

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Anatomi Pergelangan Kaki

##### 1. Persendian pada Pergelangan Kaki

Pergelangan kaki/ sendi loncat adalah bagian kaki yang terbentuk dari tiga persendian yaitu *articulatio talocruralis*, *articulatio tibiofibularis*, dan *articulatio subtalaris*. Dari ketiga sendi tersebut dapat menghasilkan gerakan inversi-eversi, plantarfleksi-dorsofleksi, endorotasi-eksorotasi. Gabungan dari tiga gerakan tersebut akan menghasilkan gerakan baru yaitu pronasi dan supinasi.<sup>7</sup>



Gambar 2.1 Sendi penyusun pergelangan kaki tampak dari belakang<sup>8</sup>

##### a. *Articulatio Talocruralis*(sendi loncat atas)

*Articulatio Talocruralis* adalah persendian yang terbentuk dari ujung distal *os tibia* dan *os fibula* serta bagian atas dari *os talus*. Pada bagian *articulatio talocruralis* terdapat dua *ligamentum* yaitu:

##### 1) *Ligementum mediale* atau *deltoideum*

*Ligementum mediale* atau *deltoideum* memiliki puncak yang melekat pada ujung dari *malleolus medialis*

dan merupakan *ligementum* yang kuat. Serabut bagian dalam dari *ligament* ini melekat pada medial *corpus tali* dan serabut *superficialnya* yang melekat pada bagian medial talus, *ligamentum calcaneonaviculare plantare*, *tuberositas ossis naviculare*, dan *susutentaculum tali*.<sup>7</sup>

## 2) *Ligamentum lateral*

*Ligamentum lateral* terbentuk dari tiga pita penyusun yang kekuatannya lebih lemah dibandingkan *ligamentum mediale*. *Ligamentum* ini terdiri dari *ligamentum talofibulare anterior* yang terbentang dari *malleolus lateralis* sampai ke permukaan *lateral talus*, *ligamentum calcaneofibulare* yang terbentang dari *malleolus lateralis* sampai *lateral calcaneus*, dan *ligamentum talofibulare posterior* yang terbentang dari *malleolus lateralis* sampai ke *tuberculum posterior ossis tali*.<sup>7</sup>

### b. *Articulatio tibiofibularis distal*

*Articulatio tibiofibularis distal* adalah *articulatio* yang terbentuk dari *tibia* dan *fibula* yang merupakan *syndesmosis* sehingga pergerakan yang dapat dilakukan sangat terbatas. *Articulatio* ini posisinya distabilkan oleh *membrane interoseum* yang sangat tebal serta *ligamentum tibiofibularis anterior* dan *ligamentum tibiofibularis posterior*. *Syndesmosis articulation tibiofibularis distal* ini sangat diperlukan dalam menjaga kestabilan bagian atas dari *articulatio talocruralis*.<sup>7</sup>

### c. *Articulatio subtalaris* (sendi loncat bawah)

*Articulatio subtalaris* adalah persendian yang terbentuk dari *os talus* dan *os calcaneus*, yang memiliki fungsi untuk endorotasi dan eksorotasi dengan tungkai bawah yang memiliki aksis longitudinal yang selanjutnya akan diteruskan oleh kaki yang memiliki aksis transversal dan memungkinkan terjadinya gerakan supinasi dan pronasi. Pada *articulatio subtalaris* terdiri dari dua



*n.fibularis superficialis*, *n.fibularis profundus*, dan *n.tibialis*. sedangkan saraf sensorisnya yaitu berasal dari *n.saphenus* dan *n.suralis*.<sup>8</sup> Berikut adalah penjabaran dari otot, persarafan, dan fungsi yang berkaitan dengan pergerakan sendi pada pergelangan kaki:<sup>3,12</sup>

a. *m. tibialis anterior*

Otot ini terbentang dari *condylus lateralis* sampai bagian *medial tarsometatarsal* sepanjang dari permukaan *anterior tibia*. Setelah sampai duapertiganya otot ini merupakan tendo yang memiliki origo pada *tibia* dan *membrane interossea*. Sedangkan insersinya yaitu *osmetatarsal I*. Otot ini dipersarafi oleh *N.fibularis profundus* yang memiliki fungsi sebagai supinasi dan dorsofleksi pada kaki.<sup>3,12</sup>

b. *m. tibialis posterior*

Otot ini terletak pada bagian terdalam posterior dari tungkai bawah yang memiliki origo pada *fibula* dan *membrane interossea* serta insersio pada *tuberositas*.<sup>3,12</sup>

c. *m. extensor digitorum longus*

Otot ini terletak pada bagian lateral dari *m.tibialis anterior* di bagian proximal dan *m.extensor hallucis longus* pada bagian distal yang memiliki origo pada *tibia* dan *membrane interossea* serta insersio pada *phalanx medial dan distal digitorum II-V*. pada otot ini dipersarafi oleh *N.fibularis profundus* yang memiliki fungsi sebagai abduksi dan dorsofleksi.<sup>3,12</sup>

d. *m. extensor halluces longus*

Otot ini bagian proksimalnya terletak dibagian bawah dari *m.extensor digitorum longus* dan *m.tibialis anterior* yang memiliki origo yaitu pada *fibula* dan *membrane interossea* serta insersio pada *phalanx digitalis digiti I*. pada otot ini dipersarafi oleh *N.fibularis posterior* dan berfungsi sebagai dorsofleksi.<sup>3,12</sup>

e. *m. fibularis tertius*

Otot ini adalah otot kecil yang berada pada lateral *m. extensor digitorum longus* yang memiliki origo pada *fibula* dan *membrane interossea* serta insersio pada *os metatarsal V*. Otot ini akan dipersarafi oleh *N. fibularis posterior* dan berfungsi sebagai pronasi dan dorsofleksi.<sup>3,12</sup>

f. *m. fibularis longus*

Otot ini terletak pada bagian lateral dari tungkai bawah yang memiliki origo pada *fibula* serta insersio pada *os metatarsal I*. Otot ini akan dipersarafi oleh *N. fibularis superficialis* dan memiliki fungsi sebagai abduksi, eversi, dan plantarfleksi.<sup>3,12</sup>

