

**PENGARUH PEMBERIAN *ECCENTRIC STRENGTHENING EXERCISE* TERHADAP PERUBAHAN *FOOT ALIGNMENT*,  
*MALLEOLUS HEIGHT* DAN TINGKAT *AGILITY*  
PADA PEMAIN BULU TANGKIS JUNIOR  
DI KOTA MAKASSAR**

**SKRIPSI**



**HERMILASARI  
C131 15 010**

**PROGRAM STUDI S1 FISIOTERAPI  
FAKULTAS KEPERAWATAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2019**



**PENGARUH PEMBERIAN *ECCENTRIC STRENGTHENING EXERCISE* TERHADAP PERUBAHAN *FOOT ALIGNMENT*,  
*MALLEOLUS HEIGHT* DAN TINGKAT *AGILITY*  
PADA PEMAIN BULU TANGKIS JUNIOR  
DI KOTA MAKASSAR**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Sarjana

Disusun dan diajukan oleh

**Hermilasari**

**PROGRAM STUDI S1 FISIOTERAPI  
FAKULTAS KEPERAWATAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2019**



# SKRIPSI

## PENGARUH PEMBERIAN *ECCENTRIC STRENGTHENING EXERCISE* TERHADAP PERUBAHAN *FOOT ALIGNMENT*, *MALLEOLUS HEIGHT*, DAN TINGKAT *AGILITY* PADA PEMAIN BULU TANGKIS JUNIOR DI KOTA MAKASSAR

disusun dan diajukan oleh

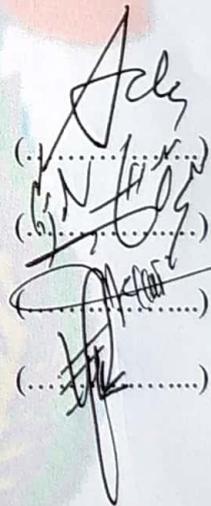
**HERMILASARI**

**C13115010**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi pada tanggal  
17 Mei 2019  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Tim Penguji :

1. Adi Ahmad Gondo, S.Ft., Physio., M.Kes
2. Irianto, S.Ft., Physio, M.Kes
3. Ita Rini, S.Ft., Physio., M.Kes
4. Erfan Sutono, S.Ft., Physio., M.H

  
(.....)  
(.....)  
(.....)  
(.....)

**Mengetahui,**

Dekan  
Fakultas Keperawatan  
Universitas Hasanuddin

Ketua Program Studi S1 Fisioterapi  
Fakultas Keperawatan  
Universitas Hasanuddin



anti Saleh, S.Kp., M.Si  
0680421 200112 2 002

Dr. H.Djohan Aras, S.Ft., Physio., M.Pd., M.Kes  
NIP. 19550705 197603 1 005



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hermilasari  
NIM : C13115010  
Program Studi / Fakultas : Fisioterapi / Keperawatan  
Judul Skripsi : Pengaruh pemberian *eccentric strengthening exercise* terhadap perubahan *foot alignment, malleolus height* dan tingkat *agility* pada pemain bulu tangkis junior di Kota Makassar

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 15 Mei 2019

Yang menyatakan

  
Hermilasari



## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah Rabbil Alamin* tiada henti-hentinya penulis haturkan syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah serta karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh pemberian *eccentric strengthening exercise* terhadap perubahan *foot alignment, malleolus height* dan tingkat *agility* pada pemain bulu tangkis junior di Kota Makassar”. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana di Program Studi S1 Fisioterapi Fakultas Keperawatan Universitas Hasanuddin dan tidak lupa pula penulis haturkan shalawat dan salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan dalam segala aspek kehidupan, sehingga penulis sadar bahwa hidup ini penuh perjuangan dan tantangan yang harus dihadapi dengan usaha dan do’a.

Secara khusus, perkenankan penulis dengan setulus hati dan rasa hormat untuk menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua penulis, Ayahanda Amiluddin S.Pd dan Ibunda Tahira S.Pd yang tak henti memberi kekuatan, dukungan baik moral dan materi serta doa untuk penulis menjalani hari-hari di tanah rantau dan menjadi motivasi terbesar penulis dalam menyelesaikan pendidikan. Dalam penyusunan skripsi ini, banyak ditemui hambatan dan kesulitan yang mendasar. Namun semua itu dapat diselesaikan berkat dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima

ada:



1. Ayahanda Dr. H. Djohan Aras, S.Ft., Physio., M.Kes., selaku Ketua Program Studi S1 Fisioterapi Fakultas Keperawatan Universitas Hasanuddin yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membagikan ilmu dan memberikan motivasi kepada penulis.
2. Adi Ahmad Gondo, S.Ft., Physio, M.Kes., selaku pembimbing 1 penulis yang selalu meluangkan waktu, tenaga dan pikiran yang dengan sabar selalu membimbing penulis dari awal penyusunan proposal, penelitian dan penyusunan skripsi. Terimakasih Physio atas bimbingan dan perhatian yang telah diberikan kepada penulis, semoga Allah SWT membalasnya dengan luapan anugrah amal yang tidak terkira.
3. Irianto, S.Ft., Physio, M.Kes selaku pembimbing II penulis yang senantiasa dengan sabar membimbing penulis, memberikan banyak masukan dan saran kepada penulis. Mohon maaf jika selama ini merepotkan Physio, terimakasih banyak atas bimbingannya. Semoga Allah senantiasa membalas kebaikan dan kerendahan hati dengan beribu kebaikan.
4. Ita Rini S.Ft.,Physio, M.Kes, selaku penguji I penulis yang telah memberikan kritik, saran dan banyak masukan yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik.
5. Erfan Sutono, S.Ft., Physio, M.H selaku penguji II penulis yang telah memberikan kritik serta saran yang sangat penting agar penelitian ini menjadi lebih baik lagi.



6. Bapak Ahmad Fatillah selaku staf tata usaha yang telah membantu penulis dalam hal administrasi selama penyusunan dan proses penyelesaian skripsi ini.
7. Kakak dan adik saya, Hernita. A dan Zulfikar. A yang selalu meberikan motivasi dan suntikan semangat kepada penulis untuk tidak menyerah, hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Pelatih dan adik-adik responden penelitian yang merupakan pemain bulu tangkis di PB Avanti dan PB Filawatch yang peneliti sayangi, terimakasih sudah meluangkan 6 minggunya bersama penulis. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah bapak dan adik-adik berikan.
9. Sahabat saya Nuryanti Rahma yang selalu menemani, memotivasi dan memberi dukungan dan selalu menjadi tempat ternyaman bagi penulis hingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
10. Sahabat saya Ajeng Kartini Mas'ud, Hardianti, Rahmawati, Ardianti Kusumawardani yang telah berjuang bersama-sama dikala susah maupun senang selama perkuliahan.
11. Teman-teman pohonku, Noerhanna Dasati, Nurvianti Aulia, Nurlaila Nadhifah dan terkhusus Wahyu Usman dan Aulia masita yang telah bekerja keras bersama-sama mulai dari awal penyusunan proposal sampai proses penyelesaian skripsi. Terimakasih sudah ingin berjuang bersama, saling menyemangati dan membantu satu sama lain.



12. Teman-teman OPT1CU5 yang sama-sama berjuang dari semester awal terimakasih atas segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis, semoga Allah selalu meridhoi setiap langkah-langkah kalian menuju kebaikan dan kesuksesan.
13. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Noormiswary yang setia menemani dan turut membantu penulis selama proses penyusunan skripsi, yang selalu memberikan dukungan dan semangat tanpa batas agar penulis tetap berjuang untuk mendapatkan hasil terbaik.
14. Serta semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir yang tidak bisa disebutkan satu per satu. Terima kasih yang sebesar-sebesarnya, semoga kebaikan kalian dibalas oleh Allah SWT.

Makassar, 15 Mei 2019

**Hermilasari**



## ABSTRAK

**HERMILASARI** *Pengaruh Pemberian Eccentric Strengthening Exercises Terhadap Perubahan Foot Alignment, Malleolus Height dan Tingkat Agility pada Pemain Bulu Tangkis Junior di Kota Makassar (dibimbing oleh Adi Ahmad Gondo dan Irianto)*

*Foot alignment* merupakan keselarasan sumbu vertikal tubuh terhadap posisi normal kaki yang dapat mempengaruhi keselarasan mekanis dan fungsi dinamis ekstremitas inferior yang dapat memberikan dukungan dan menjaga keseimbangan tubuh. *Malalignment* pada struktur kaki menunjukkan adanya gangguan biomekanik, seperti *overpronation* memungkinkan terjadi perubahan struktur dan fungsional tubuh yang dapat mempengaruhi ekstremitas *inferior* dan ekstremitas *superior*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Eccentric Strengthening Exercises* terhadap perubahan *Foot Alignment, Malleolus Height dan Tingkat Agility*.

Penelitian ini merupakan penelitian *quasi-experimental design* dengan rancangan penelitian *time-series experimental design*. Populasi penelitian adalah pemain bulu tangkis junior di Kota Makassar usia 11-15 tahun. Pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling* dengan jumlah sampel 32 orang. Pengumpulan data dilakukan melalui pengambilan data primer melalui instrumen pengukuran *foot alignment*, *malleolus height* dan *agility*. Data yang terkumpul dilakukan uji normalitas menggunakan *Shapiro Wilk Test*. Sebaran data berdistribusi normal. Kemudian dilakukan uji perbedaan *pre test* dan *post test* menggunakan uji *repeated anova* untuk data berdistribusi normal dan uji *friedman* untuk data berdistribusi tidak normal.

Dari hasil analisis SPSS diperoleh nilai signifikan  $p=0,0001$  ( $p<0,05$ ) setelah 18 kali pemberian latihan. Penelitian menunjukkan bahwa adanya pengaruh *eccentric strengthening exercise* terhadap perubahan *foot alignment, malleolus height* dan tingkat *agility* pada pemain bulu tangkis junior di kota makassar.

**Kata Kunci:** *Foot Alignment, Malleolus Height, Agility, Eccentric Strengthening Exercise, Bulu Tangkis*



## ABSTRACT

**Hermilasari** *The Effects of Eccentric Strengthening Exercises on Foot Alignment Changes, Malleolus Height and Agility Levels on Junior Badminton Players in Makassar City (guided by Adi Ahmad Gondo and Irianto)*

*Foot alignment is the alignment of the body's vertical axis to the normal position of the foot which can affect mechanical alignment and dynamic functions of the inferior limb that can provide support and maintain body balance. Malalignment in the foot structure shows biomechanical disturbances, such as overpronation allowing changes in body structure and function which can affect the inferior extremities and superior extremities.*

*This study aims to determine the effect of the Eccentric Strengthening Exercises on changes in Foot Alignment, Malleolus Height and Agility Level.*

*This research is a quasi-experimental design with a time-series experimental design. The study population was junior badminton players in Makassar City aged 11-15 years old. The sampling using purposive sampling technique with a sample size of 32 people. Data collection is done through primary data retrieval through the measurement instrument of foot alignment, malleolus height and agility.*

*The collected data was carried out using the normality test using the Shapiro Wilk Test. Distribution of data is normally distributed. Then a difference test of the pre test and post test was carried out using repeated anova test for normal distributed data and friedman test for abnormally distributed data.*

*From the results of the SPSS obtained a significant value of  $p = 0.0001$  ( $p < 0.05$ ) after 18 times the exercise was given. Research shows that there is an influence of eccentric strengthening exercise on changes in foot alignment, malleolus height and agility level in junior badminton players in Makassar.*

**Keywords:** *Foot Alignment, Malleolus Height, Agility, Eccentric Strengthening Exercise, Badminton*



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGAJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	x
ABSTRACT .....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian .....	5
1. Tujuan Umum .....	5
2. Tujuan Khusus .....	6
D. Manfaat Penelitian .....	7
1. Bidang Ilmiah .....	7
2. Bidang Aplikatif .....	7



BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	8
A. Tinjauan Umum Tentang <i>Foot Alignment</i> .....	8
1. Anatomi dan Biomekanik .....	9
2. <i>Foot Overpronation</i> .....	11
3. Faktor yang Mempengaruhi <i>Overpronation</i> dan Patologinya .....	13
4. Pengukuran <i>Rarfoot Angle</i> .....	15
B. Tinjauan Umum Tentang <i>Malleolus Height</i> .....	17
1. Pengukuran Tinggi Malleolus Medial.....	19
2. Pengukuran Tinggi Malleolus Lateral.....	20
C. Tinjauan Umum Tentang <i>Agility</i> .....	21
1. Pengertian <i>Agility</i> .....	21
2. Fungsi <i>Agility</i> .....	23
3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi <i>Agility</i> .....	23
4. Pengukuran <i>Agility</i> .....	24
D. Tinjauan Umum Tentang <i>Eccentric Strengthening Exercise</i> .....	26
1. <i>Eccentric Strengthening Exercise</i> .....	26
2. Fungsi dan Fisiologis <i>Eccentric Strengthening Exercise</i> .....	28
3. Jenis – Jenis Latihan <i>Eccentric Strengthening Exercise</i> .....	34
E. Tinjauan Umum Tentang Hubungan Pemberian <i>Eccentric Strengthening Exercise</i> Terhadap Perubahan <i>Foot Alignment</i> .....	39
F. Tinjauan Umum Tentang Hubungan Pemberian <i>Eccentric Strengthening Exercise</i> Terhadap Perubahan <i>Malleolus Height</i> .....	43
G. Tinjauan Umum Tentang Hubungan Pemberian <i>Eccentric Strengthening Exercise</i> Terhadap Perubahan Tingkat <i>Agility</i> .....	45
1. Kerangka Teori.....	48



