dengan hati-hati, manuver ini dapat dilakukan tanpa menggunakan bius lokal. Pemeriksaan harus menjadi komparatif, terutama ketika pasien memiliki kelemahan konstitusi ligamen. Kelemahan lebih besar dari 30° umumnya menandakan robeknya ligament (Chick 2014).

b. Latihan yang Melibatkan Abduksi dan Adduksi Ibu Jari

Latihan diperlukan untuk memperkuat otot dan sendi serta sebagai upaya untuk pencegahan cedera. Latihan yang melibatkan abduksi dan adduksi ibu jari antara lain:

1) *Ball squeeze*



Gambar 35. Ball squeeze

Sumber: www.funandfunction.com

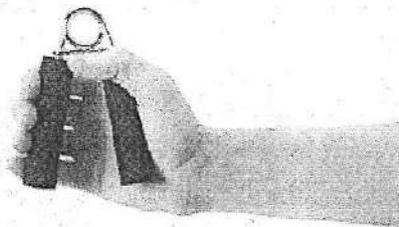
2) *Finger extensor exercise*



Gambar 36. Finger extensor exercise

Sumber: www.handmasterpus.com

3) *Handgrip*

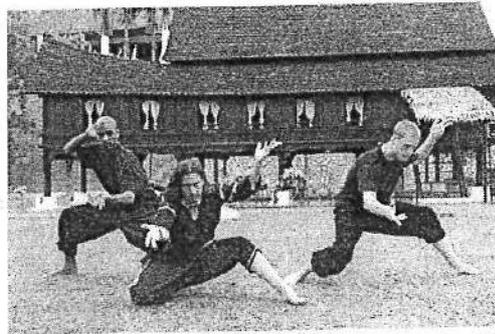


Gambar 37. Handgrip

Sumber: www.huffingtonpost.com

3. Jari-jari Tangan

Aktivitas olahraga yang melibatkan adanya gerakan abduksi dan adduksi ibu jari antara lain gerakan menangkap bola pada olahraga *softball* dan *baseball*, menerima passing pada basket, bola tangan dan kiper sepak bola, gerakan kembangan tangan pada olahraga silat, serta gerakan-gerakan pada olahraga memanjat.



Gambar 38. Kembangan pencak silat

Sumber: www.branchoftheworld.wordpress.com



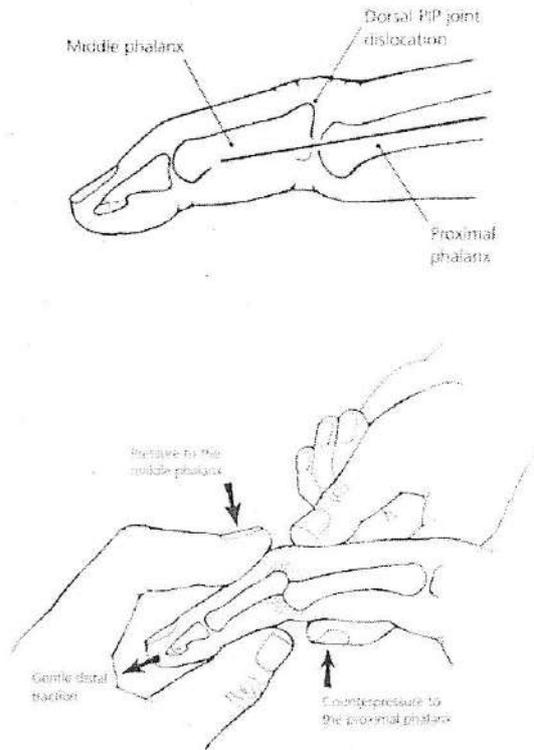
Gambar 39. Gerakan mencengkeram pada Panjat Tebing

Sumber: www.benzano.com

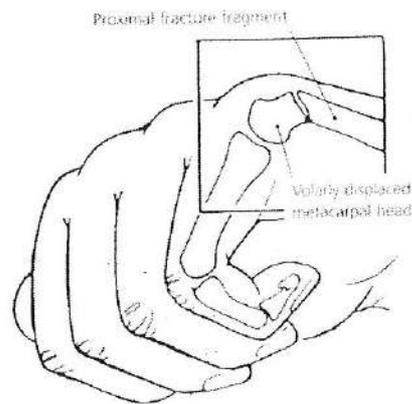
a. Risiko Cedera

Penyebab paling sering dari cedera olahraga terjadi pada olahraga bola dan 60% dari semua cedera tangan melibatkan jari. Cedera

yang paling umum adalah pecahnya tendon ekstensor dari interphalangeal sendi distal (palu jari), dislokasi sendi *DIP* (*Distal Interphalangeal*) dan *PIP* (*Proximal Interphalangeal*). Pecahnya tendon fleksor dalam (jersey jari) terjadi terutama dalam kontak olahraga bola, seperti rugby (Yarar et al. 2015).



Gambar 40. Dislokasi sendi *PIP* atau dislokasi bagian tengah jari, dimana bagian dorsal melebihi garis bagi bagian proksimal serta reposisinya (Leggit & Meko 2006)



Gambar 41. Patah pada tulang metacarpal (Leggit & Meko 2006)

b. Latihan yang Melibatkan Abduksi dan Adduksi Jari-Jari

Latihan yang melibatkan abduksi dan adduksi jari-jari sama halnya dengan latihan untuk ibu jari antara lain *ball squeeze*, *finger extensor exercise* dan *handgrip*.

4. Pinggul

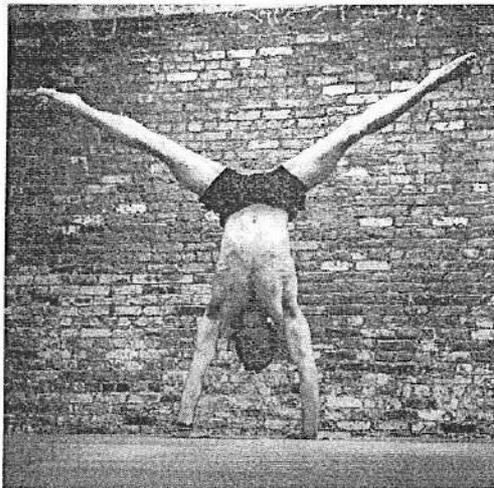
Dalam beberapa cabang olahraga, dapat ditemukan gerakan-gerakan yang melibatkan abduksi dan adduksi. Gerakan-gerakan ini dilakukan baik ketika melakukan pemanasan, latihan inti, maupun ketika dalam kondisi bertanding. Aplikasi gerakan abduksi dan adduksi pada olahraga antara lain sebagai berikut:

- 1) Menendang bola dengan posisi menyamping
- 2) Gerakan *jumping jack*
- 3) Renang gaya dada (pada setengah akhir dorongan kaki)
- 4) Gerakan adduksi pada olahraga senam (dalam posisi *handstand*)



Gambar 42. *Jumping Jack*

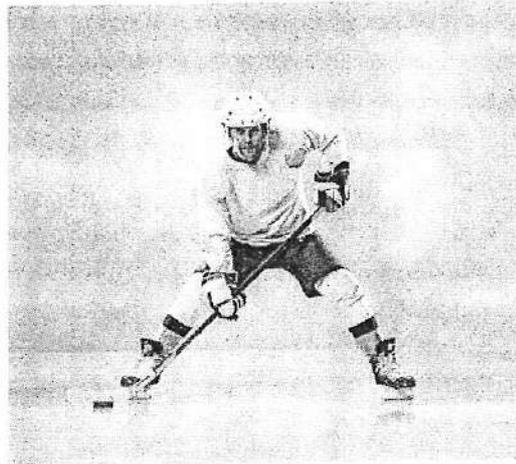
Sumber: prevention.com



Gambar 43. Hand Stand Kaki Membuka

Sumber: evolutionyoga.tumblr.com

5) Ice hockey



Gambar 44. Ice Hockey

Sumber: hockeytrainingpro.com

a. Risiko Cedera

Cedera yang dapat terjadi pada pinggul yang berkaitan dengan gerakan abduksi dan adduksi menurut Quinn (2010) adalah *strain* pada *adductor* dan *abductor*. Pada kasus *adductor strains*, disebabkan oleh gerakan-gerakan olahraga pada sepak bola seperti *high kick* dan *sliding tackle* dan pada cabang olahraga *ice hockey*. Cedera strain pada adduktor pinggul ini banyak disebabkan ketika terdapat suatu gaya mendorong saat melakukan gerakan pinggul dari sisi ke sisi. Menurut Rimando (2016), cedera strain pada adduktor yang terjadi pada pemain sepak bola diakibatkan oleh gerakan paha dengan gaya yang besar ketika melakukan gerakan adduksi. Gerakan ini terjadi ketika atlet berusaha untuk menendang bola dan mendapatkan hambatan dari pemain lawan yang juga mencoba untuk menendang bola dengan arah yang berlawanan. Untuk kasus lainnya, gerakan melompat juga dapat menyebabkan cedera pada adduktor pinggul, namun biasanya hal ini melibatkan *hip flexor*. *Overstretching* pada otot adduktor juga ditemukan pada beberapa kasus cedera.

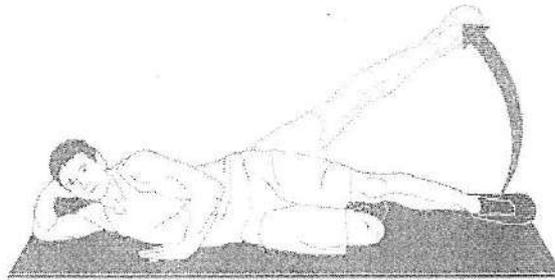
b. Latihan yang Melibatkan Gerakan Abduksi dan Adduksi Pinggul

Olahraga membutuhkan kemampuan fisik yang cukup untuk dapat melakukan gerakan-gerakan dengan performa tinggi dengan

resiko cedera yang minimal, begitu pula pada gerakan abduksi dan adduksi. Untuk mencapai target tersebut, diperlukan adanya bentuk-bentuk latihan yang berfungsi untuk memperkuat, mencegah terjadinya cedera, atau bahkan sebagai program untuk pemulihan pasca cedera. Di antara bentuk-bentuk latihan adduksi dan abduksi menurut Quinn (2010) adalah sebagai berikut:

1) *Sidelying leg raise*

Salah satu bentuk latihan untuk melatih otot *hip abductor* adalah *sidelying hip abduction*. Gerakan ini bertujuan untuk mengaktivasi dan menguatkan otot *hip abductor* dan meningkatkan kemampuan mekanik pada abduksi pinggul.



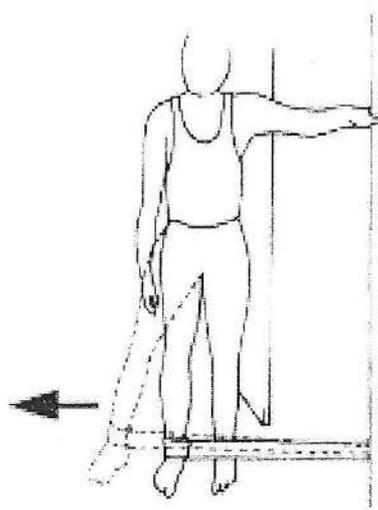
Gambar 45. Sidelying leg raise

Sumber: jump-science.com

Gerakan ini dilakukan dengan cara menggerakkan tungkai dengan posisi lurus disertai gerakan naik dan turu dengan posisi tubuh miring di landasan rata dan tanpa ada putaran, gerakan ke depan maupun gerakan tungkai ke belakang (Barnett, 2010).

2) *Resisted standing hip abduction*

Jika pada gerakan *sidelying hip abduction* dilakukan dengan posisi miring di lantai, lain halnya dengan gerakan *resisted standing hip abduction*. Gerakan ini dilakukan dengan cara berdiri tegak, dan gerakan abduksi dilakukan dengan cara menggerakkan tungkai ke arah samping luar dengan memberikan beban yang berasal dari karet yang dikaitkan pada telapak kaki, yang mana ujung karet yang lain dikaitkan dengan dinding atau tiang.

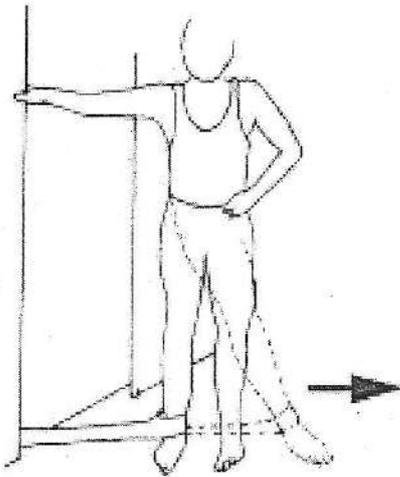


Gambar 46. Resisted standing hip abduction

Sumber: exermax.com

Jenis latihan ini berguna untuk meningkatkan kemampuan untuk menggunakan otot *hip abductor* untuk menstabilkan *pelvis* dan meningkatkan kemampuan mekanik pada *hip abduction* (Barnett, 2010).

3) *Resisted standing hip adduction*



Gambar 47. Resisted standing hip adduction

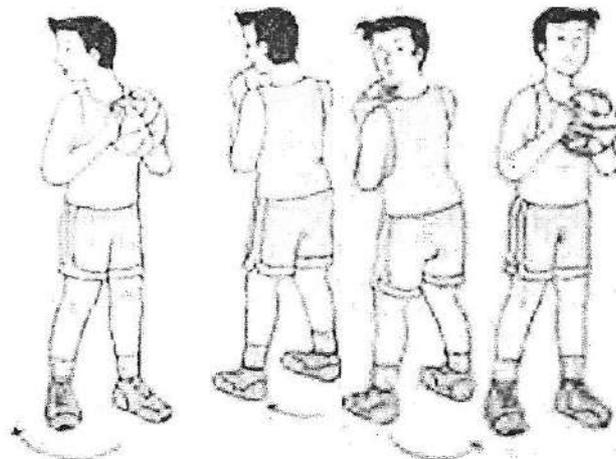
Sumber: exermax.com

5. Kaki

Dalam beberapa cabang olahraga, dapat ditemukan gerakan-gerakan yang melibatkan abduksi dan adduksi. Gerakan-gerakan ini dilakukan baik ketika melakukan pemanasan, latihan inti, maupun ketika dalam kondisi bertanding. Aplikasi gerakan abduksi dan adduksi pada olahraga salah satunya adalah:

1) Gerakan pivot pada permainan bolabasket

Pivot adalah salah satu teknik dasar dalam permainan bolabasket. *Pivot* sendiri diartikan sebagai gerakan berputar dengan berporos salah satu kaki, kedua tangan memegang bola dengan tujuan untuk menghindari sergapan lawan yang akan merebut bola. *Pivot* ini melibatkan gerakan abduksi, adduksi dan rotasi. Kedua otot utama yang bertanggung jawab atas gerakan abduksi adalah *longus peroneus* dan *brevis peroneus*. Otot-otot ini juga berfungsi untuk plantar fleksibel dan pronate pergelangan kaki.



Gambar 48. Gerakan pivot pada permainan bolabasket

Sumber: Ahmadi, 2007:40

a. Risiko Cedera

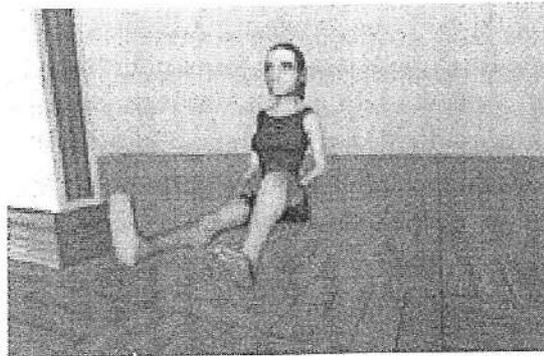
Risiko cedera yang mungkin terjadi adalah *Sprain ankle*, yaitu kondisi terjadinya penguluran dan kerobekan pada ligamentum lateral kompleks. Hal ini disebabkan oleh adanya gaya inversi dan plantar fleksi yang tiba-tiba saat kaki tidak menumpu sempurna pada lantai/ tanah, dimana umumnya terjadi pada permukaan

lantai/tanah yang tidak rata. *Sprain ankle* dapat terjadi pada atlet maupun non atlet, anak-anak maupun orang dewasa. *Sprain ankle* dapat terjadi ketika sedang berolahraga, aktivitas fisik, melangkah di permukaan yang tidak rata, perputaran kaki ke dalam atau ke luar yang berlebihan yang menyebabkan kerobekan ligament lateral kompleks *ankle*.

b. Latihan Yang Melibatkan Gerakan Abduksi dan Adduksi Kaki

1) *Isometric Exercise*

Di mana anda tetap berkontraksi walaupun tanpa menggerakkan *ankle*, untuk memperkuat otot-otot pergerakan abduksi pada pergelangan kaki. Duduk menyamping pada dinding dengan kaki lurus. Geser kaki cukup dekat ke dinding sehingga salah satu kaki menyentuh dinding. Mendorong tepi luar kaki ini ke dinding. Tahan kontraksi selama setidaknya 10 detik. Istirahat selama 10 detik. Ulangi kontraksi beberapa kali dengan kaki yang sama sebelum beralih kaki. Jika latihan ini menyebabkan rasa sakit di kaki Anda, Anda dapat memakai sepatu untuk mengurangi beberapa tekanan.



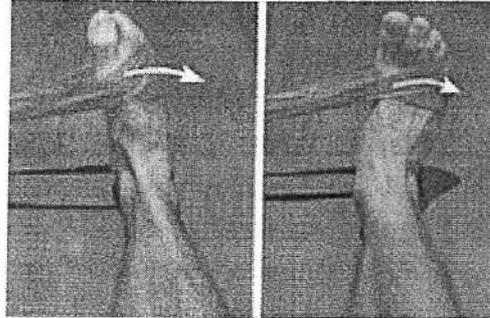
Gambar 49. Isometric Exercise

Sumber: www.mavenlife.com

2) *Resistance Band Exercise*

Keuntungan untuk jenis latihan ini adalah memperkuat pergelangan kaki. Seperti dengan latihan isometrik. Pergelangan kaki dapat dilatih secara bersamaan dengan duduk di lantai dan mengikat *band resistance* di sekitar kedua kaki. Kedua kaki harus bersam-sama, dan *band resistance* harus sedikit kendur.

Bersamaan mendorong kedua pergelangan kaki ke arah luar tubuh, tanpa mengubah paha atau kaki bagian bawah dengan gerakan. Lakukan tiga set 12 sampai 15 pengulangan.



Gambar 50. Resistance Band Exercise

Sumber: physioadviso.com.au

3) *Closed Kinetic Chain Exercises*

Dimana kaki tetap berpijak pada tanah, yang memungkinkan untuk melakukan gerakan abduksi dan adduksi, di kedua pergelangan kaki secara bersamaan. Duduk di kursi dengan kedua kaki di bawah. Pisahkan lutut kanan dan kiri dengan menempatkan kedua tangannya di antaranya. Ini akan menjaga lutut stabil sepanjang latihan dan mencegah mengandalkan otot-otot lain. Posisi tumit di lantai, putar poros kaki sehingga jari-jari kaki ikut terasa. Kemudian, putar mereka dalam arah yang berlawanan untuk memperkuat gerakan abduksi. Ulangi hingga 40 kali.



Gambar 51. Closed Kinetic Chain Exercises

Sumber: www.mavenlife.com

RANGKUMAN

Adduksi terjadi ketika sendi bergerak ke arah garis tengah dalam satu bidang (Adduksi adalah gerakan mendekati tubuh), sedangkan abduksi adalah kebalikan dari adduksi, atau gerakan menjauh dari garis tengah (abduksi adalah gerakan menjauhi tubuh).

