

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

SKRIPSI



**NOERHANNA DASATI
C131 15 505**

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



**PENGARUH PEMBERIAN *CONCENTRIC 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

Noerhanna Dasati

kepada

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



SKRIPSI

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

Disusun dan diajukan oleh

NOERHANNA DASATI

C131 15 505

telah dipertahankan di depan panitia ujian skripsi
pada tanggal 16 Mei 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Tim Penguji :

1. Adi Ahmad Gondo, S.Ft., Physio., M.Kes
2. Aco Tang, S.St., Ft., SKM., M.Kes
3. Dr. Tiar Erawan, S.Ft., Physio., M.Kes
4. Nurhikmawaty Hasbiah, S.Ft., Physio., M.Kes



Mengetahui,

a.n. Dekan Fakultas Keperawatan
Wakil Dekan Bidang Akademik, Riset dan
Inovasi

Ketua Program Studi S1 Fisioterapi
Fakultas Keperawatan
Universitas Hasanuddin



Fakultas Keperawatan
Universitas Hasanuddin

Rini Rachmawaty, S.Kep.,Ns., MN., P.hD
NIP. 19800717 200812 2 003

iii

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



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Noerhanna Dasati

NIM : C131 15 505

Program Studi : Fisioterapi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan 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, 10 Mei 2019

Yang Menyatakan

A yellow rectangular stamp with a serrated edge. The text on the stamp includes "METERAI TEMPEL" at the top, "TGL. 20" below it, a unique alphanumeric code "E7EA8AFF778405113", the value "6000" in large bold letters, and "ENAM RIBURUPIAH" at the bottom. A Garuda emblem is on the right side. A black ink signature is written across the stamp.

Noerhanna Dasati



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 *concentric 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 Muslimin S.E dan Ibunda Aswaarati yang tak henti-hentinya memberikan kekuatan, dukungan serta doa untuk penulis menjalani hari-hari di tanah rantau dan menjadi motivasi terbesar penulis dalam menyelesaikan pendidikan. Terimakasih banyak mama dan bapak atas kasih sayangnya sepenuh hati. Dalam penyusunan skripsi ini, banyak ditemui katan dan kesulitan yang mendasar. Namun semua itu dapat diselesaikan dengan dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:



1. Kakak-kakak tercinta penulis, dr.Hardiansyah, drg. Cahya Arumdani, Nurayun Qolbu, S.T, dan Noermayanti, S.Farm., Apt. untuk selalu memberikan suntikan semangat dan doa yang tulus kepada penulis agar penulis segera menyelesaikan skripsi.
2. 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.
3. Adi Ahmad Gondo, S.Ft., Physio, M.Kes., pembimbing I penulisan skripsi yang selalu meluangkan waktu, tenaga dan pikiran yang dengan sabar 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.
4. Aco Tang, S.St, Ft, SKM, M.Kes., pembimbing II penulisan skripsi yang senantiasa membimbing penulis dan memberikan banyak perhatian mengenai penelitian penulis Mohon maaf jika selama ini merepotkan Physio, terimakasih banyak atas bimbingannya. Semoga Allah senantiasa membalas kebaikan dan kerendahan hati dengan beribu kebaikan.
5. Dr.H. Tiar Erawan. S.Ft.,Physio, M.Kes, selaku penguji akhir skripsi yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini

menjadi lebih baik. Terimakasih banyak Bapak semoga amal kebaikan bapak dibalas dengan berlipat ganda oleh Allah SWT.



6. Nurhikmawati Hasbiah, S.Ft., Physio., M.Kes selaku penguji akhir skripsi yang telah memberikan kritik serta saran agar penelitian ini menjadi lebih baik lagi. Terimakasih Physio semoga Allah selalu melimpahkan rahmat dan karuniaNya.
7. Bapak Ahmad Fatillah selaku staf tata usaha yang telah membantu penulis dalam hal administrasi selama penyusunan skripsi berlangsung. Terimakasih yang sebesar-besarnya, Semoga Allah SWT membalasnya dengan kebaikan..
8. Pelatih dan adik-adik responden penelitian yang merupakan pemain bulu tangkis di PB Karsa Mandiri, PB Yanti Jaya dan PB Manggala yang peneliti sayangi, terimakasih sudah meluangkan 6 minggu nya bersama penulis. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah adik-adik berikan.
9. Sahabat-sahabat penulis Hamba Allah Fitri Djayanti, Nurul Aini, Nurlaila Nadhifa, Andi Nurfatimah, Yulinar Anwar, Mega Mulianti, Nurfatri Ramadhani dan Veby jabir, terimakasih karena menjadi tempat ternyaman penulis, menemani dan mendengarkan keluh-kesah penulis. Hari-hariku selama ini terhiasi dengan canda dan tawa kalian. Semoga Allah selalu melindungi dan melimpahkan kasih sayang-Nya kepada kalian.
10. Teman-teman pohonku, akar dan daun Ayu Usman, Hermilasari, Aulia Masita dan terkhusus untuk Nurvianti Aulia, Nurlaila Nadhifah yang tidak