BAB III KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS .....	49
A. Kerangka Konsep .....	49
B. Hipotesis.....	50
BAB IV METODE PENELITIAN .....	51
A. Desain Penelitian .....	51
B. Tempat dan Waktu Penelitian .....	52
C. Populasi dan Sampel .....	52
D. Alur Penelitian .....	54
E. Variabel Penelitian .....	55
F. Prosedur Penelitian.....	58
G. Pengolahan dan Analisis Data .....	67
H. Masalah Etika .....	68
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	69
A. Hasil Penelitian .....	69
B. Pembahasan.....	95
BAB VI PENUTUP .....	112
A. Kesimpulan .....	112
B. Saran.....	113
DAFTAR PUSTAKA .....	114
LAMPIRAN .....	123



## DAFTAR GAMBAR

<b>Nomor</b>		<b>Halaman</b>
2.1	Sendi pada <i>Foot</i> dan <i>Ankle</i> .....	9
2.2	Sumbu Rotasi Sendi Sendi Pergelangan Kaki di Bidang <i>Transversal</i> .....	10
2.3	Sumbu Gerakan Sendi <i>Midtarsal</i> .....	11
2.4	Posisi Netral dan Posisi <i>Overpronation</i> .....	11
2.5	<i>Overpronation</i> .....	12
2.6	Kelemahan <i>Abduktor Hip</i> .....	14
2.7	Pengukuran <i>Rearfoot Angle</i> .....	16
2.8	Pengukuran Antropometri Ekstremitas inferior .....	18
2.9	Tinggi <i>Malleolus</i> Medial dan Lateral .....	18
2.10	<i>Measurement of Medial Malleolar Height</i> .....	20
2.11	<i>Measurement of Lateral Malleolar Height</i> .....	21
2.12	<i>Badcamp Test Agility</i> .....	25
2.13	Protein Titin .....	29
2.14	Siklus <i>Supercompensation</i> .....	33
2.15	<i>Heel Drop Exercise</i> .....	36
2.16	<i>Sliding leg curl Exercise</i> .....	37
2.17	<i>Spread Out</i> .....	38
2.18	Kerangka Teori .....	48
3.1	Kerangka Konsep .....	49
	Penelitian .....	54
	Pengukuran <i>Rearfoot Angle</i> .....	60
	Pengukuran Medial <i>Malleolar Height</i> .....	61



4.4 Pengukuran Lateral <i>Malleolus Height</i> .....	61
4.5 <i>Badcamp Test Agility</i> .....	63
4.6 <i>Heel Drop Exercise</i> .....	64
4.7 <i>Sliding leg curl Exercise</i> .....	65
4.8 <i>Spread Out Exercise</i> .....	66
5.1 Grafik Area Perbandingan <i>Foot Alignment Kanan</i> .....	79
5.2 Grafik Area Perbandingan <i>Foot Alignment Kiri</i> .....	81
5.3 Grafik Area Perbandingan <i>Malleolus Height Kanan Lateral</i> .....	84
5.4 Grafik Area Perbandingan <i>Malleolus Height Kiri Lateral</i> .....	86
5.5 Grafik Area Perbandingan <i>Malleolus Height Kiri Medial</i> .....	88
5.6 Grafik Area Perbandingan <i>Malleolus Height Kanan Medial</i> .....	90
5.7 Grafik Area Peningkatan <i>Agility</i> .....	93



## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
2.1 Parameter <i>Rearfoot Angle</i> .....	17
2.2 Parameter <i>Normal Malleolus Height</i> .....	19
2.3 Parameter <i>Agility</i> .....	25
4.1 Dosis Latihan <i>Eccentric Strenghtening Exercise Heel Drop Exercise</i> .....	66
4.2 Dosis Latihan <i>Eccentric Strenghtening Exercise Sliding Leg Curl</i> .....	66
4.3 Dosis Latihan <i>Eccentric Strenghtening Exercise Heel Drop Exercise</i> .....	67
5.1 Karakteristik Sampel.....	70
5.2 Distribusi <i>Foot Alignment</i> .....	71
5.3 Distribusi <i>Malleolus Height</i> .....	73
5.4 Distribusi <i>Agility</i> .....	77
5.5 Hasil Analisis <i>Rearfoot Angle</i> Kanan .....	78
5.6 Hasil Analisis <i>Rearfoot Angle</i> Kiri .....	80
5.7 Hasil Analisis <i>Malleolus Height</i> Kanan Lateral.....	83
5.8 Hasil Analisis <i>Malleolus Height</i> Kiri Lateral.....	85
5.9 Hasil Analisis <i>Malleolus Height</i> Kiri Medial.....	87
5.10 Hasil Analisis <i>Malleolus Height</i> Kanan Medial.....	89
5.11 Hasil Analisis Pengukuran <i>Agility</i> .....	91
5.12 Hasil Analisis Data Pengukuran <i>Rearfoot Angle, Malleolus Height</i> Dengan Tingkat <i>Agility</i> .....	94



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Surat Pernyataan Kesediaan Menjadi Responden .....	123
2. <i>Informed Consent</i> .....	125
3. Blanko Pengukuran <i>Rearfoot Angle</i> dan <i>Malleolus Height</i> .....	126
4. Hasil Olah Data Statistika .....	127
5. Surat Keterangan Izin Penelitian.....	151
6. Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian.....	153
7. Dokumentasi .....	155



## DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

---

Lambang / Singkatan	Arti dan Keterangan
et al.	et alii, dan kawan-kawan
dkk	dan kawan-kawan
PB	Persatuan Bulu Tangkis
RFA	<i>Rearfoot Angle</i>
EMG	<i>Electromyography</i>
ATPase	<i>Supercompensation Cycle</i>
SC	<i>Supercompensation Cycle</i>
GAS	<i>General Adaptation Syndrome</i>
RA	<i>Rearfoot Angle</i>
MH	<i>Malleolus Height</i>
ESE	<i>Eccentric Strengthening Exercise</i>
SBL	<i>Superficial Back Line</i>
HDE	<i>Heel Drops Exercise</i>
SLC	<i>Sliding Leg Curl</i>
	<i>Spread out Exercise</i>

---



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Bulu tangkis telah menjadi salah satu olahraga yang sangat digemari oleh seluruh lapisan masyarakat. Dimana dalam permainan bulu tangkis *shuttlecocks* tidak dipantulkan dan harus dimainkan di udara sehingga permainan ini termaksud permainan yang cepat, membutuhkan gerakan refleks yang baik, tingkat kebugaran tinggi dan memerlukan gerakan eksplosif serta membutuhkan koordinasi mata dan tangan yang baik (Joni, 2012; Wijaya, 2017). Untuk dapat berprestasi, pemain bulutangkis tak lepas dari *skill* dan penguasaan teknik-teknik dasar seperti, cara memegang raket (*grips*), sikap siap (*stance* atau *ready position*), gerakan kaki (*footwork*), dan gerak memukul (*stroke*) (Mangun & Budiningsih, 2017).

Salah satu *skill* yang paling mendasar dalam permainan bulu tangkis adalah *footwork* (gerakan langkah kaki) salah satu gerakan yang paling sering dilakukan dalam *footwork* adalah gerakan *lunge* dimana gerakan tersebut dilakukan sebanyak 15% dalam permainan bulu tangkis, pola *lunges* tersebut dapat mempengaruhi kinematika ekstremitas inferior (Hu *et al.*, 2015). Dalam melakukan *footwork* juga dibutuhkan *agility* yang tinggi untuk merubah arah dan posisi pemain di lapangan dengan cepat dan tepat pada waktu bergerak, sesuai dengan situasi dan kondisi yang dihadapi di lapangan tanpa

angguan keseimbangan tubuh untuk mengantisipasi *shuttlecocks* yang datang, serta dari faktor struktural tubuh, dalam permainan bulu tangkis



memerlukan koordinasi antara kerja sendi dengan gerak yang terjadi, bentuk kontraksi otot yang ikut mempengaruhi serta tinjauan proses kerja saraf yang terjadi dalam keefektifan kinerja selama permainan, olehnya itu penguasaan teknik dan *skill*, serta struktural dan fungsional tubuh yang baik menjadi poin penting yang harus dimiliki pemain bulutangkis untuk mendukung keterampilan pada saat bermain agar terhindar dari cedera olahraga (Wijaya, 2017; Astrawan dkk., 2016; Purnama, 2016).

Dari beberapa penelitian diperoleh bahwa cedera yang paling sering terjadi pada pemain bulu tangkis ada cedera pada ekstremitas inferior yakni sebanyak 60% terjadi pada *knee*, *ankle*, *gastrocnemius muscle* dan *soleus muscle*, dimana pemain yang paling beresiko mengalami cedera adalah pemain bulu tangkis dibawah umur 20 tahun. Oleh karena itu pencegahan cedera pada anak usia dini perlu diupayakan secara maksimal dengan memberikan latihan sesuai dengan porsi atletnya dan menganalisa faktor penyebab terjadinya cedera sehingga atlet tersebut dapat mengurangi resiko terjadinya cedera dan dapat berprestasi dalam permainan bulu tangkis (Mei *et al.*, 2016; Kang & Ramalinga, 2018; Gunawan, 2017).

Kondisi *moskuloskeletal* dan fungsional juga dapat mempengaruhi kiprah biomekanik atlet dan dapat menyebabkan cedera pada saat mereka berolahraga (Jenkins *et al.*, 2011). Perubahan biomekanikpun akan terjadi akibat berubahnya *foot alignment* ke arah *overpronation* yang akan membebani otot-otot di daerah lutut dan kaki untuk bekerja lebih keras dalam

pertahankan posisi tubuhnya agar dapat berdiri stabil. Dengan bertambahnya pembebanan akan menyebabkan *center of gravity* bergeser ke



posterior, sehingga *body alignment* berubah mulai *knee* hingga *ankle* (Larasati, 2016). *Overpronation* merupakan kondisi yang menggambarkan kaki berada dalam posisi pronasi, tetapi dianggap berlebihan dari kaki normal pada umumnya (Griffiths, 2012). *Overpronation* bisa di ukur dengan pengukuran *rearfoot angle* dan *malleolus height* (Hamill *et al.*, 2015; Long K *et al.*, 2016).

Sangat dibutuhkan pemanfaatan metode latihan untuk pencegahan serta penanganan *overpronation* bagi atlet karena *overpronation* yang lebih lanjut dapat mengakibatkan *knock knees*, *anteverted hip* & *low back pain* (Wiley, 2017). Pemanfaatan metode latihan yang umum dilakukan untuk memberikan efek positif untuk meningkatkan kualitas fungsional dari sistem tubuh adalah *eccentric strengthening exercise*, latihan tersebut dilakukan dengan tujuan memperpanjang otot saat berkontraksi disertai dengan penguatan dan pemanjangan otot untuk menciptakan perubahan viskoelastik pada otot (Yu *et al.*, 2013). *Eccentric strengthening exercise* dapat menyebabkan hipertrofi otot, mengaktifkan *muscle fiber* tipe II (*fast twitch*), peningkatan jumlah *sarcomer* dan *fascicle length* serta mengoptimalkan *neuralmuscular control* dimana semuanya berkontribusi pada peningkatan fungsi otot (Hedayatpour & Falla, 2015; Vog & Hoppeler, 2014; Lepley *et al.*, 2017).



Dari itu peneliti merancang desain latihan dengan konsep *eccentric strengthening exercise* untuk ekstremitas inferior sehingga dapat menunjang performa atlet pada saat bermain bulu tangkis, jenis *eccentric strengthening exercise* yang akan diberikan yaitu; (1) *Sliding leg curl* bertujuan untuk memperkuat otot *hamstring*, (2) *heel drop exercise* untuk memperkuat otot *gastrocnemius* dan (3) *spread out* untuk memperkuat otot *intrinsic* (Leung & Lai, 2017; Carpenter *et al.*, 2017; Tsaklis *et al.*, 2015; M. Glasoe, 2016).

Berdasarkan hasil observasi di persatuan bulu tangkis tangkis avanti dan persatuan bulu tangkis filla watch telah dilakukan pengukuran. Dari 30 anak berusia 11-15 tahun diperoleh hasil pengukuran *rearfoot angle* menunjukkan terdapat 17 anak (56,7%) mengalami *overpronation* dan rata-rata tinggi *malleolus height medial* 5,67 cm dan *malleolus height lateral* 4,60 cm serta pengukuran tingkat *agility* didapatkan hasil yang beragam.

Dengan melihat fenomena di atas, membuat peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pengaruh *eccentric strengthening exercise* terhadap *foot alignment*, *malleolus height* dan tingkat *agility* pada pemain bulu tangkis junior di kota Makassar.