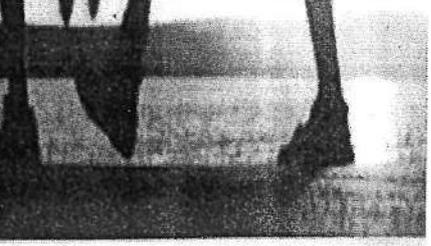
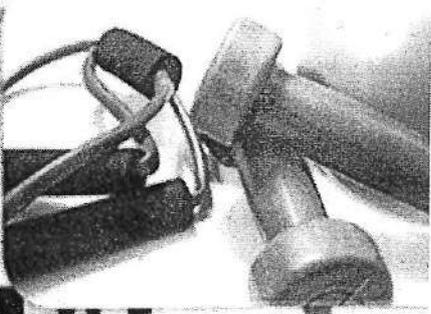
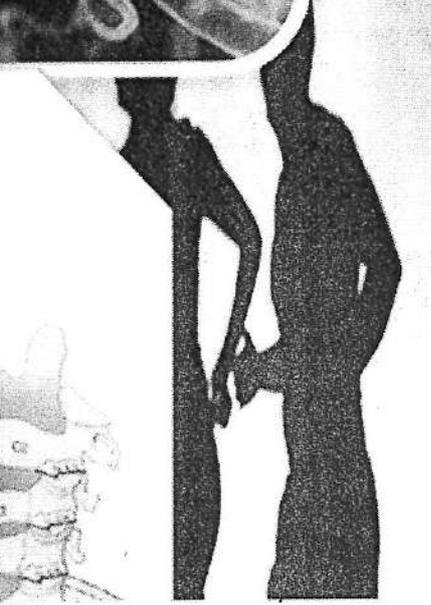
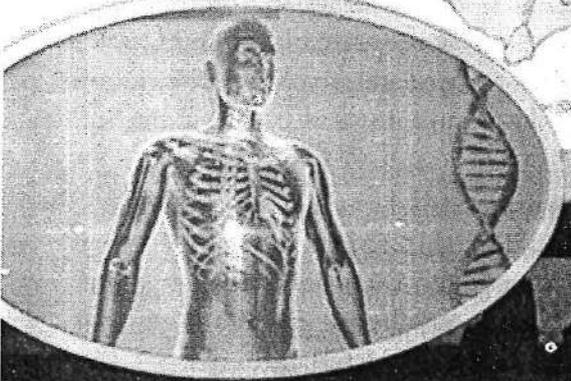
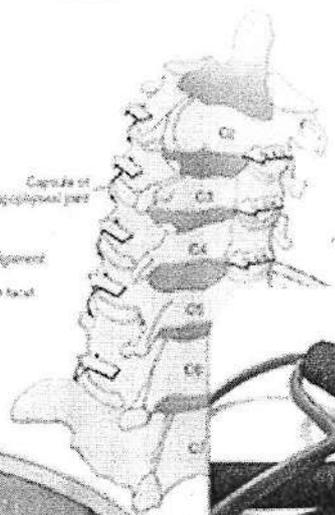
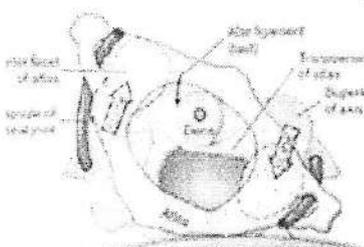
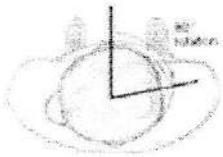
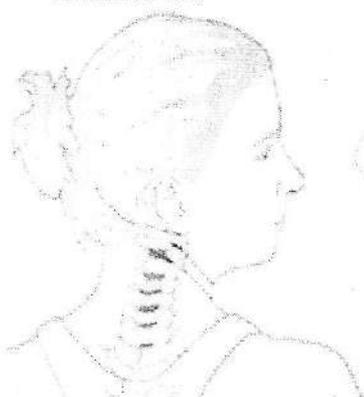
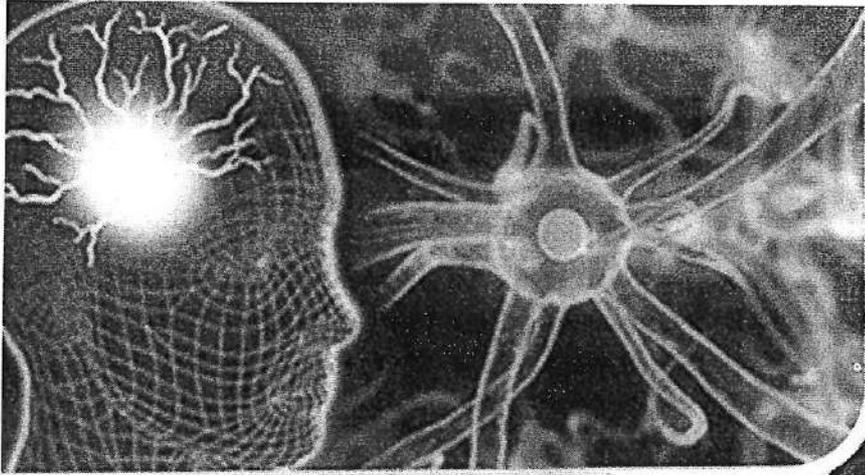
Gerakan abduksi dan adduksi meliputi gerakan pada *shoulder joint*, *hip joint*, kaki, *tumb*, jari-jari tangan. Pada tiap-tiap gerakan melibatkan peran otot, tulang, sendi dan saraf yang berbeda-beda pula. Dalam penerapannya pada masyarakat atau atlet, perlu diperhatikan bahwa program latihan fisik yang dibuat harus sesuai dengan kebutuhan gerakan masing-masing, sehingga dapat tercapai hasil latihan yang maksimal, baik untuk gerakan dasar abduksi dan adduksi, maupun gerakan kompleks pada berbagai cabang olahraga yang juga melibatkan abduksi dan adduksi.

Resiko cedera yang dapat terjadi karena gerakan abduksi dan adduksi didominasi oleh cedera *strain*. Cedera pada gerakan abduksi dan adduksi ini terjadi diantaranya pada cabang-cabang olahraga seperti *ice hockey*, *baseball catcher*, dan pada atlet bola basket yang melakukan gerakan *pivoting*. Oleh karena itu, perlu adanya perhatian khusus terhadap pola gerakan dalam latihan yang bertujuan untuk meningkatkan performa maupun untuk meminimalisasi resiko cedera.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackland, Timothy R., Elliot, Bruce C., Bloomfield, J. 2009. *Applied Anatomy and Biomechanics in Sport 2nd*. Human Kinetics.
- Barnett, A. 2010. Strength Exercise for Improved Running Biomechanics. *Running Gait Training Manual*.
- Byram, I. R., Bushnell, B. D., Dugger, K., Charron, K., Harrell Jr., F. E., & Noonan, T. J. (2010). Preseason shoulder strength measurements in professional baseball pitchers: identifying players at risk for injury. *Am J Sports Med*, 38(7), 1375–1382. <http://doi.org/10.1177/0363546509360404>
- Chick, G., 2014. Acute finger injuries in handball. *Aspetar Sports Medicine Journal*, 3(TT3), pp.172–179. Available at: <http://healthyliving.azcentral.com/ankle-abduction-exercises-8642.html>

- Goodman, c.c. and Boissonault, W.G., Pathology, implication for the physical therapist, WB Saunders Co, Philadelphia, 1998.
- Grimshaw, P. 2006. *Sport and Exercise Biomechanics*. New York. Taylor and Francis Group.
- https://www.academia.edu/8297833/Sprain_Ankle
- <http://www.aspetar.com/journal/viewarticle.aspx?id=142#.VHbTCZOsvfS>.
- Kapanji, IA. Physiology of joint Vol I Upper extremity, Churchill Livingstone, Edinburgh, 1986.
- Kurokawa, D., Sano, H., Nagamoto, H., Omi, R., Shinozaki, N., Watanuki, S., ... Itoi, E. (2014). Muscle activity pattern of the shoulder external rotators differs in adduction and abduction: An analysis using positron emission tomography. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 23(5), 658–664. <http://doi.org/10.1016/j.jse.2013.12.021>
- Lipert, Lynn S. 2006. *Clinical Kinesiology and Anatomy 4th*. Philadelphia. Davis Company.
- Mink, AJF, Extremitäten, Bohn, Scheltema-Holkema, Utrecht, 1999.
- Neumann D. 2010. Kinesiology of the Musculoskeletal System. Foundations for Rehabilitation. Second edition. Missouri. Elsevier.
- Quinn, Alison. 2010. Hip and Groin Pain: Physiotherapy and Rehabilitation Issues. *The Open Sports Medicine Journal*; vol 4;93-107
- Rimando, Marlon P. 2016. Adductor Strain. (*online*), (emedicine.medscape.com, diakses tanggal 28 Mei 2016).
- Takagi, Y., Oi, T., Tanaka, H., Inui, H., Fujioka, H., Tanaka, J., ... Nobuhara, K. (2014). Increased horizontal shoulder abduction is associated with an increase in shoulder joint load in baseball pitching. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 23(12), 1757–1762. <http://doi.org/10.1016/j.jse.2014.03.005>
- Yarar, S., Rueger, J.M. & Schlickewei, C., 2015. Finger injuries in ball sports. *Der Unfallchirurg*, 118(6), pp.496-506. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25869469>.



Endorotasi dan Eksorotasi

PENDAHULUAN

Prinsip Gerak

Manusia bergerak pada tiga bidang gerak, yaitu bidang frontal, sagittal, dan horizontal. Bidang frontal atau *frontal plane* atau juga disebut dengan *coronal plane*, bidang ini membagi tubuh menjadi bagian depan dan belakang. Gerakan yang dapat terjadi pada bidang ini adalah abduksi-adduksi, deviasi ulna dan radial, dan lateral fleksi dari tulang belakang. Bidang sagittal atau *sagittal plane*, membagi tubuh menjadi bagian kiri dan kanan. Gerakan yang dapat dilakukan pada bidang ini adalah fleksi-ekstensi pada regio tulang belakang, siku, dan ekstremitas bawah, dan gerakan dorsifleksi-plantarfleksi pada *ankle*. Bidang gerak yang terakhir adalah, bidang horizontal atau *horizontal/transverse plane*. Bidang ini membagi tubuh kedalam bagian atas dan bawah. Gerakan yang muncul pada bidang ini, adalah gerakan rotasi (Houglum & Bertoti, 2012).

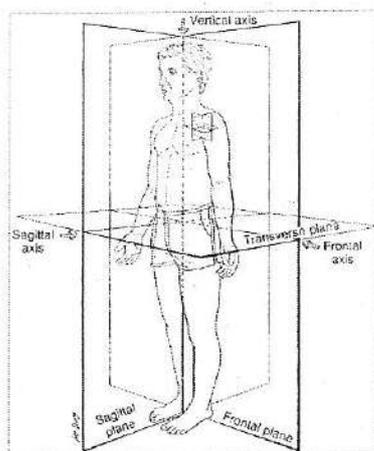
Gerakan yang terjadi di tubuh manusia disesuaikan dengan bidang gerakannya. Dan gerak tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti tulang, persendian, otot, dan persyarafan. Bila salah satu mengalami masalah tertentu akan menyebabkan terjadi gangguan pada gerakan tersebut. Adanya persendian memungkinkan terbentuknya gerakan

yang bermacam-macam. Tetapi tidak semua sendi dapat melakukan gerakan endorotasi dan eksorotasi.

PEMBAHASAN

A. Endorotasi dan Eksorotasi

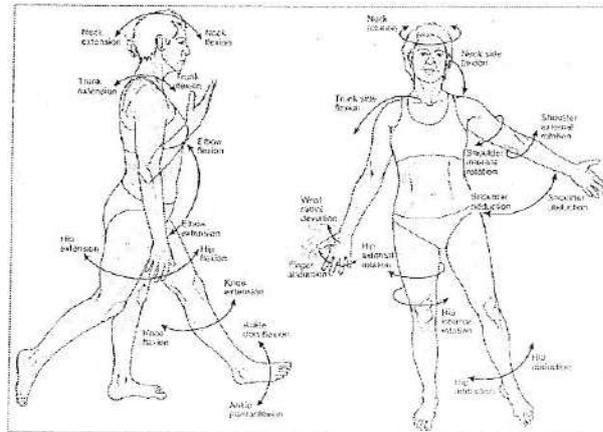
Kinesiologi merupakan bagian dari ilmu fisiologi yang menjelaskan dan menganalisa lokomotor, yang merupakan refleksi dari aktifitas kekuatan mekanik, yang dipelajari disini adalah gerakan dan gerakan tulang pada sendi tubuh manusia yang dibagi dalam dua sub-bagian, yaitu kinetik dan kinematik. Kinetik berkonsentrasi pada gaya yang dihasilkan atau yang menahan sebuah gerakan. Kinematik adalah berkonsentrasi pada jenis gerakan tanpa memperhatikan gaya yang dihasilkan atau yang memengaruhinya. Untuk menentukan posisi dan gerak tubuh manusia, perlu diperhatikan, titik pusat gravitasi, garis aksis, dan bidang gerak (Houglum & Bertoti, 2012).



Gambar 1. Titik pusat gravitasi dan bidang gerak (Houglum & Bertoti, 2012)

Rotasi adalah gerak dari segmen tulang pada aksis vertikal terhadap bidang transversal. Gerak rotasi dibedakan berdasarkan arah gerakannya, bila gerakan mendekati *midline* atau *inward* maka gerak tersebut dinamakan medial (internal/endo) rotasi sedangkan gerak yang menjauhi *midline* maka gerak tersebut dinamakan lateral (eksternal/ekso) rotasi. Contoh gerakan ini bisa ditemukan pada *shoulder joint* dan *hip joint*. Terdapat gerak rotasi lain yang diberi nama

secara spesifik, yaitu supinasi dan pronasi. Pronasi adalah gerak rotasi "palm-down position" pada lengan bawah. Sedangkan pronasi adalah gerak rotasi "palm-up position" pada lengan bawah (Houghlum & Bertoti, 2012).



Gambar 2. Osteokinematic Movement (Clarkson, 2013)

Adanya persendian memungkinkan terbentuknya gerakan yang bermacam-macam. Berbagai gerak dalam persendian dikontrol oleh kontraksi otot, dan inervasi. Tetapi tidak semua sendi dapat melakukan gerakan endorotasi dan eksorotasi. Berikut adalah beberapa regio yang dapat melakukan gerakan rotasi, berikut dengan otot penggerak, dan persendiannya.

B. The Vertebrae

Fungsi *spine* secara umum adalah sebagai penopang badan sekaligus bekerja sebagai penyangga badan dengan perantara *discus intervertebralis* yang lengkungnya memberi fleksibilitas dan memungkinkan gerakan kesegala arah tanpa patah sebagai peredam kejut pada saat menggerakkan badan misalnya pada saat berlari atau melompat dengan demikian otak dan sumsum tulang belakang terlindung terhadap guncangan sebagai penghubung antara ekstremitas atas dan ekstremitas bawah, pada ekstremitas atas melalui *sternoclavikular* dan *costae*, pada ekstremitas bawah melalui *sacroiliac* (pelvis); menunjang posisi tetap tegak dan sebagai perlekatan otot-otot anggota gerak; melindungi spinal cord dan memungkinkan serabut saraf dan pembuluh darah lewat tanpa terjadi cidera saat gerak vertebralis,

diskus intervertebralis merupakan unsur elastis bila di tekan atau di regang secara unilateral (Sugianto, 2005). Tulang belakang adalah bagian tubuh kita yang sering kali kita abaikan, padahal di tulang belakang inilah tersimpan dan terlindung dengan baik syaraf-syaraf yang sangat penting terutama sumsum tulang belakang (Sari, 2013).

1. Regio Cervical

Regio cervical disusun oleh 3 sendi penyusun yaitu *atlanto-occipital joint* (C_0-C_1), *atlanto-axial joint* (C_1-C_2) dan *vertebrata joint* (C_2-C_7). Region ini merupakan region yang paling sering bergerak dari seluruh bagian tulang vertebrata. Hal itu dapat terlihat dari peranannya yaitu untuk mengatur sendi dan memfasilitasi posisi kepala, termasuk penglihatan (vision), pendengaran, penciuman dan keseimbangan tubuh. Adapun gerakan yang dihasilkan pada region ini yaitu fleksi-ekstensi, rotasi dan lateral fleksi *cervical* (Neumann, 2010).

a. Cervical Joint

1) Atlanto-occipital Joint (C_0-C_1)

Atlanto-occipital Joint berperan dalam gerakan fleksi-ekstensi dan lateral fleksi *cervical*. Arthrokinematika pada gerakan fleksi *condylus* yang *convex* akan slide ke arah belakang terhadap *facet articularis* yang *concaaf* sebesar 10 derajat. Sedangkan pada gerakan ekstensi *condylus* yang *convex* akan slide ke arah depan terhadap *facet articularis* yang *concaaf* sebesar 17°. Pada gerakan lateral fleksi *cervical* akan terjadi *roll* dari sisi-sisi pada jumlah yang kecil pada *condylis occipital* yang *convex* terhadap *facet articularis (atlas)* yang *concaaf* sebesar 5° (Neumann, 2010).

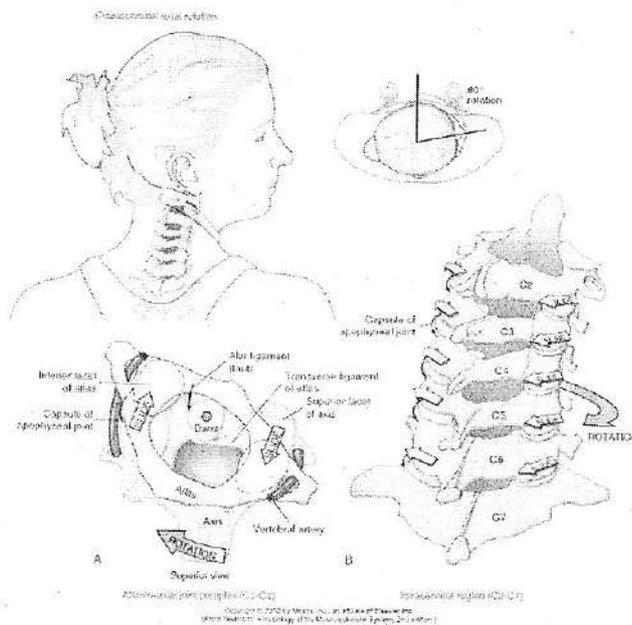
2) Atlanto-axial Joint (C_1-C_2)

Gerakan utama pada *atlanto-axial joint* adalah gerakan rotasi *cervical* ditambah dengan gerakan fleksi dan ekstensi. Pada gerakan fleksi akan terjadi gerakan pivot ke depan dan sedikit berputar pada *atlas* terhadap *axis* (C_2) sebesar 15° sedangkan pada gerakan ekstensi gerakan pivot ke belakang dan sedikit berputar pada *atlas* terhadap *axis* (C_2).

Gerakan rotasi pada sendi sebesar 45° dimana atlas yang berbentuk cincin akan berputar di sekitar *proccus odontoid* bagian *proccus articularis inferior atlas* yang sedikit *concaaf* akan slide dengan arah sirkuler (melingkar) terhadap *proccus articularis superior axis* (Neumann, 2010).

3) Vertebrata Joints (C₂-C₇)

Pada *vertebrata joint* terjadi gerakan fleksi-ekstensi, rotasi dan lateral fleksi *cervical*. Pada gerakan fleksi permukaan *proccus articularis inferior vertebra superior* yang berbentuk *conca* akan slide ke arah atas dan depan terhadap *proccus articularis superior vertebra inferior* sebesar 40°, sedangkan pada gerakan ekstensi permukaan *proccus articularis inferior vertebra superior* yang berbentuk *conca* akan slide ke arah bawah dan belakang terhadap *proccus articularis superior vertebra inferior* sebesar 70°.



Gambar 3. Cervical joint and movement (Neumann, 2010)

Pada gerakan rotasi akan terjadi slide pada *proccus articularis inferior vertebra superior* ke arah belakang dan bawah pada *ipsilateral* arah rotasi dan akan terjadi slide ke arah depan atas pada sisi *contralateral* terhadap *proccus articularis superior vertebra inferior* sebesar 45°.

Gerakan lateral fleksi *cervical*, *proccus articularis inferior vertebra superior* pada sisi *ipsilateral* slide ke arah bawah dan sedikit ke belakang dan pada sisi *contralateral* akan slide ke arah atas dan sedikit ke depan sebesar 35°. *Inlinasi* pada bentuk *facet joint* akan menghasilkan gerakan *coupling* yang searah dimana selama gerakan rotasi akan disertai dengan lateral fleksi searah (Neumann, 2010).

b. Otot Penggerak

1) *M. Obliquus Capitis Inferior*

Merupakan otot menyerong paling besar yang terdapat di leher yang berperan dalam memberikan rotasi pada kepala dan pada servikal pertama. Otot ini terletak dibawah otot semispinalis dan otot trapezius. *Obliquus capitis inferior* juga memiliki peran penting dalam hal proprioepsi. Otot ini memiliki kepadatan yang sangat tinggi, hal ini diyakini otot *obliquus capitis inferior* memiliki peran penting dalam mengatur akurasi posisi kepala dan leher.

2) *M. Obliquus Capitis Superior*

Otot kecil yang ada di bagian belakang atas dari leher, yang merupakan bagian dari otot suboccipital. Otot ini berperan untuk menggerakkan *-atlanto-occipital joint*.

3) *M. Rectus Capitis Posterior Major*

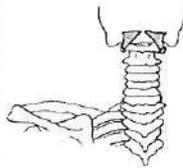
Rectus capitis posterior major ditandai dengan tendon yang menempel pada prosesus spinosus axis, dan meluas karena naik ke arah tulang occipital. Otot ini berhubungan dengan cervical duramater. Hubungan ini bisa dijadikan sebagai pertanda ketegangan yang terjadi pada area duramater. Peran utama otot ini adalah untuk ekstensi dan rotasi pada sendi *atlanto-occipital*.

4) *M. Rotatores*

Otot ini menempel di sepanjang tulang belakang di kedua sisi, tetapi yang paling menonjol terdapat pada bagian torakal. Setiap otot yang menempel pada tulang belakang berukuran kecil. Berfungsi untuk merotasikan torakal, terutama pada T1-T2 dan T11-T12. *Rotatores* memiliki kepadatan akan proprioepsi, dan otot ini juga digunakan sebagai kontrol postural.

5) *M. Semispinalis*

Semispinalis merupakan grup otot yang terdiri dari 3 otot, yaitu semispinaliscapitis, semispinalis cervicis, dan semispinalis thoracis.

