

**SKRIPSI**

**PENGARUH *PLYOMETRIC EXERCISE* TERHADAP  
TINGGI ARKUS PEDIS DAN TINGKAT *AGILITY*  
PADA ATLET BASKET PUTRI**

**Disusun dan diajukan oleh**

**RANDI RIMPUNG  
C041 171 307**



**PROGRAM STUDI FISIOTERAPI  
FAKULTAS KEPERAWATAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**SKRIPSI**

**PENGARUH *PLYOMETRIC EXERCISE* TERHADAP  
TINGGI ARKUS PEDIS DAN TINGKAT *AGILITY*  
PADA ATLET BASKET PUTRI**

**Disusun dan diajukan oleh**

**RANDI RIMPUNG  
C041171307**

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Fisioterapi



**PROGRAM STUDI FISIOTERAPI  
FAKULTAS KEPERAWATAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**PENGARUH *PLYOMETRIC EXERCISE* TERHADAP  
TINGGI ARKUS PEDIS DAN TINGKAT *AGILITY*  
PADA ATLET BASKET PUTRI**

Disusun dan diajukan oleh

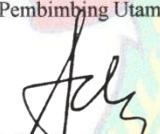
**RANDI RIMPUNG**  
C041 171 307

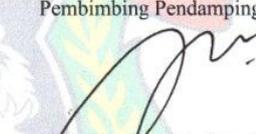
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Fisioterapi Fakultas  
Keperawatan Universitas Hasanuddin pada tanggal 8 Juni 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pembimbing Utama

Menyetujui,

Pembimbing Pendamping

  
Adi Ahmad Gondo, S.Ft., Physio, M.Kes.  
NIDK. 8883020016

  
Immanuel Maulang, S.Ft., Physio, Sp.OR  
NIDK. 8845610016

  
Mengetahui,  
Ketua Program Studi S1 Fisioterapi  
Fakultas Keperawatan  
Universitas Hasanuddin

Andi Besse Ahsaniyah, S.Ft., Physio., M.Kes  
NIP. 19901002 201803 2 001

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Randi Rimpung

NIM : C041 17 1307

Program Studi : Fisioterapi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“Pengaruh *Plyometric Exercise* terhadap Tinggi Arkus Pedis dan Tingkat *Agility* Pada Atlet Basket Putri”.

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar - benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 15 Mei 2021

Yang Menyatakan



Randi Rimpung

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih karunia dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh *Plyometric Exercise* terhadap Tinggi Arkus Pedis dan Tingkat *Agility* pada Atlet Basket Putri”.

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi salah satu syarat dalam mencapai gelar Sarjana Fisioterapi di Universitas Hasanuddin. Selama penelitian dan penyusunan, seringkali penulis dihadapkan oleh hambatan dan kesulitan namun atas dukungan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua serta saudara penulis yang tiada hentinya memanjatkan doa, motivasi, semangat, serta bantuan moril maupun materil. Tanpa bantuannya penulis tidak akan sampai pada tahap ini.
2. Ketua Program Studi Fisioterapi Fakultas Keperawatan Universitas Hasanuddin, Andi Besse Ahsaniyah, S. Ft., Physio, M.Kes, serta segenap dosen-dosen dan karyawan yang telah mendidik, memberikan nasihat dan bantuan dalam proses perkuliahan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
3. Dosen pembimbing skripsi, bapak Adi Ahmad Gondo, S.Ft., Physio, M.Kes dan bapak Immanuel Maulang, S.Ft., Physio, Sp.OR yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing, memberikan arahan dan nasihat kepada penulis selama penyusunan skripsi, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Dosen penguji skripsi ibu Melda Putri, S.Ft, Physio, M.Kes dan bapak Dr. Nukhrawi Nawir, M.Kes yang telah memberikan masukan, kritik dan saran yang membangun untuk kebaikan penulis dan perbaikan skripsi ini.
5. Bapak Ahmad Fatahillah selaku staff tata usaha yang telah membantu penulis dalam hal administrasi selama penyusunan dan proses penyelesaian skripsi ini.

6. Kepala dan pengurus Yayasan *Flying Wheel* Makassar serta pelatih tim basket putri PON Sulsel kak Edy dan Kak Obet dan juga teman-teman atlet basket putri PON Sulsel yang telah mengizinkan, menerima dengan baik dan sangat membantu dalam pelaksanaan penelitian penulis. Semoga apa yang didapatkan selama penelitian dapat bermanfaat.
7. Teman se-pohon Irma Rizky dan Uli Astuti yang telah berjuang bersama dari awal penentuan judul, pengerjaan proposal, sampai dalam proses penyusunan skripsi ini.
8. Saudara-saudaraku dari PMK FK FKG Unhas yang selalu ada memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
9. Saudara-saudara angkatanku SOL17ARIUS yang selalu menjadi teman seperjuangan selama perkuliahan sampai penyelesaian skripsi ini.
10. Berbagai pihak yang berperan dalam proses penyelesaian skripsi yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberkati penulis dan semua pihak yang telah membantu dalam menyusun skripsi ini. Penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya apabila ada kesalahan dan hal yang kurang berkenan di hati. Penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan kemampuan dari penulis. Untuk itu, diharapkan saran dan kritikan yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dalam pengembangan ilmu pengetahuan secara khususnya bagi ilmu Fisioterapi. Amin

Makassar, 15 Mei 2021



Randi Rimpung

## ABSTRAK

Nama : Randi Rimpung  
Program Studi : Fisioterapi  
Judul Skripsi : Pengaruh *Plyometric Exercise* terhadap Tinggi Arkus Pedis dan Tingkat *Agility* pada Atlet Basket Putri

*Agility* menggambarkan kemampuan untuk mengubah posisi tubuh dan arah gerakan dengan cepat dan tepat tanpa kehilangan keseimbangan. *Agility* sangat dipengaruhi oleh komponen struktur ekstremitas inferior terutama pada struktur arkus pedis yang merupakan kelengkungan pada telapak kaki yang berperan dalam mengontrol keseimbangan dengan membagi rata beban tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *plyometric exercise* terhadap perubahan tinggi arkus pedis dan tingkat *agility* pada atlet basket putri. Penelitian ini menggunakan metode *quasi eksperimental* dengan jenis rancangan penelitian *one group pre test-post test time series design*. Teknik pengambilan sampel yaitu *purposive sampling* dengan jumlah sampel sebanyak 13 orang yang telah mengikuti program *plyometric exercise* selama 6 minggu (18 kali latihan) dengan intensitas 3 kali seminggu. Pengambilan data primer berupa tinggi arkus pedis menggunakan alat ukur *Arch Height Index (AHI)* dan *Illinois Agility Test* untuk mengukur tingkat *agility*. Hasil penelitian menggunakan uji normalitas *Shapiro Wilk* diperoleh sebaran data normal ( $p > 0,05$ ). Hasil uji *Repeated Measured Anova* diperoleh nilai  $p = 0,001$  ( $p < 0,05$ ) pada AHI dextra, nilai  $p = 0,004$  ( $p < 0,05$ ) pada AHI sinistra, dan nilai  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$ ) pada tingkat *agility* yang berarti adanya pengaruh *plyometric exercise* terhadap perubahan tinggi arkus pedis dan tingkat *agility* pada atlet basket putri. Hasil uji korelasi *pearson* menunjukkan tidak terdapat hubungan bermakna antara tingkat *agility* dan tinggi arkus pedis pada atlet basket putri dengan nilai  $p = 0,035$  ( $p > 0,05$ ) pada AHI sinistra dan  $p = 0,115$  ( $p > 0,05$ ) pada AHI dextra.

Kata Kunci : *Plyometric exercise*, tinggi arkus pedis, *agility*, atlet basket

## ABSTRACT

*Name : Randi Rimpung*

*Study Program : Physiotherapy*

*Title : Effects of Plyometric Exercise on Arch Height and Agility Levels in Female Basketball Athletes*

*Agility is the ability to change body position and direction of movement quickly and precisely without losing balance. Agility is strongly influenced by the structural components of the inferior limb, especially the pedic arch which is a curvature of the soles of the feet that plays a role in controlling balance by distributing body weight equally. This study aims to determine the effect of plyometric exercise on changes in the height of the pedic arch and the level of agility in female basketball athletes. This study used a quasi-experimental method with the type of research design one group pre-test-post-test time series design. The sampling technique was purposive sampling with a total sample of 13 people who had participated in the plyometric exercise program for 6 weeks (18 exercises) with an intensity of 3 times a week. Primary data were collected in the form of the height of the pedic arch using the Arch Height Index (AHI) and Illionus Agility Test to measure the level of agility. The results of this study using the Shapiro Wilk normality test obtained normal data distribution ( $p > 0.05$ ). The results of the Repeated Measured Anova test showed that the value of  $p = 0.001$  ( $p < 0.05$ ) on the AHI dextra, the value of  $p = 0.004$  ( $p < 0.05$ ) on the left AHI, and the value of  $p = 0.000$  ( $p < 0.05$ ) at the agility, which means there is an effect of plyometric exercise on changes in the height of the pedic arch and the level of agility in female basketball athletes. The results of the Pearson correlation test showed that there is no significant relationship between the level of agility and height of the arch pedis in female basketball athletes with a value of  $p = 0.035$  ( $p > 0.05$ ) on the left AHI and  $p = 0.115$  ( $p > 0.05$ ) on the AHI dextra.*

*Keywords: plyometric exercise, arch height, agility, basketball athletes*

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN .....	2
1.1. Latar Belakang.....	2
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	5
1.3.1. Tujuan Umum.....	5
1.3.2. Tujuan Khusus .....	5
Penelitian ini juga bertujuan untuk: .....	5
1.4. Manfaat Penelitian .....	5
1.4.1. Bidang Ilmiah .....	5
1.4.2. Bidang Aplikatif.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Tinjauan Umum tentang Tinggi Arkus .....	6
2.1.1. Definisi .....	6
2.1.2. Pengukuran Tinggi Arkus.....	9
2.2. Tinjauan Umum tentang <i>Agility</i> .....	10
2.2.1. Definisi .....	10
2.2.2. Fungsi <i>Agility</i> .....	12
2.2.3. Faktor yang Mempengaruhi <i>Agility</i> .....	13
2.2.4. Pengukuran <i>Agility</i> .....	15

2.3.	Tinjauan Umum tentang <i>Plyometric Exercise</i> .....	16
2.3.1.	Definisi .....	16
2.3.2.	Fisiologi <i>Plyometric Exercise</i> .....	20
2.3.3.	Jenis Latihan <i>Plyometric Exercise</i> .....	25
2.4.	Tinjauan Hubungan antara <i>Plyometric Exercise</i> dengan <i>Agility</i> .....	29
2.5.	Tinjauan Hubungan antara <i>Plyometric Exercise</i> dengan Tinggi Arkus Pedis .....	31
2.6.	Kerangka Teori .....	34
BAB III. KERANGKA KONSEP .....		35
3.1.	Kerangka Konsep .....	35
3.2.	Hipotesis .....	36
BAB IV. METODE PENELITIAN .....		37
4.1.	Desain Penelitian .....	37
4.2.	Tempat dan Waktu Penelitian .....	38
4.2.1.	Tempat Penelitian .....	38
4.3.	Populasi dan Sampel .....	38
4.3.1.	Populasi .....	38
4.4.	Alur Penelitian .....	40
4.5.	Variabel Penelitian .....	41
4.5.1.	Identifikasi Variabel .....	41
4.6.	Prosedur Penelitian .....	43
4.6.1.	Tahap persiapan .....	43
4.7.	Rencana Pengolahan dan Analisis Data .....	47
4.8.	Masalah Etika .....	47
BAB V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		49
5.1.	Hasil Penelitian .....	49
5.2.	Pembahasan .....	61
5.3.	Keterbatasan Penelitian .....	71
BAB VI. PENUTUP .....		72
6.1.	Kesimpulan .....	72
6.2.	Saran .....	72
DAFTAR PUSTAKA .....		73
LAMPIRAN .....		79