## B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas memberikan landasan bagi penulis untuk meneliti “Pengaruh Pemberian *Eccentric Strengthening Exercise* Terhadap Perubahan *Foot Alignment*, *Malleolus Height* dan Tingkat *Agility* Pemain Bulu Tangkis Junior di Kota Makassar” dan dapat dikemukakan pertanyaan penelitian yaitu:

1. Apakah ada perbedaan *foot alignment* antara sebelum dan setelah pemberian *eccentric strengthening exercise* pada pemain bulu tangkis junior di kota Makassar?
2. Apakah ada perbedaan *malleolus height* antara sebelum dan setelah pemberian *eccentric strengthening exercise* pada pemain bulu tangkis junior di kota Makassar?
3. Apakah ada perbedaan tingkat *agility* antara sebelum dan setelah pemberian *eccentric strengthening exercise* pada pemain bulu tangkis junior di kota Makassar?
4. Apakah ada hubungan *foot alignment* dan *malleoulus height* dengan tingkat *agility* pada pemain bulu tangkis junior di kota Makassar?

## C. Tujuan Penelitian

### 1. Tujuan Umum

Diketahuinya perbedaan *foot alignment*, *malleoulus height* dan tingkat *agility* antara sebelum dan setelah pemberian *eccentric strengthening exercise* pada pemain bulu tangkis junior di kota Makassar.



## 2. Tujuan Khusus

Penelitian ini bertujuan:

- a. Diketuainya distribusi perubahan *foot alignment* antara sebelum dan setelah pemberian *eccentric strengthening exercise* pada pemain bulu tangkis junior di kota Makassar.
- b. Diketuainya karkarakteristik perubahan *malleolus height* antara sebelum dan setelah pemberian *eccentric strengthening exercise* pada pemain bulu tangkis junior di kota Makassar.
- c. Diketuainya perbedaan *foot alignment* antara sebelum dan setelah pemberian *eccentric strengthening exercise* pada pemain bulu tangkis junior di kota Makassar.
- d. Diketuainya perbedaan *malleolus height* antara sebelum dan setelah pemberian *eccentric strengthening exercise* pada pemain bulu tangkis junior di kota Makassar.
- e. Diketuainya perbedaan tingkat *agility* antara sebelum dan setelah pemberian *eccentric strengthening exercise* pada pemain bulu tangkis junior di kota Makassar.
- f. Diketuainya hubungan *foot alignment* dan *malleoulus height* dengan tingkat *agility* pada pemain bulu tangkis junior di kota Makassar.



## D. Manfaat Penelitian

### 1. Bidang Ilmiah

- a. Sebagai salah satu sumber informasi bagi pembaca mengenai pengaruh pemberian *eccentric strengthening exercise* terhadap perubahan *foot alignment*, *malleolus height* dan tingkat *agility* pada pemain bulu tangkis junior di kota Makassar.
- b. Dapat menjadi bahan acuan atau bahan pembanding bagi mereka yang akan meneliti masalah yang sama, yang lebih mendalam.

### 2. Bidang Aplikatif

- a. Memberikan wawasan mengenai bentuk-bentuk latihan yang dapat mempengaruhi *foot alignment*, *malleolus height* dan tingkat *agility* pemain bulu tangkis.
- b. Menjadi sebuah pengalaman berharga bagi peneliti dalam mengembangkan pengetahuan dan keterampilan praktis lapangan di bidang kesehatan sesuai dengan kaidah ilmiah yang didapatkan dari materi kuliah.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Tinjauan Umum Tentang *Foot Alignment*

Regio *ankle* dan *foot* merupakan struktur sendi yang sangat kompleks tersusun dari 26 tulang yang tidak beraturan, 30 sendi sinovial, lebih dari 100 ligamen dan 30 otot yang berperan pada segmen tersebut dimana semuanya bekerja secara bersamaan yang berfungsi untuk stabilisasi untuk menghasilkan keseimbangan dan pergerakan. *Foot* dan *ankle* dibentuk oleh 3 persendian yaitu *articulation talocruralis*, *articulation subtalaris* dan *articulation tibio fibularis distal*. Pada komponen sendi *foot* dan *ankle* ini akan terjadi pergerakan *plantar fleksi*, *dorso fleksi*, *inversi* dan *eversi*. Fungsi *ankle* sebagai penyangga berat badan sehingga memungkinkan terjadinya cedera pada saat beraktivitas (Hamill *et al.*, 2015; Muawanah dkk., 2016).

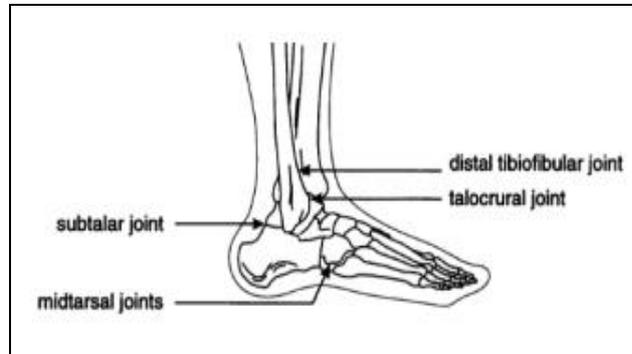
*Foot alignment* merupakan keselarasan sumbu vertikal tubuh terhadap posisi kaki normal yang dapat mempengaruhi keselarasan mekanis dan fungsi dinamis ekstremitas inferior, *foot alignment* yang baik pada kaki dapat mendorong keterlibatan otot-otot untuk bekerja secara optimal pada saat melangkah kaki. *Foot alignment* yang baik dapat memberikan dukungan dan menjaga keseimbangan tubuh dalam berdiri, berjalan dan beraktivitas (Jeong *et al.*, 2017), sebaliknya jika terjadi kelainan dan ketidakselarasan tulang-tulang kaki yang bisa menunjukkan adanya variasi gangguan

mekanik kaki disebut dengan *foot malalignment* salah satunya adalah *foot pronation* (Thapa *et al.*, 2010).



## 1. Anatomi dan Biomekanik

Persendian yang terlibat dalam gerakan *foot pronation* dalam kaitannya dengan *foot overpronation* adalah sebagai berikut:



**Gambar 2.1. Sendi pada *Foot* dan *Ankle***  
(Sumber: Loudon & Bell, 2014)

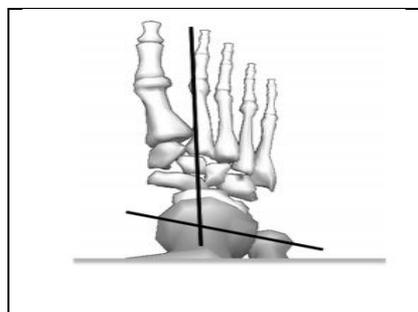
### a. Sendi *Subtalar*

Sendi *subtalar* adalah artikulasi dari *talus* dan *calcaneus* dua artikulasi anterior dari sendi *subtalar* atau *talocalcaneal* pada aspek inferior berbentuk cembung dan aspek superior *calcaneus* berbentuk cekung, sedangkan artikulasi sendi *midtarsal* posterior pada aspek inferior adalah cekung dan aspek superior *calcaneus* adalah cembung. Geometri ini memungkinkan gerakan inversi dan eversi *ankle* sementara gerakan lainnya juga terjadi pada sendi ini, namun sebagian besar adalah gerakan eversi dan inversi (Brockett & Chapman, 2016).

*Overpronation* dari sendi *subtalar* dapat mempengaruhi keselarasan kaki, pergelangan kaki, tungkai, daerah panggul dan daerah lumbal, dapat menyebabkan perubahan parameter kinetik dan kinematika selama proses berjalan dan beraktivitas. *Overpronation* menunjukkan puncak tekanan plantar yang lebih



tinggi pada tumit (medial dan lateral) dan *midfoot* (medial dan lateral). Perubahan dalam distribusi tekanan plantar dapat menunjukkan fungsi abnormal dari sendi *subtalar*, mengakibatkan fungsi sendi *subtalar* menjadi tidak efisien, ketidakefisienannya terkait dengan defisit *myoligamentar*. Ligamen pada *ankle* mengandalkan bantuan otot *tibialis anterior*, *tibialis posterior*, *gastrocnemius* dan *soleus*, otot-otot tersebut merupakan penanggung jawab utama untuk menghindari *overpronation*. *Overpronation* yang lebih lama dapat menyebabkan peningkatan stres di bagian medial kaki, bagian tumit lateral dan medial, sehingga dapat mempengaruhi perubahan kinematika dari tungkai bawah dalam aspek gaya berjalan dan pada saat beraktivitas yang melibatkan segmen kaki (Santos *et al.*, 2017).

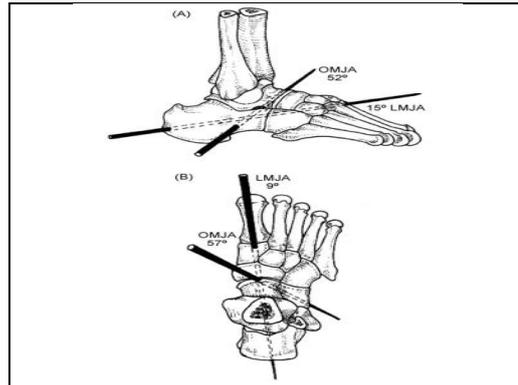


**Gambar 2.2. Sumbu Rotasi Sendi Pergelangan Kaki di Bidang Transversal**  
(Sumber: Brockett & Chapman, 2016)

#### b. Sendi *Midtarsal*

Sendi *midtarsal* dianggap sebagai bagian dari unit fungsional yang sama dengan sendi *subtalar* karena memiliki poros gerak yang sama dan berkontribusi pada gerakan inversi dan eversi kaki (Brockett & Chapman, 2016).

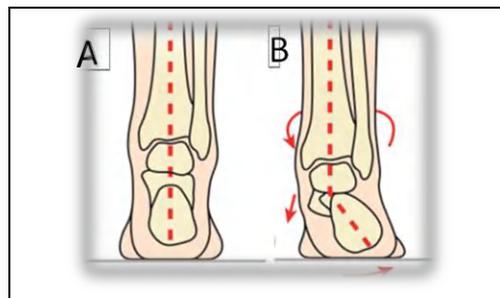




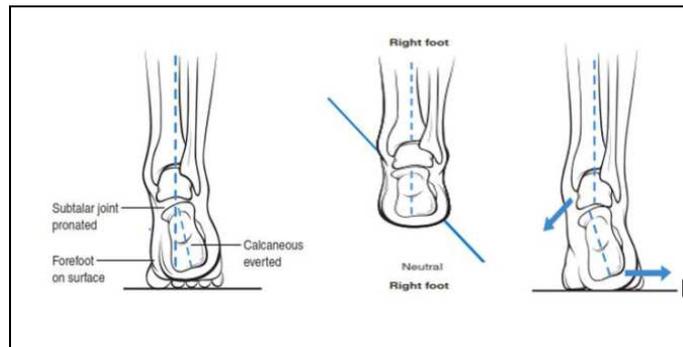
**Gambar 2.3. Sumbu Gerakan Sendi Midtarsal**  
 (a) *Transverse Plane* (b) *Sagittal Plane*  
 (Sumber: Tweed *et al.*, 2008)

## 2. *Foot Overpronation*

Biomekanik kaki yang normal dapat terganggu akibat fungsi abnormal dari sendi *subtalar* yakni ketika kaki mengalami *overpronation*. Dalam rantai kinematik tertutup, *overpronation* sendi *subtalar* ditandai dengan *adduksi* dan *fleksi plantar* dari *talus* dan eversi dari *calcaneus* yang berlebihan (Farokhmanesh, 2014; Ghasemi *et al.*, 2016).



**Gambar 2.4. (A) Posisi Netral (B) Posisi Overpronation**  
 (Sumber: *Managing Sports Injuries*, 2011)



**Gambar 2.5. Overpronation dan Neutral Position Ankle**  
(Sumber: *Biomechanical Basis of Human Movement*, 2015)

*Overpronation* dikaitkan dengan cedera akibat ketidakseimbangan otot sehingga berpengaruh terhadap *alignment* ekstremitas inferior yang dianggap memberi tekanan pada sendi, ligamen, dan otot. Secara signifikan *overpronation* berpengaruh terhadap peningkatan kemungkinan *foot pain* sebesar 28% dan *heel pain* sebesar 54% (Menz *et al.*, 2013).

Perubahan *foot alignment* ke arah *overpronation* dapat mengakibatkan terganggunya langkah kaki (*footwork*) dikarenakan *overpronation* mempengaruhi kinematika ekstremitas inferior pada bidang *sagital*. Selama fase *terminal stance*, *subtalar plantar flexi* bertanggung jawab atas permulaan *plantar flexi* sendi-sendi pergelangan kaki. *Pronation* kaki ditandai oleh *dorso fleksi subtalar*, peningkatan *pronation* kaki selama posisi *pronation* kaki setelah fase *midstance* akan menunda *ekstensi* lutut selama fase ini dan akibatnya menghasilkan stres jaringan lunak (Resende *et al.*, 2018).