g. *m. fibularis brevis*

Otot ini terletak pada bagian posterior dari *m. fibularis longus* yang memiliki origo pada *fibula* dan insersio pada *tuberositas ossis metatarsal V*. Otot ini akan dipersarafi oleh *N. fibularis superficialis* yang memiliki fungsi sebagai abduksi, eversi, dan plantarfleksi.<sup>3,12</sup>

h. *m. gastrocnemius*

Otot ini adalah otot terluar dari bagian posterior pada tungkai bawah. Bentuk seperti tanduk dan dengan *m. soleus* akan membentuk *triceps surae*. Otot ini memiliki origo pada *condyles femoralis* dan insersio *tubercalcani* yang melalui tendo *Achilles*. Otot ini memiliki fungsi yaitu sebagai plantarfleksi.<sup>3,12</sup>

i. *m. soleus*

Otot ini terletak pada bagian dalam dari *m. gastrocnemius* yang memiliki origo pada *linea musculi solei tibia et fibula* dan insersio pada *tubercalcani*. Otot ini akan dipersarafi oleh *N. tibialis* yang memiliki fungsi sebagai penghambat dorsofleksi sehingga akan membentuk gerakan plantarfleksi.<sup>3,12</sup>

j. *m. flexor digitorum longus*

Otot ini memiliki origo pada *facies posterior tibia* dan *fascia cruris* lebar dalam serta insersio pada *phalanx distal digitorum II-V*. Otot ini akan dipersarafi oleh *N.tibialis* yang memiliki fungsi sebagai adduksi, inversi, dan plantarfleksi.<sup>3,12</sup>

k. *m. flexor hallucis longus*

Otot ini memiliki origo pada *facies posterior fibula*, *membrane interossea*, dan *fascia cruris* lebar dalam serta insersio pada *phalanx distal digiti I*. Otot ini akan dipersarafi oleh *N.tibialis* yang memiliki fungsi adduksi, inversi, dan plantarfleksi.<sup>3,12</sup>

1. Aspek Klinis Sendi Pergelangan Kaki

a. *Sprain*

*Sprain* pergelangan kaki adalah robeknya *ligamentum* sebagian atau seluruhnya yang terjadi di daerah pergelangan kaki yang diakibatkan karena *stress* yang berlebihan serta mendadak dan penggunaan yang berlebihan. Cedera ini biasanya dikarenakan inversi yang berlebihan pada kaki sehingga *ligamentum lateral* akan mengulur, robek dan bahkan sampai lepas dari perlekatannya pada tulang. *Sprain* yang terjadi di pergelangan kaki dapat mengenai *ligamentum talofibularis anterior*, *ligamentum talofibularis posterior*, *ligamentum calcaneofibularis*, dan *ligamentum talocalcaneare interosseum*.<sup>3</sup>

b. *Strain*

*Strain* adalah cedera otot, tendo, ataupun jaringan ikat yang menghubungkan otot dengan tulang yang dikarenakan trauma langsung ataupun trauma tidak langsung pada saat otot terulur dan berkontraksi secara mendadak. *Strain* yang akut dapat menyebabkan rasa nyeri, kehilangan kekuatan, *spasme* otot, dan keterbatasan gerak sendi, sedangkan *strain* kronis biasanya disebabkan karena terdapat tekanan yang berulang dan penggunaan yang berlebihan sehingga sering menimbulkan peradangan pada tendo (*tendonitis*).<sup>12,13</sup>

c. Fraktur

Fraktur adalah putusnya kontinuitas jaringan tulang atau tulang rawan yang dikarenakan trauma langsung seperti benturan dan trauma tidak langsung seperti jatuh dengan bertumpu pada satu anggota tubuh. Fraktur dapat dibagi menjadi dua yaitu fraktur terbuka yang jaringan tulangnya dapat tampak dari luar dan fraktur tertutup yang jaringan tulangnya tidak tampak dari luar. Apabila fraktur yang terjadi menyebabkan pergeseran antara tulang pembentuk sendi maka dapat disebut fraktur dislokasi.<sup>14</sup>

**B. Anatomi Arcus Pedis**

1. *Arcus Pedis*

*Arcus pedis* adalah bangunan bersegmen yang berfungsi sebagai gaya pegas, dimana akan berfungsi apabila dibangun dalam bentuk lengkungan. Secara anatomi kaki memiliki 3 *arcus pedis* yaitu *arcus longitudinalis medialis*, *arcus longitudinalis lateralis*, dan *arcus transversalis*.<sup>4</sup>

a. *Arcus longitudinalis medialis*

*Arcus longitudinalis medialis* dibentuk dari *calcaneus*, *talus*, *Os naviculare*, *Os cuneiforme mediale*, *Os cuneiforme intermedium*, *Os cuneiforme laterale*, dan ketiga *ossa metatarsalia* pertama. Puncak pada *arcus* ini adalah *talus* dan biasa disebut *keystone* atau pusat dari *arcus* ini. *Arcus* ini akan membentuk tepi medial kaki dan secara normal *arcus* ini tidak pernah sampai menyentuh tanah.<sup>4</sup> *Arcus longitudinalis medialis* didukung *ligamen spring*, *tibialis anterior*, *tibialis posterior*, *fleksor hallucis longus*, *fleksor digitorum brevis*, *peroneus longus*, *plantar aponeurosis*, dan *abduktor hallucis*.<sup>15</sup>