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Interpretasi AHI .....	41
Tabel 4.2. Parameter Tingkat <i>Agility</i> .....	42
Tabel 4.3. Dosis Latihan <i>Skipping</i> .....	42
Tabel 4.4. Dosis Latihan <i>Lateral Hop</i> .....	42
Tabel 5.1. Karakteristik Responden Penelitian Berdasarkan Usia .....	49
Tabel 5.2. Karakteristik Tinggi Arkus Pedis Berdasarkan AHI .....	50
Tabel 5.3. Distribusi Perubahan <i>Agility</i> .....	52
Tabel 5.4. Hasil Analisis Data Pre Test dan Post Test Tinggi Arkus Pedis .....	53
Tabel 5.5. Hasil Analisis Data Pre Test dan Post Test Tingkat <i>Agility</i> .....	58
Tabel 5.6. Hasil Analisis Korelasi Data Tinggi Arkus Pedis dan Tingkat <i>Agility</i> .....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Arkus medial, lateral, dan transversal .....	7
Gambar 2.2. Otot Intrinsik pada arkus pedis .....	8
Gambar 2.3. Pengukuran <i>Arch height index</i> (AHI) .....	9
Gambar 2.4. Komponen <i>agility</i> .....	11
Gambar 2.5. Skema <i>illinois agility test</i> .....	16
Gambar 2.6. Skema SSC .....	21
Gambar 2.7. <i>Muscle spindle</i> .....	24
Gambar 2.8. Inervasi GTO dan <i>Muscle spindle</i> .....	24
Gambar 2.9. <i>Skipping exercise</i> .....	26
Gambar 2.10. <i>Squat jump exercise</i> .....	27
Gambar 2.11. <i>Lateral hop exercise</i> .....	28
Gambar 2.12. Kerangka teori .....	34
Gambar 3.1. Kerangka konsep .....	35
Gambar 4.1. Alur penelitian .....	40
Gambar 4.2. Pengukuran AHI .....	44
Gambar 4.3. Skema <i>illinois agility test</i> .....	45
Gambar 5.1. Grafik Perubahan Tinggi Arkus Pedis pada AHI Sinistra .....	55
Gambar 5.2. Grafik Perubahan Tinggi Arkus Pedis pada AHI Dextra .....	57
Gambar 5.3. Grafik Perubahan Tingkat <i>Agility</i> .....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

1. <i>Informed Consent</i> .....	79
2. Lampiran 2. Surat Izin Penelitian .....	81
3. Lampiran 3. Surat Telah Menyelesaikan Penelitian .....	83
4. Lampiran 4. Surat Keterangan Lolos Kaji Etik .....	85
5. Lampiran 5. <i>Tools</i> .....	86
6. Lampiran 6. Hasil Olah Data Statistik .....	88
7. Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian .....	99
8. Lampiran 8. Draft Artikel Penelitian .....	101
9. Lampiran 9. Riwayat Hidup Peneliti.....	109

## DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

<b>Lambang / Singkatan</b>	<b>Arti dan Keterangan</b>
AHI	<i>Arch Height Index</i>
COD	<i>Change of Direction</i>
ALM	<i>Arkus Longitudinal Medialis</i>
ALL	<i>Arkus Longitudinal Lateralis</i>
SSC	<i>Stretch-shortening Cycle</i>
SEC	<i>Series Elastic Componen</i>
ST	<i>Slow Twitch</i>
FT	<i>Fast Twitch</i>
GTO	<i>Golgy Tendon Organ</i>
IAT	<i>Illinois Agility Test</i>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Bola basket merupakan salah satu olahraga yang paling populer di dunia dan banyak digemari di Indonesia. Olahraga ini dimainkan oleh lima pemain utama yang mempunyai peran masing-masing di lapangan (Arisetiawan et al., 2020). Atlet basket dituntut untuk selalu bergerak di kedua sisi lapangan untuk menyerang dengan memasukkan bola ke keranjang sebanyak-banyaknya dan harus siap untuk kembali bertahan dengan mencegah lawan mencetak poin (Wanena, 2018).

Menurut Mentari (2016), *agility* merupakan keterampilan yang penting untuk menunjang performa atlet basket. Atlet basket membutuhkan kemampuan dalam hal kecepatan, kekuatan, koordinasi, keseimbangan, dan fleksibilitas yang merupakan komponen *agility* itu sendiri. Teknik-teknik dalam bola basket seperti *shooting*, *dribbling*, *defend* dan *pivot* membutuhkan *agility* yang baik untuk memaksimalkan penerapannya. *Agility* yang baik memungkinkan seseorang untuk mengubah satu posisi yang berbeda dalam kecepatan tinggi dengan koordinasi yang baik (Sajoto, 1995:9 dalam Mentari, 2016). *Agility* dalam bola basket menggambarkan kemampuan pemain untuk mengubah posisi tubuh dan arah gerakan dengan cepat dan tepat tanpa kehilangan keseimbangan. Penelitian menunjukkan bahwa sepanjang durasi permainan basket berlangsung intensitas gerakan merubah arah (*change of direction*) akan sering dilakukan oleh atlet basket yaitu sekitar 50-60 kali (Bird, 2011). Saat tim dalam posisi menyerang pemain basket perlu bergerak dengan cepat dan selalu berubah arah dalam mencari posisi, menghindari lawan saat menguasai bola, atau mengejar dan menjaga lawan sewaktu bertahan. Tingkat *agility* sangat penting untuk memaksimalkan penerapan teknik dan performa atlet basket di dalam lapangan (Prihanto & Wismanadi, 2016).

Menurut Young et al. (2015), *agility* sangat dipengaruhi oleh komponen struktur ekstremitas inferior terutama pada struktur pedis yang berperan sebagai penopang tubuh dalam bergerak dan berlari. Arkus pada pedis berpengaruh dengan kemampuan *agility*. Dalam bola basket, struktur dan fungsi pedis memainkan peran penting hubungannya dengan *agility* untuk bergerak dengan cepat, melompat, dan berubah arah (*change of direction*). Adanya bentuk arkus berperan penting dalam menerima gaya pegas dan membantu mengontrol keseimbangan dengan membagi rata beban tubuh (Bazipoor et al., 2017).

Cedera olahraga basket dapat terjadi akibat ketidakseimbangan antara beban kerja dengan kemampuan fungsional yang dipengaruhi oleh kondisi struktur tubuh terutama ekstremitas inferior. Berdasarkan hasil penelitian, cedera yang paling sering dialami oleh atlet basket terjadi pada ekstremitas inferior dengan *regio ankle* dan *knee* memiliki prevalensi yang tinggi. Data epidemiologi dari 12.960 cedera pada atlet basket, tercatat 63,7% cedera pada ekstremitas inferior dengan 2.832 (21,9%) cedera pada *regio ankle* dan 2.305 (17,8%) pada *regio knee* (Andreoli et al., 2018). Telah dijelaskan sebelumnya bahwa dalam hal kemampuan fungsional, teknik dan gerakan dalam bola basket membutuhkan *agility*. Kemampuan *agility* yang baik menggambarkan kekuatan komponen *neuromuscular*, tendon dan sendi-sendi besar terutama pada ekstremitas inferior. Hal ini penting untuk meningkatkan *body control* melalui gerakan mekanik yang benar sehingga membantu atlet basket untuk terhindar dari jatuh dan cedera saat melakukan berbagai gerakan eksplosif dan berubah arah saat bermain. Selain kemampuan fungsional berupa *agility*, kondisi struktur ekstremitas inferior berupa arkus pada pedis berpengaruh pada biomekanik dan kerja struktur tubuh yang berkaitan. Bila tinggi arkus pedis tidak normal seperti bentuk yang semakin datar dan menyentuh lantai dapat menyebabkan *foot allignment* pada *ankle* maupun *knee*. Hal tersebut dapat menimbulkan pergeseran *center of gravity* dan *muscle imbalance* berupa pembebanan otot-otot di daerah tertentu untuk bekerja lebih keras dalam mempertahankan posisi tubuh yang berpotensi menyebabkan cedera (Larasati, 2016).

Untuk itu, perlu adanya strategi pencegahan berupa tindakan preventif yang baik untuk mencegah terjadinya cedera pada atlet basket. Latihan yang tepat dan sesuai dapat diberikan dalam mengembangkan kemampuan fungsional dan memperhatikan kondisi struktur yang saling berkaitan. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa perubahan tinggi arkus pedis dapat dilakukan dengan latihan penguatan pada otot pedis (Nurjanati, 2018). Salah satu latihan yang efektif digunakan dalam mengembangkan kemampuan fisik dan penguatan otot secara maksimal adalah *plyometric exercise*. *Plyometric exercise* merupakan latihan yang terdiri dari peregangan otot yang cepat (aksi eksentrik) kemudian segera diikuti dengan aksi konsentris otot dengan komponen jaringan ikat yang sama (Kryeziu et al., 2019). Para peneliti telah menunjukkan bahwa *plyometric exercise* dapat meningkatkan kekuatan, kecepatan, dan *agility* (Miller et al., 2002; Khelifa et al., 2010; Latorre Roman et al., 2017; Kryeziu et al., 2019). *Plyometric exercise* mengerahkan kekuatan otot maksimum dalam interval waktu yang singkat, dengan tujuan untuk meningkatkan kecepatan, kekuatan dan daya ledak otot. Kekuatan otot intrinsik dan ekstrinsik pada pedis akan berdampak pada perubahan bentuk arkus pedis (Ariani et al., 2014 dan Sahabuddin, 2016). *Plyometric exercise* merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kekuatan pada otot-otot intrinsik dan ekstrinsik pada pedis untuk membentuk arkus pedis menjadi normal. Penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa *eccentric* dan *concentric strenghtening exercise* dapat meningkatkan kekuatan otot intrinsik pedis yang berperan dalam menopang tinggi arkus (Safutri, 2019 dan Hermilasari, 2019). *Stretch-shorten cycle* pada *plyometric exercise* dapat melatih kekuatan otot secara *eccentric* dan *concentric*. Penguatan yang diberikan akan memperkuat kontraksi yang terjadi sehingga bentuk arkus pedis menjadi normal (Kim et al, 2016).

*Plyometric exercise* yang didesain untuk penguatan pada otot ekstremitas bawah dengan menggunakan gerakan *squat* dan gerakan lompatan dan berjinjit dapat mengoptimalkan latihan penguatan otot intrinsik dan ekstrinsik pedis (Gunarto et al., 2019). *Plyometric exercise* juga dapat didesain dengan mencakup latihan penguatan, *stopping*, dan gerakan mengubah arah secara eksplosif yang sangat baik dalam pengembangan *agility* untuk atlet basket (Craig, 2004;

Michael et al., 2006 dalam Kryeziu et al., 2019). Untuk itu, dalam upaya peningkatan *agility* pada pemain basket perlu adanya inovasi latihan untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal yang tentunya menggunakan prinsip yang sama. Salah satunya dengan *plyometric exercise* yang dapat melatih kemampuan otot untuk meningkatkan *agility* dan bentuk arkus pedis atlet basket yang telah dijelaskan sebelumnya memiliki keterkaitan yang erat satu sama lain.

Studi pendahuluan telah dilakukan peneliti pada atlet basket putri PON Sulsel di *Flying Wheel* Makassar. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan oleh peneliti melalui pengukuran tingkat *agility* sebanyak 85,71% memiliki tingkat *agility* kategori rata-rata (*average*), dengan tingkat kategori baik (*good*) dan sangat baik (*excellent*) masing-masing hanya sebesar 7,14 %. Adapun hasil pemeriksaan tinggi arkus pedis melalui *arch height index* (AHI) didapatkan 92% memiliki tinggi arkus pedis  $\leq 0.365$  yang merupakan kategori *low arch*. Berdasarkan hal tersebut, menjadi acuan bagi peneliti dalam memberikan *plyometric exercise* terhadap tinggi arkus pedis dan tingkat *agility* pada atlet basket putri PON Sulsel di *Flying Wheel* Makassar.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut memberikan landasan bagi penulis untuk meneliti “Pengaruh *Plyometric Exercise* terhadap Tinggi Arkus Pedis dan Tingkat *Agility* pada Atlet Basket Putri” dan dapat dikemukakan rumusan masalah yaitu:

1. Apakah ada perbedaan tinggi arkus pedis antara sebelum dengan sesudah diberikan *plyometric exercise* pada atlet basket putri?
2. Apakah ada perbedaan tingkat *agility* antara sebelum dengan sesudah diberikan *plyometric exercise* pada atlet basket putri?
3. Apakah ada hubungan tinggi arkus dan tingkat *agility* pada atlet basket putri?

### 1.3. Tujuan Penelitian

#### 1.3.1. Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *plyometric exercise* terhadap perubahan tinggi arkus pedis dan tingkat *agility* pada atlet basket putri.

#### 1.3.2. Tujuan Khusus

Penelitian ini juga bertujuan untuk:

- a. Telah diketahui adanya perbedaan tinggi arkus antara sebelum dengan sesudah diberikan *plyometric exercise* pada atlet basket putri
- b. Telah diketahui adanya perbedaan tingkat *agility* antara sebelum dengan sesudah diberikan *plyometric exercise* pada atlet basket putri
- c. Telah diketahui tidak adanya hubungan tinggi arkus dan tingkat *agility* pada atlet basket putri.

### 1.4. Manfaat Penelitian

#### 1.4.1. Bidang Ilmiah

- a. Sebagai sumber informasi bagi pembaca mengenai pengaruh *plyometric exercise* terhadap tinggi arkus pedis dan tingkat *agility* pada atlet basket putri.
- b. Dapat menjadi bahan acuan dan pembanding bagi penelitian selanjutnya yang serupa dan lebih mendalam.