Muscle	Origin	Insertion	Action	Nerve	Notes	Image
<i>M. Obliquus Capitis Inferior</i>	<i>Processus spinosus axis</i>	<i>Processus transversus atlas</i>	Rotasi kepala kesisi yang sama	<i>suboccipital nerve</i>	-	
<i>M. Obliquus Capitis Superior</i>	<i>Processus transversus atlas</i>	Tulang occipital diatas <i>inferior nuchal line</i>	Ekstensi dan rotasi kepala ke sisi yang sama	<i>suboccipital nerve</i>	Segitiga suboccipital terbentuk dari <i>obliquus capitis superior, inferior, dan rectus capitis posterior major</i>	
<i>M. Rectus Capitis Posterior Major</i>	<i>Spinous process of axis</i>	<i>Inferior nuchal line</i>	Ekstensi dan rotasi kepala ke sisi yang sama	<i>Suboccipital nerve</i>	-	
<i>M. Rotatores</i>	<i>transverse processes</i>	<i>long head: spines 2 vertebrae above origin; short head: spines 1 vertebrae above origin</i>	Rotasi tulang belakang ke arah yang berlawanan	<i>dorsal primary rami of spinal nerves C1-L5</i>	<i>Semispinalis, multifidus, dan rotators</i> merupakan grup otot transversospinal	
<i>M. Semispinalis</i>	<i>Processus transversus C7-T12</i>	<i>capitis: back of skull between nuchal lines; cervicis & thoracis: spines 4-6 vertebrae above origin</i>	Ekstensi trunk, fleksi lateral, dan rotasi ke arah yang berlawanan	<i>dorsal primary rami of spinal nerves C1-T12</i>	Nama dari bagian otot ini berdasarkan dari insersinya : <i>capitis, cervicis, dan thoracis</i>	
<i>Mm. Iliocostales</i>	<i>sacrum, transverse processes of C3-L5</i>	<i>spinous processes 2-4 vertebral levels superior to their origin</i>	Ekstensi, dan fleksi lateral trunk, dan rotasi ke arah yang berlawanan	<i>dorsal primary rami of spinal nerves C1-L5</i>	<i>Semispinalis, multifidus, dan rotators</i> merupakan grup otot transversospinal	

Tabel 1. Otot-otot penggerak pada cervical (Gest & Schlesinger, 1995)

2. Regio Thoracal

Pada level columna vertebra thoracal berhubungan dengan costae dan membentuk sendi, dimana jenis sendinya ada 2 buah yaitu *costovertebral joint* yang terbentuk antara *head of rib* dengan *discus intervertebral* dan *corpus vertebra*; *costotransversal joint* yang terbentuk antara *rib tubercle* dengan *processus transversus*.

a. Thoracal Joint

Costovertebral joint Adalah jenis sendi sinovial, yang terbentuk dari caput costae dengan *discus intervertebral* dan *corpus vertebra* pada sisi *articular facet* sehingga pada sendi ini mempunyai 2 rongga sendi. Tiap-tiap sendi *costae* dengan batas atas atau batas bawah *vertebrae* berdekatan dengan *annulus fibrosus*. Sendi ini diperkuat oleh *ligament interosseus* yang mengikat antara *caput costae* dengan 2 *articular facet* dan *discus intervertebral*. Sendi ini juga dikelilingi kapsul sendi yang single, di mana cavitas sendinya berbeda pada bagian superior dan inferior. *Costovertebral joint* juga diperkuat oleh *ligament radiatum* (Sari, 2013).

Costotransversal joint Termasuk sendi sinovial yang terbentuk antara *facies articularis tuberculi costae* dan *fovea costae processus transversus*. Kapsul sendi melekat dan diperkuat oleh *ligament costotransversarium interosseus* yang sangat pendek dan kuat terbentang dari *processus transversus* bagian posterior sampai ke *costae*; *ligament costotransversarium posterior* dengan panjang 1,5 cm dan lebar 1 cm terbentang dari *processus transversus* bagian lateral sampai ke tuberkel *costae*; *ligament costotransversarium superior* sangat tipis dan kuat bentuknya datar dan quadrilateral dengan lebar 8 mm dan panjang 10 mm terbentang dari *processus transversus* bagian inferior sampai ke leher *costae* bagian superior (Sari, 2013).

b. Osteokinematik dan Arthrokinematik Vertebral Joint

Osteokinematik adalah gerak sendi yang dilihat dari gerak tulangnya saja. Pada osteokinematik gerakan yang terjadi berupa gerak rotasi ayun, rotasi putar, dan rotasi spin. Arthrokinematik adalah gerakan yang terjadi pada permukaan sendi. Pada arthrokinematik gerakan yang terjadi berupa gerak roll dan slide.

Dari kedua gerak tersebut dapat diuraikan lagi menjadi gerak traksi-kompresi, translasi, dan spin. Dan gerak fisiologis spine dalam

klinis berupa fleksi, ekstensi, lateral fleksi, dan rotasi. Pada thorakal gerak yang dominan adalah gerak rotasi akan tetapi memungkinkan terjadinya gerak fleksi dan ekstensi. Hal ini terjadi karena facet pada thorakal berada dalam bidang frontal dan dibatasi oleh costae sehingga ROM kecil.

Gerak spine tersebut dapat terjadi dengan baik karena adanya serabut-serabut *collagen* dari *annulus fibrosus* yang terkompresi pada saat ekstensi minimal, kemampuan *annulus* untuk menerima beban tekanan, dan juga kemampuan teregangnya *ligamentum longitudinal posterior*. Gerakan pada thorakal joint berhubungan dengan lower cervical yaitu pada C7 dengan costae, dan upper lumbar yaitu pada L1, sehingga apabila lower cervical mengalami suatu patologis maka upperthorakal juga akan mengalami suatu keluhan. Gerak spine juga akan mempengaruhi gerakan pada *nucleus pulposus* yang berfungsi sebagai bantalan air yang distabilisasi oleh *annulus fibrosus* dan kemampuannya dalam merespon setiap perubahan postur tubuh baik static maupun dinamik. Pada saat ekstensi akan terjadi gerakan *nucleus* ke anterior dan terjadi gerak posterior sliding dan tilting pada *uppervertebrae*.

Selain itu pada thorakal akan terjadi pengurangan kurva, penyempitan bagian posterior diskus, pelebaran bagian anterior diskus, serta terjadi pengembangan rongga thoraks. Pada saat fleksi akan terjadi gerak *anterior sliding* dan *tilting vertebrae* di atasnya terhadap diskus dan *vertebrae* di bawahnya dan nukleusnya bergeser ke posterior. Gerak fleksi pada thorakal dapat terjadi penambahan kurva, pelebaran bagian posterior diskus, serta pengecilan rongga thoraks. Pada saat terjadi lateral fleksi atau rotasi akan terjadi gerakan *tilting* dari *uppervertebrae* pada *ipsilateral* dan *nucleus* bergerak ke arah yang berlawanan dengan arah gerakan dan terjadi peningkatan tension pada bagian *annulus*. Gerak lateral fleksi selalu diikuti dengan gerak rotasi yang dikenal dengan *coupled movement*.

c. Otot Penggerak

1) *M. Oblique Externus*

Berada di bagian lateral dan ventral abdomen, lebih besar terhadap otot-otot dinding abdomen lainnya, dan terletak paling superficial. Berbentuk lebar, tipis, hampir segiempat, mempunyai aponeurose

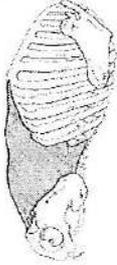
yang lebar membentuk dinding ventral abdomen. Mempunyai origo pada facies externus dan tepi caudal costa V – XII (berbentuk jari-jari), arah serabut otot ke caudo dorsal. Berinsersi pada linea alba dan pada labium externum cristae ilicae. Origo otot ini bertemu dengan origo dari m.serratus anterior, membentuk suatu garis bergerigi. M.obliquus externus abdominis membentuk suatu lembaran aponeurose, yang sangat kuat, dengan arah ke caudo medial, berada di sebelah superficial m.rectus abdominis, dan turut membentuk vagina musculi recti. Serabut-serabut dari kedua belah pihak bertemu pada garis tengah membentuk linea alba, yang mengadakan perlekatan mulai dari processus xiphoideus sampai pada symphysis ossium pubis. Pars cranialis aponeurosis merupakan tempat origo dari m.pectoralis major pars caudalis. Di sebelah cranial ligamentum inguinale, aponeurose tadi membentuk anulus inguinalis subcutaneus (=anulus inguinalis medialis).

Ligamentum inguinale pouparti adalah penebalan tepi caudal dari aponeurose m.obliquus externus abdominis, yang mengadakan perlekatan pada spina iliaca anterior superior dan pada pihak lain melekat pada tuberculum pubicum. Pada ligamentum inguinale melekat pula fascia lata dan fascia innominata. Ligamentum lacunare Gimbernati adalah bagian dari ujung medial ligamentum inguinale yang berputar ke inferior funiculus spermaticus (pada pria), melekat pada pecten ossis pubis di sebelah lateral tuberculum pubicum. Berbentuk lembaran segitiga, ukuran panjang 1,25 cm, basisnya berbentuk konkaf menghadap ke lateral dan apex menghadap ke medial (tuberculum pubicum). Ligamentum inguinale reflexum (collesi) berbentuk segitiga, ukuran 2-3 cm, meluas dari anulus inguinalis externus sampai di linea alba. Melekat bersama-sama dengan ligamentum lacunare pada pecten ossis pubis, dengan arah serabut ke cranio-medial, berada di sebelah profunda aponeurosis m.obliquus externus abdominis. Ligamentum ini bisa berdiri sendiri dan bisa juga bergabung dengan aponeurosis m.obliquus externus abdominis atau dengan falx inguinalis.

2) *M. Oblique Internus*

Terletak di bagian lateral dan ventral abdomen, berbentuk segiempat, lebih kecil dan lebih tipis daripada m.obliquus externus abdominis, berada di sebelah profunda dari m.obliquus externus

abdominis. Berorigo pada seperdua bagian lateral ligamentum inguinalis, lamina profunda fascia lumbodorsalis dan linea intermedia cristae iliaca. Insertio pada linea alba dan pars cartiliginis costae IX-XII. Membentuk aponeurose yang bersatu dengan aponeurosis dari m.obliquus externus abdominis dan m.transversus abdominis, turut membentuk vagina musculi recti, baik lapisan di bagian anterior maupun posterior m.rectus abdominis. M.cremaster adalah suatu lapisan otot tipis yang membungkus funiculum spermaticus. Berorigo pada bagian pertengahan ligamentum inguinale sebagai lanjutan dari serabut otot m.obliquus internus abdominis dan mengadakan insertio pada tuberculum dan crista pubica, dan pada lamina anterior vagina m.recti. serabut-serabut otot berjalan turun mencapai testis dan melekat pada tunica vaginalis testis. Berfungsi menarik testis naik ke arah anulus inguinalis subcutaneus.

Muscle	Origin	Insetion	Action	Nerve	Notes	Image
<i>Obliquus externus</i>	Bagian bawah iga ke 8	<i>Linea alba, pubic crest & tubercle, anterior superior iliac spine (ASIS) & anterior half of iliac crest</i>	Fleksi, lateral fleksi, dan rotasi trunk	<i>Intercostal nerves 7-11, subcostal, iliohypogastric dan ilioinguinal nerves</i>	Ligamen inguinal adalah aponeurosis <i>m. oblique externus</i> ; fascia spermatic external adalah bagian dari <i>m. oblique externus</i> yang melapisi testis dan spermatic cord	
<i>Obliquus internus</i>	Fascia thorakolumbal, 2/3 anterior krista iliaca, 2/3 lateral ligament inguinal	Bagian bawah iga ke 3 dan 4, linea alba, krista pubika	Fleksi, lateral fleksi, dan trunk	<i>Intercostal nerves 7-11, subcostal, iliohypogastric dan ilioinguinal nerves</i>	Serabut anterior <i>m. oblique internus</i> mengarah ke atas dan medial, tegak lurus dengan <i>m. oblique externus</i> ; cremaster muscle dan fascia bagian dari <i>m. oblique internus</i> yang melapisi testis dan spermatic cord.	

Tabel 2. Otot-otot penggerak pada *cervical* (Gest & Schlesinger, 1995)

3. Analisis Kasus Cedera *Vertebrae*

Cedera yang sering terjadi pada atlet adalah sprain yaitu cedera pada sendi yang mengakibatkan robekan pada ligamen. Sprain terjadi karena adanya tekanan yang berlebihan dan mendadak pada sendi, atau karena penggunaan berlebihan yang berulang-ulang. Sprain ringan biasanya disertai hematoma dengan sebagian serabut ligament putus, sedangkan pada sprain sedang terjadi efusi cairan yang menyebabkan bengkak. Pada sprain berat, seluruh serabut ligamen putus sehingga tidak dapat digerakkan seperti biasa dengan rasa nyeri hebat, pembengkakan dan adanya darah dalam sendi. Dislokasi sendi juga sering terjadi pada olahragawan yaitu terpelesetnya bonggol sendi dari tempatnya. Apabila sebuah sendi pernah mengalami dislokasi, maka ligament pada sendi tersebut akan kendur, sehingga sendi tersebut mudah mengalami dislokasi kembali (dislokasi habitualis). Penanganan yang dapat dilakukan pada saat terjadi dislokasi adalah segera menarik persendian tersebut dengan sumbu memanjang (Setiawan, 2011).

Cedera olahraga berat yang sering terjadi pada olahragawan adalah patah tulang yang dapat dibagi menjadi patah tulang terbuka dan tertutup. Patah tulang terbuka terjadi apabila pecahan tulang melukai kulit, sehingga tulang terlihat keluar, sedangkan pada patah tulang tertutup, pecahan tulang tidak menembus permukaan kulit. Pada kasus patah tulang, olahragawan harus berhenti dari pertandingan, dan secepat mungkin harus dibawa keprofesional karena harus di reposisi secepatnya.

Reposisi yang dilakukan sebelum lima belas menit akan berhasil memuaskan karena pada saat itu belum terjadi nyeri pada tulang (*neural shock*). Setelah reposisi bisa dipasang spalk untuk mempertahankan posisi dan sekaligus menghentikan perdarahan. Penyebab terjadinya cedera olahraga dapat berasal dari luar seperti misalnya kontak keras dengan lawan pada olahraga *body contact*, karena benturan dengan alat-alat olahraga seperti misalnya *stick hockey*, bola, raket dan lain-lain. Dapat pula disebabkan oleh keadaan lapangan yang tidak rata yang meningkatkan potensi olahragawan untuk jatuh, terkilir atau bahkan patah tulang. Penyebab dari dalam biasanya terjadi karena koordinasi otot dan sendi yang kurang sempurna, ukuran tungkai yang tidak sama panjang ketidakseimbangan otot antagonis (Setiawan, 2011).

Proses mekanisme terjadinya cedera olahraga antara lain:

- 1) Traksi yaitu jaringan mengalami tarikan cukup kuat melebihi batas kelenturan sehingga mengakibatkan kerobekan otot atau ligamentum misalnya: tarikan tendo achilles, bahkan bisa putus pada saat melompat, lari ataupun loncat.
- 2) Kompresi yaitu jaringan mengalami tekanan oleh beban yang berlebih misalnya sering melakukan gerakan loncat, loncat jongkok, akan mengakibatkan tekanan pembebanan terhadap sendi utut ataupun penekanan oleh berat badan yang berlebihan.
- 3) Torsi yaitu jaringan mengalami putaran mendadak atau tiba-tiba pada saat jaringan mengalami pembebanan Misalnya sewaktu melompat, saat menginjakkan kaki ke tanah tubuh berputar arah sehingga menimbulkan kerusakan jaringan sekitar lutut. Ataupun pada pemain sepakbola ketika mengejar bola, berarti mendadak dan disertai perputaran badan.
- 4) Bending jaringan mengalami penekukan yang berlebihan oleh adanya gaya yang sangat kuat Misalnya pada pemain voly ketika melakukan smes dengan meloncat dan turun dengan posisi pergelangan kaki menekuk, sehingga mengakibatkan kerobekan ligament talofibolare atau ketika berlari salah satu kaki terpelosok ke lubang sempit sehingga sendi lutut seperti di luruskan secara paksa atau tulang betis tertekuk dan mengakibatkan patah tulang.
- 5) Stess geser yaitu adanya gaya saling menggeser berlawanan arah seperti menggunting pada sendi, sehingga dapat merusak permukaan sendi/*cartilagearticulari*. Misalnya, lari cepat mengejar bola berhenti tiba-tiba, badan condong ke depan dan lutut menekuk.
- 6) Pembebanan berulang-ulang walaupun kecil dapat mengakibatkan cedera misalnya pada lari jarak jauh pemain tenis dan pemain sepeda.

Pada jurnal yang telah ditemukan membahas tentang sebuah analisis kinematik dari tulang belakang selama *rugby scrummaging* pada rumput alami dan sintesis. Jurnal ini mempunyai tujuan untuk mengukur kinematika tulang belakang selama *scrimmaging* pada dua permukaan bermain yang berbeda yaitu tanah rumput alami dan tanah rumput sintesis sebagai akibat dari distribusi cedera sepanjang scrum. Hipotesa dari jurnal adalah bahwa tidak ada perubahan

signifikan yang akan terjadi di kinematika spinal selama scrummaging dari posisi bermain diselidiki.

Right lateral bending (°)		Left lateral bending (°)		Right rotation (°)		Left rotation (°)	
Synthetic	Natural	Synthetic	Natural	Synthetic	Natural	Synthetic	Natural
28.1 (10.1)	30.4 (9.5)	27.3 (8.2)	30.4 (8.3)	42.2 (10.0)	45.2 (6.5)	45.1 (11.6)	43.4 (5.8)
35.5 (4.6)	34.9 (4.3)	30.2 (4.9)	34.4 (7.0)	42.1 (11.3)	42.9 (6.1)	41.9 (8.2)	44.9 (7.1)
9.4 (3.1)	10.4 (4.0)	8.1 (4.6)	9.6 (4.2)	26.9 (12.9)	23.3 (11.0)	20.5 (9.4)	24.8 (10.2)
15.5 (9.1)	15.8 (3.2)	16.1 (7.6)	16.0 (2.7)	27.8 (14.4)	33.3 (7.9)	28.9 (14.2)	31.0 (8.2)
13.9 (4.2)	14.5 (4.3)	12.3 (4.4)	15.1 (7.4)	9.4 (5.9)	12.9 (8.8)	10.7 (6.6)	13.3 (7.6)
8.3 (4.5)	9.2 (4.4)	7.1 (2.6)	9.8 (5.3)	9.7 (5.3)	9.2 (2.7)	7.3 (3.3)	11.9 (3.2)

Tabel 3. Puncak ROM pada gerakan *Scrummaging* (Swaminathan, Williams, Jones, & Theobald, 2015)

Tabel 3 menampilkan berarti puncak persentase ROM relative berarti puncak maksimum ROM untuk semua 11 peserta dari masing-masing kelompok pada rumput alami dan sintetis, masing-masing. Puncak persentase ROM dihitung dari rata-rata ROM puncak mengalami selama *scrummaging* untuk kelompok dan puncak rata-rata ROM kelompok ditunjukkan selama persidangan ROM. Tidak ada perbedaan yang signifikan di ROM antara dua kelompok ($P > 0,05$) untuk setiap segmen selama *scrummaging* percobaan.

Data yang disajikan berkaitan dengan kecepatan sudut (Tabel 4) dari tulang belakang leher relevan dengan ini karena dapat memberikan beberapa informasi mengapa ini cedera kronis yang begitu umum. Dari data, dapat dilihat bahwa berarti tulang belakang leher puncak kecepatan sudut lebih besar dari tanah rumput alami dari pada tanah rumput sintetis. Untuk fleksi *bending* lateral kiri dan rotasi kanan, adalah ukuran efek menengah ($d > 0,5$).

Tabel 4. Mean peak angular velocity during live scrummaging (CBS) on 3G and natural surfaces.

	Flexion (°·s ⁻¹)		Extension (°·s ⁻¹)		Right lateral bending (°·s ⁻¹)		Left lateral bending (°·s ⁻¹)		Right rotation (°·s ⁻¹)		Left rotation (°·s ⁻¹)	
	Synthetic	Natural	Synthetic	Natural	Synthetic	Natural	Synthetic	Natural	Synthetic	Natural	Synthetic	Natural
Cervical	8.5 (4.3)	10.3 (4.2)	9.4 (4.2)	10.9 (6.7)	8.2 (3.7)	14.9 (13.0)	7.6 (2.0)	7.1 (1.9)	7.1 (1.9)	10.5 (6.4)	8.2 (4.0)	9.2 (5.1)
Upper thoracic	6.6 (2.2)	10.1 (6.9)	6.9 (3.7)	6.1 (1.4)	6.0 (3.3)	8.0 (4.7)	6.7 (3.8)	9.4 (5.0)	7.6 (5.1)	10.6 (9.7)	7.6 (2.1)	12.6 (12.8)
Lower thoracic	3.0 (1.6)	4.4 (2.3)	2.6 (1.8)	4.5 (2.8)	3.8 (2.6)	7.1 (3.9)	3.1 (1.8)	6.0 (1.9)	4.8 (3.3)	7.5 (4.9)	4.4 (2.1)	9.8 (5.9)
Upper lumbar	4.1 (2.3)	5.4 (2.7)	3.0 (1.6)	4.6 (2.4)	4.1 (1.8)	5.0 (2.2)	3.4 (2.1)	5.9 (4.4)	4.2 (3.2)	6.0 (5.3)	5.0 (4.6)	7.8 (4.3)
Lower lumbar	4.3 (3.5)	5.7 (6.5)	4.2 (2.4)	9.2 (8.7)	3.9 (2.7)	6.0 (5.4)	3.7 (1.9)	5.7 (4.1)	4.8 (4.6)	8.7 (5.5)	3.9 (2.2)	9.2 (7.8)

Note: Mean peak data (°·s⁻¹) are presented with standard deviations in parentheses. Large effect sizes ($d > 0.8$) are highlighted in bold italics.

Tabel 4. Puncak kecepatan sudut pada gerakan *scrummaging* (Swaminathan et al., 2015)

Kesimpulan yang didapat adalah untuk menilai perbedaan tulang belakang kinematika dari rugby ketika *scrummaging* pada dua permukaan bermain yang berbeda: sintetis dan alami. Kecenderungan

umum diamati dari pengurangan di besarnya variabel kinematik pada kedua ROM dan sudut kecepatan, tetapi tidak ada perbedaan signifikan yang diamati. Hanya kecepatan sudut toraks lebih rendah dari kiri dan kanan *bending* lateral yang dan rotasi kiri ternyata memiliki efek ukuran besar ($D > 0,8$). Tidak ada perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$) yang ditemukan antara nilai ROM normal dan antropometri dan latar belakang data, antara kedua kelompok, dan tidak ada korelasi antara ROM dan antropometrik dan latar belakang data yang diamati. Jadi dari pengamatan yang telah dilakukan pada puncak kinematik besaran variabel menunjukkan bahwa scrummaging pada rumput sintetis berpotensi lebih aman dalam jangka panjang, sebagai hasilnya peningkatan stabilitas yang sudah ditunjukkan oleh data yang ada (Swaminathan et al., 2015).