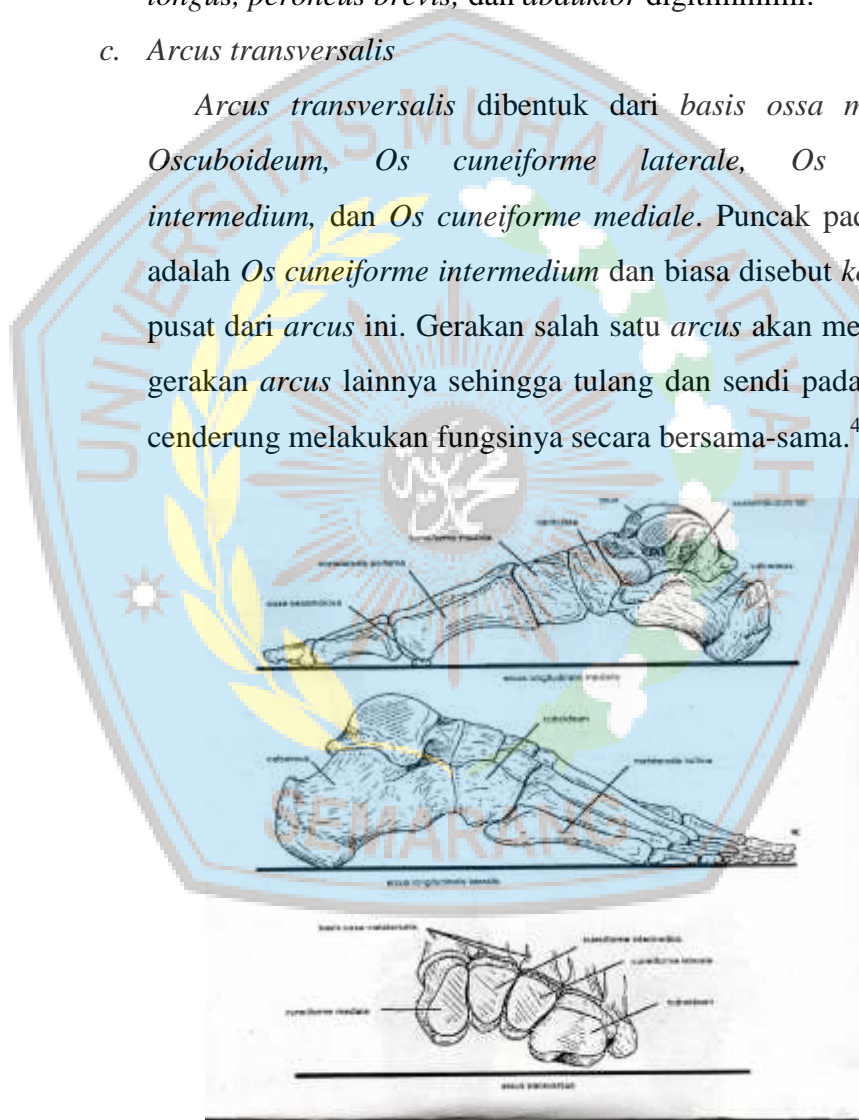
b. *Arcus longitudinalis lateralis*

*Arcus longitudinalis lateralis* dibentuk dari *calcaneus*, *cuboideum*, *Os metatarsale keempat*, dan *Os metatarsale kelima*. Puncak pada *arcus* ini adalah *cuboideum* dan biasa disebut

*keystone* atau pusat dari *arcus* ini. *Arcus* ini letaknya lebih rendah dibandingkan *arcus longitudinalis medialis* sehingga normalnya *arcus* ini dapat menyentuh tanah apabila dalam keadaan *weightbearing*/menumpu berat badan.<sup>4</sup> *Arcus longitudinalis lateralis* didukung ligamen *plantar*, *plantaraponeurosis*, *fleksor digiti minimi*, *fleksor digitorum brevis*, *peroneus tertius*, *peroneus longus*, *peroneus brevis*, dan *abduktor digiti minimi*.<sup>15</sup>

c. *Arcus transversalis*

*Arcus transversalis* dibentuk dari *basis ossa metatarsalia*, *Oscuboideum*, *Os cuneiforme laterale*, *Os cuneiforme intermedium*, dan *Os cuneiforme mediale*. Puncak pada *arcus* ini adalah *Os cuneiforme intermedium* dan biasa disebut *keystone* atau pusat dari *arcus* ini. Gerakan salah satu *arcus* akan mempengaruhi gerakan *arcus* lainnya sehingga tulang dan sendi pada pedis akan cenderung melakukan fungsinya secara bersama-sama.<sup>4</sup>



Gambar 2.3 Tulang-tulang yang menyusun arcus longitudinalis medialis, arcus longitudinalis lateralis, dan arcus transverses pedis dextra<sup>4</sup>



## 2. Aspek Klinis Arcus Pedis

### a. *Normal foot*

*Normal foot* adalah kondisi dimana kaki memiliki bentuk dan fungsi yang normal. Pada kaki yang normal terdapat suatu segmen tulang yang membentuk lengkungan yang disebut *arcus pedis*. Secara anatomis kaki memiliki tiga *Arcus pedis* yaitu *arcus longitudinalis medialis*, *arcus longitudinalis lateralis*, dan *arcus transversalis* yang akan membantu kaki dalam melakukan tugasnya sebagai gaya pegas. *arcus longitudinalis medialis* pada normalnya akan tetap tidak menyentuh tanah ketika *weightbearing* dan akan sangat terlihat ketika *non-weightbearing*, sedangkan untuk *arcus longitudinalis lateralis* pada normalnya akan menyentuh tanah ketika *weightbearing* dan dapat terlihat lengkungannya ketika *non-weightbearing*. *Normal foot* juga tidak terdapat *varus* dan *valgus* pada *calcaneus* serta tidak terdapat abduksi dan adduksi pada kaki bagian depannya.<sup>4</sup>

### b. *Flat foot*

*Flat foot/ pes planus* adalah kondisi dimana lengkung kaki menghilang yang ditandai dengan bentuk kaki yang rata. *Flat foot* dapat terlihat disaat kaki mendapatkan beban dari tubuh, sehingga pada beberapa *flat foot* masih tampak bentuk *arcus longitudinalis medialis* disaat kaki tidak diberikan beban. Pada *flat foot* terdapat tiga kerusakan dimensial, yaitu keadaan *valgus* pada *calcaneus*, kolapsnya bagian *arcus longitudinalis* dan abduksinya kaki bagian depan. Penyebab terjadinya *flat foot* ada beberapa yaitu:<sup>16</sup>

- 1) Kongenital, yang dikarenakan kelainan bawaan sejak lahir dan mungkin genetik.
- 2) Terdapat ruptur pada *tendon tibialis posterior*, yang biasanya disebabkan karena aktivitas yang berlebihan.
- 3) Kelemahan pada otot-otot kaki.