*Overpronation* dapat menyebabkan *malalignment* pada ekstremitas inferior, yakni menyebabkan defisit struktural dan fungsional pada saat berdiri dan berjalan. Eversi *calcaneus* yang



berlebihan menghasilkan rotasi internal pinggul, dan akibatnya dapat menyebabkan peningkatan *anteversion pelvic* dan *hyperlordosis* lumbal. Dengan demikian, kehadiran eversi *calcaneus* yang berlebihan dapat mengakibatkan kondisi patologis tulang belakang lumbal, disfungsi otot-otot *lumbopelvic* pada pinggul dapat menyebabkan perubahan fungsional ekstremitas inferior dan dikaitkan dengan *overpronation* (Ghasemi, 2016). Oleh karena itu *overpronation* tidak hanya mempengaruhi biomekanik pergelangan kaki dan lutut tetapi juga pinggul, hal tersebut dapat mempengaruhi performa pemain pada saat bermain bulu tangkis dikarenakan dalam permainan ini ekstremitas inferior yakni pedis difungsikan sebagai penopang tubuh untuk bergerak kesegala arah dengan cepat sehingga dapat melakukan pukulan dengan efektif, jika terjadi *overpronation* pada kaki maka akan berdampak juga pada lutut maupun pinggul sehingga dapat mengurangi performa pemain pada saat bermain bulu tangkis ( Resende *et al.*, 2018; Farisi, 2018).

### 3. Faktor yang Mempengaruhi *Overpronation* dan Patologinya

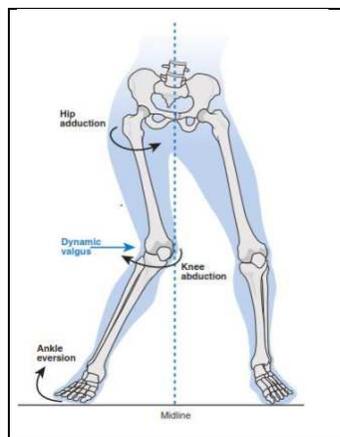
*Overpronation* berkembang sebagai *distorsi* biomekanik bertahap. Beberapa faktor yang berpotensi menyebabkan *overpronation* adalah sebagai berikut:

#### a. Kelemahan Abduktor *Hip*

Otot abduktor *hip* juga dapat mempengaruhi *overpronation* pada kaki. Otot *abduktor* utama pada *hip joint* adalah *gluteus medius*, otot ini berkontraksi selama berdiri, berlari, dan melompat



untuk menstabilkan *hip* sehingga tidak jatuh ke sisi berlawanan. Hal tersebut penting untuk persendian dan segmen di ekstremitas inferior karena *gluteus medius* yang lemah dapat menyebabkan perubahan seperti *pelvic drop* (kontralateral) dan meningkatkan adduksi dan internal rotasi *femoral* sehingga menyebabkan peningkatan *knee valgus*, *lateral tracking of the patella* yang berlebih, peningkatan rotasi tibia dan peningkatan pronasi pada kaki (Pohl *et al.*, 2015).



**Gambar 2.6. Kelemahan *Abduktor Hip* Menyebabkan *Drop Hip* Saat Sisi Kontralateral Diangkat, Berdampak pada *Overpronation***

(Sumber: *Biomechanical Basis of Human Movement*, 2015)

#### b. *Tightness Gastrocnemius*

Ketika kelompok otot kaki *posterior* mengalami *tightness*, yakni otot *gastrocnemius*, otot *soleus*, dan *plantaris* yang berada di kompartemen posterior superfisial kaki melintasi sendi *subtalar* dan *ankle*, lingkup gerak sendi akan berkurang dan dapat terjadi kompensasi dengan *overpronation subtalar* yang selanjutnya dapat menyebabkan *plantar fasciitis* (Bolivar *et al.*, 2015).



#### 4. Pengukuran *Rearfoot Angle*

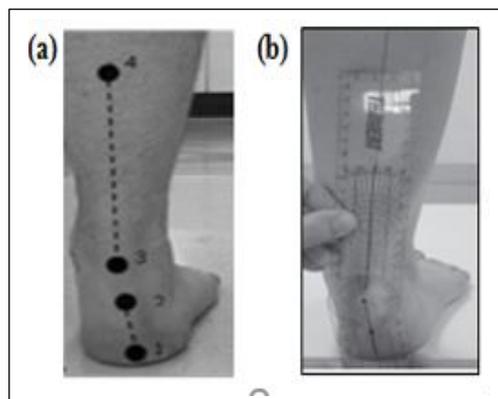
Pengukuran kaki secara statis merupakan salah satu pendekatan umum secara klinis untuk mengklasifikasikan dan mengidentifikasi kemungkinan faktor etiologi yang berkaitan dengan cedera dan meresepkan intervensi terapeutik. Pengukuran kaki ini didukung oleh model kontekstual dimana melihat keselarasan struktural atau posisi kaki dan digunakan untuk menyimpulkan karakteristik fungsi kaki dinamis serta secara teoritis melihat mekanisme cedera yang mengarah ke patologi, pengukuran kaki secara statis memungkinkan untuk mengidentifikasi penyimpangan yang terjadi pada kaki yang normal, salah satunya dengan melihat apakah kaki tersebut sesuai antropometri dengan mengukur *rearfoot angle* (Langley *et al.*, 2016).

RA merupakan pemeriksaan klinis yang dilakukan dengan mengukur bagian *calcaneus* pada kaki bagian bawah dalam posisi berdiri dalam keadaan rileks (*resting standing position*) untuk melihat adanya patologi pada ekstremitas inferior, pengukuran ini digunakan untuk melihat *overpronation* pada kaki yang ditunjukkan oleh perubahan struktural *calcaneus* ke arah luar selama posisi berdiri dalam keadaan rileks, *overpronation* dikaitkan dengan satu atau lebih *malalignment* pada struktural kaki, *overpronation* dapat menyebabkan kompensasi gerakan pada sendi *subtalar* dan *midtarsal*, oleh karena itu pentingnya dilakukan pengukuran RA untuk menilai normal atau adanya *malalignment* pada kaki karena pengukuran ini



merupakan komponen khas untuk pemeriksaan klinis berbagai patologi pada ekstremitas inferior untuk dapat dilakukan perbaikan dan pencegahan secara dini (Kelly, 2010; Power & Clifford, 2012).

RA juga digunakan untuk menilai sudut ekstremitas inferior dalam analisis biomekanik dimana mewakili gerakan dari sendi *subtalar*, eversi dan inversi *calcaneus* mengakibatkan gerakan *pronation* dan *supinasi* sendi *subtalar*. Dalam literatur penelitian, eversi *calcaneus* sering diukur untuk mengevaluasi *pronation*, dan inversi *calcaneus* diukur untuk menentukan *supinasi*. RA dihitung menggunakan sudut absolut dari bagian posterior betis dan *calcaneus* di bidang frontal. Dengan menempatkan empat penanda yakni dua penanda pada segmen bagian posterior betis untuk menentukan sumbu *longitudinal* pada *posterior* betis dan dua penanda ditempatkan pada *calcaneus* untuk menentukan sumbu *longitudinal calcaneus* (Hamill *et al.*, 2015). RA diukur menggunakan goniometer, jenis goniometer yang digunakan bisa disesuaikan. RA diukur sebagai sudut akurat antara persimpangan jalur satu dan jalur dua (Langley *et al.*, 2016).



**Gambar 2.7. (a) 4 Tanda untuk Membentuk Sumbu Longitudinal pada Posterior Betis dan Calcaneus (b) Pengukuran Rearfoot Angle Menggunakan Goniometer**

(Sumber: Langley *et al.*, 2016; Karzis., 2016)

Rumus mengetahui *rearfoot angle*:

$$\theta_{Rearfoot} = \theta_{Leg} - \theta_{Calcaneus}$$

Dengan perhitungan, sudut positif mewakili inversi *calcaneus* (*supinasi*), sudut negatif mewakili eversi *calcaneus* (*pronation*) dan sudut nol adalah kaki pada posisi netral (*normal*) (Hamill *et al.*, 2015).

**Tabel 2.1. Parameter *Rearfoot angle***

No	<i>Rearfoot Angle</i>	Derajat
1	<i>Overpronation</i>	$\leq -5^\circ$
2	Normal	$-4^\circ - 4^\circ$
3	<i>Oversupination</i>	$\geq 5^\circ$

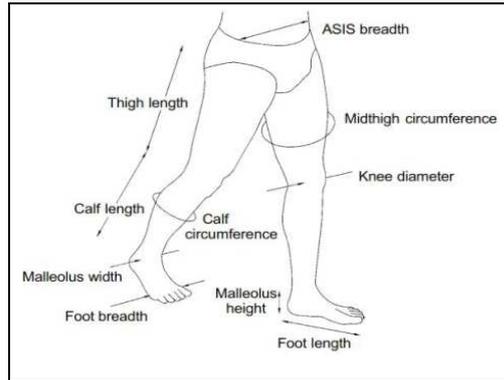
Sumber: Langley *et al.*, 2016

## B. Tinjauan Umum Tentang *Malleolus Height*

*Malleolus* merupakan tulang yang menonjol yang terdapat dibagian sisi pergelangan kaki manusia. Dimana terdiri dari *malleolus lateral* dan *malleolus medial*. *Malleolus lateral* merupakan tulang yang menonjol disisi luar pergelangan kaki dibentuk dari tulang pada ujung distal dari fibula. *Malleolus medial* merupakan tulang yang menonjol pada sisi bagian dalam pergelangan kaki yang dibentuk oleh ujung distal dari tibia dimana letaknya sedikit superior dan anterior (Dubin *et al.*, 2011).

Ada sepuluh dimensi tubuh yang dapat diukur yaitu: tinggi badan, tinggi bahu, jangkauan lengan samping, tinggi tinju (kepalan tangan), panjang lengan bawah, panjang lengan atas, panjang ujung jari bahu, tinggi lutut, tinggi *malleolus* dan panjang tangan. Hal ini membuktikan bahwa pengukuran *malleolus height* dapat dilakukan (Kaya, 2018).

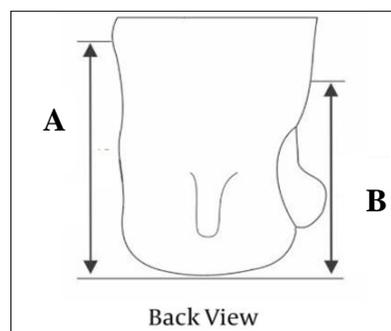




**Gambar 2.8. Pengukuran Antropometri Ekstremitas Inferior**

(Sumber: *Dynamics of human gait*, 2015)

Pengukuran MH merupakan salah satu pengukuran dari antropometri dan dimensi tubuh, dan membuktikan bahwa pengukuran MH penting untuk dilakukan (Kaya, 2018). Pengukuran *malleolus height* dilakukan untuk melihat apakah tinggi antara *malleolus* medial dan *malleolus* lateral sesuai dengan parameter yang ada (*normal foot*), serta memahami bagaimana pergelangan kaki dapat lebih tahan dalam posisi berdiri, dengan meninjau bentuk *talar* dan ligamennya pada kaki. Gerakan dalam sendi pergelangan kaki adalah signifikan dalam bidang transversal dan frontal. Gerakan bidang transversal terjadi karena perlekatan *ligamentum* antara *malleolus* lateral dan dekat talus, kemudian terjadi pelepasan pada sisi medial antara *talus* dan medial *malleolus* (Horwood & Chockalingam, 2017).



**Gambar 2.9. (A)Tinggi Malleolus Medial (B) Tinggi Malleolus Lateral**

(Sumber: Hajaghazadeh, 2017)



Adapun hal-hal yang diperlukan dalam melakukan pengukuran parameter segmen tubuh antara lain personal individu, waktu yang diperlukan untuk melakukan pengukuran, murah, aman dan pengukuran yang akurat (Vaughan *et al.*, 2015)

**Tabel 2.2. Parameter Normal Malleolus Height**

No	Malleolus Measurement	Value	Units
1	Medial Malleolus Height	6,6	Cm
2	Lateral Malleolus Height	5,4	Cm

Sumber: Hajaghadzadeh, 2017

### 1. Pengukuran *Malleolus Medial*

Pengukuran *malleolus* medial dilakukan dengan cara sederhana untuk mengevaluasi kemampuan ekstremitas inferior dimana tubuh mampu mempertahankan berat badan untuk mempertahankan kaki dalam posisi normal. Pengukuran medial *malleolus* memberi informasi penting mengenai fungsi dinamis kaki dengan mengevaluasi perpindahan *malleolus* medial, diperoleh informasi penting mengenai gerak frontal *plane* tidak hanya pada bagian belakang dan *midfoot*, tetapi juga pergelangan kaki. Selain itu pengukuran dari *malleolus* medial memberikan informasi yang berguna secara klinis mengenai gerakan bidang frontal sendi. Selain itu, mengukur *malleolus* medial memungkinkan untuk evaluasi yang terjadi antara *talus* dan *calcaneus* ketika *pronation* terjadi pada sendi *subtalar*, dari pengukuran ini juga bisa dilihat mengapa seseorang yang dengan posisi kaki *overpronation* berlebihan bisa mengakibatkan cedera pada tendon medialnya (Long K *et al.*, 2016).



*Malleolus* medial berada di subkutan dan ujungnya terletak pada bidang anterior (Abbas, 2015). Tinggi *malleolus* medial diukur dari lantai ke bagian inferior dari medial *malleolus* (Umar & Tafida, 2013).