C. The Shoulder

Manusia bisa bergerak karena didukung oleh beberapa bagian tubuh dengan berbagai sistemnya. Tulang dan otot merupakan dua organ tubuh yang paling berperan. Pada umumnya, tulang berfungsi untuk menahan seluruh bagian-bagian tubuh agar tidak rubuh, selain itu yang paling penting adalah sebagai tempat melekatnya otot. Otot merupakan anggota gerak aktif, sedangkan tulang merupakan anggota gerak pasif. Dengan perantaraan otot maka tubuh kita bisa bergerak. Dengan kata lain otot adalah jaringan yang mempunyai kemampuan khusus yaitu berkontraksi yang menimbulkan suatu gerakan. Otot saat bekerja menimbulkan suatu gerakan, dapat berperan sebagai otot antagonis (melawan gerakan) maupun sinergis (bekerja sama menghasilkan gerakan yang sejenis). Adanya otot antagonis, dimaksudkan untuk menstabilkan gerakan.

Hubungan antara tulang yang satu dengan tulang yang lain disebut persendian. Pada ujung-ujung tulang terdapat tulang rawan yang merupakan bantalan sehingga tulang tidak langsung bertemu dengan tulang lain. Tulang-tulang pada persendian diikat oleh suatu bahan yang kuat dan lentur yang disebut ligamen. Ligamen juga berfungsi mencegah dislokasi. Semua pergerakan tubuh manusia bertumpu pada persendian. Beban yang diterima persendian tidaklah ringan, dengan gerakan yang spontan dan kuat sendi mendapatkan beban yang berkali lipat.

1. Shoulder Joint

Dari semua sendi tubuh, sendi bahu merupakan sendi yang paling memiliki jangkauan pergerakan luas. Bahu bisa memutar, mengangkat ke atas ke bawah, mendorong ke depan dan menarik ke bawah dan banyak gerakan lainnya. Di bahu ada tiga tulang besa bertemu dan membuat sudut 90 derajat:

- a. *Clavicula* (tulang selangka), *clavicula* meluas di depan bahu dari sternum ke tulang belikat. *Clavicula* (tulang selangka) berfungsi membantu menstabilkan gerakan bahu.
- b. Skapula (tulang belikat), tulang belikat adalah tulang segitiga datar yang terletak di punggung atas. Ini menghubungkan dengan tulang selangka di bagian depan tubuh.
- c. Humerus (Tulang terbesar lengan), humerus terhubung ke tulang belikat dan *clavicula* di bahu. Kepala tulang memiliki tombol bola seperti untuk membuat bola dan *socket* sendi dengan tulang belikat.

Pada Persimpangan dari tiga tulang besar pada bahu dan tulang dada terdapat tiga sendi:

- a. *Glenohumeral Joint*: Sendi glenohumeral terbentuk dari *cavitas glenoidalis scapulae* dan *caput humeri* yang membentuk sendi peluru pada bahu dan sendi ini termasuk sendi ball and socket joint. Sendi glenohumeral merupakan sendi yang paling bebas pada tubuh manusia. Pembatasan gerak ditentukan oleh otot yang mengelilinginya. Sendi ini mempunyai 3 derajat kebebasan pergerakan (abduksi-adduksi, fleksi-ekstensi dan rotasi). Sendi ini dibuat oleh humerus dan tulang belikat yang memungkinkan lengan untuk memutar sirkuler dan untuk bergerak ke atas dan ke bawah dari tubuh. Hal ini dikelilingi oleh jaringan lunak dan diperkuat oleh ligamen berserat.
- b. *Acromioclavicular Joint*: Sendi acromioclavicular dibentuk oleh *acromion scapula* yang bersendi dengan ujung distal *clavicula* (*facies acromialis*). Sendi acromioclavicular termasuk irregular joint dimana permukaan sendi pada acromion berbentuk konkaf dan pada ujung distal berbentuk konveks permukaan sendinya hampir rata. Gerakan sendi acromioclavicular adalah protraksi, retraksi dan rotasi saat gerakan rotasi scapula. Sendi ini bentuk gabungan titik tertinggi bahu dan memberikan kemampuan untuk meningkatkan lengan di atas kepala.

- c. *Sternoclavicularis* joint: Sendi sternoclavicularis terbentuk oleh os sternum tepatnya pada incisura clavicularis dan os clavicula pada ekstremitas sternalis, kedua tulang ini dihubungkan oleh discus artikularis. Diskus artikularis di sisi cranial melekat pada os clavicula dan bagian kaudal pada os sternum. Sendi ini merupakan modifikasi ball and socket joint yang memiliki 2 cavitas sendi. Sendi ini memungkinkan gerakan yaitu elevasi, depresi, protraksi, retraksi serta sirkumduksi. Sekitar setiap sendi tulang rawan untuk pada pertemuan tulang, ligamen menghubungkan tulang, otot, dan tendon untuk melampirkan otot ke tulang. Koleksi otot dan tendon di bahu dikenal sebagai manset rotator. Ini menstabilkan bahu dan memegang kepala humerus di glenoid, rongga dangkal di tulang belikat. Otot-otot manset rotator termasuk supraspinatus, infraspinatus, teres minor.

2. Otot Penggerak

a. Pectoralis Major

Otot pectoralis major adalah otot tebal, berbentuk seperti kipas, dan terletak di anterior dari dinding dada. Otot ini membentuk dada pada pria dan terletak di bawah payudara pada wanita. Serat otot pectoralis mayor berakhir di pinggir lateral dari sulcus intratubercularis pada humerus. Otot ini membantu gerakan aduksi dan endorotasi tulang humerus dan menarik scapula ke arah ventral dan kaudal. Jika berfungsi sendiri: pars clavicularis melakukan fleksi humerus dan pars sternocostalis melakukan ekstensi humerus.

b. Subscapularis

Otot subscapularis adalah otot yang besar berbentuk segitiga yang menyusun fossa subscapularis. Tendon otot ini terpisah dari bagian leher scapula oleh sebuah bursa yang besar. Origo pada Otot ini berorigo dari fossa subscapularis pada permukaan teriorscapula. Adapun insertion Otot berakhir pada tuberculum minus di humerus. Otot ini digunakan untuk endorotasi lengan atas dan menstabilkan sendi bahu.

c. Infraspinatus

Otot Infraspinatus adalah otot pemutar (rotator) pada sendi bahu dan adduktor lengan. Infraspinatus adalah otot tebal berbentuk

segitiga yang melekat sebagian besar fossa infraspinatus. Biasanya serat ototnya terlihat bergabung dengan otot teres minor. Otot ini melekat pada fossa infraspinatus dari scapula dan berakhir di tuberculum pada humerus. Otot infraspinatus berfungsi pada sendi bahu, untuk merotasi ke luar dan abduksi bahu pada daerah scapula.

d. Lattissimus Dorsi

Otot latissimus dorsi adalah otot yang besar, datar, pada bagian punggung, dan terletak di belakang lengan. Otot ini dimulai dari bagian posterior crista iliaca pada pelvis (tulang pinggul), fascia lumbalis, dan *processus spinosus* 6 tulang belakang thorax bagian bawah, dan tulang rusuk ke-3 dan 4 bagian bawah. Terkadang juga melalui beberapa serabut dari angulus inferior scapula. Otot berinsersio di sulcus bicipitalis pada humerus (tulang lengan atas). Untuk adduksi, ekstensi, endorotasi lengan atas.

e. Deltoid

Otot Deltoideus adalah otot yang membentuk struktur bulat pada bahu manusia. Dinamakan deltoideus, sebab bentuknya mirip seperti alfabet Yunani Delta (segitiga). Otot ini sering digunakan untuk melakukan suntikan intra-muskular. Otot deltoideus tersusun dari tiga serat otot yang berasal dari:

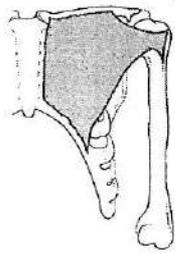
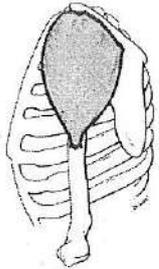
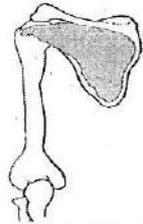
- 1) Serat anterior: berasal dari clavícula
- 2) Serat media: berasal dari pinggir lateral dan permukaan atas acromionscapula.
- 3) Serat posterior: berasal dari bibir bawah dari batas posterior dari spinascapula.

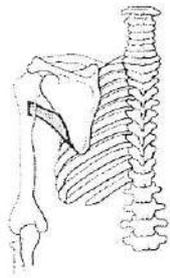
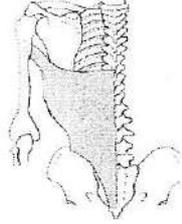
Inserti otot ini dari ujung akhir dari serat otot menyatu menjadi sebuah tendon tebal yang berada di tuberculum deltoideus dari humerus (tulang lengan atas). Peran Serat anterior memungkinkan gerak abduksi bahu saat bahu diputar. Sisi anterior deltoideus termasuk lemah namun membantu otot pectoralis mayor pada gerakan fleksi bahu. Serat posterior memungkinkan gerak ekstensi membantu otot latissimus dorsi. Bagian posterior ini merupakan hiperekstensor utama bahu.

f. Teres Major

Otot teres major adalah otot pada lengan atas yang menyusun kelompok otot pada sekitar scapula (tulang belikat) dan humerus

(tulang lengan atas). Otot berorigo pada sepertiga bawah permukaan posterior pinggir lateral scapula. Otot teres major berinsersio pada bibir medial sulcus bicipitalis pada humerus. Otot ini membantu gerakan endorotasi dan adduksi lengan atas.

Muscle	Origin	Insertion	Action	Nerve	Notes	Images
<i>Pectoralis major</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kepala klavikula: batas anterior dari pertengahan klavikula medial - Kepala sternocostal: permukaan anterior dari sternum, superior dari tulang rusuk ke enam dan kartilago dan aponeurosis dari otot eksternal oblique 	<ul style="list-style-type: none"> Bagian lateral dari alur bicipital humerus 	<ul style="list-style-type: none"> - Kepala klavikula: fleksi humerus - Sternocostal head: extend humerus - Adduksi medial rmerotasi humerus 	<ul style="list-style-type: none"> - Saraf Lateral pectoral - Saraf Medial pectoral - Clavicular head: C5 & C6 - Sternocostal: C7, C8 & T8 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Deep fascia</i> pada sisi anterior tidak seharusnya tergabung pada kelenjar mammae - jika iya, hal tersebut dapat menjadi tanda adanya penyakit di mammae 	
<i>Deltoid</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Batas anterior dan permukaan atas dari klavikula lateral ke tiga - Acromion - Putaran scapula 	<ul style="list-style-type: none"> Tuberositas Deltoid dari humerus 	<ul style="list-style-type: none"> - Abduksi bahu - Fleksi - Ekstensi 	<ul style="list-style-type: none"> Saraf Axillary 	<ul style="list-style-type: none"> Deltoid adalah otot abduktor lengan tetapi termasuk yang mempunyai daya gerak minim, tetapi dalam pergerakannya dibantu oleh supraspinatus 	
<i>Infraspinatus</i>	<ul style="list-style-type: none"> Infraspinous fossa dari scapula 	<ul style="list-style-type: none"> Sisi tengah dari greater tubercle dari humerus 	<ul style="list-style-type: none"> - Rotasi Lateral lengan - Stabilitas humerus 	<ul style="list-style-type: none"> Saraf Suprascapular 	<ul style="list-style-type: none"> Infraspinatus, supraspinatus, teres minor dan subscapularis adalah otot rotator cuff 	

<i>Teres major</i>	Aspek Posterior dari sudut inferior scapula	Bibir medial dari intertubercular sulcus dari humerus	<ul style="list-style-type: none"> - Adduksi humerus - Rotasi Internal (medial rotation) dari humerus - Ekstensi humerus dari posisi fleksi - Protaksi scapula - Depresi bahu 	Saraf Lower subscapular (segmental level C5 and C6)	Teres major masuk diantara tendon latissimus dorsi dan membantu pergerakan latissimus dorsi	
<i>Subscapularis</i>	<i>Subscapular fossa</i>	<i>Lesser tubercle</i> dari humerus	<ul style="list-style-type: none"> - Rotasi Internal (medial) humerus - Stabilitas bahu 	<ul style="list-style-type: none"> - Saraf bagian atas subscapular - Saraf bagian bawah subscapular (C5 & C6) 	Subscapularis, supraspinatus, infraspinatus dan teres minor juga anggota grup rotator cuff.	
<i>Latissimus dorsi</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Prosesus Spinous dari vertebrae T7-T12 - Fascia Thoracolumbar, iliac crest, inferior tulang rusuk 3 atau 4 - Inferior dari scapula 	Lantai dari alur intertubercular humerus	<ul style="list-style-type: none"> - Ekstensi dan rotasi internal lengan ketika insersio berpindah ke origo - Ketika observasi gerakan otot dari origo ke insersio, latissimus dorsi adalah pemutar terbaik di bidang batang tubuh 	Saraf Thoracodorsal	Tendonnya memutar sehingga serabut otot berada lebih tinggi dari sisi masuknya. Dalam bahasa Latin Latissimus berarti terluas	

Tabel 5. Otot-otot penggerak bahu (Gest & Schlesinger, 1995)

3. Analisis Kasus Cedera Bahu

Karena bahu memiliki jangkauan seperti gerakan dan sering digunakan, maka bahu mungkin akan mengalami luka atau cedera. Permasalahan bahu dibagi menjadi beberapa kategori menurut (*American Academy of Orthopaedic Surgeons*):

- a. Radang tendon (bursitis atau tendinitis) atau tendon robek
- b. Instabilitas
- c. Arthritis
- d. Fraktur atau patah tulang

Bursae adalah bantalan pada persendian di seluruh tubuh termasuk bahu yang berfungsi untuk mengurangi gesekan antar tulang dan otot. Bursitis adalah penggunaan yang berlebihan pada bahu hingga menyebabkan pembengkakan dan peradangan pada *bursae* antara *rotator cuff* dan bagian dari *shoulderblade* yang dikenal sebagai *acromion*. Cidera ini disebabkan karena gerakan internal dan eksternal rotasi yang sering dilakukan sehari-hari seperti menyisir rambut, mengenakan pakaian dan gerakan rotasi lainnya.

Tendon adalah bagian otot yang berhubungan dengan tulang. Kebanyakan cedera tendinitis terjadi karena penggunaan yang terus menerus sehingga menyebabkan fungsinya melemah dan rusak. Ada dua tipe cedera tendinitis, yang pertama adalah tipe akut yang disebabkan karena penggunaan berlebihan pada gerakan eksternal dan rotasi internal seperti melempar bola dari atas kepala (*overhead*). Yang kedua adalah tipe kronik yang bisa disebabkan oleh penyakit bawaan seperti *arthritis* dan robekan pada tendon yang berulang.

Robeknya tendon sering terjadi karena pergerakan yang berlebihan pada persendian, penuaan, penyakit degeneratif dan gerakan yang tiba-tiba. Robekan tendon pada bahu sering terjadi pada *rotator cuff* dan otot *biceps*.

Instabilitas atau ketidakstabilan terjadi ketika kepala dari tulang lengan atas keluar dari tempatnya (*socket*). Hal ini bisa terjadi ketika penggunaan yang berlebihan (*overuse*). Dislokasi pada bahu bisa terjadi sebagian dan penuh, dislokasi sebagian jika hanya sebagian kepala tulang lengan yang keluar dari *socket*. Kejadian ini disebut sublukasi dan dislokasi penuh ketika kepala tulang lengan benar-benar keluar seluruhnya dari *socket*. Hal ini menyebabkan robekan

pada ligamen, tendon dan otot disekitar bahu. Dislokasi dan sub-lukasi yang berulang-ulang bisa menyebabkan *athritis*.

Sakit yang terjadi pada sendi bahu bisa disebabkan oleh *athritis*. Ada banyak jenis *athritis* tetapi yang paling sering terjadi adalah osteoarthritis. Gejalanya seperti bengkak, kaku dan biasanya sudah mulai dirasakan seiring bertambahnya usia.

Patah tulang atau fraktur sering terjadi pada tulang lengan atas, *clavicula* dan skapula. Masalah ini terjadi biasanya dikarenakan benturan keras, seperti terjatuh saat melompat, jatuh memutar dan lainnya.

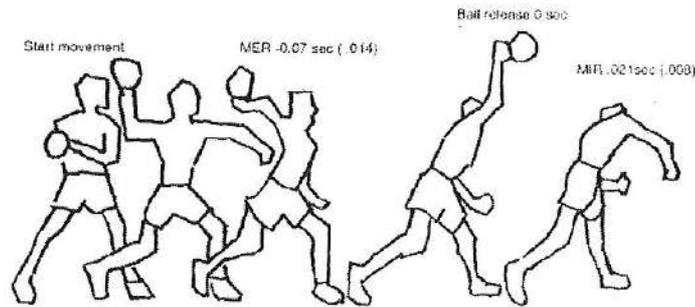
a. Cedera Bahu Pada Olahraga Bola Tangan

Cidera bahu sering terjadi pada cabang olahraga yang menggunakan gerakan *overhead* (atas kepala), khususnya gerakan lemparan dan memukul seperti voli, polo air, base ball, bola basket, dan bola tangan (Cools, Johansson, Dorms, & Maenhout, 2015). Bola tangan merupakan cabang olahraga beregu yang menggunakan bola yang bisa digenggam dan dipantulkan dengan gawang sebagai targetnya. pebolatangan akan sering menggunakan tangan meraka untuk melakukan passing, dribling, shooting bahkan grabbing atau memeluk. Penggunaan lengan untuk teknik-teknik tersebut didukung sepenuhnya oleh berbagai sendi yang berperan seperti sendi siku, pergelangan tangan dan bahu. Bahu merupakan sendi yang memiliki jangkauan paling luas. Luasnya jangkauan bahu menjadikannya rentang cidera (Fujimoto, Yabumoto, Sugimori, & Shin, 2015). Sedangkan (Clarsen, 2015) menjelaskan bahwa bahu merupakan bagian yang paling sering terjadi cidera pada cabang olahraga bola tangan:

	XC Skiing	Cycling	Floorball	Volleyball	Handball
All overuse problems					
Shoulder	1 (0 to 3)	7 (3 to 10)	15 (9 to 20)	16 (14 to 19)	22 (16 to 27)
Lower back	5 (2 to 9)	16 (12 to 20)	29 (25 to 33)	14 (11 to 16)	12 (8 to 16)
Knee	8 (5 to 11)	25 (17 to 28)	17 (24 to 31)	30 (32 to 39)	20 (16 to 25)
Anterior thigh	12 (8 to 15)	8 (7 to 9)			
Substantial overuse problems					
Shoulder	1 (0 to 1)	1 (0 to 1)	1 (0 to 2)	5 (4 to 6)	6 (4 to 8)
Lower back	1 (1 to 2)	6 (4 to 7)	3 (1 to 4)	1 (1 to 2)	2 (1 to 3)
Knee	1 (0 to 2)	8 (7 to 9)	4 (2 to 6)	15 (13 to 17)	8 (6 to 10)
Thigh	7 (5 to 8)	4 (3 to 5)			

Tabel 6. Data Statistik Cidera Bahu (Clarsen, 2015).

Calrsen juga menjelaskan bahwa cedera bahu yang sering terjadi pada pemain bolatangan adalah *overuse*. *Overuse* sering terjadi karena teknik lemparan *overarm*, yakni lemparan atas melewati kepala. Lemparan ini membutuhkan internal dan rotasi eksternal bahu yang maksimal (Van Den Tillaar & Ettema, 2007). Seringnya penggunaan lemparan inilah yang menyebabkan *overuse*.



Gambar 4. Lemparan *Overarm*
(Van Den Tillaar & Ettema, 2007).

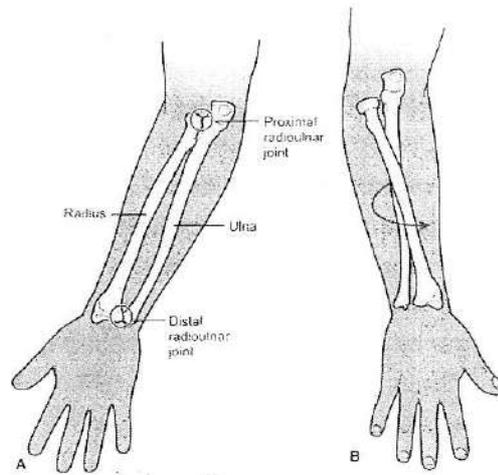
D. The Elbow

Regio elbow merupakan struktur kompleks yang terdiri dari 3 buah persendian. *Humeroulnar joint* dan *humeroradial joint* adalah dua persendian yang biasa kita sebut dengan *elbow* (Siku). Persendian yang lainnya adalah *radioulnar joint*. Pergerakan yang ada pada region ini lebih banyak terjadi pada persendian *humeroulnar* dibandingkan dengan *humeroradial joint*. *Humeroulnar* dan *humeroradial joint* berperan dalam pergerakan fleksi-ekstensi, sedangkan *radioulnar joint* berperan dalam pergerakan supinasi dan pronasi (Houglum & Bertoti, 2012).

1. Elbow Joint

a. Radioulnar Joint

Terdapat dua komponen dalam persendian ini, yaitu bagian proksimal, yang berhubungan dengan kapsul sendi siku, dan bagian distal yang berhubungan dengan pergelangan tangan. Pergerakan yang timbul pada sendi ini adalah supinasi dan pronasi. Selama gerakan tersebut, tulang radius bergerak memutar tulang ulna (Houglum & Bertoti, 2012).



Gambar 5. A. posisi radius dan ulna saat supinasi, B. Radius bergerak memutari ulna saat pronasi(Houglum & Bertoti, 2012).

2. Otot Penggerak

a. M. Biceps Brachii

Terletak pada bagian anterior brachium, mengadakan perlekatan (origo) di scapula melalui dua buah caput, sebagai berikut:

- 1) caput breve pada processus coracoideus
- 2) caput longum pada tuberositas supraglenoidalis.