- 4) Post-trauma, seperti fraktur pada pergelangan kaki yang biasanya ada kegagalan dalam penyambungan.
- 5) Obesitas.
- 6) Penyakit neuropatik.
- 7) Penyakit neuromuskular.
- 8) Penyakit inflamasi.

c. *Cavus foot*

*Cavus foot/ pes cavus* adalah kondisi dimana lengkung kaki tampak berlebih yang ditandai dengan tidak menyentuhnya *arcus longitudinalis lateralis* ke tanah ketika diberi beban oleh tubuh, yang biasanya pada orang normal *arcus longitudinalis lateralis* tampak menyentuh tanah. Hal ini disebabkan karena terjadinya *varus* pada *calcaneus* dan adduksinya kaki bagian depan, sehingga *arcus pedis* tampak lebih tinggi. Penyebab *cavus foot* masih belum diketahui tetapi diduga terdapat faktor genetik yang mempengaruhinya.<sup>17</sup>

3. Penentuan Bentuk *Arcus Pedis*

a. Inspeksi (observasi)

Pada pemeriksaan ini dilakukan pengamatan *arcus pedis* atau lengkung kaki secara langsung, baik pada saat *non-weightbearing*/tidak menumpu berat badan maupun *weightbearing*/menumpu berat badan.<sup>16</sup>

b. Radiografi, MRI, CT scan, dan *bone scan*

Hasil dari pemeriksaan Radiografi, MRI, CT scan, dan *bone scan* akan Memberikan gambaran mengenai anatomi bentuk kaki serta akan membantu mendiagnosa kelainan pada pergelangan kaki dan kaki.<sup>16</sup>

c. *AHI (the arch height index)*

*AHI (the arch height index)* berguna untuk mengukur tinggi *arcus pedis* dengan menggunakan *handheld callipers*. *AHI* dihitung

dengan cara membagi ketinggian *dorsum pedis* (punggung kaki) dengan panjang kaki (jarak tumit ke kepala metatarsal pertama).<sup>16</sup>

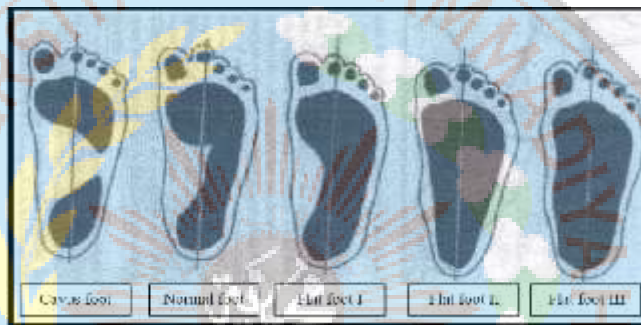
d. Pemeriksaan sidik tapak kaki (*footprint*)

Pemeriksaan sidik tapak kaki (*footprint*) dapat menentukan tinggi rendahnya *arcus longitudinal* dengan memperhatikan batas medial kaki. Pemeriksaan ini dapat dilakukan dengan menggunakan media tinta ataupun air biasa yang nantinya akan dicetak di selembar kertas dengan cara membasahi kaki dengan air atau tinta, lalu menapakkannya pada selembar kertas sehingga akan tercetak sidik tapak kaki. Aksis kaki didapat dengan cara menarik garis lurus dari pertengahan tumit sampai ke bagian tengah jari kedua, sehingga akan tercetak sidik tapak kaki. Aksis kaki didapat dengan cara menarik garis lurus dari pertengahan tumit sampai ke bagian tengah jari kedua.<sup>16</sup>



Gambar 2.3 Wet Foot Print Test<sup>18</sup>

Penilaian bentuk *arcus* pada sidik tapak kaki (*footprint*) yaitu dikatakan *flat foot* dengan derajat tiga apabila batas *medial konveks*, dikatakan *flat foot* derajat dua apabila batas medial menurut garis lurus (*rectilinier*), dikatakan *flat foot* derajat satu/*flat foot* ringan apabila lekukan batas medial berbentuk konkaf serta tidak melewati sumbu kaki, dikatakan kaki normal apabila bentuk gambaran tapak berkelanjutan dan lekukan batas medial konkaf ke arah lateral melewati sumbu kaki, dan dikatakan *Cavus foot* apabila bentuk gambaran tapaknya terputus pada sisi lateralnya.<sup>19,20</sup>



Gambar 2.4 Interpretasi footprint<sup>19</sup>

### C. Analisis Gerakan Berjalan, Berlari, dan Melompat

#### 1. Berjalan

Berjalan adalah gerakan yang timbul diakibatkan karena hilangnya keseimbangan dengan dua kaki dan digantikan dengan satu kaki dan dari satu kaki itu dilanjutkan dengan kaki yang lainnya serta diikuti oleh bidang tumpuan yang baru. Sehingga keseimbangan akan terjadi kembali. Dalam berjalan dapat dipengaruhi tiga kekuatan yaitu:<sup>9</sup>

- a. Kekuatan otot, yang berfungsi sebagai pemberi tekanan dan tahanan pada kaki.
- b. Kekuatan momentum, yang berfungsi untuk mempertahankan kekuatan yang tetap.

- c. Gaya berat, yang berfungsi sebagai usaha yang akan menarik tubuh untuk bergerak kedepan dan kebawah.