#### 1.4.2. Bidang Aplikatif

- a. Memberikan wawasan mengenai bentuk-bentuk *plyometric exercise* seperti *skipping exercise*, *squat jump exercise* dan *lateral hop exercise* yang dapat mempengaruhi tinggi arkus pedis dan tingkat *agility* pada atlet basket putri.
- b. Menjadi sebuah pengalaman berharga bagi peneliti dalam mengembangkan dan membagi pengetahuan dan keterampilan praktis lapangan di bidang kesehatan sesuai dengan kaidah ilmiah yang didapatkan dari materi kuliah.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

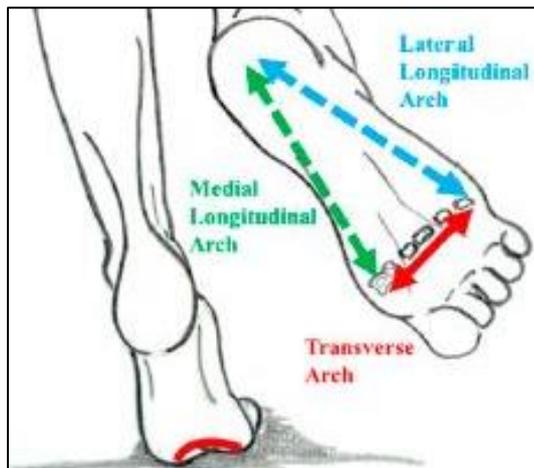
#### 2.1. Tinjauan Umum tentang Tinggi Arkus

##### 2.1.1. Definisi

Salah satu bagian yang sangat berpengaruh pada struktur muskuloskeletal ekstremitas inferior adalah arkus pedis. Arkus pedis merupakan kelengkungan pada telapak kaki dan menjadi salah satu ciri khas pada tubuh manusia yang jarang ditemukan di makhluk hidup yang lain (Irawan, 2020). Arkus pedis secara normal terbentuk sejak usia lima tahun pertama dengan rentang usia dua sampai enam tahun (Karandagh, 2015 dalam Putri et al., 2019). Menurut Chougala et al. (2015), secara struktural arkus pedis memberikan tiga gambaran bentuk kaki yang disebut *foot type* yaitu *arch normal* (*normal foot*), *high* (*arch foot*), dan *low* (*flat foot*). Berdasarkan struktur tulang penyusun dan letaknya, arkus pedis manusia terbagi menjadi tiga jenis yaitu arkus medial, lateral, dan transversal. Arkus medial dan lateral membentuk kelengkungan terhadap bidang pijakan secara longitudinal sehingga disebut *arkus longitudinal medialis* (ALM) dan *arkus longitudinal lateralis* (ALL). Adapun arkus transversal membentuk kelengkungan secara transversal sehingga secara umum arkus pedis memiliki dua kelengkungan yaitu secara longitudinal dan secara transversal (Snell, 2012).

Basis utama terbentuknya arkus pedis berasal dari tulang dengan ligamen, tendon, dan otot sebagai kekuatan yang menopang dan menjaga stabilitasnya (Irawan, 2020). *Arkus longitudinal medialis* terbentuk dari tulang *calcaneus*, *talus*, *navicular*, tiga tulang *cuineiform* dan tiga tulang *metatarsal* yaitu pertama, kedua dan ketiga. *Arkus longitudinal lateralis* terbentuk dari *calcaneus*, *cuboid*, dan dua *metatarsal lateral* yaitu keempat dan kelima. Jika dilakukan inspeksi dan palpasi, *arkus longitudinal medialis* terlihat lebih tinggi dari bidang pijakan kaki dibandingkan dengan *arkus longitudinal lateralis* karena orientasi komponen

pembentuk kerangka arkus lateral lebih rendah dari arkus medial. Adapun arkus transversal melintas dari medial pedis ke sisi lateral tepatnya pada bagian *tarsometatarsal*. Arkus transversal terbentuk dari tiga tulang *cuneiform* dan *cuboid* di bagian proksimal dan basis dari lima tulang *metatarsal* di bagian distalnya (Snell, 2012).



**Gambar 2.1. Arkus medial, lateral, dan transversal**  
(Sumber: Zeidan, 2019)

Secara fungsional, arkus pedis yang terdiri dari arkus transversal, ALM dan ALL berfungsi sebagai satu kesatuan yang memainkan peran penting dalam mendistribusikan beban dan tekanan tubuh ke bagian pedis secara merata selama berdiri dan bergerak (Witari, 2018). Ketiga arkus ini bekerja sama dalam merespon beban yang ditumpangkan pada kaki saat berjalan dan sebagai *shock absorptions* untuk menyerap gaya reaksi kejutan. Berdasarkan penelitian sebelumnya, jika arkus pedis tidak normal maka akan berpengaruh pada kemampuan biomekanik pada kaki sebagai stabilisator statis dan dinamis serta dalam menyerap beban tubuh (Zeidan, 2019). Ketiga struktur arkus pedis dapat mengatur keseimbangan energi mekanik yang terjadi saat kaki menerima beban tubuh seperti saat berjalan dan berlari (Nakayama, 2018).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa otot intrinsik dan ekstrinsik berhubungan dengan bentuk arkus pada pedis (Sahabuddin, 2016). Angin (2014) dalam Nakayama et al., (2018) menunjukkan bahwa orang yang memiliki *arkus longitudinal medialis* yang normal memiliki *fleksor digitorum longus* (FDB) dan

*fleksor halusis longus* (FDL) yang lebih besar dan kuat. Selain itu, otot intrinsik pedis seperti *abduktor hallucis* (ABH), *fleksor halusis brevis* (FHB), dan *interosaeus* memiliki kapasitas untuk mendukung *arkus longitudinalis medialis* dengan berkontribusi pada stabilisasi arkus medial selama gerakan propulsi.



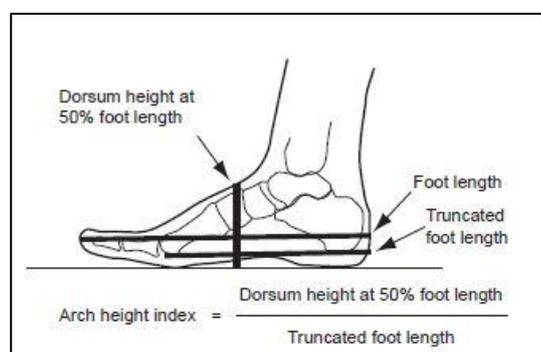
**Gambar 2.2. Otot Intrinsik pada arkus pedis**  
(Sumber: Nakayama et al. 2018)

Arkus pedis merupakan salah satu bagian yang berperan penting dalam fungsi biomekanik pada ekstremitas inferior sebagai basis tubuh untuk menjaga stabilitas dan keseimbangan dalam bola basket saat berdiri, berlari, dan melompat dengan mendistribusikan beban secara merata. Adanya bentuk arkus berperan penting dalam menerima gaya pegas dan membantu mengontrol keseimbangan saat berdiri dan bergerak dengan membagi rata beban tubuh (Bazipoor et al., 2017). Hal ini penting untuk meningkatkan *body control* melalui gerakan mekanik yang benar sehingga membantu atlet basket untuk terhindar dari jatuh dan cedera saat melakukan berbagai gerakan *eksplosif* dan berubah arah dengan cepat. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa arkus pedis terutama pada bagian *arkus longitudinalis medialis* berhubungan dengan cedera pada ekstremitas inferior yang disebabkan karena adanya kelemahan struktur otot penyokong seperti otot-otot intrinsik pedis (Sahabuddin, 2016). Kondisi struktur tubuh berupa arkus pedis yang tidak normal tentu akan berpengaruh pada biomekanik dan struktur tubuh yang berkaitan. Bila arkus pedis tidak normal dalam hal ini semakin datar dan menyentuh lantai dapat menyebabkan terjadinya *foot allignment* pada *ankle* maupun *knee* (Larasati, 2016). Hal tersebut dapat menimbulkan pergeseran *center of gravity* dan *muscle imbalance* berupa pembebanan otot-otot di daerah tertentu untuk bekerja lebih keras dalam mempertahankan posisi tubuh dan merupakan potensi besar menimbulkan cedera. Beberapa penyebab umum cedera pada cabang olahraga bola basket dapat terjadi karena kondisi fisik yang buruk,

koordinasi gerakan yang salah, *malalignment* atau kelainan struktur serta *overuse*. Bola basket merupakan *body contact sport* dengan berbagai gerakan yang kompleks meliputi lompatan, berbagai gerakan eksplosif dan berubah arah yang dapat menyebabkan terjadinya cedera muskuloskeletal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cedera sering dialami oleh atlet basket terutama pada ekstremitas inferior dengan *regio ankle* dan *knee* memiliki prevalensi yang tinggi. Data epidemiologi dari 12.960 cedera pada atlet basket, tercatat 63,7% cedera pada ekstremitas inferior dengan 2.832 (21,9%) cedera pada *regio ankle* dan 2.305 (17,8%) pada *regio knee* (Andreoli et al., 2018).

### 2.1.2. Pengukuran Tinggi Arkus

Menurut Drefus (2017), tidak ada standar emas dalam mengategorikan tipe struktur kaki atau *foot type*. *Foot type* merupakan konsep klinis yang bertujuan untuk menyederhanakan kompleksitas anatomi kaki manusia. Namun, salah satu standar yang tepat untuk mengategorikan *foot type* seseorang dengan menggunakan pengukuran *arch heigh index* (AHI) untuk menentukan arkus tinggi, normal atau rendah. AHI digunakan untuk mengukur *arkus longitudinal medialis* yang pertama-tama dikembangkan oleh Williams dan McClay dengan menggunakan *handheld callipers*. AHI dihitung dengan membagi *arch height* atau ketinggian dorsum pedis dengan *truncated foot length* atau panjang pedis. *Arch height* diperoleh dari 50% total *foot length* yang diukur dari titik paling posterior pada *calcaneus* ke bagian ujung distal jari yang paling panjang, sedangkan *truncated foot length* diukur dari titik paling posterior pada *calcaneus* ke bagian *metatarsophalangeal joint* pertama (Butler, 2008).



**Gambar 2.3. Pengukuran Arch height index (AHI)**  
(Sumber: Butler dalam Miller et al. 2014)

AHI telah digunakan oleh sejumlah peneliti untuk mengukur secara objektif tinggi arkus pedis baik saat duduk dan berdiri untuk mengetahui fleksibilitas lengkungan telapak kaki pada orang dewasa (Drefus, 2017). AHI juga dapat digunakan untuk memeriksa struktur kaki dari waktu ke waktu, menghubungkan struktur kaki dengan fungsinya, dan berfungsi sebagai pengukuran hasil klinis demi kepentingan penelitian intervensi pengobatan. Pengukuran AHI telah diuji oleh banyak ahli dengan [ICC] = 0,86-0,99 dan dinilai baik mampu membedakan *foot type* atau struktur kaki pada populasi orang dewasa. Interpretasi AHI yaitu  $\leq 0.365$  merupakan kategori *low (planus)*,  $0.365 \leq$  AHI  $\leq 0.39$  merupakan kategori normal (*rectus*), dan  $> 0.39$  merupakan kategori *height* (Drefus et al., 2017).

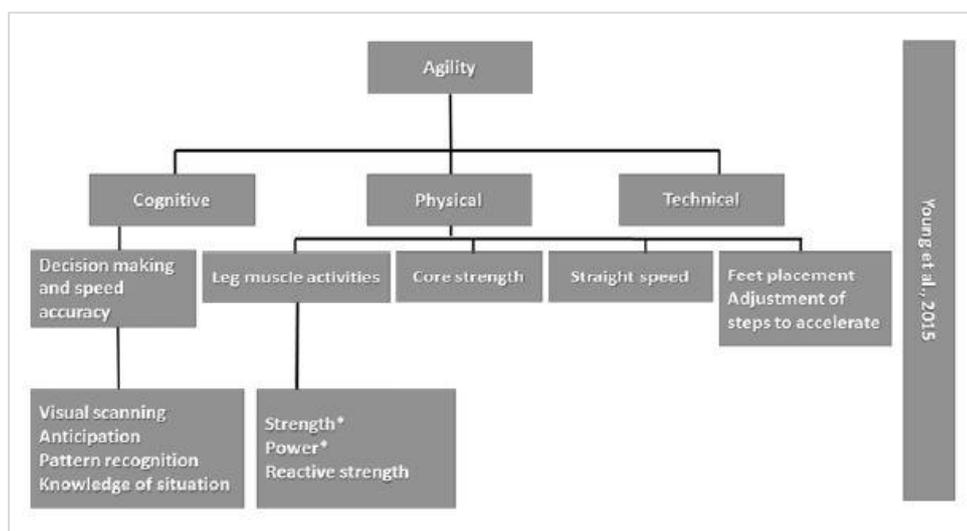
## **2.2. Tinjauan Umum tentang Agility**

### **2.2.1. Definisi**

*Agility* secara klasik didefinisikan sebagai kemampuan gerakan tubuh untuk mengubah arah dan posisi dengan cepat dan akurat (Bloomfield, Ackland, & Elliot, 1994; Clarke, 1959; Mathews, 1973 dalam Sheppard, 2006). Lebih dari 30 tahun yang lalu, *agility* didefinisikan sebagai kualitas kompleks yang mengandung ketidakpastian temporal atau berhubungan dengan waktu dan spasial atau berkenaan dengan ruang dan tempat (Chelladurai, 1976 dalam Zouhal, 2019). Semakin berkembang, para peneliti mendefinisikan *agility* dengan menambahkan dua komponen utama kecepatan dalam berubah arah dan faktor persepsi dan pengambilan keputusan (*decision making*). Secara komprehensif, *agility* mencakup arti sebagai komponen kondisi fisik berupa kekuatan dan adaptasi, proses kognitif (*motor learning*) dan keterampilan (biomekanik). Bertahun-tahun selanjutnya, *agility* didefinisikan dengan mengandung komponen kecepatan sebagai laju perubahan posisi terhadap waktu dan kecepatan reaksi (*reaction time*) sebagai waktu minimum untuk memberikan respon bagi stimulus (Enoka, 2002 dalam Sheppard, 2006). Dalam perkembangan terkini, *agility* didefinisikan sebagai perubahan arah secara cepat (*change of direction*) sebagai respon terhadap rangsangan dalam berolahraga. Dapat disimpulkan bahwa, *agility* adalah kemampuan tubuh untuk berubah arah atau posisi secara cepat dan tepat sebagai

respon terhadap suatu stimulus yang di dalamnya mencakup kemampuan persepsi dan pengambilan keputusan (Sheppard 2006, Young et al., 2012, Chaabene et al., 2018 dalam Zouhal, 2019).