Tendo dari caput longum berada di dalam capsula articulare, dibungkus oleh synovial sheath, melintasi caput humeri di sebelah cranialis dan berjalan di dalam sulcus intertubercularis. Di bagian tengah humerus caput breve dan caput longum bersatu, melanjutkan perjalanannya ke caudal membentuk suatu tendo yang melintasi articulatio cubiti, mengadakan insertio pada tuberositas radii dan pada aponeurose bicipitalis (= lacertus fibrosus). Lacertus fibrosus mengadakan perlekatan pada fascia yang membungkus otot-otot flexor di bagian medial dari fossa cubiti.

b. M. Anconeus

Otot ini kecil, berbentuk segitiga, berjalan diagonal menyilang bagian dorsal articulatio cubiti. Berasal dari facies posterior epicondylus humeri, menuju ke sisi lateral olecranon dan pars posterior ujung proximal ulna.

c. M. Pronator Teres

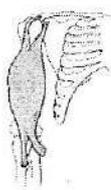
Otot ini relatif pendek, melekat di bagian proximal dengan perantara dua buah caput, yaitu (a) caput humerale, besar, melekat pada epicondylus medialis humeri dan pada septum intermusculare mediale dan (b) caput ulnare yang melekat pada processus coronoideus ulnae. Otot ini menyilang articulatio cubiti di bagian ventral. Serabut otot dari caput humerale terletak di sebelah superficial, berjalan ke laterocaudal, dan terletak dekat di sebelah cranialis m.flexor carpi radialis. Mengadakan insertio pada facies lateralis pertengahan radius, ditutupi oleh m.brachioradialis.

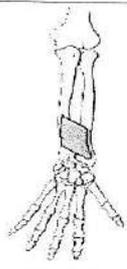
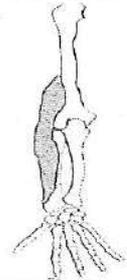
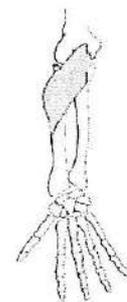
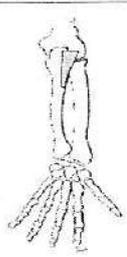
d. M. Pronator Quadratus

Berbentuk segiempat, berada pada facies anterior ujung distal antebrachium. Berasal dari (origo) facies anterior ¼ bagian distal ulna berjalan menyilang menuju ke facies anterior ¼ bagian distal radius.

e. M. Supinator

Mempunyai origo di tiga empat, yaitu (a) pada epicondylus lateralis humeri, (b) ligamentum collaterale radiale dan (c) crista supinatoris ulnae. Tempat perlekatan ini membentuk suatu garis diagonal, dari sini serabut-serabut otot berjalan ke lateral untuk berinsertio pada facies lateralis 1/3 bagian proximal radius setinggi tuberositas radii.

Muscle	Origin	Insertion	Action	Nerve	Notes	Images
<i>Biceps brachii</i>	<i>Brevis</i> : Ujung <i>processus coracoideus scapulae</i> <i>Longum</i> : <i>Tuberculus supraglenoidaeus scapulae</i>	<i>Tuberositas radius</i>	Fleksi lengan bawah, fleksi elbow (long head), supinasi	<i>Musculocutaneus nerve</i> (C5,6)	Gerakan supinasi terbaik bila dilakukan dengan fleksi elbow	
<i>Pronator Teres</i>	Terletak pada tendon flektor dan (kepala ulna) dari sisi medial <i>processus coronoideus ulnae</i>	Titik tengah dari sisi lateral batang radius	Pronasi lengan	Saraf Median	Syaraf median melintasi diantara dua kepala dari origo pronator teres	

Pronator Quadratus	Sisi Medial dari permukaan anterior dari distal 1-4 ulna	Permukaan Anterior dari distal 1-4 dari radius	Pronasi forearm	Saraf Median melalui saraf anterior interosseus	<ul style="list-style-type: none"> - Pronator quadratus adalah otot terdalam dari distal forearm - Otot ini bekerja dengan pronator teres mempunyai suplai saraf yang sama 	
Brachioradialis	Bagian atas 2-3 dari lateral supracondylar ridge humerus	Sisi Lateral dari base processus styloid radius	<ul style="list-style-type: none"> - Fleksi siku - Membantu pronasi & supinasi 	Saraf Radial	<ul style="list-style-type: none"> - Mempunyai tugas pokok untuk fleksi siku - Posisi netral dari otot ini melewati bagian tengah diantara supinasi dan pronasi (fleksi siku dan jempol naik) 	
Supinator	<ul style="list-style-type: none"> - lateral epicondyle dari humerus - supinator puncak & lekuk ulna - ligamen kolateral radial - ligamen annular 	sisi lateral dari proksimal radius kesatu dan ketiga	supinasi lengan bawah	saraf radial dalam	saraf radial dalam melewati supinator untuk menjangkau kompartemen lengan	
Anconeus	lateral epicondyle dari humerus	sisi lateral dari olekranon dan bagian atas kesatu-keempat ulna	ekstensi lengan bawah	-saraf ke anconeus -dar saraf radial	Dalam bahasa Yunani anconeus berarti elbow atau siku.	

Tabel 7. Otot-otot penggerak *elbow joint* (Gest & Schlesinger, 1995)

3. Analisis Kasus Cedera *Elbow*

Tennis elbow merupakan salah satu cedera yang terjadi pada regio siku dan disebabkan oleh gerakan rotasi. Cedera ini merupakan salah satu kondisi dimana sendi siku bagian luar terasa nyeri akibat peradangan atau iritasi pada tempat melekatnya tendon *ekstensor*

carpi radialis pada *epicondylus humeri*. *Tennis elbow* juga dapat dimaknai suatu keadaan yang sering terjadi dengan gejala nyeri dan sakit pada posisi luar siku, tepatnya pada *epicondylus lateralis humeri*. Biasanya terjadi karena pukulan *top spin back hand* yang terus-menerus, jadi bersifat *overuse*.

Secara Etiologi, *tennis elbow* ini belumlah jelas. Banyak para ahli menganggap bahwa gerakan yang terus-menerus serta intensif dalam bentuk pronasi dan supinasi dengan tangan yang memegang tangkai raket, menimbulkan *over strain* pada otot-otot extensor lengan bawah yang berorigo pada *epicondylus lateralis humeri*. Tarikan pada otot-otot tersebut akan menimbulkan mikro trauma yang makin lama makin bertumpuk menjadi makro trauma, sehingga akhirnya menimbulkan *tennis elbow*. *Tennis elbow* atau sering disebut juga *lateral epicondylitis* merupakan salah satu cedera karena penggunaan yang berlebihan (*overuse*). Cedera karena *overuse* pada umumnya adalah karena penggunaan yang terlalu banyak dan terlalu cepat melakukan latihan atau pekerjaan yang sebenarnya melampaui kemampuannya. *Epicondylitis lateralis* merupakan gangguan siku yang paling sering terjadi.

E. The Hip

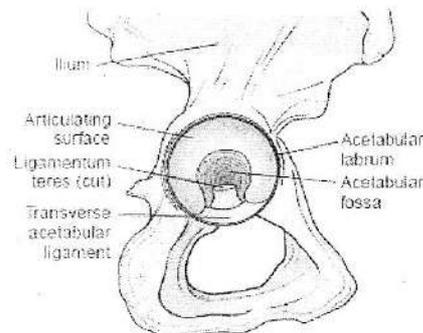
Sama halnya dengan regio *shoulder*, regio *pelvic* dan *hip* saling terkait antara struktur dan fungsinya. Namun yang berbeda dengan regio *shoulder* adalah regio *pelvic* dan *hip* tidak bertanggung jawab dalam menjaga *mobility* sendi selama *open chain*, akan tetapi menghasilkan *power* selama *closed chain*. Seperti pada artikulasi antara *trunk* dan *scapula*, maupun *scapula* dan *glenohumeral joint*, begitu pula artikulasi antara *trunk* dan *pelvis* maupun *pelvis* dan *hip*. Secara anatomis, *griddle* merupakan struktur yang berfungsi sebagai penahan (*brace*) dari segmen yang bergerak (Houglum & Bertoti, 2012).

Hip atau *acetabulofemoral joint* merupakan struktur yang sangat stabil dan *mobile*. *Hip* meneruskan *force* yang besar antara *trunk* dan tanah, regio *hip* adalah penggerak utama dalam sistem lokomotor. Sebagai contoh, pada kondisi *weight-bearing* otot abduktor *hip* membentuk *force* sebagai penyeimbang 85% berat badan yang membebani selama bergerak. *Hip* juga berperan besar ketika berada dalam posisi *elevating* dan *lowering*, seperti pada saat *climbing*, berdiri dari kursi,

mengangkat tungkai atau bahkan ketika mengikat tali sepatu. Otot-otot *hip* berfungsi akibat pergerakan os. femur pada os. pelvis (fleksi *hip* saat naik tangga) atau os. pelvis pada os. femur (mengambil barang dari lantai dan mengangkatnya). Keberagaman gerak tersebut dipengaruhi oleh regio yang distabilisasi dan yang bergerak (Houglum & Bertoti, 2012).

1. Hip Joint

Hip joint atau *acetabulofemoral articulation* adalah sendi *arthrodial triaxial* dengan tiga derajat kebebasan. *Hip joint* merupakan *ball-and-socket joint*. Permukaan *caput femoris* dan *acetabulum* saling terikat kuat dibandingkan *ball-and-socket joint* lainnya (*glenohumeral joint*). Adanya kongruensi tinggi dan ikatan kuat antara *firm connective tissue* dengan artikulasio menyebabkan regio *hip* memiliki stabilitas yang baik. Regio *hip* bergerak pada tiga bidang yang menghasilkan tiga gerakan berbeda, yaitu fleksi-ekstensi, abduksi-adduksi, endorotasi-eksorotasi. Biasanya banyak gerakan di *hip* yang melibatkan kombinasi tiga bidang tersebut. Pergerakan *hip* juga dipengaruhi oleh os. pelvis dan lumbar (Houglum & Bertoti, 2012).



Gambar 6. Permukaan *acetabulum*(Houglum & Bertoti, 2012)

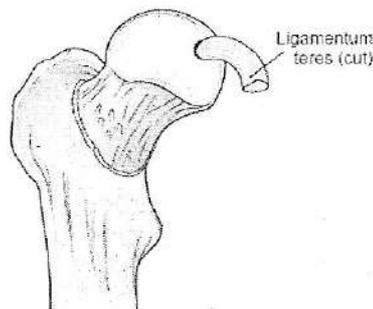
a. Acetabulum

Acetabulum adalah ruang yang sangat dalam dan dikelilingi oleh struktur *fibrocartilagenous acetabular labrum* yang sangat kuat serta menambah stabilisasi sendi. *Acetabulum* menghadap ke arah anterior dan inferior dari *caput femoris*. Pada saat lahir, *acetabulum* sangat dangkal. Bentuknya yang konkaf berfungsi memberikan *force* ketika *weight-bearing* selama berada dalam sistem lokomotor (Houglum & Bertoti, 2012)

Permukaan *acetabulum* terbagi menjadi tiga, yaitu bagian anterior, superior, dan posterior. Bagian superior terlihat seperti sepatu kuda, tipis dan dilapisi kartilago hialin, bagian ini adalah tempat terjadinya *weight-bearing*. Pada bagian inferior terdapat *acetabular fossa*. Area pusat ini tidak dilapisi kartilago hialin, namun mengandung *fibroblastic fat* yang di dalamnya terdapat propioseptor sebagai input sensoris sendi. Pada *acetabular fossa* tidak terjadi *weight-bearing* dan tidak terjadi kontak dengan *caput femoris*. *Acetabular fossa* merupakan reservoir cairan sinovial ketika sendi sedang dalam pembebanan berlebih. Cairan sinovial tersebut disekresi untuk melumasi sendi, namun ketika pembebanan berkurang maka cairan sinovial kembali lagi ke reservoir (Houglum & Bertoti, 2012)

b. *CaputFemoris*

Caput femoris berbentuk 2/3 lingkaran, di mana *acetabulum* sebagai *hemisphere*. Sama halnya dengan *glenohumeral joint*, permukaan *caput femoris* sangat luas dibanding *acetabulum*. Pada bagian tengah *caput femoris* terdapat titik *fovea* yang tidak dilapisi kartilago hialin. *Femoral fovea* ini menghubungkan *acetabular fossa* dengan ligamentum teres dan pembuluh darah. Ketika terjadi pembebanan pada posisi *quadruped* (fleksi *hip*, sedikit abduksi, eksolateral) *caput femoris* sepenuhnya berada di dalam *acetabulum*. Namun, ketika pada kondisi *nonweight-bearing*, *hip joint* tidak ada kongruensi karena *caput femoris* lebih besar dibanding *acetabulum*. Jaringan lunak yang mengelilingi sendi berperan dalam menjaga stabilisasi (Houglum & Bertoti, 2012).



Gambar 7. Hubungan antara ligamentum teres dan melekat pada *caput femoris* di bagian *fovea* (Houglum & Bertoti, 2012)

2. Osteokinematika

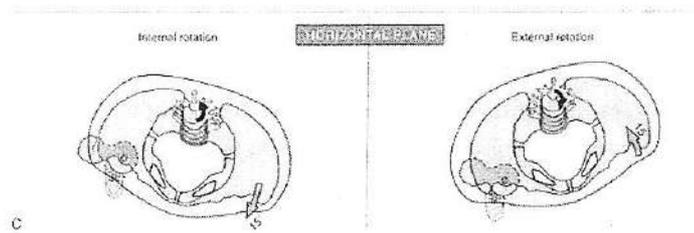
Osteokinematika pada region *hip* berubah tergantung dari tulang yang mengalami pergerakan. Pada *open kinematic*, gerakan *hip joint* terjadi pada tiga bidang antara sisi konveks *caput femoris* dan sisi konkaf *acetabulum*. Namun, ketika berada pada posisi *closed chain* osteokinematika melibatkan gerakan konkaf *acetabulum* pada sisi konveks *caput femoris*. Segmen proksimal *acetabular* adalah pelvis, yang berfungsi menghubungkan *trunk* dan *low back*, sehingga menghasilkan gerak yang sama antara permukaan *articular* baik pada segmen distal maupun proksimal. Jika segmen proksimal terstabilisasi, maka akan terjadi gerakan pada segmen distal, akan tetapi jika segmen distal diam, maka segmen proksimal yang bergerak (Houglum & Bertoti, 2012)

a. *Pelvic Motion on the Femur*

Dalam mekanisme ini, gerakan yang terjadi di pelvis, yaitu anterior dan posterior *pelvic tilt* pada bidang sagital, *lateral tilt* pada bidang *frontal*, serta protraksi (rotasi anterior) dan retraksi (rotasi posterior) pada bidang transversal. Dalam kondisi istirahat, pelvis berada pada posisi netral, yaitu ketika *anterior superior iliac spine* (ASIS) berada dalam posisi horizontal dengan *posterior superior iliac spine* (PSIS) dan berada dalam posisi vertical atau sedikit posterior dengan simpisis pubis (Houglum & Bertoti, 2012)

1) *Horizontal plane motion*

Rotasi *pelvic-on-femoral* terjadi pada bidang horizontal dengan aksis longitudinal. Endorotasi terjadi saat krista iliaka sisi *nonsupport hip* berotasi ke depan pada bidang horizontal. Lain halnya selama ekso-rotasi, krista iliaka pada sisi *nonsupport hip* berotasi ke belakang pada bidang horizontal. Jika, *os. pelvis* berotasi di bawah *trunk*, maka *os. lumbal* harus berotasi dengan arah yang berlawanan. Gerakan penuh dari rotasi *pelvic-on-femoral* membutuhkan gerakan rotasi yang sama dari *os. lumbal* dan *trunk* (Neumann, 2010).

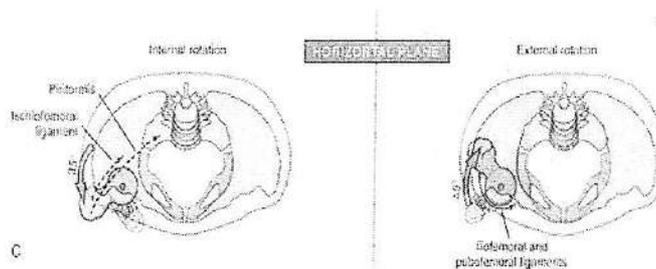


Gambar 8. *Pelvic motion on femur* pada bidang horizontal (Neumann, 2010)

b. *Hip Motion on the Pelvic*

1) *Horizontal plane motion*

Biasanya endorotasi hip sebesar 35° dari posisi netral. Dengan adanya ekstensi hip, gerakan endorotasi menyebabkan pemanjangan otot-otot eksorotator hi, seperti *m. piriformis*, dan beberapa bagian dari ligamen ischiofemorale. Sedangkan eksorotasi besarnya yaitu 45° . Rotasi yang berlebih pada fasikulus lateral ligamen iliofemorale dapat membatasi gerakan eksorotasi penuh. Eksorotasi juga dapat dihambat dengan adanya regangan maksimal pada otot-otot endorotator hip (Neumann, 2010).

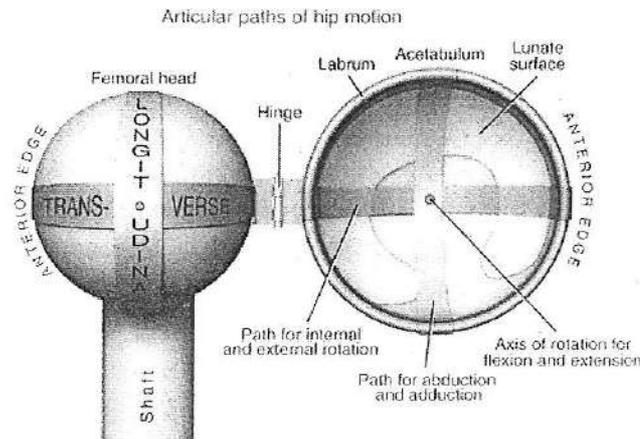


Gambar 9. *Hip motion on pelvic* pada bidang horizontal (Neumann, 2010).

3. *Artrokinematika*

Artrokinematika hip berdasarkan hukum konveks konkaf. Bagian konveks dari *hip joint* adalah *caput femoris*. *Caput femoris* bergerak di dalam sisi konkaf *acetabulum* dan bergerak berlawanan ke arah distal femur. Bagian konkaf yang curam dari *acetabulum* dihubungkan dengan erat oleh *acetabulum labrum*, sehingga membatasi gerak translasi antara permukaan sendi. Ketika ekstensi hip, endo dan eksorotasi hip terjadi berseberangan dengan *transverse diameter* pada

permukaan sendi. Pada gambar 5 menjelaskan tentang artrokinematika *hip*. Permukaan sendi akan terbuka ketika *os. femur* bergerak mengayun, seperti gerakan membuka membuka pintu. Artikulasi antara *hip* bagian *frontal* dengan gerakan pada bidang horizontal terjadi di sepanjang diameter longitudinal dan transversal (Houghlum, 2012; Neumaan, 2010).



Gambar 10. Gambaran mekanis *right hip* (Neumann, 2010).

4. Otot Penggerak

a. M. Gemellus Inferior

M. Gemellus inferior merupakan salah satu otot grup gluteal yang terletak di regio pelvic dan bentuknya memanjang. Otot ini melintang diagonal dari *upper boarder tuberositas ischia*, melintasi sisi lateral dan posterior leher femur, kemudian bersatu dengan tendon m. *Obturator internus* serta masuk ke bagian tengah sisi medial *trochanter mayor femur*. Otot ini berperan dalam gerakan eksorotasi dan stabilisasi hip, serta ikut serta dalam gerakan ekstensi dan abduksi hip ketika tungkai atas berada pada posisi fleksi. Sedangkan inervasi m. *Gemellus inferior* oleh nervus quadratus femoris - cabang dari plexus sakralis. Suplai darah oleh arteri gluteal inferior.

Gemellus inferior terletak di antara *obturator internus* dan *externus*. *Gemellus inferior* bagian dari enam *deep muscles* eksorotator hip. Ke enam otot tersebut adalah *m. Piriformis*, *m. Gemellus superior*, *m. Obturator internus*, *m. Gemellus inferior*, *m. Obturator externus*,

dan *m. Quadratus femoris*. Otot-otot tersebut bersinergis dengan *m. Gemellus inferior*, sedangkan otot antagonisnya adalah *iliotibial band* dan *tensor fascia latae*.

Otot ini biasanya mengalami cedera ketika berenang maupun berkebun, atau gerakan squat dan renang gaya dada.

b. *M. Gemellus Superior*

M. Gemellus superior merupakan otot yang berbentuk memanjang dan triangular. Otot ini terletak di region gluteal yang melintasi sisi anterior *os. pelvis*. *M. Gemellus* berorigo di sisi gluteal dari *os. Ischium*. Serabut otot ini memanjang secara lateral dan bergabung dengan tendon *obturator internus*, kemudian masuk ke sisi medial *trochanter mayor femur*. *M. gemellus superior* bertanggung jawab terhadap gerakan eksorotasi, abduksi, fleksi, dan stabilisasi hip. Otot ini diinervasi oleh *n. obturator internus* L5, S1, dan S2, serta mendapatkan suplai darah dari arteri gluteal inferior dan pudendal internal.