Selain tiga kekuatan yang dapat mempengaruhi dalam proses berjalan, terdapat hal lain yang dapat mempengaruhi proses berjalan yaitu pemindahan momentum ayunan lengan yang berfungsi sebagai pembantu keseimbangan saat berjalan.<sup>9</sup>

Berjalan dimulai dengan posisi berdiri yang dimana bidang tumpuannya berada pada dua kaki. Apabila kaki kanan akan dilangkahkan maka kaki kiri akan menjadi bidang tumpuan. Tungkai kanan selanjutnya akan didorong kearah depan oleh *m. iliopsoas*, *m. rectus femoralis* yang nantinya membentuk gerakan antefleksi tungkai kanan, sampai kaki kanan menapak tanah. Apabila panggul bagian kanan menurun maka akan ada kontraksi *m. gluteus minimus* dan *m. gluteus minimus* sebelah kiri untuk melawan dan nantinya secara bersamaan akan memutar panggul kanan kedepan dan membantu mengayunkan tungkai kanan maju serta memperbesar langkah. Gerakan ini akan membuat titik berat bergerak ke depan dan membuat badan hendak jatuh kedepan, bersamaan dengan proses ini terjadi pula gerakan plantarfleksi kaki kiri yang dilakukan oleh *m. triceps surae* dan *calcaneus* sehingga kaki kiri akan terangkat dari tanah. Selanjutnya tumit kaki kanan mengenai tanah dan akan menjadi pusat putaran kaki yang akan dimulai berturut-turut dari telapak kaki bagian lateral menuju ke distal sampai *ossis metatarsalis*.<sup>9</sup>

Kaki kiri akan melepas diri dari tanah yang nantinya secara bersamaan dengan dorsofleksi pada *articulatio metatarso phalangeales* meski jari-jari kaki masih kokoh dalam berpijak. Akhir gerakan berjalan garis berat *caput ossis metatarsalis* I kiri berpindah. Oleh sebab itu, tubuh akan jatuh kedepan dan secara bersamaan *calcaneus* kiri akan meninggalkan tanah. Akibatnya terus menurunnya

titik berat akan dapat dihindari, calcaneus kanan akan mengenai tanah dan kaki kanan akan mulai menampung berat badan.<sup>9</sup>

## 2. Berlari

Gerakan berlari pada dasarnya memiliki gerakan yang sama dengan gerakan berjalan. Perbedaan gerakan berlari dan gerakan berjalan yaitu terdapat gerakan yang lebih cepat pada gerakan berlari dibandingkan gerakan berjalan. Gerakan cepat pada berlari akan menyebabkan otot-otot *ekstensor* dari *articulatio coxae*, *articulatio genus*, *articulatio talocruralis* dan *flexor digitorum pedis* melakukan kontraksi yang cepat serta kekuatan yang besar pula. Secara umum pada gerakan berlari, badan memiliki inklinasi ke depan yang lebih besar dibandingkan dengan gerakan berjalan, gerakan rotasi pada pelvis dan columna vertebralis meningkat dan gerakan lengan menjadi lebih kuat dan lebih tinggi.<sup>9</sup>

## 3. Melompat

Lompat merupakan gerakan keatas dengan cara mengangkat seluruh tubuh ke atas dengan cara membawa titik berat badan setinggi mungkin ke titik tertinggi yang mampu dicapai.<sup>20</sup>

Terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi lompatan, yaitu:

### a. *Proprioseptif*

*Proprioseptif* adalah keseluruhan kesadaran terhadap posisi tubuh yang dirangsang oleh otak agar tubuh mampu dan siap untuk melakukan gerakan-gerakan yang dibutuhkan agar dapat bergerak dengan baik.<sup>21</sup>

b. Sistem *muskular*

Sistem *muskular* merupakan bagian penting dalam tubuh yang berguna sebagai alat gerak aktif dan berfungsi sebagai transportasi. Terdapat dua tipe serabut otot:<sup>22</sup>

- 1) Tipe I (*slow twitch*)/*red muscle*
- 2) Tipe II (*fast twitch*)/*white muscle*

c. Keseimbangan

Keseimbangan merupakan kemampuan tubuh untuk melakukan pengontrolan terhadap masa tubuh dan pengontrolan gravitasi terhadap bidang tumpu yang membuat tubuh mampu melakukan kegiatan dengan baik dan lebih efisien. Dalam mengontrol keseimbangan juga dipengaruhi dari sistem sensoris dan muskuloskeletal. Keseimbangan terbagi menjadi dua kelompok yaitu :<sup>23</sup>

- 1) keseimbangan statis : merupakan kemampuan tubuh dalam mempertahankan keseimbangan ketika dalam posisi tetap
  - 2) keseimbangan dinamis : merupakan kemampuan tubuh dalam mempertahankan keseimbangan ketika dalam keadaan bergerak
- Faktor-faktor yang mempengaruhi keseimbangan,

d. Pusat gravitasi

Pusat gravitasi merupakan pusat dari titik utama pada tubuh yang mampu mendistribusikan seluruh masa tubuh dengan merata yang akan berpindah-pindah pula mengikuti arah gerakan dan perubahan berat. Derajat stabilitas tubuh dapat dipengaruhi beberapa hal seperti ukuran dari bidang tumpu, jarak antara titik utama gravitasi dengan bidang tumpu, letak garis gravitasi, dan berat badan.<sup>23</sup>

e. Garis gravitasi

Garis gravitasi adalah garis imajinasi vertikal yang melalui pusat gravitasi.<sup>23</sup>

f. Bidang tumpu

Bidang tumpu adalah suatu bagian tubuh yang menopang tubuh dan berhubungan langsung dengan permukaan tumpuan. Untuk membentuk keseimbangan yang baik maka harus disertai bidang tumpu yang luas, karena bidang tumpu yang luas akan berpengaruh terhadap tingkat keseimbangan dari seseorang.<sup>23</sup>

g. Kecepatan Reaksi

Kecepatan reaksi adalah waktu yang dibutuhkan tubuh untuk merespon sesuatu dari rangsangan yang diterima.<sup>23</sup>

h. Koordinasi neuromuskular

Koordinasi neuromuskular adalah kemampuan tubuh untuk mengintegrasikan indera yang berfungsi mengetahui jarak pada posisi. Yang nantinya berfungsi untuk melakukan gerakan dan menentukan akurasi.<sup>24</sup>

i. Stabilisasi

Stabilisasi adalah kemampuan dari seseorang yang mampu mengendalikan posisi dan gerakan pada anggota tubuh.<sup>22</sup>

j. *Power*

*Power* adalah kekuatan dan kemampuan otot untuk berkontraksi. Dalam melakukan kontraksi yang baik maka otot harus memiliki kualitas *power* yang baik, apabila kualitas *power* yang dilakukan baik maka akan berpengaruh terhadap hasil yang dikeluarkan yaitu kekuatan dan kecepatan.<sup>22</sup>

k. Fleksibilitas

Fleksibilitas adalah kemampuan menggerakkan dengan bebas sendi-sendi dalam batas jangkauannya. Kerjasama antara sendi, tendon dan ligamentum akan membentuk kesatuan yang apabila semua dapat bergerak bebas maka akan sangat mempengaruhi seseorang dalam melompat.<sup>22</sup>