*Agility* memiliki komponen biomotor yaitu kekuatan, kecepatan, keseimbangan, kemampuan untuk beradaptasi dan bereaksi terhadap stimulus (Plisk, 2008 dalam Sabin, 2016). Koordinasi gerakan juga merupakan komponen keterampilan penting dalam *agility*, selain itu terdapat juga *dynamic balance*, mobilitas sendi, dan biomekanikal struktur (Sporis 2010 dalam Sabin, 2016). *Agility* membutuhkan perubahan arah gerakan (*change of direction*) dibanding kecepatan atau *speed* yang bergerak dalam satu garis lurus. Di dalamnya, *agility* mengandung percepatan atau *acceleration* dan perlambatan atau *deceleration* yang berperan dalam perubahan arah gerakan. *Agility* tidak hanya terbatas pada kemampuan untuk berubah arah namun juga terkait dengan kemampuan seperti persepsi dan pengambilan keputusan atau *decision making* (Gamble, 2013 dalam Sabin, 2016).



**Gambar 2.4. Komponen *agility***  
(Sumber: Hojka et al., 2016)

### 2.2.2. Fungsi *Agility*

*Agility* berkaitan dengan gerak tubuh yang melibatkan ekstremitas inferior serta perubahan-perubahan yang cepat dari posisi badan. *Agility* sebagai salah satu bentuk kemampuan dasar biomotorik yang diperlukan dalam setiap cabang olahraga. *Agility* yang baik memungkinkan seseorang untuk mengubah satu posisi yang berbeda dalam kecepatan tinggi dengan koordinasi yang baik (Sajoto, 1995:9 dalam Mentari, 2016). *Agility* berkaitan erat dengan tingkat kecepatan, fleksibilitas, dan keseimbangan. Penelitian sebelumnya telah membahas bahwa *agility* sangat berkaitan dengan kekuatan dimana untuk meningkatkan *agility* maka perlu mengembangkan kekuatan otot ekstremitas inferior (Mardhika, 2017).

*Agility* menggambarkan kemampuan untuk mengubah posisi tubuh dan arah gerakan dengan cepat dan tepat tanpa kehilangan keseimbangan. Menurut Mentari (2016), *agility* merupakan keterampilan yang penting untuk menunjang performa atlet basket. Bola basket membutuhkan kemampuan dalam hal kecepatan, kekuatan, koordinasi, keseimbangan, dan fleksibilitas yang merupakan komponen *agility* itu sendiri. Bola basket adalah olahraga yang dimainkan dengan cepat karena terbatas dengan waktu dan tidak dimainkan dalam satu garis lurus saja. Atlet basket dituntut untuk selalu bergerak di kedua sisi lapangan untuk menyerang dengan memasukkan bola ke keranjang sebanyak-banyaknya dan harus siap untuk kembali bertahan dengan mencegah lawan mencetak poin (Wanena, 2018). Saat tim dalam posisi menyerang pemain basket perlu bergerak dengan cepat dan berubah arah untuk mencari posisi, menghindari lawan saat menguasai bola, atau mengejar dan menjaga lawan sewaktu bertahan (Prihanto & Wismanadi, 2016). Kemampuan *agility* yang baik akan membantu tim basket untuk lebih unggul dalam berbagai situasi baik saat bertahan maupun menyerang.

*Agility* sangat penting dalam melakukan gerakan berubah arah dengan cepat (*change of direction*) untuk menerapkan teknik dasar bola basket seperti *dribbling*, *pivot*, *lay-up shoot*, mencari posisi atau ruang yang tepat untuk melakukan *screen*, serta mengejar maupun menghindari lawan saat berusaha mempertahankan bola dengan tetap stabil tanpa mengalami jatuh. Penelitian menunjukkan bahwa sepanjang durasi permainan basket berlangsung, intensitas

gerakan merubah arah (*change of direction*) akan sering dilakukan oleh atlet basket yaitu sekitar 50-60 kali (Bird, 2011). *Agility* juga penting dalam mengurangi *reaction time* yaitu mengurangi waktu dalam langkah kaki yang diterapkan dalam teknik *lay-up*. *Lay-up* merupakan teknik dalam bola basket untuk memasukkan bola ke keranjang sambil melompat yang diawali dengan menerobos pertahanan lawan untuk mendekatkan bola dengan keranjang. Melakukan *lay-up* memerlukan *timing* langkah kaki yang tepat dan juga *change of direction* untuk menghindari gerakan lawan dan menambah akselerasi saat langkah terakhir *dribble* dengan tujuan mendekatkan dan memasukkan bola ke dalam keranjang. Oleh karena itu, tingkat *agility* sangat penting untuk memaksimalkan penerapan teknik dan performa atlet basket di dalam lapangan.

### 2.2.3. Faktor yang Mempengaruhi *Agility*

Menurut Marino (2012) dalam Rahman (2016), *agility* dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu *somatotype*, usia, jenis kelamin, berat badan, dan kelelahan.

#### a. *Somatotype*

*Somatotype* merupakan bentuk klasifikasi manusia berdasarkan bentuk dan fisiologis tubuh yang dibagi menjadi tiga tipe yaitu *ectomorph*, *endomorph*, dan *mesomorph*. *Endomorph* bercirikan bentuk tubuh bulat dengan massa lemak tinggi, kepala besar dan bulat, tulang-tulang pendek, leher pendek, konsentrasi lemak tinggi pada perut dan dada, bahu sempit, tangan pendek, pantat besar, serta tungkai dan pinggang lebar. *Mesomorph* memiliki bentuk tubuh persegi, massa otot lebih tinggi, tulang-tulang besar, lengan umumnya *massif*, dan relatif mempunyai pinggang yang langsing serta bahu yang lebar. Adapun *ectomorph* pada umumnya memiliki bentuk tubuh langsing, tubuh kecil, tulang kecil dengan otot-otot yang tipis, lengan dan tungkai relatif panjang, perut dan tulang belakang rata, dada relatif tajam dan naik, bahu sempit, dan jalur otot tidak terlihat (Heath & Carter, 2002 dalam Anggitasari, 2019). Berdasarkan faktor *somatotype*, *mesomorph* memiliki kecenderungan *agility* yang paling baik karena memiliki massa otot yang baik dan berat badan yang ideal

dibandingkan dengan *ectomorph* dan *endomorph*. Adapun *endomorph* memiliki kecenderungan *agility* yang kurang akibat bentuk tubuh yang lebih besar dengan massa tubuh yang tinggi. Berdasarkan penelitian sebelumnya, tipe *ectomorph* dan *mesomorph* merupakan tipe yang memiliki *agility* lebih tinggi dibanding *endomorph* (Anggitasari, 2019).

b. Usia

*Agility* dipengaruhi oleh faktor usia yang berhubungan dengan perkembangan motorik berupa *neuromuscular*. *Agility* akan cenderung mengalami peningkatan sampai umur 12 tahun dimana dalam tahap ini terjadi proses *motor learning* dan pengembangan otot yang efektif. *Agility* cenderung tidak meningkat pada periode usia dalam fase pertumbuhan cepat (*rapid growth*), bahkan menurun. Namun, setelah melewati fase tersebut, *agility* akan mengalami peningkatan lagi sampai usia matang atau dewasa, dan kemudian menurun lagi menuju usia lanjut akibat proses degeneratif otot dan saraf.

c. Jenis kelamin

Sebelum memasuki masa pubertas, perbedaan *agility* antara laki-laki dan wanita tidak jauh berbeda. Penelitian yang dilakukan oleh McKenzie et al. dalam Yanci (2014) tidak memperoleh perbedaan yang signifikan terkait perbedaan *agility* antara wanita dan laki-laki pada usia lima sampai enam tahun. Setelah memasuki umur pubertas akan terlihat perbedaan *agility* yang lebih mencolok. Laki-laki memiliki kecenderungan *agility* yang lebih baik dibandingkan dengan wanita. Hal ini karena laki-laki umumnya akan memiliki perkembangan kinerja motorik dan massa dan kekuatan otot yang lebih besar dibandingkan dengan wanita. Penelitian yang dilakukan oleh Seculic et al. (2013) menegaskan bahwa laki-laki memiliki tingkat *agility* yang lebih baik dibandingkan perempuan karena dipengaruhi oleh komponen kekuatan kecepatan dan keseimbangan yang lebih baik.

d. Berat badan

Massa tubuh yang tinggi tentu akan menghambat dan mengurangi kecepatan tubuh. Dalam hal berat badan akibat massa lemak tentunya akan membutuhkan usaha dan gaya yang tidak sedikit oleh otot sebagai alat gerak aktif, sehingga secara langsung akan mengurangi *agility*. Massa tubuh yang tinggi menunjukkan kebutuhan energi yang lebih besar pada sistem aerobik untuk melakukan gerakan dan dapat menyebabkan kelelahan lebih cepat (Penggali et al., 2016).

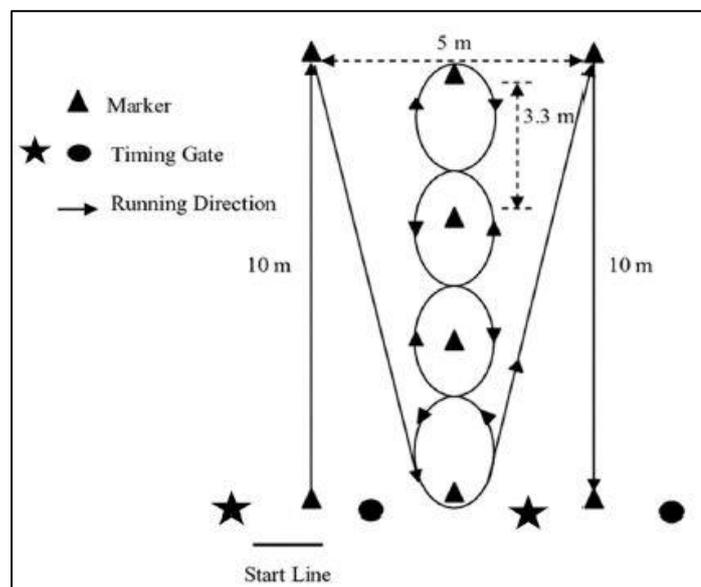
e. Kelelahan

Kelelahan dapat mempengaruhi sistem kerja *neuromuscular* sehingga dapat menurunkan koordinasi dan keseimbangan. Kelelahan dapat terjadi akibat aktivitas terus menerus yang secara fisiologis menyebabkan penimbunan asam laktat pada jaringan otot, menimbulkan nyeri maupun pegal, sehingga menurunkan kemampuan otot untuk berkontraksi. Untuk itu, penting dalam memelihara daya tahan *cardiovascular* dan *muscle endurance* karena kelelahan dengan proses pemulihan tubuh yang lambat dapat menurunkan performa atlet (Penggali et al, 2016).