M. Gemellus superior memanjang di antara *m. piriformis* dan *m. obturator internus*. Otot ini bersinergis dengan *m. Piriformis*, *m. Obturator internus*, *m. Gemellus inferior*, *m. Obturator externus*, dan *m. Quadratus femoris*, sedangkan otot antagonisnya *m. Gluteus medius* dan *minimus* saat gerakan eksorotasi.

c. *M. Gluteus Medius*

M. Gluteus medius berbentuk kipas dan terletak di sisi atas sebelah posterior tungkai bawah atau region gluteal. Origo pada sisi gluteal *os. Ilium*, di antara *linea anterior* dan *posterior gluteal*, di bawah *gluteus maximus*, dan terentang diagonal ke arah inferior dan lateral kemudian masuk ke *trochanter mayor femur* yang terletak di sisi lateral caput femoris. Innervasi otot oleh *n. gluteal* dan suplai darah oleh *arteri gluteal*. *M. gluteus medius* berperan dalam gerakan endorotasi, abduksi hip, dan mencegah terjadinya adduksi hip. Otot ini berantagonis dengan grup otot eksorotator. *M. Gluteus medius* berperan juga dalam stabilisasi pelvis ketika berjalan, moving side to side, dan berdiri satu kaki.

d. *M. Gluteus Minimus*

M. Gluteus minimus berbentuk kipas dan terletak pada regio gluteal serta disisi dalam *m. gluteus medius*. Origo dari *fossa iliaca*

externus. Serabut ototnya terentang ke arah inferior dan lateral oblique. Peneliti menemukan bahwa setiap orang memiliki insersio berbeda dari *m. gluteus minimus*, namun pada umumnya insersi otot pada sisi anterior trochanter mayor, sisi luar anterior rim dari trochanter mayor dan sisi superior kapsula hip. Fungsi utama otot ini yaitu stabilisasi caput femoris di dalam acetabulum ketika berjalan. Otot ini juga berperan dalam gerakan abduksi hip ketika ekstensi hip, serta endorotasi hip dengan menarik trochanter mayor ke arah anterior. Suplai darah oleh arteri gluteal superior dan diinervasi nervus gluteal superior (L4, L5, S1).

e. *M. Piriformis*

M. piriformis terletak pada regio gluteal dan merupakan bagian dari *os pelvic* sisi posterior, serta sisi belakang *hip joint*. Otot ini berbentuk datar seperti piramida atau *pear shaped* serta terentang parallel pada sisi posterior *m. gluteus medius*. *M. piriformis* berasal dari sisi anterior *sacrum* atau disebut juga *tailbone* dan berorigo dari *superior margin of the greater sciatic notch (sacroiliac joint* dan ligamen *sacrotubular*). Otot memanjang ke arah lateral dan inferior, yang keluar melewati *greater sciatic foramen pelvis* dan masuk ke sisi medial *superior border trochanter mayor femur*. *Tendon m. piriformis* bergabung dengan tendon *m. gemellus superior dan inferior, m. obturator internus* sebelum mencapai insersio.

M. piriformis bertanggung jawab dalam gerakan eksorotasi hip, serta abduksi hip ketika fleksi hip. Selain itu, juga berperan sangat penting untuk menstabilkan hip dan pelvis dalam posisi berdiri satu kaki atau rotasi trunk, berdiri pada permukaan tidak stabil seperti menjaga keseimbangan ketika di atas kereta atau bus, keluar dari mobil dan berpindah kursi tanpa berdiri.

f. *M. Quadratus Femoris*

M. quadratus femoris berbentuk persegi panjang dan berasal dari sisi lateral ischium, anterior tuberositas ischia (sedikit di atas *gluteal fold*), melintang ke arah horizontal lateral dan masuk ke dalam tuberkulum quadratus dari krista intertrochanterica sisi posterior proksimal femur. Otot ini berperan dalam gerakan eksolateral ketika ekstensi hip, dan abduksi hip ketika fleksi knee. Inervasi oleh *n. quadratus femoris* dan suplai darah oleh arteri

pubendal internal dan gluteal inferior yang berasal dari arteri ilaca internal.

Otot antagonis *m. quadratus femoris* yaitu *m. adductor longus* dan *brevis*, *m. gluteus minimus* dan *medius*, *tensor fascia latae*, *m. semimebranosus* dan *semitendinosus* yang ke semua nya ada grup otot endorotator.

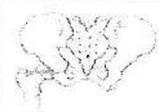
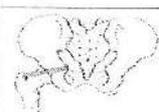
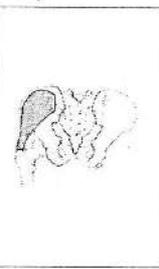
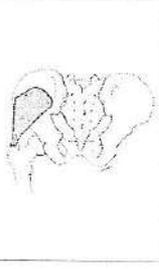
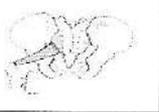
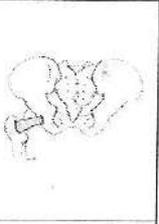
g. M. Obturator Externus

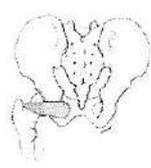
M. obturator externus berasal dari sisi medial membran obturator dan berbagai tulang yang mengelilingi, seperti dari sisi *inferior ramus pubic dan ischium*, juga berasal dari 2/3 medial sisi luar membran obturator. Serabut ototnya memanjang dari pubic arch di atas sisi dalam tulang, di mana terdapat origo dan perlekatan membran obturator. Vena obturator memanjang di antara otot dan membran obturator. Inervasi otot oleh cabang *anterior n. obturator*. Suplai darah oleh arteri obturator dan *femoral sirkumflex medial*. Berperan dalam gerakan eksorotasi hip dan membantu adduksi hip. Selain itu berperan dalam stabilisasi caput femoris tetap di dalam acetabulum.

h. M. Obturator Internus

M. obturator internus berbetuk kipas dan tendonnya memutar melewati sudut sisi kanan melewati *lesser sciatica foramen*. *Muscle belly* memanjang di *os pelvic*, membentuk sisi lateral regio gluteal dan grup otot *hip joint*. Terletak di regio dalam *gluteus maximus*. Otot ini berasal dari sisi medial *os. Pubic* mengelilingi foramen obturator dan sisi medial membran obturator. Serabut ototnya melintasi sisi posterior dan memutar sudut sisi kanan bawah *os. Ischia* melewati *lesser sciatica foramen*. Inervasi otot oleh cabang dari plexus sakralis, *n. obturator internus (L5-S2)*. Suplai darah oleh vena pudendal internal dan arteri gluteal inferior.

Berperan dalam gerakan eksolateral, dan stabilisasi hip serta membantu abduksi fleksi hip. Otot antagonisnya adalah *m. gluteus minimus*. Otot ini berhubungan pada kondisi *pelvic myoneuropathy* atau *pelvic pain* seperti prostatitis dan nyeri menstruasi. *Pelvic pain* dapat disebabkan abnormalitas postur seperti hiper atau hipokifosis atau hiper atau hipolordosis. *M. obturator internus* dipengaruhi oleh *m. piriformis* dan *n. sciatica* yang sering mengalami peradangan dan menimbulkan spasme otot.

Muscle	Origin	Insetion	Action	Nerve	Notes	Image
<i>Gemellus Inferior</i>	<i>Tuberositas ischia</i>	<i>Tendon Obturator Internus</i>	Rotasi lateral hip	<i>Nervus ke m. quadratus femoris</i>	Gemellus dalam bahasa Latin berarti "kembar kecil"	
<i>Gemellus Superior</i>	<i>Ischial spine</i>	<i>Tendon Obturator Internus</i>	Rotasi lateral hip	<i>Nervus ke m. quadratus femoris</i>	Gemellus dalam bahasa Latin berarti "kembar kecil"	
<i>Gluteus Medius</i>	Sisi luar antara <i>illium</i> dan <i>linea posterior-anterior gluteal</i>	<i>Trochanter Mayor Femur</i>	Abduksi dan Rotasi Medial Hip	<i>Nervus Gluteus Superior</i>	Sudut antara <i>m. gluteus medius</i> yang melekat pada <i>trochanter mayor femur</i> adalah anterior axis rotasi paha, yang menyebabkan gerakan rotasi medial	
<i>Gluteus Minimus</i>	Sisi luar antara <i>illium</i> dan <i>linea anterior inferior gluteal</i>	<i>Trochanter Mayor Femur</i>	Abduksi dan Rotasi Medial Hip	<i>Nervus Gluteus Superior</i>	Sudut antara <i>m. gluteus minimus</i> yang melekat pada <i>trochanter mayor femur</i> adalah anterior axis rotasi paha, yang menyebabkan gerakan rotasi medial	
<i>Piriformis</i>	Sisi anterior sakrum	<i>Border atas trochanter mayor femur</i>	Rotasi Lateral dan Abduksi Hip	<i>Ramus ventral S1-S2</i>	Dari pelvis <i>piriformis</i> melintasi <i>greater sciatic foramen</i>	
<i>Quadratus Femoris</i>	Border lateral <i>tuberositas ischia</i>	<i>Linea quadratus femur di bawah crista intertrochanterica</i>	Rotasi Lateral Hip	<i>Nervus ke m. quadratus femoris</i>	<i>Nervus quadratus femoris</i> juga mempersarafi <i>m. gemellus inferior</i>	
<i>Obturator Externus</i>	Sisi luar membran <i>obturator</i> dan <i>ramus superior inferior pubic</i>	<i>Fossa Trochanterica Femur</i>	Rotasi Lateral Hip	<i>Nervus Obturator</i>	Tendon <i>m. obturator externus</i> melintas ke arah inferior dari leher femur untuk mencapai sisi insersio	

<i>Obturator internus</i>	Sisi dalam membran obturator dan margin foramen obturator	<i>Trochanter mayor sisi medial di atas fossa trochanterica</i>	Rotasi Lateral dan Abduksi Hip	<i>Nervus ke m. obturator internus</i>	Dari pelvis m. obturator internus melintasi lesser sciatica foramen; Mm. gemellus superior dan inferior masuk ke tendon obturator internus	
---------------------------	---	---	--------------------------------	--	--	---

Tabel 8. Otot-otot penggerak *pelvicjoint* (Gest & Schlesinger, 1995).

5. Analisis Kasus *Femoroacetabular Impingement*

a. *Femoroacetabular Impingement*

Femoroacetabular impingement (FAI) adalah deformitas yang terjadi pada *hip joint* yang menyebabkan penurunan kualitas gerakan *hip* dan *os. femur* terhadap *acetabulum*. Deformitas yang terjadi adalah nyeri pada *hipjoint* yang disebabkan adanya abnormalitas bentuk *caput femoris* dan/atau *acetabulum*. *Femoroacetabular impingement* (FAI) dapat terjadi karena strain otot, artritis sendi, maupun penyakit vaskular dan ginekologi. Deformitas tersebut menyebabkan perubahan pada kartilago dan dapat memicu timbulnya *osteoarthritis*. Saat ini, prevalensi *femoroacetabular impingement* meningkat pada kelompok usia muda yang dapat menjadi faktor predisposisi munculnya *osteoarthritis* dini (Haider, Speirs, Alnabelseya, Beaulé, & Frei, 2015; Sangal, Waryasz, & Schiller, 2014).

b. Etiologi *Femoroacetabular Impingement*

Etiologi dari FAI yaitu *CAM lesions*, *pincer lesions*, dan *mixed type lesions*. *CAM lesion* adalah lesi yang terjadi karena adanya protursio tulang pada *caput femoris* akibat *impingement*. *CAM lesion* adalah deformitas yang umumnya terjadi bersamaan dengan *hip dysplasia*. Penderita *CAM lesion* akan mengalami penurunan kualitas gerakan fleksi dan endorotasi hip, sehingga menyebabkan kontak prematur antara *caput femoris* dan *acetabular rim*. Kontak prematur ini terjadi akibat adanya degenerasi kartilago dan labrum yang berhubungan dengan perubahan tulang *acetabular subchondral*. Meskipun, etiologi dari deformitas CAM diakibatkan multifaktorial, namun beberapa penelitian menjelaskan bahwa deformitas CAM terbentuk selama beberapa waktu yang memicu adanya resiko signifikan. Siebenrock, et. al.

(2004) dalam Haider, et. al. (2016), menyatakan bahwa deformitas CAM terjadi akibat abnormal ekstensi dari *epiphyseal scar* pada anterolateral *head/neck junction*. Pada deformitas CAM, terjadi pemecahan proteoglikan di kartilago. Hal tersebut mengindikasikan adanya kartilago *osteoarthritis* akibat degenerasi yang akan menurunkan kadar *bone mineral density* (BMD) (Bretschneider et al., 2016; Haider et al., 2015; Sangal et al., 2014).

Sedangkan *pincer lesion* mengakibatkan deformitas *acetabulum*. *Pincer lesion* diakibatkan adanya retroversi *acetabulum* atau pertumbuhan tulang berlebih yang menyebabkan *anterolateral rim* dan memicu trauma pada labrum selama fleksi hip.

c. Prevalensi *Femoroacetabular Impingement*

Deformitas CAM juga disebabkan akibat trauma berulang pada anterolateral *acetabulum* yang memicu adanya delaminasi kartilago dan gagalnya *acetabular labrum*. Penelitian lain menyatakan bahwa deformitas CAM dapat terjadi karena faktor predisposisi genetic, pekerjaan atau *childhood athletics*. Prevalensi terjadinya deformitas CAM 50-68% pada usia dewasa dan dewasa muda, antara 12-26 tahun yang bermain *high level soccer* atau *football*, dikatakan pula bahwa rasio kejadian deformitas CAM pada pria dan wanita yaitu 2:1 atau 3:1 (Sangal et al., 2014)

Menurut Kapron (2011) dalam Sangal (2014), prevalensi *pincer lesion* lebih sedikit bila dibandingkan dengan deformitas CAM. Penelitian menyatakan pada usia dewasa muda 18-30 tahun 10-26% pemain bola dan 66% pada pemain *football* yang mengalami *pincer lesion*.

d. Kinematika *Hip Joint* pada *Femoroacetabular Impingement*

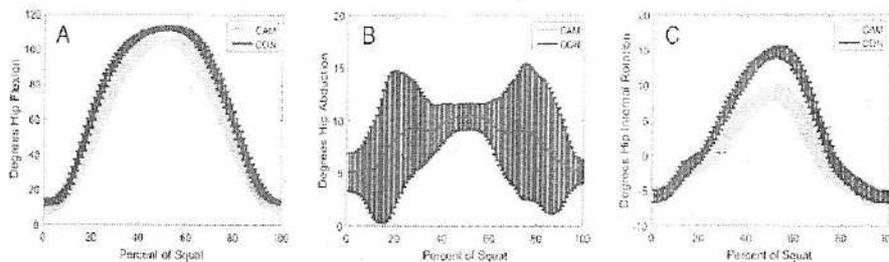
Beberapa penelitian telah mengevaluasi kinematika *hip* dan *pelvis* selama berjalan pada penderita CAM FAI. Hasilnya menyatakan bahwa terdapat penurunan gerakan *hip joint* pada bidang sagital, frontal, dan transversal. Rylander, et. al. (2013) dalam Bagwell (2016), menyatakan bahwa penderita CAM FAI menunjukkan penurunan gerakan *hip joint* pada bidang sagital dan penurunan puncak terjadinya gerakan endorotasi selama menaiki tangga bila dibandingkan dengan subjek normal. Sedangkan pada puncak gerakan eksorotasi pada penderita CAM FAI tidak mengalami perubahan.

	Control group	Cam FAI group	P value
Peak hip flexion (°)	113.0 (SD 6.7)	106.6 (SD 14.0)	0.065
Peak hip abduction (°)	11.9 (SD 6.8)	11.8 (SD 6.2)	0.961
Peak hip internal rotation (°)	15.2 (SD 9.5)	9.4 (SD 7.8)	0.041*
Pelvis angle at peak hip flexion (°)	12.5 (SD 17.1)	23.4 (SD 11.2)	0.023*
Femur angle at peak hip flexion (°)	100.4 (SD 13.4)	83.2 (SD 19.0)	0.004*
Mean hip extensor moment (Nm/kg)	0.56 (SD 0.12)	0.45 (SD 0.15)	0.018*
Mean hip adductor moment (Nm/kg)	0.09 (SD 0.17)	0.12 (SD 0.11)	0.633
Mean hip external rotator moment (Nm/kg)	0.05 (SD 0.10)	0.06 (SD 0.10)	0.626

* Significant P value.

Tabel 9. Data kinematika dan kinetik selama *deep squat* (standar deviasi) (Bagwell et al., 2016)

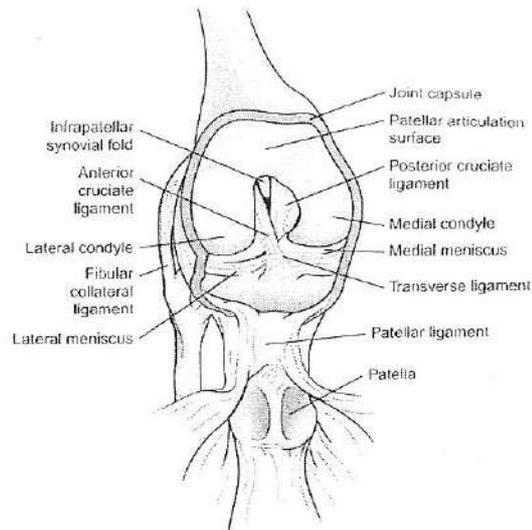
Penelitian oleh Bagwell (2016), pada penderita CAM FAI yang melakukan *deep squatting* menyatakan terjadinya perubahan kinematika dan kinetik selama melakukan *squat*. Perubahan signifikan terjadi pada puncak gerakan endorotasi hip, dan adanya *anterior pelvic tilt* yang berlebihan ketika fleksi hip, serta penurunan momen pada kelompok otot ekstensor hip.



Gambar 11. Perbandingan kinematika *hip* pada berbagai bidang gerak (A) Bidang sagital, (B) Bidang frontal, (C) Bidang transversal (Bagwell et al., 2016)

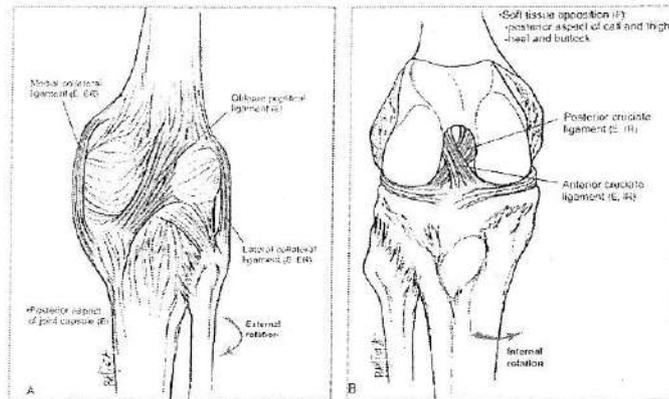
E. The Knee

Secara fungsional, lutut dapat menopang berat tubuh pada posisi berdiri tanpa dibantu oleh aktifitas otot. Lutut berperan penting dalam pengaturan perpindahan berat badan pada saat duduk, *squat*, *climbing*, berlari, dan berjalan (Houglum & Bertoti, 2012).



Gambar 12. Lutut tampak anterior(Houglum & Bertoti, 2012)

Lutut pada umumnya dianggap sebagai sendi engsel (*hinge joint*), yang hanya memiliki dua prinsip gerakan yaitu fleksi dan ekstensi pada bidang sagital. Tetapi, terdapat juga gerakan rotasi yang muncul pada *tibiofemoral joint* dan hal ini merupakan bagian penting dari normal *range of motion* (ROM) lutut. Gerak rotasi muncul pada bidang horizontal dan aksis longitudinal. Pada awal gerakan fleksi lutut dari ekstensi penuh, secara otomatis tibia akan endorotasi, sedangkan pada akhir dari ekstensi lutut, secara otomatis tibia akan eksorotasi. Eksorotasi pada akhir dari gerakan ekstensi akan menahan lutut pada posisi ekstensi penuh, mekanisme ini disebut "*screw home mechanism*". Lingkup gerak rotasi tibia paling besar terjadi ketika lutut fleksi 90° (Clarkson, 2013).



Gambar 13. *Normal limiting factors* A. Tampak Posterior dari lutut. B. Tampak anterior dari lutut yang menggambarkan struktur non kontraktif yang menghambat gerakan. Gerakan yang dihambat oleh struktur non kontraktif dijelaskan oleh huruf didalam kurung; E, Ekstensi; ER, Eksternal Rotasi; IR, Internal Rotasi (Clarkson, 2013).

Meskipun lutut merupakan sendi terbesar, lutut merupakan sendi yang paling sering terkena cedera pada populasi yang masih aktif bergerak. Lutut pada dasarnya tidak stabil karena lutut menerima torsi yang cukup besar karena terletak di antara dua *lever arm* yang panjang, yaitu tulang femur dan tulang tibia. Stabilitas lutut dipertahankan oleh ligamen, dan otot (Andrews, Harrelson, & Wilk, 2012; Prentice, 2011).

1. Knee Joint

Lutut adalah sendi terbesar yang ada di tubuh yang merupakan sendi kompleks yang terbentuk dari 3 tulang (femur, tibia, dan patella), membentuk 2 persendian yaitu *tibiofemoral joint*, dan *patellofemora joint*.

a. Tibiofemoral Joint

Sebagai sendi terbesar didalam tubuh, *tibiofemoral joint* terbentuk dari dua tulang paling panjang yang ada didalam tubuh manusia, yaitu tulang tibia, dan tulang femur. *Tibiofemoral joint* tidak bisa dianggap sebagai sendi engsel (*hinge joint*) murni, yang hanya memiliki dua prinsip gerakan yaitu fleksi dan ekstensi pada bidang sagittal

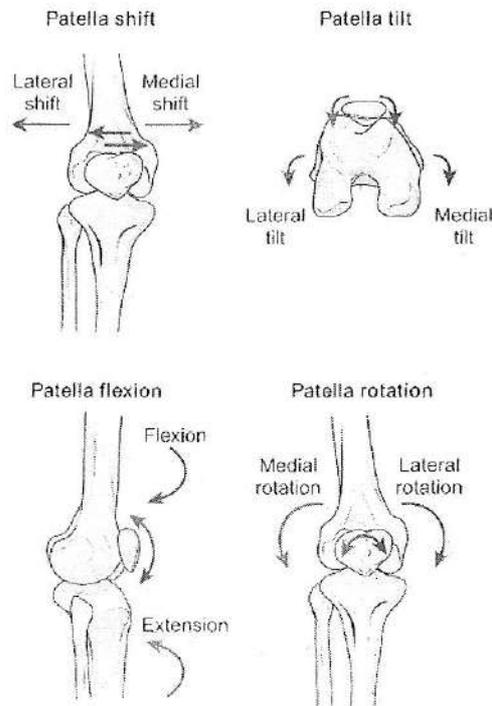
karena persendian ini juga terdapat gerakan *rolling* dan *sliding*. *Rolling* muncul secara dominan pada awal gerakan fleksi dan *sliding* muncul pada akhir gerakan fleksi (Houglum & Bertoti, 2012).