#### 4. Biomekanik melompat

Dalam melakukan lompatan seseorang perlu mengetahui fase-fase yang perlu dilakukan sebelum melompat, ini berfungsi untuk meningkatkan kemampuan seseorang dalam melompat. Apabila seseorang sudah memahami fase-fase dalam melakukan lompatan maka akan mengerti cara mengeluarkan kemampuan untuk mendapatkan titik tertinggi dalam melakukan lompatan. Dalam biomekanik lompatan terdiri beberapa fase yaitu:<sup>25</sup>

##### a. *Countermovement jump*

*Contermovement* adalah gerakan awal yang dilakukan untuk melakukan lompatan yang fase awalnya dari posisi tegak menjadi posisi semi jongkok. Untuk melakukan perubahan gerakan tersebut akan mempengaruhi posisi pergelangan kaki yang dimana posisi tegak akan membuat pergelangan kaki berada pada posisi netral dan semi jongkok akan membuat pergelangan kaki berada pada posisi plantar fleksi. Tujuan dari gerakan ini adalah membuat posisi tubuh menjadi benar saat akan melakukan fase selanjutnya yaitu *propulsion* dan menstimulasi otot yang akan mengalami pemendekan atau pemanjangan.<sup>25</sup>

Saat fase *contermovement* sedang terjadi, pada saat itulah terjadi juga gerakan sinergis pada otot-otot ekstensor *pedis*, pergelangan kaki, *genudanpelvis*. Saat otot-otot akan berkontraksi akan ada rangsangan dari otak untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan otot. Produksi kekuatan dan ketahanan otot ini dipengaruhi suatu pola gerak yaitu *stretch shorten cycle* yang merupakan pola gerak yang dapat mempengaruhi tingkat produksi kerja otot. Faktor yang mempengaruhi *stretch shorten cycle* adalah daya *recoil* dan *stretchreflex*. Daya *recoil* adalah kemampuan tubuh untuk kembali ke posisi awal. Pada saat posisi semi jongkok dalam melakukan fase *contermovement* akan dibutuhkan tenaga dan kekuatan otot ekstensor yang akan membuat otot fleksornya

terjadi pelenturan. Otot ekstensor akan membuat *recoil myofibril* dan *fascia* dari otot-otot tersebut sehingga akan terjadi peningkatan *tonus* otot yang nantinya akan mempengaruhi peningkatan kekuatan dan ketahanan otot. Selain digunakan pada fase *contovement* daya *recoil* juga digunakan pada fase *landing*.<sup>25</sup>

b. *Propulsion*

*Propulsion* adalah fase setelah dilakukannya fase *contermovement*. Fase ini akan membuat perubahan dari gerakan semi jongkok menuju fase *flight* yang akan membuat pergelangan kaki berubah posisi dari *plantar fleksi* menjadi posisi normal kembali. Kemampuan dari otot *gastrocnemius* dan *quadriceps* yang apabila berkontaksi dengan cepat dan saling bekerja sama untuk menggerakkan lutut ke arah ekstensi dan pergelangan kaki ke posisi normalnya akan memberikan *power* dan daya ledak yang maksimal. Kaki bagian bawah akan memberikan tekanan yang besar pada bidang tumpu lompatan yang nantinya tubuh dapat terdorong menuju ke arah atas dan dapat melawan gaya gravitasi yang ada. Pada fase ini terdapat otot-otot yang berfungsi sebagai *stabilisator* tubuh sehingga akan mempengaruhi posisi tubuh agar dapat berada pada garis lurus dan sejajar pada bidang vertikal.<sup>25</sup>

Pada fase ini juga terdapat salah satu bagian yang berpengaruh dalam pencapaian tinggi maksimal dari lompat tinggi yaitu tangan. bagian tangan ini mempengaruhi 10% samapai 20% pencapaian lompatan. Dan gerakan yang harus dilakukan yaitu mengayunkan tangan dari belakang bawah menuju arah depan atas dan cara mengayunkannya harus dengan kecepatan maksimum dan saat lepas landas/*take off* posisi tangan sebaiknya dekat dengan tubuh. Gerakan ini akan mempengaruhi pusat momentum dan tekanan bidang tumpu sehingga akan membantu dalam melawan gaya gravitasi.<sup>25</sup>

c. *Flight*

*Flight* adalah fase dimana tubuh melayang melawan gravitasi dengan posisi sendi panggul dan lutut ekstensi. Pada fase ini akan terjadi peningkatan ketegangan otot dan motor recruitment pada otot tungkai dan dibutuhkannya tingkat stabilisasi dan daya tahan yang tinggi agar dapat mempertahankan posisi tubuh saat melayang.<sup>25</sup>

d. *Landing*

*Landing* adalah fase dimana bagian tubuh mendarat kembali ke bidang tumpu awal dan posisi pada fase ini berubah dari ekstensi menjadi semi jongkok kembali. Pada fase landing dibutuhkan kembali kemampuan otot untuk melakukan kontraksi secara eksentrik agar dapat mempertahankan tubuh dalam proses penurunan kecepatan dan mempertahankan keseimbangan saat kaki mulai menumpu kembali ke bidang tumpu. Kontraksi eksentrik ini juga berpengaruh sebagai peredam tekanan dan penahan saat tubuh pada posisi semi jongkok dan kemudian kembali ke posisi berdiri semula.<sup>25</sup>