#### 2.2.4. Pengukuran *Agility*

Salah satu tes yang telah diuji validitasnya dan sering digunakan dalam mengukur tingkat *agility* adalah *illinois agility test*. *Illinois agility test* (IAT) merupakan instrumen pengukuran *agility* dengan memperhatikan kemampuan untuk berakselerasi, gerakan berubah arah, dan berlari dengan cepat dari berbagai sudut. Seperti pernyataan Little (2005) dalam Bilge (2020), bahwa dalam mengevaluasi tingkat *agility* perlu mempertimbangkan beberapa komponen penting yaitu perubahan arah gerakan yang cepat, kordinasi serta gerakan percepatan dan perlambatan yang melibatkan perubahan arah. *Illinois agility test* terdiri dari lintasan yang memiliki panjang 10m dengan lebar 5m. Terdapat empat kerucut digunakan untuk menandai bagian *start*, *finish* dan dua titik balik. Empat kerucut lainnya ditempatkan di tengah dengan jarak yang sama. Setiap kerucut di tengah diberi jarak 3,3m. Peserta tes diinstruksikan untuk berlari secepat mungkin

untuk melintasi jalur diantara kerucut yang ditempatkan. Posisi awal peserta berbaring dalam posisi tengkurap dengan dagu menyentuh permukaan garis start (Vescovi & Mcguigan, 2007 dalam Homoud, 2015). Atas perintah peneliti untuk memulai, *stopwatch* dimulai untuk mencatat waktu dan secara segera peserta bangun dan berlari mengelilingi lintasan ke arah yang ditunjukkan sambil mencoba menghindari kontak dengan kerucut yang ditempatkan. Peserta berlari menuju kerucut tengah garis *start*, melakukan gerakan *zig-zag* melalui kerucut ke bawah dan ke atas, kemudian peserta berlari ke kerucut akhir di sisi jauh dan berakhir di garis *finish*. Saat melewati garis *finish*, *stopwatch* dihentikan. Waktu kemudian dicatat dalam hitungan detik (Homoud, 2015).



**Gambar 2.5. Skema *illinois agility test***  
(Sumber : Lockie & Dawes, 2019)

## 2.3. Tinjauan Umum tentang *Plyometric Exercise*

### 2.3.1. Definisi

Kata "*plyometrics*" berasal dari bahasa Yunani "*pleythyein*" yang artinya meningkatkan. Konsep *plyometric exercise* telah ada sejak beberapa dekade lalu yang digunakan dalam latihan atlet di Rusia dan Eropa timur yang pada saat itu disebut sebagai *shock training* atau *jump training* (Chu, 1989 dalam Davies, 2015). Meskipun *plyometric exercise* telah digunakan di negara-negara timur,

namun latihan ini telah menjadi perhatian di negara-negara bagian barat sejak tahun 1970-an. Penemu *plyometric exercise* adalah seorang ilmuwan Rusia bernama Dr. Yuri Verkhoshansky yang awalnya mengembangkan sistem latihan yang disebut *jump training* dengan menggunakan lompatan berulang untuk meningkatkan kecepatan dan daya ledak atlet di Rusia kala itu. Dr. Yuri Verkhoshansky kemudian mempublikasikan hasil studinya tentang bentuk baru pelatihan pada tahun 1964. Dua tahun kemudian, beliau memasukkan latihan tersebut ke dalam penelitian ilmiah yang membahas terkait penggunaan energi kinetik untuk meningkatkan *strenght* yang diadaptasi lebih lanjut untuk power tubuh bagian atas. Dr. Yuri Verkhoshansky menamai penemuan ini sebagai *shock method* (Verkhoshansky, 2012 dalam Patel, 2014).

Istilah *plyometric* pertama kali digunakan pada tahun 1975 oleh mantan pelatih lari wanita di Universitas Purdue Amerika bernama Fred Wilt setelah melakukan studi ekstensif tentang metode pelatihan Dr. Verkhoshansky. Fred mengambil kata pliometrik tersebut dari kata Latin "pilo" dan "metrik". Dimana "pilo" artinya meningkatkan dan metrik artinya mengukur. Berdasarkan definisi tersebut tujuan dari *plyometric* adalah untuk meningkatkan pengukuran. Pengukuran yang dimaksud adalah performa olahraga yang ditunjukkan dalam pengujian atau kompetisi seperti lari, melempar, tinggi lompatan, dan kecepatan (Davies, 2015). Sekitar tahun 1980 *Plyometric exercise* telah menjadi jenis latihan yang penting untuk dilakukan dalam program atletik. Hingga pada awal tahun 1990-an, George Davies dan Kevin memperkenalkan konsep *plyometrics exercise* ke dalam bentuk latihan rehabilitasi (Verkhoshansky, 2012 dalam Patel, 2014).

*Plyometric exercise* adalah bentuk latihan dengan mengerahkan kekuatan otot maksimum dalam interval waktu yang singkat dengan tujuan untuk meningkatkan kecepatan dan daya ledak otot. *Plyometric exercise* juga disebut sebagai *stretch shortening drills*, *stretch strengthening drills*, atau *reactive neuromuscular training* (Kissner, 1993 dalam Patel, 2014). *Plyometric exercise* terdiri dari aksi eksentrik atau peregangan otot yang cepat kemudian segera diikuti dengan aksi konsentris otot (Bompa, 1993; Baechlet et al., 2000 dalam Kryeziu et

al., 2019). *Plyometric exercise* menerapkan prinsip *stretch-shorthening cycle* (SSC) pada jaringan *musculotendinogen* yaitu dengan melakukan aksi *eccentric* atau (*stretch*) secara aktif kemudian diikuti dengan aksi *concentric* (*shortening*) pada otot yang sama. Saat fase pemanjangan ini otot mengalami aksi secara eksentrik dimana otot harus aktif selama peregangan (*stretching*) kemudian diikuti dengan aksi memendek atau kontraksi secara konsentrik. Fase pemanjangan secara eksentrik adalah *stretch cycle*, dan fase pemendekan otot secara konsentrik adalah *shorthening cycle*. Kombinasi dari aksi eksentrik dan konsentrik inilah yang merupakan prinsip utama *plyometric exercise*. Menurut Davies (2015), *stretch-shorthening cycle* (SSC) yang terdiri dari tiga fase yaitu fase *eccentric* (*pre-stretch*), fase *amoritization*, dan fase *concentric* (*shortening*).

a. Fase *Eccentric* (*Pre-Stretch*)

Fase *eccentric* (*pre-stretch*) atau bisa juga disebut *readiness*, *pre-loading*, *pre-setting*, *preparatory*, *faciliatory*, *readiness*, *potentiation*, *counter-force*, or *counter-movement phase*. Fase ini merupakan mekanisme *stretch cycle* pada *stretch-shorthening cycle* (SSC) dimana terjadi kontraksi otot secara eksentrik atau memanjang. Kontraksi otot secara eksentrik adalah kontraksi otot yang terjadi dengan otot tersebut memanjang yaitu bergerak secara negatif menjauh dari pusat otot (Hessel et al., 2017). Pada fase ini terjadi peregangan yang diterima sebagai rangsangan proprioseptif oleh *muscle spindle* pada tendon dan jaringan *non-kontraktil* di dalam otot yaitu *series elastic components* (SEC). Rangsangan pada komponen ini sering disebut sebagai respons neurofisiologis-biomekanik. Dalam mekanisme *stretch-shorthening cycle* (SSC), kontraksi eksentrik pada sistem otot dan tendon akan terjadi penyimpanan energi potensial elastis. Energi tersebut akan meningkatkan kontraksi otot secara konsentris yang merupakan fase pemendekan otot yang akan terjadi di fase selanjutnya (Asmussen, 1974; Bosco, 1979; Cavanagh 1979; dalam Davies, 2015)

b. Fase *Amoritization (Rebound)*

Fase *amoritization* adalah fase yang terjadi sesaat penghentian fase *eccentric (pre-Stretch)* sampai permulaan dari fase *concentric (shortening)*. Fase *amoritization* adalah jeda waktu antara kerja negatif dari otot dalam hal ini fase kontraksi eksentrik sampai pada fase terjadinya kontraksi konsentrik yaitu kerja otot secara positif. Oleh karena itu, fase ini juga sering disebut sebagai fase pemulihan atau fase penundaan pada *plyometric exercise*.

Fase *amoritization* menjadi kunci utama dalam *plyometric exercise*. Dengan jeda antara *stretch* dan *shortening cycle* tersebut akan terjadi secara singkat dengan melakukan gerakan balik yang cepat untuk memaksimalkan peningkatan ketegangan pada otot (Paavo, 2000 dalam Patel, 2014). Semakin singkat fase ini, gerakan *plyometric* akan semakin efektif dan bertenaga, karena energi yang masih tersimpan digunakan secara efisien dalam tahap transisi. Jika fase *amoritization* tertunda, energi potensial elastis yang tersimpan tadi terbuang sebagai panas, refleks regangan atau *stretch reflex* akan tidak aktif sehingga kontraksi konsentris otot tidak akan menerima energi untuk menambah resultan gaya yang dihasilkan. Salah satu tujuan utama dari *plyometric exercise* adalah untuk mengurangi waktu fase *amoritization* ini untuk meningkatkan ketegangan otot sehingga resultan gaya yang dihasilkan semakin besar.

c. Fase *Concentric (Shortening)*

Fase *concentric (shortening)* atau fase pemendekan otot secara konsentrik juga dapat disebut sebagai fase produksi gaya. Pada fase ini terjadi kontraksi secara konsentrik berupa pemendekan otot yang disebut sebagai kerja otot secara positif. Kontraksi konsentrik terjadi ketika aktin dan miosin yang membentuk jembatan silang saling bergerak mendekat ke pusat sarkomer sehingga sarkomer yang merupakan unit fungsional otot memendek. Jika pada fase eksentrik terjadi penyimpanan energi potensial elastis yang tersimpan di dalam otot dan tendon. Transisi secara cepat ke fase konsentrik ini

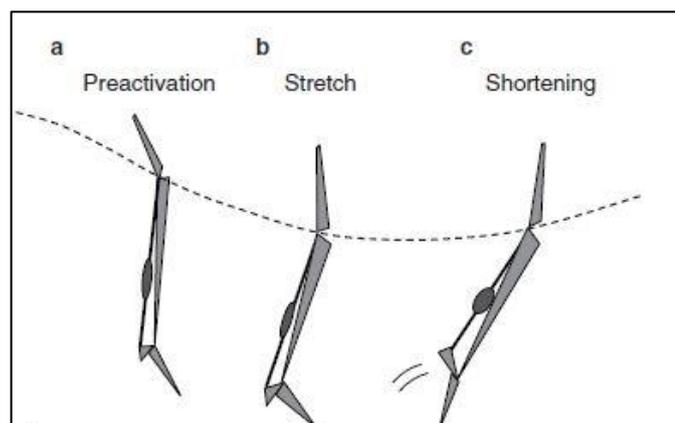
menyebabkan energi potensial yang tersimpan di tendon dan otot tadi akan terlepas secara eksplosif untuk menambah resultan gaya yang dihasilkan. Namun, jika fase eksentrik dilakukan dalam waktu yang lama, atau transisi ke konsentrik yang lama (fase *amorization*), energi potensial elastis tadi akan hilang sebagai kalor/ panas. Oleh karena itu, fase konsentrik (*shortening*) menjadi fase terakhir dari gerakan *plyometric* sebagai hasil dari banyaknya interaksi seperti respon biomekanik yang memanfaatkan energi potensial elastis untuk menghasilkan gaya resultan yang lebih besar (Komi, 1979 dalam Davies, 2015).

### 2.3.2. Fisiologi *Plyometric Exercise*

#### a. *Stretch-shortening cycle (SSC)*

*Plyometric exercise* memanfaatkan sifat elastisitas pada komponen *neuromuscular* untuk menghasilkan kekuatan maksimum. Sifat elastisitas seperti pegas pada otot dan tendon akan menciptakan energi potensial elastis saat otot berkontraksi secara eksentrik. Energi tersebut akan disimpan dan akan digunakan saat fase *shorthening cycle* yaitu saat terjadi kontraksi otot secara konsentrik. Proses penyimpanan dan pelepasan energi potensial elastis tersebut akan menambah dan menghasilkan resultan gaya yang lebih besar untuk kontraksi otot secara konsentrik yang lebih besar dan cepat. *Stretch shortening cycle* berperan dalam merangsang proprioseptor pada otot, tendon, ligamen, dan sendi serta meningkatkan reseptor dan aktivasi sistem *neuromuscular* (Davies, 2015). Secara spesifik, kontraksi eksentrik atau *stretch cycle* berperan dalam mempersiapkan unit kontraktile pada otot untuk melakukan fase *shortening cycle* atau kontraksi konsentrik dengan merangsang aktivasi *monosynaptic reflex*. Selama fase *amortization*, otot harus membalikkan aksinya yang semula meregang untuk kemudian memendek, yang semula mengalami perlambatan untuk kemudian mengalami percepatan. Dimana *muscle spindle* merupakan reseptor yang terletak sejajar dengan serat otot berperan dalam menerima rangsangan pemanjangan otot dan kecepatan

regangan dan mengirimkan impuls tersebut ke sistem saraf pusat (SSP) melalui saraf aferen. Setelah dari SSP, impuls kemudian dibawa kembali ke otot, yang secara refleks mengaktivasi kontraksi pemendekan otot pada *shortening cycle* (Macefield, 2018). Oleh karena itu, semakin cepat otot berkontraksi secara eksentrik (*stretch cycle*), maka semakin besar pula *stretch reflex* yang akan terjadi karena otot memiliki sifat elastis ketika terulur dengan cepat. Kontraksi eksentrik-konsentrik ini bekerja secara berpasangan sebagai pemberi impuls proprioseptif untuk memfasilitasi peningkatan *muscle recruitment* dalam meningkatkan serabut otot. Kemampuan untuk menggunakan energi potensial elastis yang tersimpan dan fasilitasi saraf bergantung pada kecepatan dan besarnya regangan dan waktu jeda (fase *amortization*). Penurunan jeda waktu pada fase *amortization* secara teoritis akan meningkatkan energi dan gaya yang dihasilkan saat siklus kontraksi konsentrik dimulai. Kontraksi otot secara eksentrik menciptakan resultan gaya yang lebih besar dibandingkan kontraksi konsentrik dan isometrik. Namun, *plyometric exercise* menciptakan resultan gaya terbesar pada fase kontraksi konsentrik (*shortening cycle*) karena menggunakan energi yang telah disimpan sebelumnya melalui mekanisme penyimpanan energi potensial elastis di fase eksentrik.