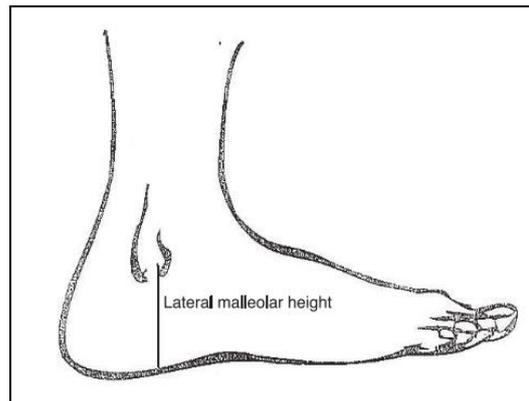
**Gambar 2.10. Measurement of Medial Malleolar Height**  
(Sumber: Mits *et al.*, 2011)

Proses pengukuran *malleolus* medial *height* dilakukan dengan jarak vertikal (arah-Z) dari lantai ke titik paling menonjol pada *malleolus* medial. Selama pengukuran, subjek diminta untuk memakai celana pendek dan kaos dan dimensi diukur tanpa sepatu dan tidak memakai sepatu (Kaya, 2018).

## 2. Pengukuran *Malleolus* Lateral

Permukaan subkutan bagian bawah fibula berbentuk segitiga yang dapat diraba dan melanjut sebagai permukaan lateral *malleolus* lateral. Ujung *malleolus* lateral kira-kira 1 cm lebih distal dari pada ujung *malleolus* medial dan letaknya lebih posterior (Abbas, 2015). Tinggi *malleolus* lateral diukur dari lantai ke bagian anterior- inferior dari medial *malleolus* (Umar & Tafida, 2013).





**Gambar 2.11. Measurement of Lateral Malleolar Height**  
(Sumber: Umar & Tafida, 2013)

## C. Tinjauan Umum Tentang Tingkat *Agility*

### 1. Pengertian *Agility*

*Agility* merupakan kemampuan seseorang untuk dapat mengubah posisi tubuh dan arah gerakan dengan cepat dan tepat tanpa kehilangan keseimbangan pada saat bergerak secara berturut-turut dalam durasi cepat dan singkat. *Agility* merupakan salah satu bentuk kemampuan dasar biomotorik yang diperlukan dalam setiap cabang olahraga, dimana untuk meningkatkan *agility* pemain harus mengembangkan kekuatannya utamanya pada otot lengan, tangan, dan tungkai (Mardhika, 2017). *Agility* dalam permainan bulu tangkis sangat diperlukan untuk melakukan teknik *footwork* (gerakan kaki) (Amar & Wardoyo, 2017).

*Footwork* adalah gerakan-gerakan langkah kaki yang mengatur badan untuk menempatkan posisi badan, agar memudahkan pemain dalam melakukan gerakan memukul *shuttlecock* sesuai dengan posisinya. Efektifitas pemain atlet bulu tangkis dalam gerak langkah kaki dengan tangan yang sama akan mempermudah jangkauan atau pengambilan *shuttlecock*. Dalam bermain ganda bulu tangkis, *footwork* (gerakan kaki) harus sangat terampil untuk memudahkan dalam berotasi, sehingga



seluruh lapangan dapat tercover dengan sempurna serta menciptakan pukulan yang baik, agar lebih mudah menempatkan *shuttlecock* ke area yang kosong (Amar & Wardoyo, 2017).

Dimana pada *footwork* cukup banyak melibatkan gerakan *lunges* selama permainan berlangsung. *Lunges* adalah gerakan rantai tertutup mengambil tubuh tiga kali lipat melibatkan (pinggul, lutut dan pergelangan kaki) fleksi dan ekstensi yang merupakan komponen yang tidak terpisahkan dari performa pemain bulu tangkis. Salah satu teknik *lunges* yang paling sering dilakukan adalah *forward lunges*, *forward lunge* dimulai dengan langkah depan diikuti dengan dorongan ke arah belakang. Untuk meningkatkannya keefektifannya, pada saat melakukan *forward lunge* harus dilakukan dengan salah satu kaki dibawa sejauh mungkin ke depan kemudian lutut ditekuk, lutut tidak boleh melebihi jari kaki. Berdasarkan pengukuran *electromyography* (EMG) yang direkam melalui signal EMG bahwa pada saat melakukan gerakan *footwork* utamanya gerakan *forward lunges* mengaktifkan kemampuan dari otot Sinyal EMG direkam dari *vastus lateralis*, *vastus medialis*, *rektus femoris*, *biceps femoris*, *gluteus maximus*, *gastrocnemius medial*, dan *gastrocnemius lateral* (Nadzalan *et al.*, 2017).



## 2. Fungsi Agility

*Agility* penting fungsinya untuk meningkatkan prestasi dalam cabang olahraga. Secara langsung *agility* digunakan untuk mengkoordinasikan gerakan-gerakan berganda atau simultan, mempermudah penguasaan teknik-teknik tinggi, mempermudah orientasi terhadap lawan dan lingkungan (Rudiyanto dkk., 2012).

Seorang pemain yang mempunyai *agility* yang baik mempunyai beberapa keuntungan dimana memudahkan pemain melakukan gerakan yang sulit, tidak mudah jatuh atau cedera, dan mendukung teknik-teknik yang digunakannya saat bermain. Misalnya mengubah arah serangan dengan berbeda, mengubah titik serangan, dan juga membuat gerakan manipulasi terhadap lawan sehingga gerakan sulit untuk diantisipasi oleh lawan (Purba, 2017).

## 3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Agility

### a. Umur

Latihan *agility* dapat diberikan pada anak mulai usia 2-13 tahun. Anak berusia 3-13 tahun, menunjukkan peningkatan setiap tahunnya, dengan catatan anak laki-laki memperbaiki waktunya dengan rata-rata 0,5 detik setiap tahunnya.

### b. Jenis Kelamin

Anak laki-laki memperlihatkan *agility* sedikit lebih daripada perempuan sebelum umur puberitas. Setelah umur puberitas perbedaan *agility* lebih mencolok.



c. Berat Badan

Berat badan yang berlebih secara langsung akan mengurangi *agility*. Seseorang yang terlalu gemuk tentu saja *agility* yang kurang baik dibandingkan dengan yang tidak gemuk.

d. Kelelahan

Kelelahan dapat mengurangi *agility* oleh karena itu penting memelihara daya tahan jantung dan daya tahan oto agar kelelahan tidak mudah timbul. Faktor kelelahan akan mempengaruhi apa yang sebetulnya ingin dilatih yaitu *agility* (Purnama, 2016). Selain faktor-faktor *agility* tersebut, faktor latihan juga memiliki pengaruh besar terhadap *agility* (Rudiyanto, 2012).

#### 4. Pengukuran *Agility*

*Badcamp test agility* merupakan tes yang dibuat untuk menilai tingkat *agility* pemain bulu tangkis dengan menstimulasikan gerakan dan kondisi spesifik yang tidak menentu, *badcamp test agility* merupakan tes khusus untuk pemain bulu tangkis untuk menilai kelincahan para pemain dan mengevaluasi misalnya, tingkat efektivitas pelatihan metode tertentu untuk meningkatkan *agility* pemain dan untuk mendeteksi individu yang berbakat dalam hal olahraga bulu tangkis (Loureiro & De Freitas, 2016; Loureiro *et al.*, 2017).

Sebelum dilakukan *badcamp test agility* tempat latihan harus benar-benar diperhatikan terlebih dahulu, yakni memastikan bahwa lantai di

mana tes itu dilakukan dibersihkan dan dikeringkan untuk mencegah pemain agar tidak terpeleset, menggunakan sepatu olahraga, semua

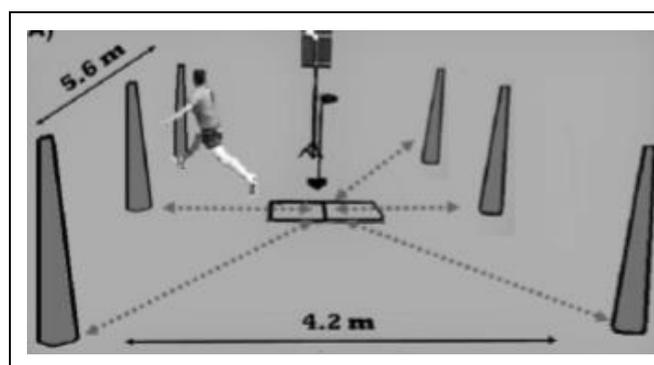


pemain melakukan pemanasan (Loureiro *et al.*, 2017). *Agility test* ini dilakukan di sebuah area persegi panjang dengan ukuran 5,6 x 4,2 m (sekitar dimensi lapangan bulu tangkis tunggal). Di tengah area ini, posisi awal peserta dibatasi dengan persegi panjang berukuran 0,7 x 1,4 m. Persegi panjang ini dibagi menjadi dua bagian (0,7 x 0,7 m persegi) yang merupakan area posisi awal atlet. Peserta harus menempatkan kedua pedis pada masing masing bagian tersebut. Enam target yang merupakan menara karet, ditempatkan di tepi area pengujian, empat menara diletakkan di setiap sudut dan sisanya diletakkan masing-masing ditengah sisi kiri dan kanan empat menara yang telah dipasang sebelumnya. Tes berakhir ketika atlet telah selesai menyentuh seluruh menara dan pedis masing-masing kembali ke kotak posisi awal (Loureiro *et al.*, 2017; Loureiro & De Freitas, 2016).

**Tabel 2.3. Parameter Rata-rata Agility**

Jenis Kelamin	Umur (Tahun)	Rata-rata Dalam Detik
Laki-laki	11-15	13,23-15,77

Sumber: (Loureiro *et al.*, 2017; Loureiro & De Freitas, 2016).



**Gambar 2.12 Badcamp Test Agility**  
(Sumber: Loureiro *et al.*, 2016)



## D. Tinjauan Umum Tentang *Eccentric Strengthening Exercise*

### 1. Definisi *Eccentric Strengthenig Exercise*

*Strengthening exercise* didefinisikan sebagai latihan penguatan dengan prosedur sistematis dari otot atau grup otot untuk mengendalikan berat beban (*resistance*) dalam waktu singkat. Ada banyak latihan yang dapat digunakan untuk meningkatkan keseimbangan serta latihan penguatan untuk ekstremitas inferior. Salah satunya adalah dengan pemberian *strengthening exercise* (Kisner & Colby, 2012).

*Strengthening exercise* mutlak dilakukan dalam hampir seluruh cabang olahraga. Tujuannya adalah untuk meningkatkan fungsi fisiologi dan kapasitas kerja otot dalam mempersiapkan kegiatan atau kerja fisik yang sangat bervariasi baik yang bersifat ringan atau berat, *strengthening exercise* dapat memberikan dampak terhadap perubahan struktur otot dalam menyimpan cadangan kalori sekaligus memberikan dukungan terhadap kinerja fisik, kemudian dipadukan dengan metode latihan yang mendukung tujuan latihan itu sendiri yakni *eccentric strengthening exercise* (Akhmad, 2015).

Kontraksi *eccentric* merupakan bentuk kerja otot dimana origo dan insersio otot saling menjauh atau otot lebih memanjang. Kontraksi otot tersebut biasa disebut kerja otot negatif karena otot tersebut diregangkan oleh gaya eksternal selama otot berkontraksi, pada kontraksi *eccentric* aktivitas kontraktile melawan peregangan (Lastayo & Woolf, 2003).



Kontraksi *eccentric* berhubungan dengan pemanjangan otot dan dikaitkan dengan tinggi kekuatan otot. Banyak peneliti menunjukkan hal itu ketika selama latihan intens jenis kontraksi ini menghasilkan efek penguatan tinggi pada otot (Lieber, 2018).

Pada kontraksi *eccentric* pembuluh darah dalam keadaan yang bebas sehingga memungkinkan nutrisi dan suplai oksigen jadi tercukupi. Aktivitas *eccentric* paling cocok disebut dengan respon otot, dikarenakan adanya tegangan yang dihasilkan selama otot memanjang, dan pada saat posisi *eccentric* otot berusaha memaksimalkan penyimpanan energi dan kinerjanya (Hamill *et al.*, 2015; T, 2015). Dalam latihan *eccentric* ada tiga faktor penting yang saling berhubungan secara sirkuler yaitu gaya otot (*muscle force*), kecepatan (*speed of movement*), dan derajat penguluran muskulo tendinogen (*degree of musculo tendinous stretch*) (T, 2015).

ESE merupakan suatu latihan yang dilakukan dengan memperpanjang otot saat berkontraksi disertai dengan penguatan dan pemanjangan otot untuk menciptakan perubahan viskoelastik pada otot. Beberapa penelitian terbaru telah melaporkan bahwa ESE signifikan dalam mengurangi rasa sakit dan dalam menguatkan otot lebih efektif dibandingkan dengan *concentric* serta memastikan bahwa penguatan *eccentric* dapat menurunkan risiko kerusakan tambahan dan meningkatkan kekuatan, daya tahan otot, dan kebugaran fungsional pemain seperti *agility*, *balance* dan *dexterity* (Yu *et al.*, 2013).