ernah bosan menjalani hari-hari selama beberapa bulan bersama penulis.
Terimakasih sudah ingin berjuang bersama, saling menyemangati dan



membantu satu sama lain. Penulis yakin pohon ini tidak akan tumbang karena ada kalian yang berusaha selalu menyirami dan menjaga pohon ini.

11. 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.
12. Serta semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir yang tidak bisa disebutkan satu per satu. Terimakasih yang sebesar-sebesarnya, semoga kebaikan kalian dibalas oleh Allah SWT.

Makassar, April 2019

Noerhanna Dasati



ABSTRAK

NOERHANNA DASATI *Pengaruh Pemberian Concentric 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 Aco Tang)*

Foot alignment merupakan keselarasan sumbu vertikal tubuh terhadap posisi normal kaki yang mempengaruhi keselarasan mekanis dan fungsi dinamis ekstremitas inferior. *Malalignment* pada struktur kaki akan menyebabkan kelainan bentuk kaki, yaitu *foot overpronation* sehingga memungkinkan terjadi perubahan struktur dan fungsional tubuh.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Concentric 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 yang berusia 11-15 tahun. Pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling* dengan jumlah sampel 32 orang.

Pengumpulan data dilakukan melalui pengambilan data primer instrumen pengukuran *foot alignment*, *malleolus height* dan *agility*. Data yang terkumpul dilakukan uji normalitas menggunakan *Shapiro Wilk Test* dengan *foot alignment* memiliki nilai $p < 0,05$ menunjukkan sebaran data tidak berdistribusi normal. *Malleolus height* dan *agility* memiliki nilai $p > 0,05$ menunjukkan sebaran data berdistribusi normal. Kemudian dilakukan uji perbedaan *pre test* dan *post test* menggunakan uji *repeated anova* untuk data berdistribusi normal dan uji *friedmann* untuk data berdistribusi tidak normal. Penelitian dilakukan selama enam minggu dengan 18 kali latihan. Hasil analisis menunjukkan secara keseluruhan memperlihatkan perubahan yang signifikan antara sebelum dengan sesudah 18 kali pemberian latihan *Concentric Strengthening Exercises* dengan nilai signifikan $p = 0,0001$ ($p < 0,05$). Hal tersebut membuktikan bahwa adanya pengaruh *Concentric 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*, *Concentric Strengthening Exercise*, Bulu Tangkis



ABSTRACT

NOERHANNA DASATI *The Effect of Giving Concentric Strengthening Exercises on Foot Alignment Changes, Malleolus Height and Agility Levels on Junior Badminton Players in Makassar City (guided by Adi Ahmad Gondo and Aco Tang)*

Foot alignment is the alignment of the body's vertical axis to the normal position of the foot which affects mechanical alignment and the dynamic function of the inferior limb. Malalignment in the structure of the foot will cause deformity of the foot, which is foot overpronation, allowing changes in the body's structure and function.

This study aims to determine the effect of the Concentric 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 population of junior badminton players aged 11-15 years. Sampling using purposive sampling technique with a sample size of 32 people.

Primary data collection is obtained through retrieval measurement of foot alignment, malleolus height and agility. The collected data was carried out using a normality test using Shapiro Wilk Test with foot alignment having a value of $p < 0,05$ indicating that the distribution of data was not normally distributed. Malleolus height and agility have a value of $p > 0,05$ indicating that the distribution of data is normally distributed. Then a difference test of the pre test and post test was performed using anova test for normal distributed data and friedmann test for abnormally distributed data. The study was conducted for six weeks with 18 exercises. The results of the analysis showed that overall showed a significant change between before and after 18 times the Concentric Strengthening Exercises with a significant value of $p = 0,001$ ($p < 0,05$). This proves that there is an influence of Concetric Strengthening Exercise on changes in Foot Alignment, Malleolus Height and Agility Level in Junior Badminton Players in Makassar City.