5. Pengukuran lompatan

*Vertical jump* adalah gerakan meloncat keatas dengan setinggi-tingginya yang berfokus pada kekuatan otot tungkai agar dapat mencapai ketinggian maksimal.<sup>26</sup>

a. Sikap permulaan

- 1) Ujung jari peserta dioleskan serbuk kapur.
- 2) Peserta berdiri sejajar dan tegak di dekat dinding, kaki dirapatkan dan papan skala berada pada sisi sebelah kanan/ kiri peserta. Angkat tangan lurus keatas yang berada di dekat dinding, telapak tangan ditempelkan pada papan skala sehingga terdapat bekas jari yang terbentuk setelah di beri serbuk kapur pada papan skala (raihan tegak).

b. Gerakan

- 1) Peserta mengambil awalan dengan sikap jongkok dengan menekukkan kedua kaki dan kedua lengan diayunkan ke belakang. Kemudian peserta meloncat setinggi-tingginya dan menepuk papan skala dengan tangan yang telah diberi serbuk kapur sehingga menimbulkan bekas (raihan lompatan).
- 2) Lakukan tes ini sebanyak tiga (3) kali



Gambar 2.5 Vertical jumping test<sup>26</sup>

c. Pencatatan hasil

- 1) Selisih raihan lompatan dikurangi raihan tegak .
- 2) Ketiga selisih hasil tes dicatat.
- 3) Masukkan hasil selisih yang paling besar

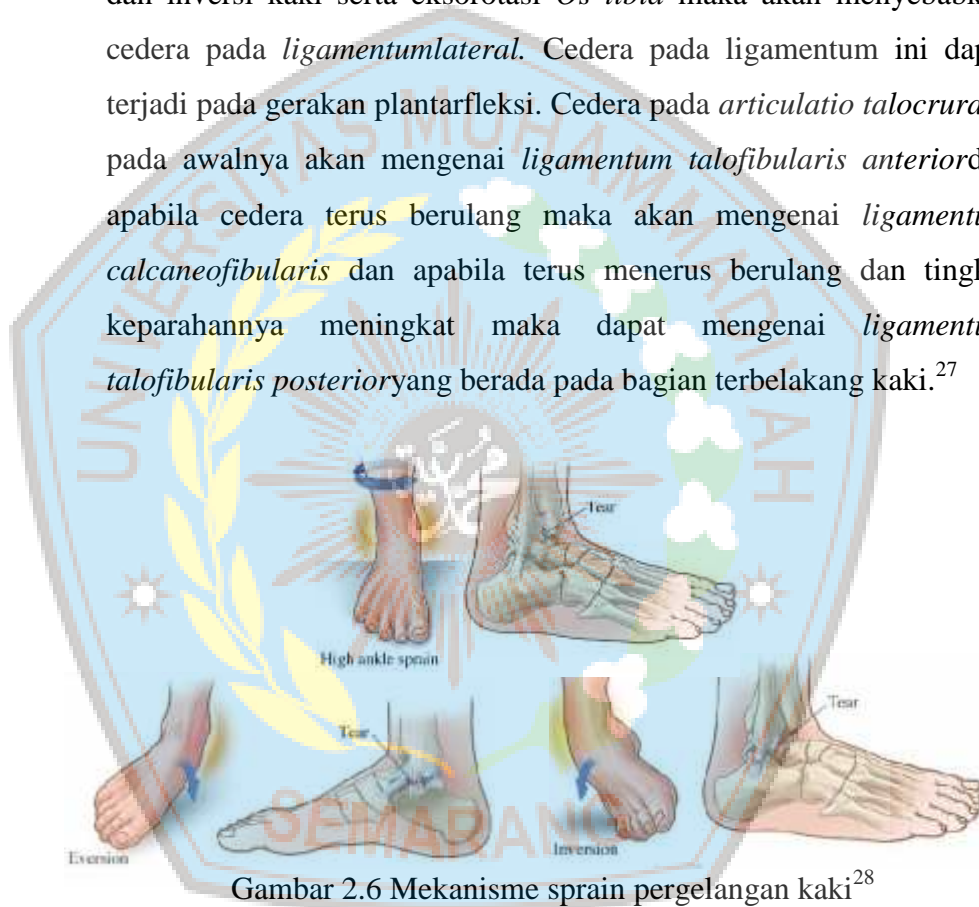
Tabel 2.1 Kategori Vertical Jumping Test<sup>26</sup>

Kategori	Putra	Putri
Sangat baik	>72	>49
Baik	60-72	39-49
Sedang	50-59	31-38
Kurang	39-49	23-30
Sangat kurang	<39	<23

## D. Sprain Pergelangan Kaki pada Pemain Bulutangkis

### 1. Mekanisme Sprain Pergelangan Kaki

Mekanisme *sprain* pergelangan kaki diawali dengan gerakan melompat dan mendarat dengan posisi kaki inversi, supinasi, endorotasi dan plantarfleksi. Pada posisi ini *articulatio talocruralis* berada pada posisi yang tidak stabil. Pada saat terjadi gerakan supinasi dan inversi kaki serta eksorotasi *Os tibia* maka akan menyebabkan cedera pada *ligamentumlateral*. Cedera pada ligamentum ini dapat terjadi pada gerakan plantarfleksi. Cedera pada *articulatio talocruralis* pada awalnya akan mengenai *ligamentum talofibularis anteriordan* apabila cedera terus berulang maka akan mengenai *ligamentum calcaneofibularis* dan apabila terus menerus berulang dan tingkat keparahannya meningkat maka dapat mengenai *ligamentum talofibularis posterioryang* berada pada bagian terbelakang kaki.<sup>27</sup>



Gambar 2.6 Mekanisme sprain pergelangan kaki<sup>28</sup>

### 2. Manifestasi Klinis

Pada diagnosis cedera *ligamentum* atau *sprain* pergelangan kaki dapat ditemukan adanya nyeri saat melakukan gerakan inversio, pembengkakan pada sisi lateral persendian, dan memar. Cedera *sprain* pada pergelangan kaki dapat dikategorikan menjadi 3 derajat yaitu:<sup>29</sup>

#### a. Derajat I/ Ringan

- 1) Tidak ada *instabilitas* postural.