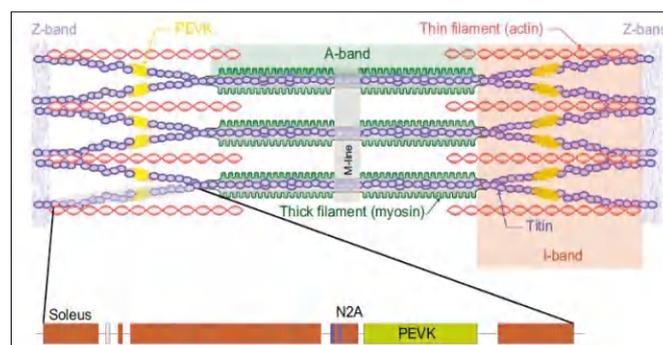
## 2. Fungsi dan Fisiologi *Eccentric Strengthening Exercise*

ESE diketahui dapat mengubah beberapa faktor yang mendasari struktur otot dan aktivitas saraf, adapun penelitian yang menunjukkan bahwa latihan ini juga bermanfaat untuk kontrol saraf kortikal, dimana ESE secara langsung mempengaruhi saraf perifer dan adaptasi saraf pusat terkait dengan kontrol neuromuskuler. Demikian, latihan ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan neuromuskuler kontrol, sehingga mengurangi risiko cedera olahraga. ESE mampu memicu secara langsung pensinyalan kompleks yang mengatur pertumbuhan dan adaptasi jaringan. Kompleks pensinyalan ini hanya diaktifkan ketika *sarcomere* mengalami pemanjangan oleh kekuatan mekanik, menunjukkan bahwa hanya latihan ESE yang mampu melakukan mekanisme unik tersebut untuk mendorong pertumbuhan jaringan untuk membentuk kembali morfologi otot terutama setelah mengalami cedera pada saat berolahraga (Lepley *et al.*, 2017).

Pada saat kontraksi *eccentric*, sistem otot tendon menyerap energi mekanik (Vogt & Hoppeler, 2014). Tegangan mekanik yang terjadi menyebabkan peningkatan ukuran pada otot atau hipertrofi pada otot (Teixeira & Paz, 2012). Hal ini terjadi karena sistensis protein kontraktil otot berlangsung jauh lebih cepat sehingga jumlah aktin dan myosin yang bertambah secara progresif di dalam myofibril. Myofibril tersebut akan memecah di dalam otot yang mengalami hipertrofi untuk membentuk myofibril yang baru (Guyton & Hall, 2014).



Titin yang berperan untuk pengikatan kalsium dan idealnya diposisikan di sarkoma otot untuk merasakan rangsangan mekanis dan mengubahnya menjadi sinyal biokimia, yang mampu mengubah jumlah sarkomer dan ketegangan optimal selama kontraksi *eccentric* (Hedayatpour & Falla, 2015). Selanjutnya, penyerapan energi dan peningkatan kekuatan diteruskan oleh aksi pasif titin yang berinteraksi dengan aktin dan myosin (Herzog, 2014).



**Gambar 2.13. Protein Titin**

Sumber: (Herzog, 2014)

Tidak hanya itu, peran titin juga sebagai perancah yang bersama dengan protein-protein garis M, titin membantu menstabilkan posisi filamen tebal kaitannya dengan filamen tipis, sehingga menstabilkan sarkomer dan berperan sebagai pegas elastis yang dapat meningkatkan kelenturan otot. (Sherwood, 2014). Kekuatan pasif titin berhubungan langsung dengan sarkomer dan panjang otot, berhubungan langsung dengan kekuatan *cross bridge*, diperkuat ketika kekuatan *cross bridge*, menjadi lemah, dan memberikan stabilitas pada sarkomer, oleh karena itu titin sebagai kontributor penting untuk pengaturan kekuatan otot (Herzog *et al.*, 2015).



Untuk perubahan morfologi otot pemberian ESE juga dapat menginduksi hipertrofi otot, hal ini ditunjukkan dengan peningkatan massa otot pada saat setelah pemberian latihan dan juga dikaitkan dengan aktivasi preferensial motor unit yang cepat dan ambang batas yang tinggi. Selama kontraksi *eccentric* ketegangan otot pasif berkembang karena pemanjangan elemen *extra-myofibrillar*, terutama konten kolagen dalam matriks ekstraseluler dan protein titin. Secara aktif dapat menambah ketegangan aktif yang disebabkan oleh faktor kontraktile sehingga bisa meningkatkan respons hipertrofi otot (Schoenfeld, 2010).

Ukuran otot dapat ditingkatkan dengan latihan ESE, hipertrofi otot disebabkan oleh peningkatan garis tengah atau pebesaran secara cepat pada serat-serat glikolitik yang diaktifkan selama kontraksi tersebut, sebagian besar penebalan serat disebabkan oleh meningkatnya sintesis filamen aktin dan myosin yang memungkinkan peningkatan interaksi jembatan silang dan karenanya terjadi peningkatan kekuatan kontraktile otot. Stress mekanis yang ditimbulkan latihan resistensi pada serat-serat otot memicu protein penyalur sinyal, yang mengaktifkan gen-gen yang mengarahkan sintesis lebih banyak protein kontraktile ini. Latihan *strengthening* yang intensif dapat meningkatkan ukuran otot dua atau tiga kali lipat. Otot-otot yang menonjol beradaptasi baik untuk aktivitas yang memerlukan kekuatan intens untuk waktu singkat, tetapi daya tahan tidak berubah, hipertrofi otot bisa terjadi jika otot diberikan beban selama proses kontraksi dalam waktu 6-10 minggu

herwood, 2014; Guyton & Hall, 2014).



Telah ditunjukkan bahwa ESE dengan intensitas tinggi atau volume tinggi dapat meningkatkan area penampang *muscle fiber fast twitch* (IIa, IIx) serat otot ini berkontraksi relatif cepat karena menghasilkan  $Ca^{2+}$  yang lebih cepat dan aktivasi ATPase (pengurai ATP) yang lebih cepat dibandingkan dengan *muscle fiber slow twitch*, semakin tinggi aktivitas ATPase, semakin cepat ATP terurai dan semakin cepat penyediaan energi untuk jembatan silang, energi yang dihasilkan secara *anaerobic* atau tanpa menggunakan oksigen serta memiliki banyak cadangan glikogen dan enzim glikolitik. Otot jenis *fast twitch* sangat efektif untuk olahraga yang membutuhkan kekuatan dan kecepatan (Vogt & Hoppeler, 2014; Anggriawan, 2015).

Peningkatan jumlah *sarcomer* dan panjang *fasicle* setelah latihan ESE dapat meningkatkan kekuatan otot, sudut *pennation angle* otot yang penting dalam sebagian besar kegiatan olahraga. Jumlah *sarcomer* dapat meningkatkan kecepatan kontraksi otot dan ekstensibilitas, sehingga memungkinkan produksi kekuatan yang lebih kuat pada panjang otot menjadi lebih panjang. Hal ini terjadi karena peningkatan jumlah aktual protein kontraktil otot yang membentuk sel-sel otot, sehingga semakin kuat kontraksi otot akan semakin banyak remodeling pada serabut-serabut otot sehingga volume otot akan lebih besar. Ini berpotensi memengaruhi kinerja dan kelenturan otot atau meningkatkan efek perlindungan terhadap kerusakan otot (Vogt, 2013).



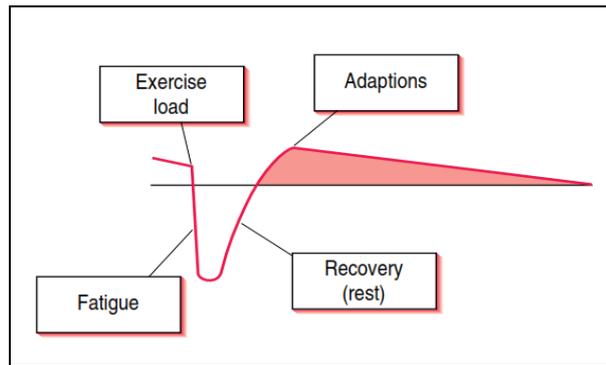
Jumlah resistensi yang diterapkan dalam program *strenghtening exercise* pada otot harus bertahap dan semakin meningkat dengan memanipulasi dosis latihan agar terjadinya prinsip *overload*. Prinsip *overload* adalah salah satu prinsip dasar latihan penggunaan resistensi untuk meningkatkan kinerja otot. Secara sederhana, jika kinerja otot membaik, beban yang melebihi kapasitas metabolisme otot harus diterapkan, yaitu otot harus ditantang untuk tampil pada tingkat yang lebih tinggi dari pada yang biasa (Katch *et al.*, 2011).

Banyak para ahli mengatakan bahwa perkembangan kekuatan otot akan lebih cepat apabila berlatih selama tiga set dengan 8-12 untuk level repetisi yang sedang dan 15 untuk level repetisi tinggi. Penggunaan pengulangan tinggi umumnya terbukti dapat meningkatkan hipertrofi otot kemudian setiap setnya diberikan istirahat selama 1 menit, penelitian menunjukkan mayoritas kapasitas kekuatan atlet pulih di dalam menit pertama setelah penghentian satu set, dan sebaiknya dilakukan tiga kali seminggu, agar pada hari-hari tanpa latihan dapat dikondisikan untuk pemulihan dari kelelahan (Paembonan, 2017; Schoenfeld, 2010).

Hal ini sesuai dengan adaptasi latihan fisik atlet. *Supercompensation cycle* (SC) adalah siklus yang dikembangkan dari teori *general adaptation syndrome* (GAS) ke dalam teori dan metodologi pelatihan dan berhubungan dengan hubungan antara beban pelatihan dan regenerasi sebagai basis biologis untuk rangsangan fisik (Koutedakis *et al.*, 2006). SC dibagi dalam

empat bagian yakni olahraga, kelelahan, pemulihan dan adaptasi.





**Gambar 2.14. Siklus Supercompensation**  
(Sumber: *The Physiology of Training*, 2006)

Ketika seorang atlet berlatih, didalam tubuh otot dan organ harus menyuplai energi pada tingkat yang lebih tinggi dibandingkan ketika beristirahat. Kebutuhan energi berlebih ini ditutupi oleh persediaan yang disimpan. Drainase penyimpanan energi serta akumulasi produk sampingan, seperti asam laktat, dalam darah dan sel-sel menyebabkan kelelahan. Ini adalah fase pertama dari SC, yang dicirikan oleh penurunan kinerja sementara. Setelah latihan diberikan, homeostasis harus dipulihkan. Ketika tubuh mencapai homeostasis yang baru dan lebih tinggi, akan lebih banyak energi yang disimpan, terutama dalam bentuk glikogen dan lebih banyak protein kontraktile disintesis untuk kerja otot yang efisien dan dinamis sementara oksigen dipasok ke mitokondria pada tingkat yang lebih tinggi melalui jaringan kapiler yang cukup berkembang. Agar proses adaptasi ini berhasil, diperlukan waktu yang tepat ketika sedikit atau tidak ada aktivitas fisik yang terlibat. Ini tampaknya sekitar 24 jam setelah latihan, ketika penyimpanan glikogen sudah terisi penuh dan sintesis protein otot mencapai tingkat tertinggi. Namun, lamanya waktu pemulihan tergantung pada intensitas dan durasi pelatihan, dan itu dipengaruhi oleh kepatasan atau gizi. Pemulihan yang tidak adekuat secara negatif mempengaruhi adaptasi.



Oleh karena itu ketidakseimbangan antara pelatihan dan pemulihan dapat menyebabkan kerusakan karakteristik dalam kinerja fisik, yang disebut sebagai *overtraining* dibutuhkan waktu 24-36 jam agar otot benar-benar dinormalkan dalam (Koutedakis *et al.*, 2006). Hal inilah menjadi dasar mengapa latihan diberikan 3 kali dalam seminggu.

### 3. Jenis - Jenis Latihan *Eccentric Strengthening Exercise*

#### 1) *Heel Drop Exercise*

*Heel drop exercise* merupakan jenis latihan *eccentric*, yang telah terbukti secara empiris efektif untuk nyeri dan penguatan pada otot *gastrocnemius* dan tendon *achilles*, *heel drop exercise* melibatkan dorsofleksi pergelangan kaki sehingga otot *gastrocnemius* diperpanjang secara *eccentric*, dan mengurangi momen plantar fleksi *ankle* (Leung & Lai, 2017).

*Gastrocnemius* berkontribusi pada struktur *calf muscle* ekstremitas inferior. *Gastrocnemius* memainkan peran penting dalam mempertahankan pusat massa selama gaya berjalan, dan mempertahankan stabilitas selama latihan pada ekstremitas inferior. Dalam program HDE pada penguatan otot *gastrocnemius* sangat penting untuk mendukung peningkatan fungsi, hipertrofi, dan kekuatan otot *gastrocnemius* itu sendiri. HDE dianggap sebagai latihan dengan siklus *stretch* dan *shorten* yang dapat mendukung ESE untuk memperkuat otot *gastrocnemius* dan juga dapat meningkatkan panjang tendon *achilles* dan penurunan tendon yang mengalami *stiffness*. Hasil dari beberapa penelitian membandingkan



ketebalan otot *gastrocnemius* melalui ultrasonografi selama pemberian HDE terjadi peningkatan ketebalan otot pada otot *gastrocnemius*, serta didapatkan pada semua subjek yang kondisinya sehat dan normal menunjukkan peningkatan kekuatan otot *gastrocnemius* setelah melakukan HDE dibandingkan sebelum melakukan latihan (Gal & Lee, 2016).