**Gambar 2.6. Skema SSC**  
(Sumber: Nicol 2006)

b. Aspek Biomekanik

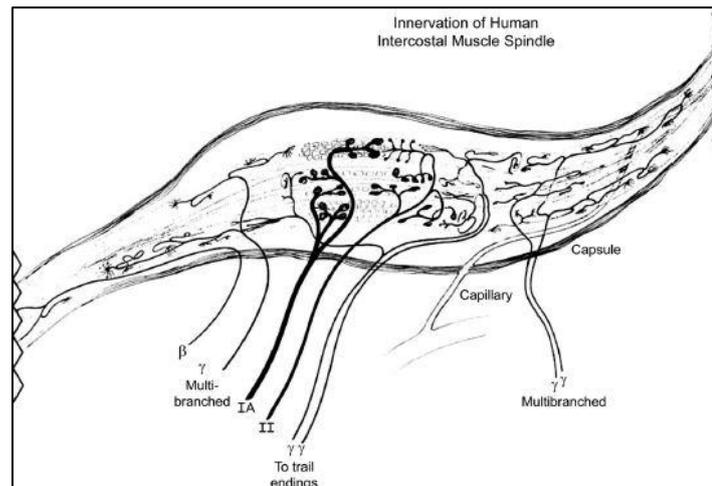
Otot memiliki kemampuan untuk kembali ke bentuk semula yang merupakan ciri elastisitas otot. *Plyometric exercise* secara natural menerapkan prinsip elastisitas pada otot dengan kemampuannya dalam hal *stretch reflex*. Otot, tendon, dan ligamen memiliki sifat elastis. Sifat elastis ini membentuk prinsip kerja otot secara mekanik. Secara spesifik, prinsip kerja mekanik pada *series elastic componen* (SEC) merupakan dasar penting dalam prinsip *plyometric*. Gaya dan kekuatan utama dalam gerakan *plyometric* berasal dari SEC yang di dorong oleh kemampuan elastisitas dari otot dan tendon. SEC bertindak seperti pegas dalam menghasilkan gaya yang lebih besar. Ketika otot teregang atau *stretch* akan menghasilkan energi potensial elastis. SEC berperan dalam menyimpan energi potensial elastis yang dihasilkan dari fase gerakan eksentrik (terjadi proses peregangan), dan energi tersebut akan disalurkan pada fase gerakan konsentrik saat otot harus kembali ke panjangnya semula. Dalam hal ini, energi dari SEC menyumbang 70-75% peningkatan daya pada kontraksi konsentrik (Davies, 2015).

Komponen kontraktile pada otot berupa aktin dan miosin yang saling membentuk jembatan silang (*cross bridges*) pada sarkomer memainkan peran penting dalam kontrol motorik dan resultan gaya dalam gerakan *plyometric exercise* (Davies, 2015). Kontraksi volunter yang cepat dapat dihasilkan dari serabut otot tertentu. Secara umum, serabut otot atau *muscle fiber* memiliki jenis pola dan ukuran serta peran berbeda. *Slow twitch* (ST) *fibers* merupakan serabut otot yang berkontraksi lambat dan biasanya digunakan pada gerakan yang memiliki intensitas yang sedang namun durasi yang lama. *Fast twitch* (FT) *fibers* merupakan serabut otot tipe cepat yang efektif dalam gerakan yang cepat dengan intensitas yang tinggi serta durasi yang rendah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Lovering (2008), dengan melakukan biopsi pada otot *rotator cuff* menemukan bahwa otot terdiri dari 55-60 % FT *muscle fiber*. Jika intensitas meningkat menjadi 30-80% dari intensitas maksimal maka *fast twitch fibers* atau serabut otot tipe IIA akan dominan digunakan. Pada

intensitas 70-80%, *fast twitch fibers* tipe IIB akan digunakan. *Fast twitch fibers* berkontraksi lebih cepat dengan menghasilkan ion  $Ca^{2+}$  yang lebih cepat dan aktivasi energi berupa ATP tinggi yang dihasilkan dari metabolisme *anaerobic*. *Plyometric exercise* melatih otot untuk bekerja dengan cepat pada intensitas yang tinggi yaitu diatas 80% untuk membuat otot beradaptasi dengan menghasilkan banyak *fast twitch fibers* yang berperan dalam menghasilkan gaya lebih besar dan kontraksi otot secara cepat dengan amplitudo yang rendah (Nicol, 2006 dalam Davies, 2015).

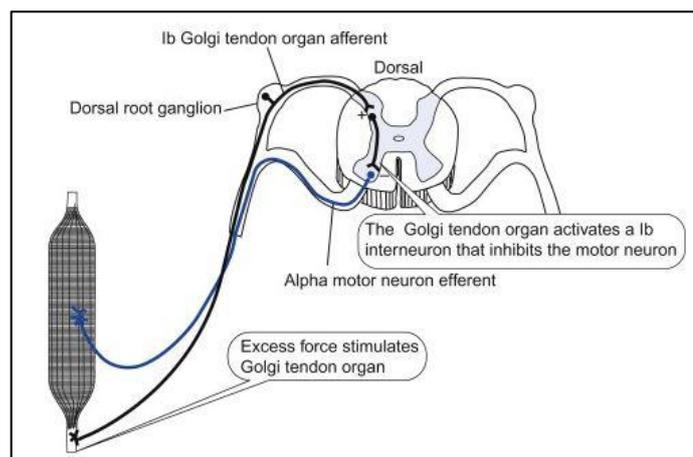
c. Aspek *Neuromuscular*

Proprioseptor pada tubuh memainkan peran penting pada siklus *stretch-shorthening cycle* dalam *plyometric exercise*. Proprioseptor adalah reseptor yang berperan dalam menerima impuls proprioseptif seperti posisi dan gerakan pada bagian tubuh terhadap bagian yang lain dan besarnya gaya yang dilakukan oleh otot. Impuls proprioseptif diterima melalui saraf sensorik perifer yang menerima rangsangan dalam perubahan derajat sendi, panjang dan ketegangan otot, serta regangan pada kulit. Dalam setiap otot terdapat bagian yang berperan menerima rangsangan proprioseptif yaitu *muscle spindle* serta *golgy tendon organ* (GTO) yang terletak di tendon. Kedua komponen proprioseptor tersebut berfungsi untuk melindungi otot dan ligamen pada tubuh. Rangsangan yang diberikan pada reseptor ini dapat menghasilkan reaksi pada otot agonis dan antagonis dalam bentuk fasilitasi, inhibisi, dan modulasi. *Muscle spindle* berfungsi sebagai *stretch reflex* dengan menerima impuls pemanjangan pada otot dan tendon ketika terjadi peregangan. Jika terjadi pemanjangan otot yang berlebihan maka akan terjadi robekan. Pada siklus *plyometric* terjadi pada fase eksentrik atau *stretch cycle*. Pada saat otot diregangkan, *muscle spindle* akan menerima impuls tersebut dan meneruskannya ke saraf aferen. Impuls tersebut akan dikirim ke *medula spinalis* untuk diberikan respon fasilitasi berupa kontraksi pemendekan otot. Semakin cepat kecepatan regangan maka impuls yang dikirim ke *spinal cord* akan semakin kuat (Macefield, 2018).



**Gambar 2.7. Muscle spindle**  
(Sumber: Kennedy, 1970 dalam Macefield, 2018)

GTO berperan sebagai *tension reflex* dengan menerima impuls tegangan yang berlebihan pada otot (Macefield, 2018). Ketika otot berkontraksi dengan tegangan yang melebihi normal maka GTO menerima impuls tegangan tersebut dan meneruskannya ke *spinal cord*. Impuls tersebut akan diteruskan ke medula spinalis untuk kemudian tubuh memberikan respon inhibisi untuk mengurangi tegangan pada otot agar tidak terjadi kerusakan jaringan. Dalam hal ini, GTO membantu dalam memodulasi gaya dalam *plyometric exercise*.



**Gambar 2.8. Inervasi GTO dan Muscle spindle**  
(Sumber: Joseph, 2012)

Oleh karena itu, *plyometric exercise* dapat meningkatkan efisiensi saraf melalui peningkatan koordinasi *neuromuscular*. *Plyometric exercise* dapat meningkatkan kecepatan kerja otot untuk melakukan berbagai kerja melalui peningkatan koordinasi *neuromuscular* menjadi lebih cepat dan otomatis (Davies, 2015).

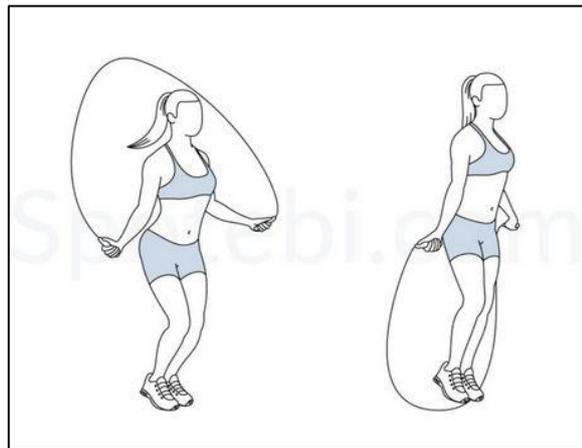
### 2.3.3. Jenis Latihan *Plyometric Exercise*

#### a. *Skipping exercise*

*Skipping* atau *jump rope* (lompat tali) merupakan bentuk latihan dengan gerakan melompati tali menggunakan tumpuan satu atau dua kaki yang dilakukan secara berulang-ulang (Mutaqin, 2017). *Skipping exercise* melibatkan kerja ekstremitas inferior dan superior. Saat melakukan latihan ini, ekstremitas inferior melakukan gerakan memutar tali mengikuti sudut momentum sembari ekstremitas inferior melakukan gerakan melompat ke arah vertikal secara berulang dengan tujuan mempertahankan gerakan yang cepat, tepat, dan berirama (Kirthika et al, 2019). Secara fisiologi, *skipping exercise* melatih fungsi proprioceptor, *multi-joint coordination*, kekuatan, dan daya tahan (Partavi, 2013). Selain itu, *skipping exercise* dapat meningkatkan kekuatan otot statis dan dinamis, daya tahan kardiovaskular, dan metabolisme (Trecroci et al., 2015; Eler & Acar, 2018). Gerakan pada *skipping exercise* melatih koordinasi motorik kasar yang baik untuk mempertahankan gerakan yang seimbang (Trecroci et al., 2015). Jika latihan ini diprogramkan dengan baik dapat berkontribusi pada pengembangan keterampilan motorik (Eler & Acar, 2018).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, pemberian *skipping exercise* dengan intensitas durasi 10, 20, dan 30 detik dengan interval training 1 : 3 dapat meningkatkan *agility* dan kekuatan pada otot tungkai (Astyorini, 2016). *Skipping exercise* membantu membangun koordinasi yang baik antara eksterimitas inferior dan superior dalam bergerak secara berirama, menentukan gerakan, posisi dan waktu yang tepat. Tubuh dilatih dalam mengontrol keseimbangan dan koordinasi dari otot untuk mempertahankan

gerakan lompatan dan pendaratan dengan baik. Latihan koordinasi dari kelompok otot ini terutama pada ekstremitas inferior dan superior dapat meningkatkan respon *neuromuscular* pada tubuh untuk dapat bergerak secara cepat dan tepat sehingga dapat meningkatkan *agility* (Colakoglu et al., 2017; Kirthika, 2019).