- 2) Kekakuan karena proses inflamasi minimal.
- 3) Gangguan fungsi minimal.
- 4) Cedera *ligamentum* hanya terlihat pada pemeriksaan mikroskopik.

b. Derajat II/ Sedang

- 1) Ketidakmampuan menyelesaikan *test stabilitas postural*.
- 2) Pembengkakan dan kekakuan sedang.
- 3) Gangguan sedang pada pergerakan sendi.
- 4) Cedera dapat terlihat secara makroskopik namun *ligamentum* masih menyatu.

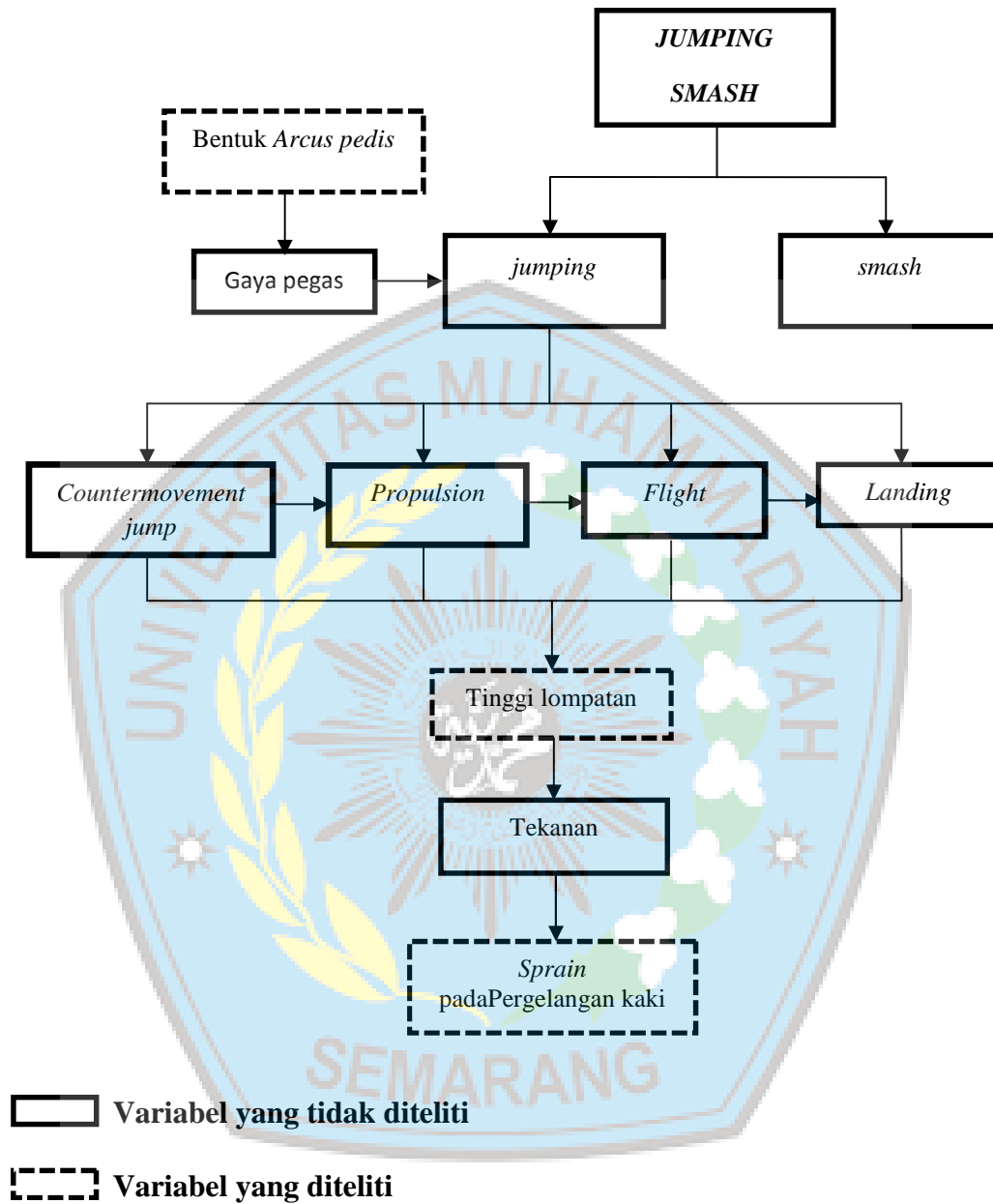
c. Derajat III/ Berat

- 1) Ketidakstabilan postural sejak awal tes.
- 2) Pembengkakan hebat, kekakuan serta perdarahan.
- 3) Terputusnya *ligamentum*.

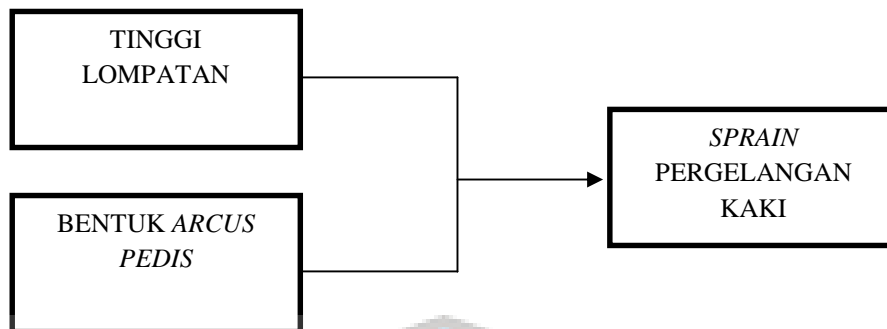


Gambar 2.7 Derajat sprain pergelangan kaki<sup>28</sup>

## E. Kerangka Teori



## F. Kerangka Konsep



## G. Hipotesis

1. Ada hubungan tinggi lompatan dengan kejadian *sprain* pergelangan kaki pada atlet bulutangkis yang melakukan *jumping smash*.
2. Ada hubungan bentuk *arcus pedis* dengan kejadian *sprain* pergelangan kaki pada atlet bulutangkis yang melakukan *jumping smash*.
3. Ada hubungan tinggi lompatan dengan bentuk *arcus pedis* pada atlet bulutangkis yang melakukan *jumping smash*.