HDE dianggap sebagai latihan kontraksi *eccentric* yang dinamis memberikan kekuatan yang lebih besar dari pada latihan kontraksi *isometric*. Penggunaan tenaga yang lebih besar menghasilkan lebih banyak regangan sel pada tendon *achilles*, dan jika perpanjangan tendon terjadi, adanya peningkatan kemampuan untuk menyimpan energi, yang dapat mengurangi kecepatan kontraksi *muscle fiber* dan meningkatkan hubungan antara kekuatan dengan kecepatan (Gal & Lee, 2016).

Latihan ini dipilih karena sederhana dan aman untuk dilakukan, secara khusus tujuannya adalah untuk mengukur perubahan dalam kinematika tungkai bawah, menguatkan otot *gastrocnemius* dan meningkatkan kekuatan tendon *achilles* (Aplin, 2015). HDE dilakukan sebanyak 3 set sampai 15 kali repetisi dan waktu istirahat diberikan 1 menit diantara setiap set (Ravichandran *et al.*, 2017).





**Gambar 2.15 Heel Drop Exercise**  
(Sumber: Healthwise, 2017)

## 2) *Sliding Leg Curl*

*Sliding leg curl* adalah *exercise* yang menghasilkan aktivitas *bicep femoris*, *semitendinosus*, dan *gluteus maximus* yang relatif tinggi dibandingkan beberapa jenis *eccentric exercise* pada hamstring lainnya (Orishimo & McHugh, 2015; Tsaklis *et al.*, 2015). *Unilateral eccentric exercise* ini memengaruhi interaksi dinamis antara *coxae*, *sacrum*, *femur*, dan *cruris* (Carpenter *et al.*, 2017). *Single-leg sliding leg curl* secara efektif mengembalikan rasio panjang dan ketegangan *musculotendon hamstring* yang optimal, sehingga mengurangi risiko cedera *hamstring* (Carpenter *et al.*, 2017; Tsaklis *et al.*, 2015). Pada *exercise* ini, satu sisi *calcaneus* digunakan untuk menahan beban tubuh dengan ekstensi *coxae* sehingga sebagian tubuh dan *femur* tidak saling kontak dengan lantai. Kemudian, *genu* digerakkan dari posisi fleksi ke ekstensi secara perlahan dan terkontrol (Taberner *et al.*, 2016; Tsaklis *et al.*, 2015).



*Exercise* ini dapat dilakukan tanpa pasangan dengan menggunakan bantuan *sliding pad* atau handuk (Taberner *et al.*, 2016). SLC merupakan gerakan dominan *open kinematic chain* pada *articulatio genu* (Tsaklis *et al.*, 2015).

SLC adalah *open kinematic chain exercise* yaitu pergerakan segmen distal lebih bebas terhadap segmen proksimal pada ekstremitas inferior (Jewiss *et al.*, 2017; Tsaklis *et al.*, 2015).



**Gambar 2.16. Sliding Leg Curl**  
(Sumber: Taberner *et al.*, 2016)

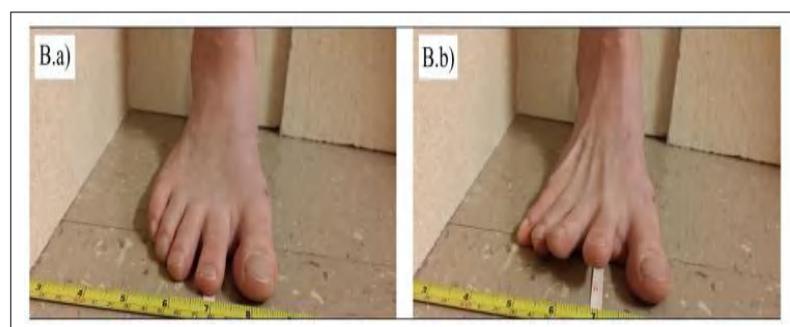
Program pelatihan SLC dapat untuk diaplikasikan selama tiga kali seminggu selama empat minggu intervensi (Taberner & Cohen, 2018; Orishimo & McHugh, 2015). Pada minggu pertama, atlet dapat melakukan 3 x 10 repetisi. Selanjutnya pada minggu kedua, intensitas meningkat menjadi 3 x 12 repetisi. Kemudian minggu ketiga dan keempat, dilakukan sebanyak 3 x 15 repetisi (Orishimo & McHugh, 2015) atau dapat juga dilakukan sebanyak tiga hingga empat set dengan repetisi sebanyak satu sampai enam kali. *Exercise* ini dapat dimulai dengan 2 x 4 repetisi dengan intensitas yang terus meningkat (Taberner & Cohen, 2018).



### 3) *Spread Out Exercise*

Latihan ini lebih khusus mengaktifkan otot (*abductor hallucis*) di sepanjang bagian dalam arcus. Latihan ini dilakukan dengan mengangkat dan menyebarkan jari - jari pedis. EMG yang lebih tinggi pada *abductor hallucis* dibandingkan dengan latihan *short foot exercise* , meskipun kedua latihan efektif dalam merekrut *intrinsic plantar* (Glasoe, 2016).

Latihan ini dilakukan dengan mengangkat semua jari pedis sambil menjaga kepala metatarsal dan metatarsal di lantai. Lalu, subjek mendorong metatarsal kelima ke bawah menuju ke arah lateral. Dorong *hallux pedis* ke bawah menuju ke arah medial dan menahan posisi tersebut selama 20 detik (Kim *et al.*, 2013). Exercise ini dilakukan 3 kali dengan 3 set dalam seminggu selama 5-8 minggu. Dalam waktu 20-25 menit dan 5 menit per set ditahan selama 20 detik dan kembali ke posisi semula di tahan 5 detik (Kim *et al.*, 2016; Chung *et al.*, 2016).



**Gambar 2.17. Spread Out**  
(Sumber : Glasoe, 2016)

Latihan *foot arcus* digunakan untuk memperkuat arcus kaki dan memperkuat otot plantar dengan penggunaan latihan *toe spreading* dapat meningkatkannya (Young *et al.*, 2014). Latihan ini



meningkatkan sudut longitudinal medial *arcus* (Jung *et al.*, 2011). Latihan *toe-spreading* adalah metode efektif untuk memperkuat secara selektif otot *abductor hallucis* (Heo *et al.*, 2011).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Young *et al.* tentang perbedaan efek latihan *foot arcus* yang menahan beban dalam mengaktivasi otot *abductor hallucis* dengan subyek melakukan SOE kaki saat duduk dan berdiri. Hasil dari penelitian ini adalah aktivasi otot *abduktor hallucis* dalam latihan SOE secara signifikan lebih besar ketika berdiri daripada duduk oleh karena itu, kesimpulan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa postur menahan beban seperti berdiri adalah metode yang paling efektif untuk meningkatkan aktivitas EMG (*electromyography*) otot *abductor hallucis* dalam latihan *toe-spreading*. Untuk latihan *toes preading*, jari-jari kaki menyebar dan tumit ditinggikan. Kemudian, tumit diturunkan ke tanah, meningkatkan longitudinal medial *arcus*, dan ditahan dalam posisi tersebut. Latihan ini dilakukan dalam posisi berdiri (Young *et al.*, 2014).

#### **E. Tinjauan Umum Tentang Hubungan Pemberian *Eccentric Strengthening Exercise* Terhadap Perubahan *Foot Alignment***

*Foot alignment* merupakan keselarasan sumbu vertikal tubuh terhadap posisi normal kaki yang mempengaruhi keselarasan mekanis dan fungsi dinamis ekstremitas *inferior* (Jeong *et al.*, 2017). Berubahnya *foot alignment*

arah *overpronation* akan membebani otot-otot di daerah lutut dan kaki untuk bekerja lebih keras dalam mempertahankan posisi tubuhnya. Tekanan



konstan yang dialami otot karena postur abnormal yang berkepanjangan serta gerakan berulang akan memberikan adaptasi neurologis dan merubah biomekanik sehingga menyebabkan *muscle imbalance*. Ketidakseimbangan otot akan menyebabkan *center of gravity* bergeser ke *posterior*, sehingga *body alignment* berubah mulai *pelvic* hingga *cruris* (Mosca, 2010).

Hubungan anatomi dan fungsional antara *pedis* dan bagian atas tubuh dapat dilihat pada *superficial back line* yang berfungsi sebagai satu garis kontinuitas fascia dengan otot yang terkait, yakni *plantar fascia*, *short toe flexors*, *tendon achilles*, *gastrocnemius*, *hamstring*, *ligamentum sacrotuberous*, *fascia area sacrolumbar*, *spinae erector*, dan *fascia epicranial* yang saling berhubungan. Penelitian sebelumnya menunjukkan adanya kontinuitas dan konektivitas antara fascia atau otot secara anatomis satu sama lain (Sulowska *et al.*, 2016; Do, 2018).

Otot-otot *intrinsic* pada pedis memainkan peran penting dalam mendukung lengkungan longitudinal medial, memberikan stabilitas dan fleksibilitas kaki dan *shock absorption*. Otot-otot ini dapat mempengaruhi terjadinya *overpronation* pada pedis, ada beberapa penelitian yang menggambarkan bahwa individu dengan *arcus* yang datar memiliki pronasi yang lebih tinggi dalam posisi berdiri dibandingkan individu dengan *arcus* yang tinggi. Ketika otot-otot *intrinsic* pada kaki mengalami *fatigue*, perubahan postur kaki akan menuju posisi pronasi. *Overpronation* yang ditransmisikan ke rotasi internal tibia, dapat menyebabkan beban berlebih



pada *genu* atau mungkin menjadi penyebab perubahan lain di bagian proksimal ekstremitas inferior seperti anterior *pelvic tilt* dan peningkatan resiko cedera akut atau cedera strain berulang (Sulowska *et al.*, 2016; Khamis *et al.*, 2015).

Selain *pedis*, *cruris* juga menjadi segmen penghubung dalam menyesuaikan postur, merespons intervensi eksternal *overpronation* dan memulai reaksi *kinematic chain*. segmen *cruris* memiliki efek paling kuat pada penyalarsan panggul. Dengan demikian, perubahan dalam *foot alignment* yakni *overpronation* dapat mempengaruhi perubahan pada paha, pinggul, panggul dan bahkan tulang belakang (Khamis *et al.*, 2015). Salah satu otot yang terdapat pada *cruris* adalah otot *gastrocnemius*. *Gastrocnemius* berkontribusi di kedua pergelangan kaki dan sendi lutut. Bersama dengan otot *quadriceps* dan otot *hamstring*, menahan momen *eksternal*, mengontrol gerakan, dan menstabilkan sendi lutut, sehingga dapat terhindar dari gangguan serta dapat meningkatkan kinerja (Adouni *et al.*, 2015). Dalam *footwork* yakni gerakan *lunge* melibatkan kontraksi dari otot-otot ekstremitas inferior *hamstring* dan *gastrocnemius* hal ini menunjukkan penguatan otot tersebut harus ditingkatkan untuk meningkatkan kontrol gerak *lunge* dalam permainan bulu tangkis (Mei *et al.*, 2016).

ESE menggambarkan suatu model latihan dilakukan dengan memperpanjang otot saat berkontraksi dimana otot tersebut dikuatkan disertai dengan pemanjangan otot untuk menciptakan perubahan viskoelastis pada

t. Penguatan yang *eccentric* memberikan pengaruh positif yakni dapat mulihkan otot dengan mengubah struktur ke arah positif. Peningkatan



kekuatan otot dan daya tahan lebih signifikan ketika diberikan *eccentric strengthening* melibatkan penguatan otot *abductor hallucis*, *gastrocnemius* dan *hamstring* dimana kedua otot ini saling terhubung karena adanya *continuitas* dari *myofasia*. seperti yang terlihat dalam latihan *heel drop exercise*, *sliding leg curl* dan *spread out exercise* dapat meningkatkan daya tahan dan fungsi *pedis*, *cruris* dan paha (Yu *et al.*, 2013).

*Overpronation* dapat mengakibatkan *malalignment* pada ekstermitas inferior menyebabkan defisit struktural dan fungsional pada saat beraktifitas, sehingga bisa mengakibatkan ketidak fleksibilitas dan kelemahan otot *gastrocnemius*, *soleus*, otot *intrinsic* pada *pedis* dan otot *hamstring* akibat dari kelelahan tersebut otot tidak mampu malawan dampak sehingga bisa mengakibatkan cedera (Ghasemi *et al.*, 2016; Gal & Lee., 2016; Soysa, 2012).

Dengan pemberian HDE pada penguatan otot *gastrocnemius* dapat mendukung peningkatan fungsi, hipertrofi, dan kekuatan otot itu sendiri, ESE dianggap sebagai latihan dengan siklus *stretch* dan *shorten* yang dapat mendukung, memperkuat dan menambah *fleksibilitas* otot sehingga dapat memberikan pengaruh positif yakni peningkatan perubahan struktural *overpronation* ke arah positif dan tidak hanya memengaruhi otot tersebut, tetapi juga akan memengaruhi struktur disekitarnya, seperti *fascia* dan tulang (Gal & Lee, 2016; Myers, 2014), SOE dapat meningkatkan tinggi medial longitudinal *arcus* (Jung *et al.*, 2011) sebagai salah satu metode efektif untuk memperkuat otot *abductor hallucis* (Heo *et al.*, 2011), SLC secara efektif

mengembalikan rasio panjang dan ketegangan *musculotendon hamstring* yang optimal, sehingga mengurangi risiko cedera *hamstring* (Carpenter *et al.*,



2017; Tsaklis *et al.*, 2015). Oleh karena itu dengan pemberian ESE dapat meningkatkan keselarasan *foot alignment* yang baik pada kaki, sehingga otot-otot dapat bekerja secara optimal pada saat beraktivitas (Jeong *et al.*, 2017).