Gambar 14. *Sliding* dan *Rolling* pada *tibiofemoral joint* saat gerakan fleksi-ekstensi (Houglum & Bertoti, 2012)

b. Patellofemoral Joint

Patela terletak didalam tendon dari *quadriceps*, yang mana tendon tersebut menempel sisi atas dari patella. Patella merupakan *sesamoid bone* yang bentuk kapsul sendi lutut. Patella membentuk sendi dengan *femoral condyles*. Pada saat ekstensi penuh, patella di satbilisasi oleh jaringan lunak, yaitu *quadriceps*. Secara spesifik, otot *vastus medialis oblique* yang berperan sebagai *dynamic stabilizer* bagi patella. Sedangkan pada bagian distal, patella diikat oleh ligament yang sangat kuat, dan berikatan dengan *tuberositas tibia* (Houglum & Bertoti, 2012).



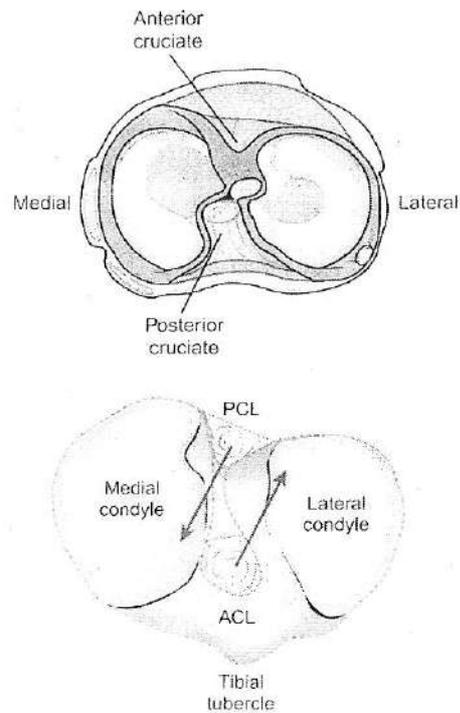
Gambar 15. Gerakan Patella (Houghlum & Bertoti, 2012)

2. Ligament

Terdapat beberapa ligament di lutut yang berfungsi untuk mempertahankan stabilitas sendi lutut. Terdapat dua pasang ligament yang ada di lutut, yaitu *collateral* dan *cruciate ligaments*. *Collateral ligament* berperan dalam mempertahankan stabilitas di bagian medial-lateral sedangkan *cruciate ligament* berperan dalam mempertahankan stabilitas pada bagian anterior-posterior (Houghlum & Bertoti, 2012).

a. Cruciate Ligaments

Terdapat dua ligamen yang termasuk ke dalam *cruciate ligament*, yaitu *anterior cruciate ligament* (ACL), dan *posterior cruciate ligament* (PCL). Ligamen ini bersilangan satu sama lain, ACL terletak pada bagian depan tibia, dan lewat ke bagian belakang, menempel pada *inner surface* dari *lateral condyle of femur*. sedangkan PCL menyilang dari arah belakang tibia, dan menempel pada *medial condyle of femur* (Prentice, 2011).



Gambar 16. letak dari *cruciate ligaments*
(Houglum & Bertoti, 2012)

ACL lebih miring dibandingkan dengan PCL dilihat dari bidang vertikal. ACL lebih panjang dari PCL, tetapi PCL lebih tebal dan lebih kuat dibandingkan dengan ACL. Kedua ligament ini berperan dalam menjaga stabilitas lutut ketika terjadi gerakan fleksi dan ekstensi (Houglum & Bertoti, 2012).

1) Anterior cruciate ligament

Peran utama dari *Anterior cruciate ligament* adalah mencegah femur untuk bergerak ke arah posterior dan menghambat translasi anterior dari tibia ketika gerakan ekstensi dari fleksi. Ligamen ini juga berperan dalam menstabilkan tibia dari gerakan internal rotasi yang berlebihan. ACL bekerja sama dengan otot hamstring untuk menstabilkan lutut (Prentice, 2011).

Cidera ACL merupakan cedera yang paling sering terjadi baik pada *contact sport* ataupun *noncontact sport*. *Contact sport* seperti *football*, *basketball*, *handball*, *hockey* dan *noncontact sport* seperti badminton,

senam, dan bola voli (Gupta et al., 2016). Gambar 4 menjelaskan gerakan apa saja yang dapat menimbulkan *strain* pada *anterior cruciate ligament*.

Activity	Relative ACL Strain (%)
Running downhill at 5 mph	125
Isometric quadriceps contraction at 22° of flexion against a 20-lb weight	62-121
Isometric quadriceps contraction at 0° of flexion against a 20-lb weight	87-107
Jogging on the floor	89
Lift the leg in 22° of knee flexion	12-79
Jogging 5 mph on a treadmill	62-64
Isometric quadriceps contraction at 45° of flexion against a 20-lb weight	50
Walking without an assistive device	36
Half-squat, one leg	21
Quad set	18
Walking with crutches, weight bearing at 50 lb	7
Stationary cycle	?
Isometric hamstring contraction	-7

Tabel 10. Aktifitas yang dapat menimbulkan *strain* pada ACL (Andrews et al., 2012)

2) Posterior cruciate ligament

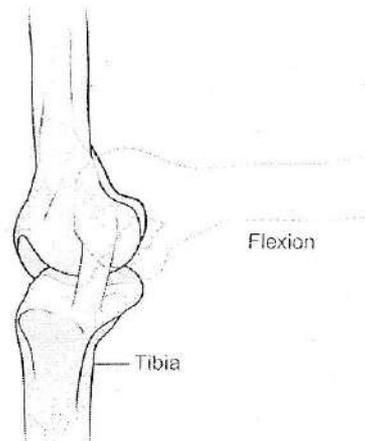
Fungsi utama dari PCL adalah untuk membatasi gerakan translasi posterior dan internal rotasi dari tibia, mencegah *hyperextension* lutut, serta membatasi translasi anterior dari femur. PCL juga berperan dalam mengontrol gaya yang ditimbulkan oleh rotasi menjadi minimal (Andrews et al., 2012).

b. Collateral Ligaments

Stabilisator lain yang terdapat di lutut adalah *collateral ligaments*. Selain berfungsi sebagai stabilisator, ligament ini juga berperan untuk mengoreksi gerakan kedalam pola yang benar. *Collateral ligament* dibagi kedalam medial dan lateral kompleks. *Collateral ligaments* menempel pada *femoral condyles* (Prentice, 2011).

Pada kondisi ekstensi ligament akan teregang sedangkan pada kondisi fleksi, ligament akan terulur, hal ini diakibatkan karena posisi ligament yang menempel pada *femoral condyles*. Ligament ini memberikan stabilisasi pada terminal rotasi saat gerakan ekstensi dan axial rotasi pada gerakan ekstensi.

Axial rotasi akan muncul pada *transverse plane* pada gerakan fleksi lutut. Ketika lutut ekstensi penuh, *collateral ligaments* akan relatif tegang yang berfungsi untuk memberikan stabilisasi pada sendi dan mencegah terjadinya rotasi. Pada saat gerakan fleksi, ligmen pada bagian lateral akan lebih terulur dibandingkan pada bagian medial, sehingga adakn terjadi gerakan rotasi kearah lateral. Axial rotasi akan menurun jika sudut fleksi semakin kecil dan akan hilang pada saat lutut ekstensi penuh (Houglum & Bertoti, 2012). Pada saat lutut bergerak ke arah ekstensi, tibia akan rotasi ke arah lateral sekitar 20° dari femur. Dan gerakan ini akan muncul pada sudut 20° terakhir pada gerakan ekstensi, ini dinamakan terminal rotasi (Houglum & Bertoti, 2012).



Gambar 17. Perubahan regangan yang terjadi pada ligament pada gerakan fleksi dan ekstensi lutut (Houglum & Bertoti, 2012)

1) Medial Collateral Ligament

Medial collateral ligament (MCL) adalah ligament utama yang menahan tegangan dari arah valgus lutut. MCL mengontrol internal rotasi pada lutut, sehingga rotasi tersebut dapat menurun ketika

melakukan gerakan fleksi. MCL juga membatasi gerakan eksternal rotasi yang berlebihan. MCL akan meregang ketika ekstensi dan eksternal rotasi. Gerakan-gerakan yang dapat memberikan tegangan pada MCL adalah *hip adductor strengthening exercise* dimana tahanan akan diberikan pada distal lutut. Sehingga, perlu diperhatikan bahwa, gerakan adduksi dan internal rotasi akan menyebabkan lutut dalam posisi valgus yang mana akan menyebabkan cedera pada MCL (Andrews et al., 2012).

2) Lateral Collateral Ligament

Lateral collateral ligament (LCL) memiliki peran yang berkebalikan dengan MCL. LCL berperan penting dalam menahan lutut dari tegangan ke arah varus. Tendon dari *biceps femoris* melewati LCL sehingga akan menimbulkan bias terhadap regangan dari LCL. LCL berperan dalam mengontrol eksternal rotasi dari tibia. Gerakan yang dapat memberikan tegangan pada LCL adalah gerakan pada *hip abductor strengthening exercise* dimana tahanan akan diberikan pada distal dari lutut (Andrews et al., 2012).

3. Otot Penggerak

a. M. Adductor Magnus

Otot ini berbentuk segitiga, yang terletak pada sisi medial tungkai atas. Terbagi menjadi dua bagian. Bagian yang keluar dari ischiopubic ramus disebut dengan *pubofemoral portion, adductor portio*, atau *adductor minimus*. Dan bagian yang keluar dari tuberositas ischiadikus di sebut dengan *ischiocondylar portion, extensor portion*, atau *hamstring portion*. Berdasarkan bentuk embrioniknya, inervasi, dan aksi yang ditimbulkan oleh *hamstring portion* sering dianggap sebagai bagian dari grup otot hamstring. *ischiocondylar portion* merupakan kompartemen otot tungkai atas bagian posterior. Sedangkan *pubefemoral portion* merupakan kompartemen otot tungkai atas bagian medial. *M. adductor magnus* merupakan otot penggerak utama pada gerakan aduksi. Otot ini juga bisa menghasilkan gerakan eksorotasi karena terdapat bagian yang menempel pada *linea aspera* dan bagian yang menempel pada *epicondylus medialis* akan menghasilkan gerakan endorotasi ketika tungkai bawah fleksi.

b. *M. Adductor Brevis*

M. adductor brevis merupakan otot tungkai atas yang letaknya tepat berada dibawah *m. pectineus* dan *m. adductor longus*. Otot ini termasuk kedalam grup otot-otot aduktor.

c. *M. Gracilis*

Merupakan otot terluar tungkai atas yang terletak pada bagian medial. Otot ini merupakan otot yang tipis, pada bagian atasnya lebih luas, dan menyempit ke bagian bawah. Setengah dari *m. Gracilis* muncul dari bagian anterior inferior dari *symphysis pubis* dan setengahnya muncul dari bagian atas *pubic arch*. Arah dari otot ini alah vertical ke bawah yang diakhiri dengan tendon yang berbentuk bulat. Tendon ini melewati condilus medialis dari femur, dan berbelok pada condilus medialis dari tibia, dan kemudian menempel pada bagian proksimal tibia. Maka dari itu, *m. gracilis* merupakan bagian dari adductor tungkai bawah. *M. gracilis* berfungsi untuk memberikan gerakan fleksi, eksorotasi, dan adduksi pada tungkai atas, dan juga memberikan gerakan fleksi pada lutut.

d. *M. Pectineus*

Merupakan otot yang pipih berbentuk segi empat, yang terletak pada bagian anterior *upper* dan *medial* dari tungkai atas. Merupakan otot yang terletak paling anterior dari adductor hip. *M. pectineus* berperan dalam memberikan gerakan adduksi dan endorotasi pada ekstremitas atas, tetapi otot ini merupakan *primary mover* bagi fleksi hip.

e. *M. Sartorius*

Merupakan otot paling panjang yang ada didalam tubuh manusia. Terletak disepanjang tungkai atas pada bagian anterior dan merupakan otot yang paling luar. Origo dari *Sartorius* adalah *anterior superior iliac spine*, dan terus memanjang secara menyilang sampai pada bagian medial dari lutut. *M. Sartorius* membantu gerakan fleksi, abduksi, dan eksorotasi dari tungkai atas, juga membantu fleksi lutut.

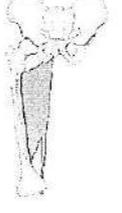
f. *M. Tensor Fascia Latae*

Merupakan salah satu dari otot tungkai atas. Otot ini berhubungan dengan *m. gluteus maximus* dalam hal fungsi dan struktur,

dan dilanjutkan dengan *iliotibial tract* yang menempel pada tibia. Otot ini membantu dalam mempertahankan keseimbangan pelvis ketika berdiri, berjalan, dan berlari. Karena bentuknya yang menyilang, maka otot ini dapat menstabilkan hip ketika melakukan gerakan ekstensi. Pada bagian lateral dari otot ini terdapat penggabungan dari tendon *gluteus maximus* dan *tensor fascia latae* untuk membentuk *iliotibial band*.

Fungsi dasar dari *tensor fascia latae* adalah untuk berjalan. Masalah yang timbul ketika otot ini kaku atau memendek akan menyebabkan ketidakseimbangan pada pelvis yang akhirnya menimbulkan nyeri pada hip, punggung bawah, dan nyeri pada bagian lateral lutut. Karena letak insersinya ada pada kondilus lateral tibia, maka otot ini juga berfungsi sebagai eksorotator dari tibia. Eksorotasi tibia ini dapat muncul ketika hip adduksi dan endorotasi, seperti halnya sedang menendang bola. Otot ini bekerja sama dengan *gluteus medius* dan *gluteus minimus* untuk menghasilkan gerakan abduksi dan endorotasi pada femur.

Muscle	Origin	Insetion	Action	Nerve	Notes	Image
<i>Gracilis</i>	<i>Simpisis Pubis</i> dan <i>inferior pubis ramus</i>	Bagian medial dari permukaan tibia (<i>Pes Anserinus</i>)	Adduksi dan medial rotasi tungkai atas, fleksi tungkai bawah	Cabang anterior <i>nervus obturator</i>	<i>Pes Anserinus</i> merupakan tempat melekatnya 3 tendon, yaitu <i>gracilis</i> , <i>sartorius</i> , dan <i>semitendinosus</i>	
<i>Pectineus</i>	<i>Pecten of the pubis</i>	<i>Pectineal line of the femur (posterior femur)</i>	Adduksi, fleksi, dan medial rotasi tungkai atas	<i>Nervus femoral</i> dan <i>anterior nervus obturator</i>	<i>Pectineus</i> memiliki dua inervasi	
<i>Adductor Brevis</i>	<i>Inferior pubic ramus</i>	<i>Linea aspera</i> , berada di bawah <i>adductor longus</i>	Adduksi dan endorotasi tungkai bawah	Cabang anterior <i>nervus obturator</i>		

<i>Sartorius</i>	<i>Anterior superior iliac spine</i>	Bagian medial dari permukaan tibia (<i>Pes Anserinus</i>)	Fleksi, abduksi, dan ekso rotasi tungkai atas; fleksi tungkai bawah	Femoral nerve	Bertindak dalam memposisikan ekstremitas bawah dalam keadaan duduk bersila seperti penjahit tradisional (latin, <i>sartorius</i> = tailor)	
<i>Tensor Fasciae Latae</i>	<i>Bagian anterior iliac crest dan anterior superior iliac spine</i>	Iliotibial tract	Fleksi, abduksi, dan endorotasi tungkai atas	Nervus gluteal Superior	Tensor fascia latae mengalihkan gaya rotasi dari gluteus maximus.	
<i>Adductor Magnus</i>	<i>Ischiopubic ramus dan tuberositas isiadikus</i>	Linea aspera (posterior femur); medial supracondylarline dan tuberculus femur	Bagian anterior: Adduksi, dan endorotasi; bagian posterior: bekerja bersama hamstring ekstensi tungkai bawah	Bagian posterior nervus obturator; tibial nerve	Otot dengan insersi yang luas dan merupakan gabungan dari otot adductor dan hamstring	

Tabel 11. Otot-otot penggerak *knee joint* (Gest & Schlesinger, 1995)

4. Analisis Cedera Pada Lutut

a. *Anterior Cruciate Ligament Injuries*

Anterior Cruciate Ligamenti adalah salah satu dari 4 ligamen yang berperan dalam mempertahankan stabilitas lutut. *Anterior Cruciate Ligament Injuries* (ACL *Injuries*) merupakan cedera olahraga yang paling umum terjadi, dan merupakan cedera yang cukup parah yang terjadi di lutut, dan dapat mengakibatkan instabilitas yang angka insidennya meningkat beberapa tahun terakhir (Yan, Xie, Gong, Wang, & Yang, 2016).

Sehingga, menentukan waktu untuk merekonstruksi cedera pada ACL merupakan hal yang sangat penting untuk meminimalkan kerusakan sekunder yang terjadi di lutut. Dalam sebuah studi,

menyatakan bahwa kerusakan yang terjadi pada meniscus dan ligament lainnya yg terdapat dilutut berhubungan dengan cedera yang terjadi pada ACL (Gupta et al., 2016).

b. Etiologi *Anterior Cruciate Ligament Injuries*

Cedera pada ACL terjadi karena tibia berotasi secara eksternal dan lutut dalam posisi valgus. ACL injuri dapat terjadi karena gaya langsung yang terkena di lutut, atau karena gaya nonkontak. Hampir dari 70% cedera ACL terjadi akibat dari mekanisme nonkontak (John & Cross, 2014).

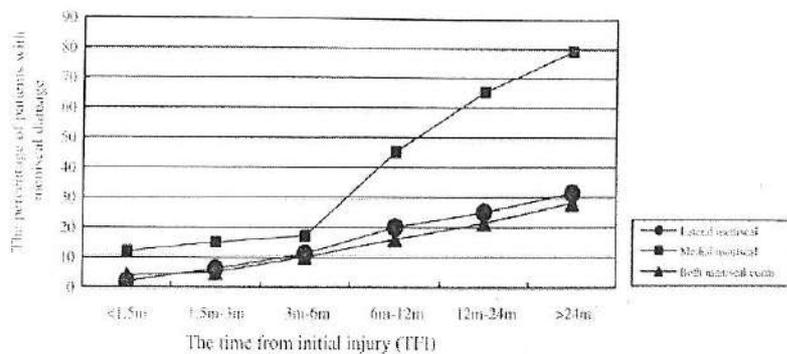
Mekanisme non kontak terjadi ketika tungkai bawah berotasi sedangkan kaki terfiksasi. Pada situasi ini, ACL teregang dan sangat memungkinkan terjadinya *sprain*. Contohnya, seseorang berlari dengan cepat dan secara tiba tiba menurunkan kecepatannya dan melakukan gerakan *cutting*, hal ini akan menyebabkan robekan pada ACL (Prentice, 2011).

c. Prevalensi *Anterior Cruciate Ligament Injuries*

Insiden yang terjadi pada kasus ACL *rupture* di US diperkirakan mencapai 1 kasus per 3000 individu. Dan lebih dari 100.000 cedera muncul setiap tahunnya dari ski salju. Wanita memiliki kecenderungan lebih tinggi untuk mengalami cedera ACL. Hal ini berhubungan dengan faktor instrinsik (Q angle, joint laxity, dan pengaruh hormon), dan faktor ekstrinsik (kurangnya kekuatan otot, perbedaan pola aktivasi otot, dan kesalahan pada proses *landing* dan *cutting*) (John & Cross, 2014).

d. Kerusakan Lain yang Diakibatkan oleh *Cruciate Ligament Injuries*

Ditemukan bahwa cedera yang terjadi pada ACL akan berakibat pada kerusakan jaringan lain. Sebagian besar, kerusakan itu terjadi pada meniscus. Dari 366 pasien cedera ACL yang diobservasi, ditemukan bahwa, 288 pasien (78,7%) memiliki kerusakan meniscus, dan 130 (35,5%) ditemukan kerusakan pada bagian meniscus medial, 124 (33,9%) kerusakannya pada bagian meniscus lateral, dan 31 (8,5%) terjadi kerusakan pada bagian medial dan lateral (Yan et al., 2016). Pada penelitian ini, disebutkan bahwa semakin lama pasien mengalami cedera ACL, maka semakin besar kemungkinan terjadinya kerusakan sekunder.



Gambar 18. Presentase pasien yang mengalami kerusakan sekunder setelah cedera ACL (Yan et al., 2016)

Sedangkan dalam penelitian lain, yang meneliti jenis olahraga dan prevalensi cedera ACL. Ditemukan bahwa, cedera ACL paling banyak terjadi pada olahraga *Kabaddi* dan cedera lain yang timbul akibat cedera ACL adalah cedera pada PCL (0,5%), dan cedera pada MCL (1,7%). Namun, kerusakan jaringan tersebut baru muncul setelah lebih dari 6 minggu (Gupta et al., 2016).

Waktu yang dibutuhkan untuk proses rehabilitasi pada kasus cedera ACL relatif panjang. Untuk itu, pemberian rehabilitasi dalam waktu yang optimal sangat dibutuhkan agar tidak menimbulkan kerusakan pada jaringan lain.

RANGKUMAN

Pemahaman tentang bidang gerak dan aksis adalah hal utama untuk membedakan jenis-jenis gerakan yang ada di tubuh manusia. Dalam buku ini, penulis menjelaskan gerakan eksorotasi dan endorotasi yang bergerak pada aksis vertikal terhadap bidang transversal. Tidak semua persendian dapat melakukan gerakan ini. Pemberian nama dari gerak rotasi ini tergantung dari arah gerakan yang dilakukan.