**Gambar 2.9. Skipping exercise**

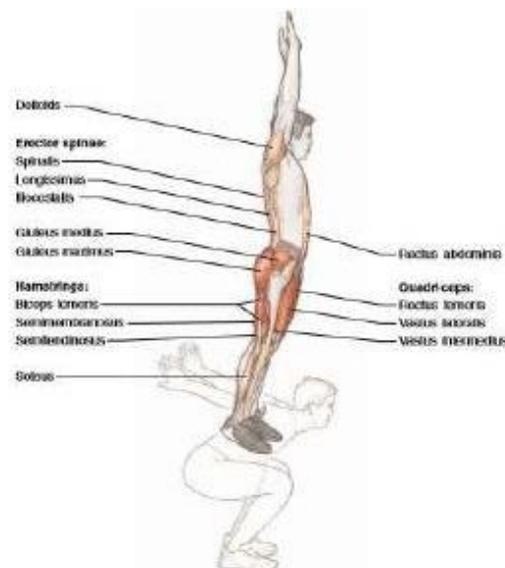
Sumber: <https://www.spotebi.com/exercise-guide/jump-rope/>

b. *Squat jump*

*Squat jump* merupakan salah satu bentuk *plyometric exercise* dengan gerakan *squat* yaitu posisi tubuh setengah jongkok kemudian diikuti dengan gerakan melompat secara vertikal. *Squat jump exercise* berperan dalam melatih otot-otot pada tungkai seperti *gluteus maximus*, *gluteus medius*, *quadriceps*, dan *hamstrings* (Hansen, 2017 dalam Setyawan, 2020). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa gerakan *squat* yang terdiri dari gerakan fleksi pada lutut, hip, dan *dorsofleksi* pada *ankle* dapat memperkuat grup otot hamstring dan gluteus (Koestenlos dalam Paembonan, 2017). Gerakan *squat jump* yang menerapkan kontraksi secara konsentrik-eksentrik dengan melompat sangat berguna untuk meningkatkan kecepatan dan daya ledak otot tungkai yang penting dalam membangun *agility* (Chelly, 2010 dalam Mahfuz, 2016). Berdasarkan penelitian dalam Setyawan (2020), *squat jump exercise* dapat meningkatkan daya ledak otot tungkai dengan dosis latihan 4 set dan 10

kali repetisi pada intensitas rendah pada minggu pertama dan peningkatan volume latihan selama 3 kali seminggu selama 6 minggu.

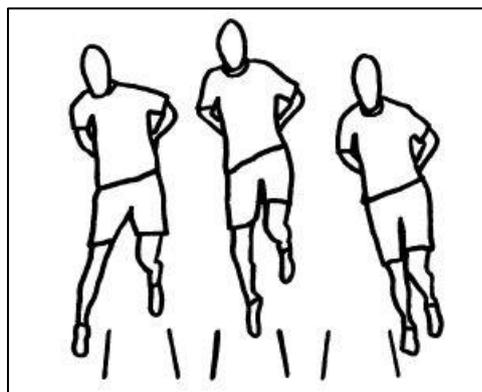
Gerakan *squat jump* dapat dimodifikasi dengan *heel raise exercise* yaitu bentuk latihan yang dilakukan dengan mengangkat tumit pada posisi berdiri seperti posisi “berjinjit”. *Heel raise exercise* berperan dalam penguatan otot *gastrocnemius*, *tibialis anterior* dan *posterior* dan otot *intrinsik pedis* yang dapat berpengaruh pada *arkus longitudinal medialis*. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa *heel raise exercise* dapat meningkatkan arkus pada pedis dengan intensitas dua set per 12 kali repetisi selama dua kali seminggu latihan (Ariani et al., 2014). Dengan mengombinasikan latihan *squat jump* dengan *heel raise* dapat memaksimalkan kekuatan otot *gluteus*, *hip*, dan *calf* dalam meningkatkan keseimbangan dan stabilitas pada ekstremitas inferior serta memperkuat otot intrinsik dan ekstrinsik pedis untuk menyokong tinggi arkus menjadi normal. Gerakan yang dilakukan berulang-ulang dan menerapkan prinsip *plyometric exercise* yaitu *stretch-shortening cycle* dapat memberikan peningkatan pemanjangan dan penurunan *stiffness* tendon (Obst et al., 2016).



**Gambar 2.10. Squat jump exercise**  
(Sumber: Hansen, 2017 dalam Setyawan, 2020)

c. *Lateral hop exercise*

*Lateral hop exercise* atau *side hop exercise* adalah bentuk *plyometric exercise* dengan melakukan lompatan ke sisi lateral kanan dan kiri secara berulang-ulang. *Plyometric exercise* dengan desain latihan lompatan ke arah lateral dapat meningkatkan kekuatan, stabilitas dan keseimbangan melalui stabilitas sendi panggul, lutut, dan pergelangan kaki serta meningkatkan kordinasi dengan melatih fungsi *proprioseptif* pada tubuh (Riva, 2016). *Lateral hop exercise* menekankan gerakan lompatan ke samping secara berulang-ulang sehingga melatih otot tungkai agar beradaptasi untuk berkontraksi secara cepat kearah yang berbeda (Ayuningtyas, 2015 dalam Sari, 2019). Latihan ini melatih otot-otot fleksor hip seperti *sartorius* dan *gracilis*; *ekstensor knees* seperti *vastus lateralis*, *tensor fascia*, dan *rectus femoris*; *ekstensor hip* seperti *biceps femoris*, *semitendinosus*, dan *semimembranosus*; *fleksor knee* dan *ankle* seperti *gastrocnemius*, *peroneus longus*, dan *soleus*; adduksi dan abduksi *hip* seperti *glutes medius*, *gluteus minimus*, dan *adductor longus* (Furqon & Doewes, 2002 dalam Putra, 2017). Latihan ini meningkatkan kekuatan otot tungkai yang sangat penting bagi peningkatan *agility* atlet basket dalam melakukan gerakan berubah arah dan melakukan teknik *pivot*. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *lateral hop exercise* dapat meningkatkan kekuatan dan daya ledak otot tungkai dengan dosis tiga kali seminggu selama 12 kali *exercise* (Putra, 2017).



**Gambar 2.11. *Lateral hop exercise***  
(Sumber: Gustavsson et al., 2006)

#### 2.4. Tinjauan Hubungan antara *Plyometric Exercise* dengan *Agility*

*Agility* adalah kemampuan tubuh untuk melakukan gerakan berubah arah atau posisi secara cepat (*change of direction*) dan terkontrol tanpa kehilangan keseimbangan sebagai respons terhadap suatu stimulus yang di dalamnya mencakup kemampuan persepsi dan pengambilan keputusan (Sheppard 2006, Young et al., 2012, Chaabene et al., 2018 dalam Zouhal, 2019). *Agility* dipengaruhi oleh komponen biomotor berupa kekuatan, kecepatan, keseimbangan, koordinasi, serta kemampuan untuk beradaptasi dan bereaksi terhadap stimulus (Plisk, 2008; Sporis, 2010 dalam Sabin, 2016). *Agility* sangat penting dalam melakukan gerakan berubah arah dengan cepat (*change of direction*) untuk menerapkan teknik dasar seperti menggiring bola atau *dribbling*, *pivot*, melakukan *lay-up shoot*, mencari posisi atau ruang yang tepat untuk melakukan *screen*, serta mengejar maupun menghindari lawan saat berusaha mempertahankan bola dengan tetap stabil tanpa mengalami jatuh. *Agility* penting untuk meningkatkan keterampilan *body control* melalui gerakan mekanik yang benar sehingga membantu atlet basket untuk terhindar dari jatuh dan cedera saat melakukan berbagai gerakan eksplosif dan berubah arah. Oleh karena itu, tingkat *agility* sangat penting untuk memaksimalkan penerapan teknik dan mencegah cedera pada atlet basket di dalam lapangan.

Para peneliti telah menunjukkan bahwa *plyometric exercise* dapat meningkatkan kekuatan, kecepatan, dan *agility* (Miller et al., 2002; Khelifa et al., 2010; Latorre Roman et al., 2017; Kryeziu et al., 2019). *Plyometric exercise* adalah bentuk latihan dengan mengerahkan kekuatan otot maksimum dalam interval waktu yang singkat dengan tujuan untuk meningkatkan kecepatan dan daya ledak otot. *Plyometric exercise* yang didesain untuk penguatan pada otot ekstremitas inferior dengan bentuk latihan lompatan, berjinjit dan *squat* dapat meningkatkan kekuatan dan otot pada tungkai, keseimbangan dan stabilitas untuk memaksimalkan *agility*. Seperti bentuk latihan *squat jump* dan *lateral hop exercise* yang berperan dalam memperkuat otot pada *gluteus*, *hip*, dan betis dan intrinsik pedis untuk meningkatkan keseimbangan dan stabilitas pada ekstremitas inferior. Secara spesifik kekuatan otot *hamstring*, *gluteus maximus* dan *abductor*

dan *adductor hip* mengambil peran besar dalam gerakan mengubah arah secara cepat dan efisien (Sonoda *et al.*, 2018). *Lateral hop exercise* yang menekankan gerakan lompatan ke samping secara berulang-ulang sehingga melatih otot tungkai agar beradaptasi untuk berkontraksi secara cepat ke arah yang berbeda (Ayuningtyas, 2015 dalam Sari 2019). Hal tersebut juga merupakan komponen penting dalam *agility* terkait dengan gerakan berubah arah secara cepat (*change of direction*).

*Agility* tidak hanya terbatas pada kemampuan untuk berubah arah secara cepat namun juga terkait dengan kemampuan seperti persepsi dan pengambilan keputusan atau *decision making* (Gamble, 2013 dalam Sabin, 2016). *Plyometric exercise* menerapkan prinsip *stretch-shorthening cycle* (SSC) yang berperan dalam merangsang proprioseptor pada otot, tendon, ligamen, dan sendi serta meningkatkan reseptor dan aktivasi sistem *neuromuscular* (Davies, 2015). Impuls proprioseptif diterima melalui saraf sensorik perifer yang menerima rangsangan dalam perubahan derajat sendi, panjang dan ketegangan otot, serta regangan pada kulit. Pada setiap otot terdapat bagian yang berperan menerima rangsangan proprioseptif yaitu *muscle spindle* serta *golgy tendon organ* (GTO) yang terletak di tendon. *Muscle spindle* berfungsi sebagai *stretch reflex* dengan menerima impuls pemanjangan pada otot dan tendon ketika terjadi peregangan. GTO berperan sebagai *tension reflex* dengan menerima impuls tegangan yang berlebihan pada otot (Macefield, 2018). Pada prinsip SSC, semakin cepat otot berkontraksi secara eksentrik (*stretch cycle*), maka semakin besar pula *stretch reflex* yang akan terjadi karena otot memiliki sifat elastis ketika terulur dengan cepat. Kontraksi eksentrik-konsentrik ini bekerja secara berpasangan sebagai pemberi impuls proprioseptif untuk memfasilitasi peningkatan *muscle recruitment*. *Plyometric exercise* dapat meningkatkan kecepatan kerja otot untuk melakukan berbagai kerja melalui peningkatan koordinasi *neuromuscular* menjadi lebih cepat dan otomatis (Davies, 2015). Salah satu bentuk *plyometric exercise* yang melatih koordinasi beberapa kelompok otot adalah *skipping exercise*. Latihan *skipping* membantu membangun koordinasi yang baik antara eksterimitas inferior dan superior dalam bergerak secara berirama, menentukan gerakan, posisi dan waktu yang tepat. Pada saat bersamaan tubuh dilatih dalam mengontrol keseimbangan

dan koordinasi dari otot untuk mempertahankan gerakan lompatan dan pendaratan dengan baik. Latihan koordinasi dari kelompok otot tersebut dapat meningkatkan respon *neuromuscular* pada tubuh dalam bergerak secara cepat dan tepat sehingga dapat meningkatkan *agility* (Colakoglu *et al.*, 2017; Kirthika, 2019).

Unit kontraktil pada otot berupa aktin dan miosin yang saling membentuk jembatan silang (*cross bridges*) pada sarkomer memainkan peran penting dalam kontrol motorik dan resultan gaya (Davies, 2015). Kontraksi volunter yang cepat dapat dihasilkan dari serabut otot *fast twitch* (FT) *fibers* yang merupakan serabut otot tipe cepat yang efektif dalam gerakan yang cepat dengan intensitas yang tinggi serta durasi yang rendah. *Fast twitch fibers* berkontraksi lebih cepat dengan menghasilkan ion  $Ca^{2+}$  yang lebih cepat dan aktivasi energi berupa ATP tinggi yang dihasilkan dari metabolisme *anaerobic*. Jika gerakan dengan intensitas 30-80%, maka *fast twitch fibers* tipe IIA akan dominan digunakan. Pada intensitas 70-80%, *fast twitch fibers* tipe IIB akan digunakan. *Plyometric exercise* melatih otot untuk bekerja dengan cepat pada intensitas yang tinggi yaitu diatas 80% untuk membuat otot beradaptasi dengan menghasilkan banyak *fast twitch fibers* yang berperan dalam menghasilkan gaya lebih besar dan kontraksi otot secara cepat sehingga dapat meningkatkan *agility* (Nicol, 2006 dalam Davies, 2015).