#### **F. Tinjauan Umum Tentang Hubungan Pemberian *Eccentric Strengthening Exercise* Terhadap Perubahan *Malleolus Height***

Kekuatan ekstremitas inferior dan keseimbangan sferangat diperlukan untuk mencegah jatuh, pada saat beraktivitas maupun bermain, penurunan kekuatan otot pergelangan kaki penurunan kontrol pergelangan kaki dan kemampuan menyeimbangkan tubuh dapat menyebabkan peningkatan risiko jatuh. Tubuh memiliki kemampuan untuk mendapatkan kembali keseimbangan dengan menggunakan strategi pergelangan kaki, strategi pinggul, atau kedua strategi tersebut. Strategi pergelangan kaki digunakan untuk melawan terhadap sejumlah kecil goyangan dan biasanya merupakan strategi pertama yang digunakan untuk memulihkan keseimbangan berdiri (Gal & lee, 2016).

Dalam olahraga kompetitif, atlet dan pelatih terus menerus mencari metode pelatihan yang efektif untuk lebih merangsang proses adaptif fisik dalam meningkatkan performa. *Eccentric exercise* memiliki potensi yang besar dalam membebani sistem otot dengan penggunaan energi yang sangat rendah dan menginduksi pola aktivasi otot yang berbeda. Telah ditunjukkan modalitas *eccentric exercise* dapat mempercepat atau mengoptimalkan peningkatan kekuatan otot selama kontraksi *eccentric* terjadi pada otot, tulang dan tendon, merangsang tidak hanya hipertrofi otot dan adaptasi, tetapi juga mineralisasi

g dan *remodeling* tendon panjang otot optimal, dan mengoptimalkan ja pada sebagian besar jenis olahraga (Vogt & Hoppeler, 2014; Franchi



*et al.*, 2017). Pemberian ESE yang terdiri dari *sliding leg curl*, *heel drop* dan *spread out* masing-masing digunakan untuk melatih dan membangun struktur jaringan otot di ekstremitas inferior, yaitu otot *hamstring*, *gastrocnemius*, dan otot-otot *intrinsic* yang merupakan *superficial back line* yang saling berintegrasi satu sama lain (Gal & Lee., 2016; Heo *et al.*, 2011; Carpenter *et al.*, 2017; Tsaklis *et al.*, 2015; Myers, 2014).

Ketika kontinuitas myofascial yang terdiri dari bagian SBL diberikan *exercise* maka dapat mempengaruhi otot-otot yang ada disekitarnya diibaratkan ketika menarik anak panah ujung atas dan bawah busur akan mengikuti perubahan tarikan gaya yang dapat memberikan perubahan pada otot dan lengkungan kaki melalui *exercise* sehingga dapat mengubah *overpronation* menjadi posisi netral pada *pedis* (Myers, 2014).

Pengukuran *malleolus* dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan ekstremitas inferior dimana tubuh mampu mempertahankan berat badan tubuh untuk mempertahankan kaki dalam posisi berdiri dimana pada keadaan *overpronation malleolus* medial lebih rendah dibandingkan *malleolus* lateral. Dengan pemberian ESE dapat mengembalikan dan menambah kekuatan otot dan fleksibilitas otot utamanya otot *hamstring*, *gastrocnemius*, dan otot-otot *intrinsic* dan bisa memberikan pengaruh positif yakni peningkatan perubahan struktural *overpronation* akan memberikan pengaruh dalam perubahan *foot malalignment* dari *overpronation* menjadi posisi netral pada *pedis* (Gal & Lee, 2016; Horwood & Chockalingam, 2017).



Pada saat *pedis* dalam posisi posisi netral maka *malleolus* medial lebih tinggi dibandingkan *malleolus* lateral. Perubahan posisi ini secara tidak langsung akan berdampak pada perubahan tinggi *malleolus* (Gal & Lee, 2016; Horwood & Chockalingam, 2017).

#### **G. Tinjauan Umum Tentang Hubungan Pemberian *Eccentric Strengthening Exercise* Terhadap Perubahan Tingkat *Agility***

*Eccentric strengthening exercise* merupakan suatu latihan yang dilakukan dengan memperpanjang otot saat berkontraksi disertai dengan penguatan dan pemanjangan otot untuk menciptakan perubahan viskoelastik pada otot. Beberapa penelitian terbaru telah melaporkan bahwa ESE signifikan dalam mengurangi rasa sakit dan ESE dalam menguatkan otot lebih efektif daripada konsentris dan memastikan bahwa penguatan *eccentric* dapat menurun risiko kerusakan tambahan dan meningkatkan kekuatan dan daya tahan otot, dan membuktikan faktor fungsional seperti *agility* (Yu *et al.*, 2013).

*Agility* merupakan merupakan kemampuan seseorang untuk dapat mengubah posisi tubuh dan arah gerakan dengan cepat dan tepat tanpa kehilangan keseimbangan pada saat bergerak secara berturut-turut dalam durasi cepat dan singkat (Mardhika, 2017). Faktor yang mempengaruhi *agility* seorang atlet atau pemain yaitu kecepatan reaksi, kemampuan berorientasi terhadap problem yang dihadapi, kemampuan mengatur keseimbangan, kelentukan persendian (Purba, 2017).

Prestasi olahraga tidak terlepas dari unsur kondisi fisik. Peningkatan kondisi fisik atlet bertujuan agar kemampuan fisik menjadi prima dan berguna menunjang aktivitas olahraga dalam rangka mencapai prestasi prima.



komponen kondisi fisik meliputi kekuatan (*strength*), kecepatan (*speed*), daya tahan (*endurance*), daya ledak otot (*muscular explosive power*), *agility*, keseimbangan (*balance*), kelentukan (*flexibility*), dan koordinasi (*coordination*). Semua komponen kondisi fisik di atas harus dapat dikembangkan guna menunjang prestasi atlet, Permainan bulutangkis memerlukan komponen kondisi fisik *agility* yang dipengaruhi kondisi fisik yang lain salah satunya *power* otot tungkai. Karena setiap pemain dalam melakukan pukulan mereka harus mengejar *shuttlecocks* dengan langkah kaki yang ringan dan lincah ke semua sudut lapangan (Karyono, 2016). Jika seorang atlet ingin mengembangkan *agility* maksimalnya maka atlet juga harus mengembangkan selain kekuatan berbagai faktor yang dapat mempengaruhi *agility* diantaranya yaitu keturunan, umur, masa tubuh *elastisitas* otot dan jenis otot (Mardhika, 2017).

Salah satu latihan untuk meningkatkan *agility* digunakan ESE. Pemberian ESE yang terdiri dari SLC, HDE dan SOE masing-masing digunakan untuk melatih dan membangun struktur jaringan otot di ekstremitas inferior, yaitu otot *hamstring*, *gastrocnemius*, dan otot-otot *intrinsic* yang merupakan *superficial back line* yang saling berintegrasi satu sama lain merupakan otot-otot yang teradapat pada tungkai bawah yang memiliki peran penting dalam permainan bulu tangkis, dan berkontribusi pada gerakan *footwork* yakni melakukan langkah kaki dengan *agility* yang tinggi dibutuhkan kemampuan fisik yang bagus tidak dipungkiri bahwa cabang ini memerlukan



kecepatan dan mobilitas gerakan dikombinasi dengan agilitas yang biasanya dimanfaatkan untuk menutup lapangan, atau untuk menutup *shuttlecock* ke segala arah (Yu *et al.*, 2013; Gal & Lee., 2016; Heo *et al.*, 2011; Carpenter *et al.*, 2017; Tsaklis *et al.*, 2015; Myers, 2014).

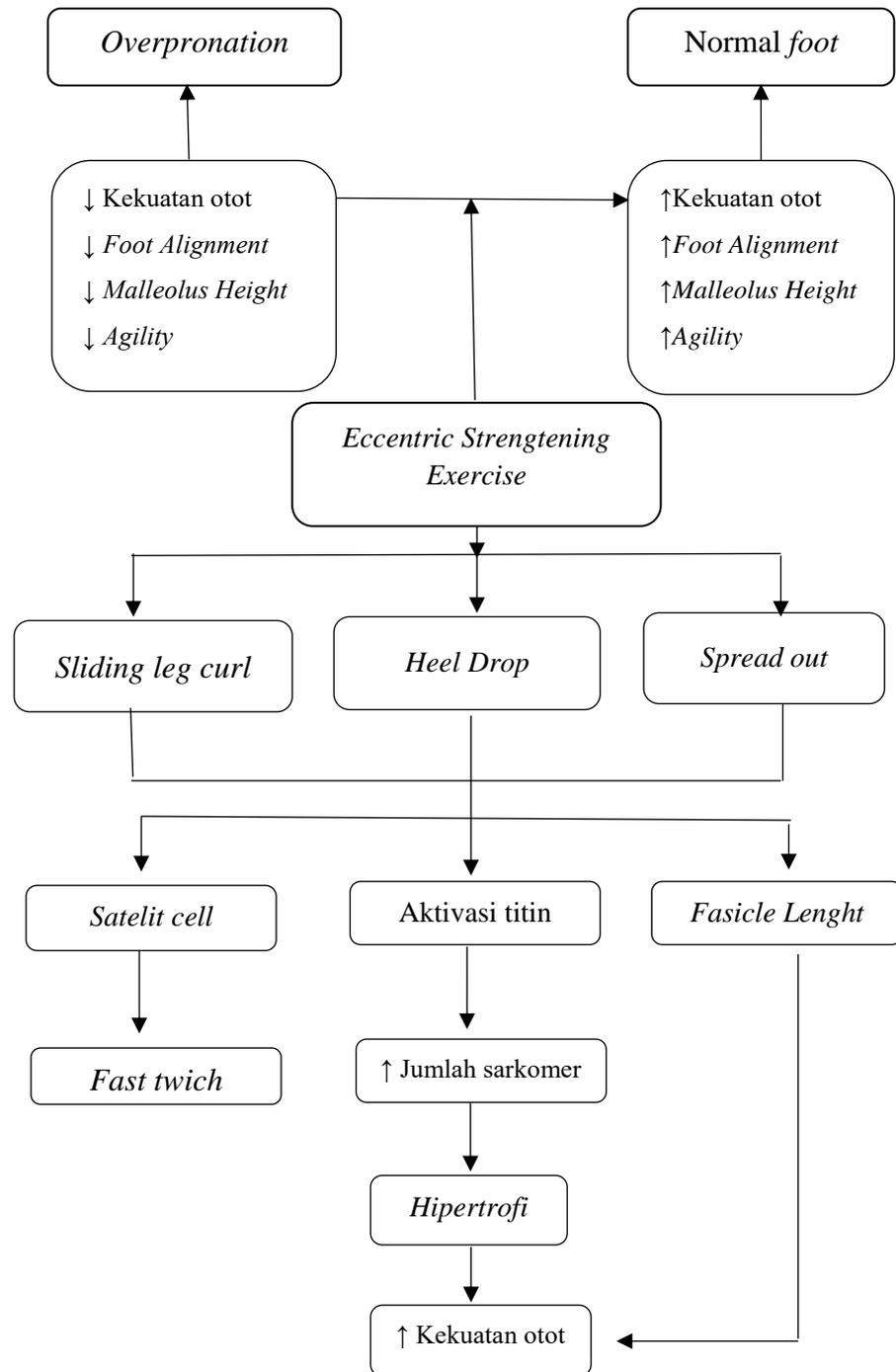
Di dalam otot terdapat *satellite cell* yang merupakan sel-sel prekursor otot rangka yang berada di antara lamina basal dan membran sarkolema dari serat otot yang terkait. *Satellite cell* berperan penting untuk perbaikan, regenerasi dan pertumbuhan jaringan otot rangka manusia. *Satellite cell* mampu mengaktifkan jenis serat tertentu pada otot yang bergantung pada *exercise* yang diberikan. Pemberian *eccentric strengthening exercise* dengan daya yang tinggi, menghasilkan peningkatan spesifik *muscle fiber* tipe II (*fast twitch*) pasca 24 jam *exercise* (Cermak *et al.*, 2013).

*Fast twitch* memiliki serat otot yang berkontraksi relatif cepat dan menghasilkan energi secara *anaerobic* atau tanpa menggunakan oksigen. Otot jenis ini memiliki *power* yang baik, namun *endurance* yang minim sehingga mudah lelah. Otot *fast twitch* sangat efektif dalam gerakan yang membutuhkan upaya maksimal berdurasi pendek, seperti dalam gerakan melompat dan *change of direction* dengan cepat yang diperlukan dalam bulu tangkis. Dalam hal ini berhubungan dengan *strength*, *speed*, dan *power* yang merupakan komponen dari *agility* (Cermak *et al.*, 2013; Smeets *et al.*, 2012).



## H. Kerangka Teori

**Pengaruh Pemberian *Eccentric Strengetning Exercise* Terhadap Perubahan *Foot Alignment*, *Malleolus Height* dan Tingkat *Agility* Pada Pemain Bulu Tangkis Junior Di Kota Makassar**



Gambar 2.18. Kerangka Teori