Gerakan eksorotasi dan endorotasi dapat dilakukan karena ada beberapa faktor yang bekerja didalamnya, seperti persendian, otot, dan persyarafan seperti yang telah dijelaskan di atas. Dengan mengetahui apa saja yang memengaruhi gerakan tersebut, kita bisa menilai sebuah gerakan yang ada di dalam olahraga. Serta dapat mengidentifikasi masalah atau cedera yang terjadi akibat gerakan eksorotasi dan endorotasi secara spesifik, cedera tersebut ada pada otot, sendi, atau persyarafan.

Dengan mengetahui cedera yang diakibatkan oleh gerakan eksorotasi dan endorotasi serta mengetahui bagian mana yang terkena cedera, maka program pencegahan cedera bisa disusun sejak dini. Penentuan program rehabilitasi pada kasus yang sudah terkena cedera pun bisa lebih spesifik terhadap jaringan yang rusak.

SARAN

Gerakan eksorotasi dan endorotasi terjadi hampir di semua region tubuh. Dalam buku ini, penulis menjelaskan hal-hal yang berhubungan dengan gerakan eksorotasi dan endorotasi dalam dunia olahraga. Penulis juga menjelaskan jenis cedera yang terjadi pada olahraga yang disebabkan oleh gerakan eksorotasi dan endorotasi.

Namun, dalam buku ini penulis masih belum bisa menghadirkan prevalensi cedera yang terjadi karena gerakan eksorotasi dan endorotasi pada cabang olahraga spesifik. Maka dari itu, diperlukan studi lanjut agar bisa mengetahui hal-hal tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrews, J., Harrelson, G., & Wilk, K. (2012). *Physical Rehabilitation Of The Injured Athlete*. Philadelphia: Elsevier Saunders. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Bagwell, J. J., Snibbe, J., Gerhardt, M., & Powers, C. M. (2016). Hip Kinematics And Kinetics In Persons With And Without Cam Femoroacetabular Impingement During A Deep Squat Task. *Clinical Biomechanics*, 31, 87-92. <http://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2015.09.016>
- Bretschneider, H., Stiehler, M., Hartmann, A., Boger, E., Osswald, C., Mollenhauer, J., ... Günther, K.-P. (2016). Characterization Of Primary Chondrocytes Harvested From Hips With Femoroacetabular Impingement. *Osteoarthritis and Cartilage*, (April), 1-7. <http://doi.org/10.1016/j.joca.2016.04.011>
- Clarkson, H. M. (2013). *Musculoskeletal Assesment* (3rd ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Willkins. <http://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>
- Clarsen, B. (NORWEGIANS. O. S. S. (2015). Overuse Injuries In Sport. *Overuse Injuries in Sport Development, Validation and Application of a New Surveillance Method*, 143(1), 51-52.

- Cools, A., Johansson, F., Dorms, D., & Maenhout, A. (2015). Prevention Of Shoulder Injuries In Overhead Athletes: A Science-Based Approach. *Brazillian Journal Os Physical Therapy*.
- Fujimoto, H., Yabumoto, T., Sugimori, H., & Shin, S. (2015). Muscular Contraction Ability Develops in the Lower Trapezius Muscle of the Dominant Arm in Team Hand-Ball Players, (May), 368-374.
- Gest, T. R., & Schlesinger, J. (1995). Medical Gross Anatomy Anatomy Tables - Muscles. Retrieved May 15, 2016, from http://www.med.umich.edu/lrc/coursepages/m1/anatomy2010/html/anatomytables/muscles_alpha.html
- Gupta, R., Khanna, T., Masih, G. D., Malhotra, A., Kapoor, A., & Kumar, P. (2016). Acute Anterior Cruciate Ligament Injuries In Multisport Elite Players: Demography, Association, And Pattern In Different Sports. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 6-11. <http://doi.org/10.1016/j.jcot.2016.03.005>
- Haider, I., Speirs, A., Alnabelseya, A., Beaulé, P. E., & Frei, H. (2015). Femoral Subchondral Bone Properties Of Patients With Cam-Type Femoroacetabular Impingement. *Osteoarthritis and Cartilage*, 24, 1000–1006. <http://doi.org/10.1016/j.joca.2016.01.003>
- Houglum, P. A., & Bertoti, D. B. (2012). *Brunnstrom's Clinical Kinesiology* (6th ed.). Philadelphia: F. A. Davis Company. <http://doi.org/10.1128/AAC.03728-14>
- John, M., & Cross, M. J. (2014). Anterior Cruciate Ligament Pathology. Retrieved from <http://emedicine.medscape.com/article/1252414-overview#a7>
- Neumann, D. A. (2010). *Kinesiology of the musculoskeletal system*. Missouri: Elsevier.
- Nugroho, S. (2011). Kinesiologi. Retrieved May 30, 2016, from http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/BAHAN_AJAR_KINESIOLOGI.pdf
- Prentice, W. E. (2011). *Principles Of Athletic Training* (14th ed.). New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Sangal, R. B., Waryasz, G. R., & Schiller, J. R. (2014). Femoroacetabular Impingement: A Review Of Current Concepts. *Rhode Island Medical Journal* (2013), 97(11), 33–38. Retrieved from <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=medl&NEWS=N&AN=25365818>

- Sari, S. (2013). Swiss Ball Exercise Dan Koreksi Postur Tidak Terbukti Lebih Baik Dalam Memperkecil Derajat Skoliosis Idiophatik Dari Pada Klapp Exercise Dan Koreksi Postur Pada Anak Usia 11-13 Tahun. *Jurnal Fisioterapi Indonesia*, 13(2).
- Setiawan, A. (2011). Faktor Timbulnya Cedera Olahraga. *Jurnal Media Ilmu Keolahragaan*, 1(1).
- Sugianto, S. (2005). Pengaruh Penambahan Nelson Traction Pada Intervensi Micro Wave Diathermy (MWD) Dan Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) Terhadap Pengurangan Nyeri Pada Upperthorakal Akibat Joint Blockade. *Jurnal Fisioterapi Indonesia*, 5(1).
- Swaminathan, R., Williams, J. M., Jones, M. D., & Theobald, P. S. (2015). A Kinematic Analysis Of The Spine During Rugby Scrummaging On Natural And Synthetic Turfs. *Journal of Sports Sciences*, 0414(September), 1-9. <http://doi.org/10.1080/02640414.2015.1088165>
- Van Den Tillaar, R., & Ettema, G. (2007). A Three-Dimensional Analysis Of Overarm Throwing In Experienced Handball Players. *Journal of Applied Biomechanics*, 23(1), 12-19.
- Yan, F., Xie, F., Gong, X., Wang, F., & Yang, L. (2016). Effect Of Anterior Cruciate Ligament Rupture On Secondary Damage To Menisci And Articular Cartilage. *Knee*, 23(1), 102-105. <http://doi.org/10.1016/j.knee.2015.07.008>

Data Biografi Ikesor FK Uniar 2015



Dr. Abdurachman, dr., M.Kes., PA(K) lahir di Bangkalan, 11 September 1966. Lulus dokter dari Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga 1991, S2 Ilmu Kedokteran Dasar Program Pascasarjana Universitas Airlangga 2000, lulus Doktor Ilmu Kedokteran Program Pascasarjana Universitas Airlangga 2005. Memperoleh gelar pakar konsultan 2008. Sebagai Ketua Komisariat Perhimpunan Ahli Anatomi Indonesia (PAAI) Surabaya (2005-2008), Ketua Pengurus Besar PAAI (2008-2011). *President 6th Asia Pacific International Congress of Anatomist* (2011), *Board Member APICA* (2011- sekarang), *Founder Asia Pacific Anatomist Association (APAA)*. Kepala Departemen Anatomi dan Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga (sejak 2016).



Ignatius Heri Dwianto, lahir di kota Tahu Kediri, 26 Juni 1961, nama panggilan Heri. Telah 25 tahun menjadi fisioterapis di rumah sakit ternama di Surabaya yaitu RKZ Surabaya. Ia lulusan D4 Fisioterapi Poltekkes Surakarta. Setelah lulus D4 Fisioterapi, ia melanjutkan studinya ke jenjang magister UNAIR mengambil jurusan Ilmu Kesehatan Olah Raga. Saat ini kesibukannya sebagai Kaprodi D3 Fisioterapi Stikes katolik St. Vincentius a Paulo atau yang di kenal Stikes RKZ Surabaya.



Putri Wickywidiani R, lahir pada tanggal 30 April 1992 di Bangil Kabupaten Pasuruan Jawa Timur. Menyelesaikan program Sarjana dalam bidang Pendidikan Kepelatihan Olahraga di Universitas Negeri Surabaya pada tahun 2014 dan sedang menempuh program Magister dalam bidang Kesehatan Olahraga fakultas Kedokteran Universitas Airlangga. Ia adalah lulusan

SD Jogosari 1 Pandaan, SMP 1 Pandaan dan UPT SMA Negeri Olahraga Jawa Timur. Sekarang ia bekerja sebagai guru renang di sebuah sekolah swasta di Surabaya dan melatih renang di *club millenium* Surabaya. Ia pernah menjadi atlet selam tim Jawa Timur periode 2005 – 2010 dan sempat menyumbangkan medali di kejuaraan Selam tingkat nasional.



Fengki Aditiansyah, Lahir di kota Reog, Ponorogo, 23 Oktober 1991. Fengki panggilan akrabnya merupakan lulusan S1 Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Surabaya dan mendapatkan gelar Sarjana Keolahragaan pada tahun 2014. Passionnya adalah tentang *sport physiology, fitness, dan sport massage*. Fengki sendiri merupakan anggota UKM masase UNESA

dan pernah menjadi tim sport masase PERSEPON PONOROGO, pernah juga bekerja di sebuah klinik Sport Masase di Gresik kemudian mengembangkan kemampuannya menjadi instruktur fitness di mega gym di Surabaya. Dan akhirnya dia melanjutkan studi ke jenjang Magister UNAIR mengambil jurusan Ilmu Kesehatan Olahraga. Kegiatan sehari-harinya adalah melanjutkan kuliah magister di UNAIR serta menjadi personal *trainer fitness* di salah satu mega *gym* di Surabaya.



Kurnia Dwi Aisyah lahir pada 2 Desember 1993. Wanita asal Mojokerto ini lulus sarjana 3,5 tahun dengan predikat cumlaude dari Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya. Wanita ini juga pernah menjadi guru olahraga di salah satu sekolah bertaraf internasional di Surabaya, namun tidak bertahan lama, karena kesibukannya menempuh S2 di universitas airlangga. Sosok wanita yang mempunyai hobi menyanyi ini bercita-cita menjadi seorang dosen. Di samping kuliah, membantu dosen di salah satu universitas dan mengerjakan proyek apapun yang bisa dikerjakan untuk menambah pengalaman dan ilmu adalah kesehariannya.



Sahrul Latif, lahir di Ereke Kabupaten Buton Utara, pada tanggal 04 Januari 1980. Lulus Akademi Keperawatan Depkes Kendari tahun 2001, dan melanjutkan pendidikan S1 Keperawatan di UNAIR tahun 2007. Pada tahun 2015 melanjutkan kembali studinya di PRODIILMU KESEHATAN OLAHRAGA pada Universitas Airlangga. Riwayat Pekerjaan: 1. Perawat Pelaksana di Puskesmas Lambale (tahun 2005 s.d tahun 2007), 2. Kepala Puskesmas Kioko (tahun 2011), 3. Kepala Seksi JPKM di Dinkes Kab. Buton Utara (tahun 2013 s.d tahun 2015).



HS muhammad Nurfatony adalah putra dari Bapak P. Moh Amar Ma'ruf, S. Pd dan Ibu Rupini Nurcahyani. Lahir di Ponorogo, 15 Februari 1991 silam. Mengenyam pendidikan di TK Darma Wanita (1995-1997), SD Negeri Jenangan 02 (1997-2003), SMP Negeri 6 Ponorogo (2003-2006), SMA BAKTI Ponorogo (2006-2009), serta melanjutkan dan menyelesaikan S1 di Universitas Negeri Malang jurusan Pendidikan Jasmani dan Kesehatan (2009-2014), dan saat ini melanjutkan S2 di Universitas Airlangga jurusan Kesehatan Olahraga angkatan tahun 2015. Ketertarikan

terhadap dunia olahraga sudah dimulai sejak kecil terbukti dengan peraih juara di tingkat daerah maupun nasional khususnya pada cabang olahraga beladiri jujitsu dan judo, sehingga saat ini membentuk dan mengelola club beladiri yang ada di Malang, dengan melanjutkan kuliah S2 jurusan Kesehatan Olahraga di Universitas Airlangga ini diharapkan dengan ilmu yang didapatkan mampu mengembangkan dunia olahraga khususnya cabang olahraga beladiri yang berbasis pendidikan dan kesehatan pada pengembangan prestasi olahraga.



Ade Satria Bagus Suwadji S.Or, lahir di Kota Udang Sidoarjo, 29 Oktober 1989, terlahir dari keluarga yang berkecimpung di dunia pendidikan dari pasangan Bapak Suwadji, S.Pd dan Ibu Dewi Ermawati S.Pd., M.Pd. Ia sendiri merupakan praktisi akademisi di dunia pendidikan yang berkonsentrasi pada disiplin ilmu bidang keolahragaan. Ia lulusan S1 Ilmu Keolahragaan, FIK Unesa. Setelah lulus 3,5 Tahun dengan predikat *Cumlaude*, ia melanjutkan studinya ke jenjang magister Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga jurusan Ilmu Kesehatan Olahraga. Ia mengaku lebih banyak mendapatkan motivasi dari keadaan di sekelilingnya, ketika ia melatih dan mengajar. Saat ini kesibukan sehari-harinya adalah melatih atletik, bolavoli, pengajar disalah satu SMA di Sidoarjo. "*Barang ketok iku wes dipastekno isok dikerjakno*" (sesuatu yang terlihat dipastikan bisa dikerjakan), adalah semboyannya.



Arifah Kaharina, S.Pd., lahir di Kendal pada tanggal 16 Februari 1994. Penulis menyelesaikan studi sarjana jurusan Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi (PJKR), Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK) Universitas Negeri Yogyakarta tahun 2015. Setelah lulus, menempuh studi lanjut program Magister Ilmu Kesehatan Olahraga di Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, hingga sekarang. Ia bercita-cita menjadi tenaga pendidik yang bisa mencerdaskan anak-anak bangsa melalui bidang ilmu olahraga.



Zanuvar Bagus Saputro, lahir di Tuban 28 Januari 1993. Beliau merupakan akademisi yang sedang menempuh pendidikan S2 di bidang ilmu kesehatan olahraga di salah satu universitas di Surabaya yaitu Universitas Airlangga (UNAIR). Sebelumnya, Zanuvar Bagus Saputro menempuh pendidikan S1 ilmu keolahragaan di Universitas Negeri Surabaya (UNESA). Saat ini kesibukan sehari-harinya bekerja sebagai karyawan swasta di PT JBA dan melanjutkan studinya di UNAIR. Motivasi yang sangat besar diberikan orang tua kepada saya sehingga saya dapat melalui perjalanan hidup ini.



Fajar Eka Samudra, lahir di Kabupaten Gresik, 2 Juni 1993. Ia adalah lulusan S1 Ilmu Keolahragaan FIK Universitas Negeri Surabaya. Dalam kesehariannya Ia menekuni bidang olahraga sebagai atlet cabang olahraga Ski Air, membela Jawa Timur. Saat ini dia sedang melaksanakan studi S2 di Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, dan mengambil program studi Magister Ilmu Kesehatan Olahraga.



Awang Firmansyah, lahir di Surabaya pada tanggal 21 April 1993, memiliki hobi *travelling*, berolahraga, dan membaca. Sejak kecil ia suka membaca buku pariwisata dan budaya. Kecintaan pada budaya mengantarkan ia menjadi Duta Wisata Surabaya pada tahun 2011. Setelah menyelesaikan studi S1 di Program Studi Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya, ia melanjutkan studi ke jenjang yang lebih tinggi yaitu Magister Ilmu Kesehatan Olahraga Fakultas Kedokteran UNAIR. Memiliki usia yang terbilang muda, tak menjadi halangan untuk dapat berkarya. Saat ini ia dipercaya menjadi Pelatih Fisik di Tim Ski Air dan *Wakeboard* untuk PON 2016 di Jawa Barat. Moto hidup yang dipegang hingga saat ini adalah keterbatasan bukan alasan.



Taufan Reza Putra, lahir 6 September 1991 di Nganjuk, Jawa Timur, merupakan seorang pendidik dan pelatih di bidang olahraga. Setelah lulus dari S1 Pendidikan Olahraga, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Surabaya, bersama dengan tim ia mendirikan sekolah bolabasket DINASTI di Nganjuk yang merupakan sekolah bolabasket pertama di Kabupaten

Nganjuk. Saat ini ia sedang menjalani kuliah program pascasarjana di Universitas Airlangga, Jurusan Ilmu Kesehatan Olahraga. Aktifitas selain kuliah saat ini adalah melatih bolabasket dan mengembangkan usaha penjualan jasa dan barang melalui media *online*.



Okky Sinta Dewanti, S.Pd., lahir di Kota Tulungagung pada tanggal 17 Oktober 1992. Penulis adalah lulusan Sarjana Pendidikan Olahraga di Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK) Universitas Negeri Surabaya tahun 2015. Kemudian setelah lulus Sarjana, menempuh studi lanjut program Magister Ilmu Kesehatan Olahraga di Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga hingga sekarang. Penulis berpengalaman

di bidang pengembangan kebugaran jasmani pertama, sebagai asisten pelatih program ekstrakurikuler Basket di *Merlion School* pada tahun 2013. Kedua sebagai pelatih renang di wilayah Surabaya menangani umur dari 3,5 tahun hingga 50 tahun sejak 2013 di kolam Wisata Bukit Mas Surabaya, dan Royal Residence, tahun 2014 di kolam Pakuwon *Golf & Family Club*, Manyar Swimming Pool dan tergabung dalam pelatih *The Dynasty Club House* Surabaya hingga sekarang.



Rasyidah Jalil, S.Or lahir di Kota Palopo Sulawesi Selatan, 20 Mei 1992. Ia sendiri merupakan praktisi di bidang Ilmu Keolahragaan dan lulusan S1 Jurusan Ilmu Keolahragaan Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK) Universitas Negeri Makassar (UNM). Setelah lulus dengan predikat cumlaude ia melanjutkan studinya ke jenjang magister Universitas Airlangga (UNAIR)

jurusan Ilmu Kesehatan Olahraga (IKESOR). Ia merupakan atlet Pencak Silat Sulawesi Selatan dan memiliki prestasi di tingkat Nasional hingga Internasional, Ia mendapatkan pengalaman, pelajaran dan motivasi dari berbagai kalangan di sekelilingnya. Saat ini, kesibukan sehari-harinya menjadi Mahasiswi di UNAIR.



M. Tomy Yusep S.Pd., lahir di Kota Mojokerto pada tanggal 21 Maret 1988. Penulis adalah lulusan Sarjana Pendidikan Olahraga di Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK) Universitas Negeri Surabaya. Setelah lulus Sarjana, ia menempuh studi lanjut program Magister Ilmu Kesehatan Olahraga di Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga hingga sekarang. Kegiatan

sehari hari yang saat ini ia lakukan adalah melanjutkan studinya dan mengajar di Madrasah Aliyah unggulan Amanatul Ummah, Pacet-Mojokerto.



Zahra Sativani, S.Tr.Ftr., salah seorang mahasiswi pada program Magister Ilmu Kesehatan Olahraga Universitas Airlangga angkatan 2015. Memiliki latar belakang pendidikan Diploma III Fisioterapi Universitas Indonesia dan Diploma IV Fisioterapi STIKes Binawan. Memulai karir sebagai fisioterapis di RS Jakarta *Heart Center* dan Klinik anak RHE. Ketertarikannya terhadap bidang olahraga disalurkan melalui berbagai acara olahraga sebagai tim medis, salah satunya

sebagai fisioterapis pada ultra marathon NusantaRUN 2015 dan telah memiliki sertifikasi internasional dari *Australian Physiotherapy Association* sebagai *Sport Physiotherapy Level 1*.



Riza Pahlawi, lahir pada tanggal 5 Januari 1992 di kota kecil bernama Rangkasbitung di Provinsi Banten. Ia adalah seorang fisioterapis, yang menempuh jalur pendidikan Diploma III di jurusan Fisioterapi Universitas Indonesia, kemudian langsung melanjutkan studi di Diploma IV Fisioterapi STIKES Binawan, dan saat ini sedang menjalani masa pendidikan Magister di Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga Universitas Airlangga. Saat ini, ia masih meluangkan sebagian besar waktu untuk mengembangkan komunitas dan sebuah klinik fisioterapi olahraga yang bernama *Physiopro* yang berdiri sejak tahun 2014.



Ahmad Burhanuddin Kusuma Nugraha, lahir di Kota Lamongan, 31 Desember 1991. Dahulu menempuh sarjana di jurusan Pendidikan Kepelatihan Olahraga Universitas Negeri Surabaya dan sekarang masih menempuh pendidikan di magister jurusan Ilmu Kesehatan Olahraga Universitas Airlangga. Selain sebagai mahasiswa, Ahmad Burhanuddin Kusuma Nugraha juga sebagai pelatih bola basket dan pelatih kebugaran.



A. Agam Haris Pambudi, S.Pd., Lahir di Kota Soto, Lamongan, 18 Juli 1993, merupakan praktisi akademisi di dunia pendidikan yang konsentrasi pada disiplin ilmu bidang keolahragaan, lulusan S.1 Pendidikan Kepelatihan Olahraga, Fakultas Ilmu Keolahragaan Univeristas Negeri Surabaya. Saat ini, ia masih menempuh program magister di Universitas Airlangga Fakultas Kedokteran, mengambil jurusan Ilmu Kesehatan Olahraga. Kesibukan sehari-harinya sebagai Personal Trainer Fitness di 20 FIT studio Surabaya Barat.