Berdasarkan uraian di atas, *plyometric exercise* berperan dalam meningkatkan kecepatan, kekuatan dan keseimbangan, persepsi dan *decision making* melalui kordinasi *neuromuscular*, dan melatih tubuh untuk bergerak berubah arah dengan cepat (*change of direction*) yang merupakan komponen-komponen biomotor dalam *agility*.

## **2.5. Tinjauan Hubungan antara *Plyometric Exercise* dengan Tinggi Arkus Pedis**

Menurut Young *et al.* (2015), *agility* sangat dipengaruhi oleh komponen struktur ekstremitas inferior terutama pada struktur pedis yang berperan sebagai penopang tubuh dalam bergerak dan berlari. Arkus pada pedis berpengaruh dengan kemampuan *agility*. Secara fungsional, arkus pedis berfungsi penting dalam mendistribusikan beban dan tekanan tubuh ke bagian pedis secara merata

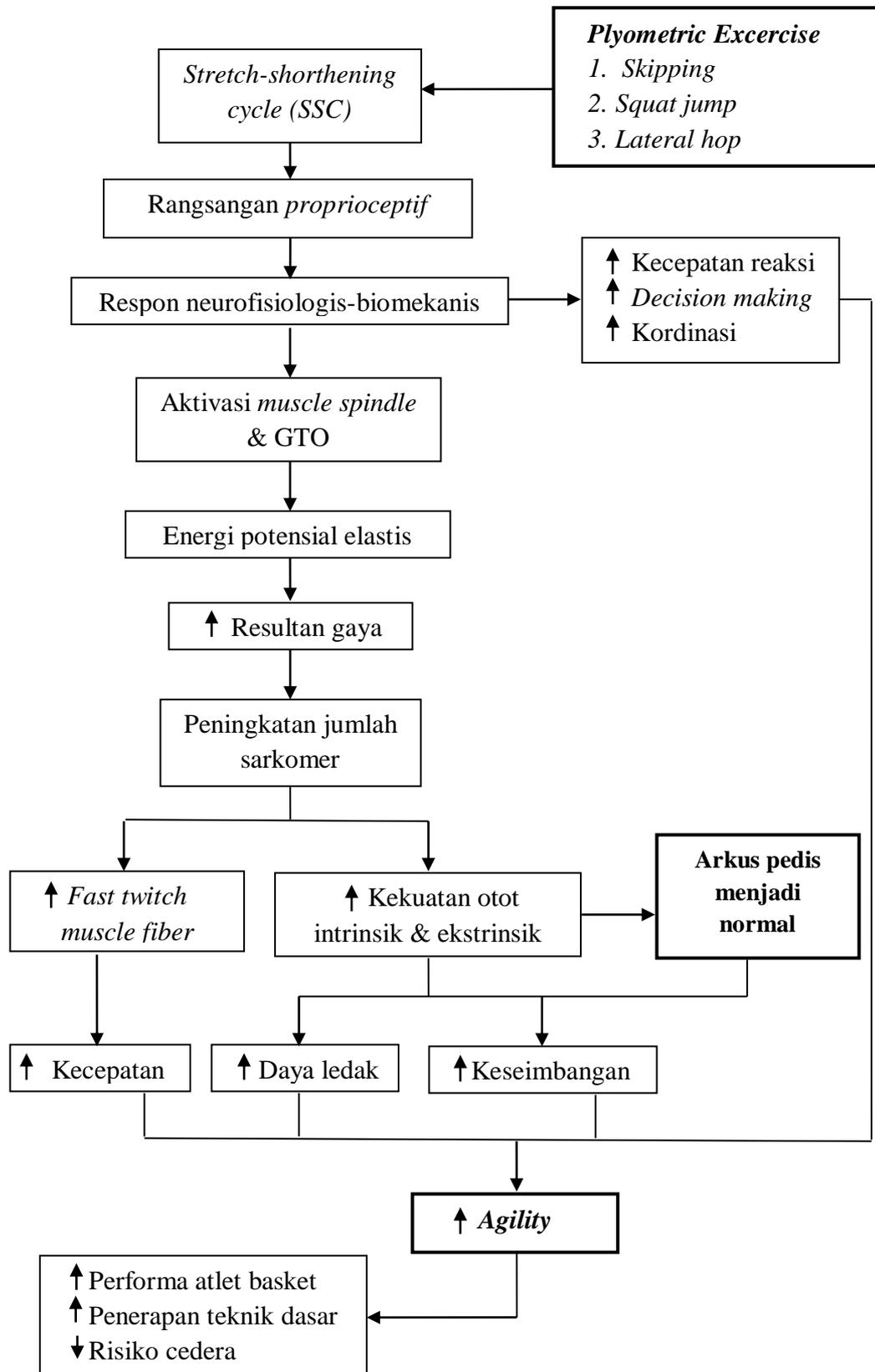
selama berdiri dan bergerak (Witari, 2018). Berdasarkan penelitian sebelumnya, jika arkus pedis tidak normal maka akan berpengaruh pada kemampuan biomekanik pada kaki sebagai stabilisator statis dan dinamis serta dalam menyerap beban tubuh (Zeidan, 2019). Struktur dan fungsi pedis memainkan peran penting hubungannya dengan *agility* untuk bergerak dengan cepat, melompat, dan berubah arah. Struktur arkus pedis dapat mengatur keseimbangan energi mekanik yang terjadi saat kaki menerima beban tubuh seperti saat berjalan dan berlari (Nakayama, 2018). Basis utama terbentuknya arkus pedis berasal dari tulang dengan ligamen, tendon, dan otot sebagai kekuatan yang menopang dan menjaga stabilitasnya (Irawan 2020). Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa bentuk arkus pedis dipengaruhi oleh kekuatan otot intrinsik dan ekstrinsik pedis. Peningkatan kekuatan otot-otot tersebut akan berdampak pada perubahan bentuk *arkus longitudinal medialis* (Hermilasari, 2019).

*Plyometric exercise* merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kekuatan pada otot-otot intrinsik dan ekstrinsik pada pedis. Penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa *eccentric* dan *concentric strenghtening exercise* dapat meningkatkan kekuatan otot intrinsik pedis yang berperan dalam menopang tinggi arkus menjadi normal (Safutri, 2019 dan Hermilasari, 2019). *Stretch-shorten cycle* pada *plyometric exercise* dapat melatih kekuatan otot secara *eccentric* dan *concentric*. Penguatan yang diberikan akan memperkuat kontraksi yang terjadi sehingga bentuk arkus menjadi normal (Kim et al, 2016).

*Plyometric exercise* yang didesain untuk penguatan pada otot ekstremitas bawah dengan menggunakan gerakan *squat* dan gerakan lompatan dan berjinjit dapat mengoptimalkan latihan penguatan otot intrinsik dan ekstrinsik pedis (Gunarto dkk., 2019). Berjinjit membutuhkan komponen otot untuk menopang berat tubuh. Gerakan berjinjit seperti pada *squat jump exercise* menimbulkan gerakan ekstensi *metatarsophalangeal joint* dan plantarfleksi pada *ankle joint*. Gerakan tersebut menghasilkan ketegangan pada ligamen *aponeurosis plantaris* yang berperan dalam menanggung tekanan untuk mempertahankan distribusi berat antara *caput metatarsal* dan membentuk struktur arkus pada pedis yang disebut

*windlass effect*. *Windlass effect* pada pedis dihasilkan dari kekuatan gabungan komponen otot intrinsik pedis dengan otot ekstrinsik yaitu *gastrocnemius*, *soleus*, dan *tibialis posterior* serta *plantar aponeurosis*, *arcus longitudinalis medialis*, dan peningkatan ketegangan yang diciptakan oleh gerakan ekstensi *metatarsophalangeal joint* dapat meningkatkan tinggi arkus pedis (Márquez et al., 2017). Secara spesifik, penguatan otot ekstrinsik seperti *gastrocnemius* pada gerakan berjinjit dan melompat pada *skipping exercise* akan turut memberikan peran besar dengan menarik *plantar fascia* yang merupakan komponen dari *windlass effect* (Rao, et al., 2011). *Squat jump*, *lateral hop*, dan *skipping exercise* melatih kekuatan otot-otot intrinsik pedis dan ekstrinsik pedis seperti *fleksor hip* seperti *sartorius* dan *gracilis*; *ekstensor knee* seperti *vastus lateralis*, *tensor fascia*, dan *rectus femoris*; *ekstensor hip* seperti *biceps femoris*, *semitendinosus*, dan *semimembranosus*; *fleksor knee* dan *ankle* seperti *gastrocnemius*, *peroneus longus*, dan *soleus*; adduksi dan abduksi *hip* seperti *glutes medius*, *gluteus minimus*, dan *adductor longus* (Furqon & Doewes, 2002 dalam Putra, 2017).

## 2.6. Kerangka Teori

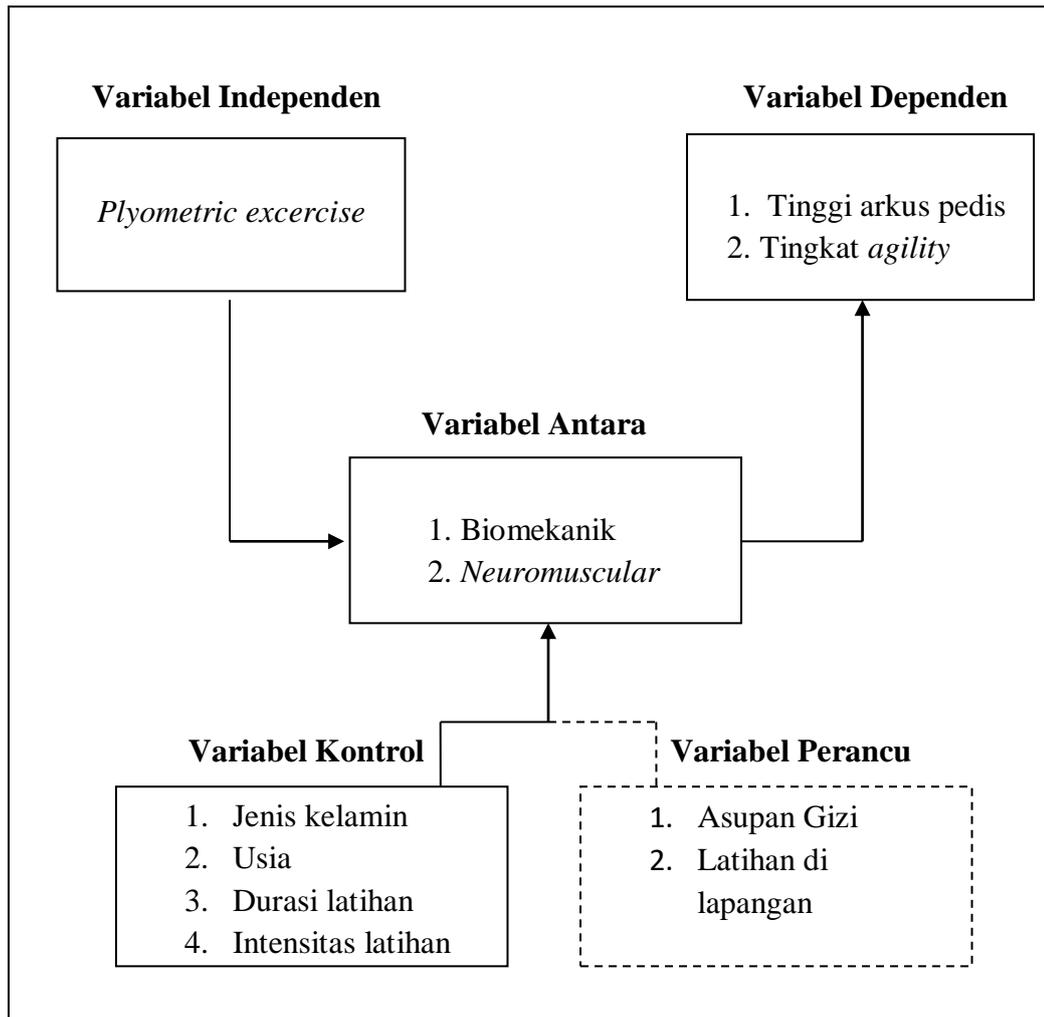


Gambar 2.12. Kerangka teori

## BAB III

### KERANGKA KONSEP

#### 3.1. Kerangka Konsep



Gambar 3.1. Kerangka konsep

Keterangan:

----- = Tidak diteliti

—— = Diteliti

### 3.2. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah sebelumnya maka ditetapkan hipotesis penelitian yaitu:

1. Ada perbedaan tinggi arkus pedis antara sebelum dengan sesudah diberikan *plyometric exercise* pada atlet basket putri PON XX Sulawesi Selatan di *Flying Wheel* Makassar
2. Ada perbedaan tingkat *agility* antara sebelum dengan sesudah diberikan *plyometric exercise* pada atlet basket putri PON XX Sulawesi Selatan di *Flying Wheel* Makassar
3. Ada hubungan tinggi arkus pedis dan tingkat *agility* pada atlet basket putri PON XX Sulawesi Selatan di *Flying Wheel* Makassar