Keywords: Foot Alignment, Malleolus Height, Agility, Concentric Strengthening Exercise, Badminton



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
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.....	6
1. Bidang Ilmiah.....	6
2. Bidang Aplikatif.....	7
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Tinjauan Umum tentang <i>Foot Alignment</i>	8
Anatomi dan Biomekanik	9
Foot Overpronation.....	11
Faktor yang Mempengaruhi <i>Overpronation</i> dan Patologinya	13



4. Pengukuran Foot Overpronation.....	15
B. Tinjauan Umum tentang Malleolus Height.....	18
1. Pengukuran Tinggi Malleolus Medial.....	20
2. Pengukuran Tinggi Malleolus Lateral.....	21
C. Tinjauan Umum tentang Tingkat <i>Agility</i>	22
1. Faktor – faktor yang Mempengaruhi <i>Agility</i>	23
2. Pengukuran <i>Agility</i>	24
D. Tinjauan Umum tentang Concentric Strengthening Exercise	25
1. Concentric Strengthening Exercise	26
2. Fisiologi Concentric Strengthening Exercise	29
3. Jenis-Jenis Latihan.....	31
E. Tinjauan Umum tentang Hubungan Pemberian <i>Concentric Strengthening Exercise</i> terhadap perubahan <i>Foot Alignment</i>	36
F. Tinjauan Umum tentang Hubungan Pemberian <i>Concentric Strengthening Exercise</i> terhadap perubahan <i>Malleolus Height</i>	41
G. Tinjauan Umum tentang Hubungan Pemberian <i>Concentric Strengthening Exercise</i> terhadap perubahan Tingkat <i>Agility</i>	43
H. Kerangka Teori	46
BAB III	
KERANGKA KONSEP.....	47
A. Kerangka Konsep	47
B. Hipotesis	47
BAB IV	
METODE PENELITIAN.....	49
A. <i>Design</i> Penelitian.....	49
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	50
C. Populasi dan Sampel	50
D. Alur Penelitian	53
Variabel Penelitian	53
Prosedur Penelitian.....	56
Pengolahan dan Analisis Data	64



H. Masalah Etika	64
BAB V	
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	65
A. Hasil Penelitian.....	65
1. Karakteristik Sampel	65
2. Distribusi Perubahan <i>Foot Alignment</i> antara Sebelum dan Sesudah Pemberian <i>Concentric Strengthening Exercise</i> dengan Pengukuran <i>Rearfoot Angle (RA)</i>	66
3. Distribusi Perubahan <i>Malleolus Height</i> antara Sebelum dan Sesudah Pemberian <i>Concentric Strengthening Exercise</i>	69
4. Distribusi Perubahan Tingkat <i>Agility</i> antara Sebelum dan Sesudah Pemberian <i>Concentric Strengthening Exercise</i> Berdasarkan <i>Badcamp Agility Test</i>	72
5. Perbandingan Perubahan <i>Foot Alignment</i> antara Sebelum dan Sesudah Pemberian <i>Concentric Strengthening Exercise</i> dengan Pengukuran <i>Rearfoot Angle (RA)</i>	73
6. Perbandingan Perubahan <i>Malleolus Height</i> antara Sebelum dan Sesudah Pemberian <i>Concentric Strengthening Exercise</i>	78
7. Perbandingan Perubahan Tingkat <i>Agility</i> antara Sebelum dan Sesudah Pemberian <i>Concentric Strengthening Exercise</i>	86
8. Hubungan antara <i>Foot Alignment</i> dan <i>Malleolus Height</i> Terhadap Tingkat <i>Agility</i>	90
B. Pembahasan.....	91
1. Karakteristik Sampel	91
2. Pengaruh Pemberian <i>Concentric Strengthening Exercise</i> terhadap <i>Foot Alignment</i>	93
3. Pengaruh Pemberian <i>Concentric Strengthening Exercise</i> terhadap <i>Malleolus Height</i>	95
4. Pengaruh Pemberian <i>Concentric Strengthening Exercise</i> terhadap Tingkat <i>Agility</i>	97
5. Hubungan antara <i>foot alignment</i> dan <i>malleolus height</i> dengan tingkat <i>agility</i>	99
6. Keterbatasan Penelitian	100



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN	102
A. Kesimpulan	102
B. Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA.....	104
LAMPIRAN	113



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Parameter <i>Rearfoot angle</i>	18
Tabel 2. Parameters Normal Malleolus Height	20
Tabel 3. Dosis Latihan Concentric Strengthening Exercise	55
Tabel 4. Karakteristik Sampel Penelitian.....	65
Tabel 5. Distribusi <i>Rearfoot Angle</i> pada Responden Penelitian	67
Tabel 6. Distribusi Tinggi <i>Malleolus Medial</i> pada Responden Penelitian	69
Tabel 7. Distribusi Tinggi <i>Malleolus lateral</i> pada Responden Penelitian	70
Tabel 8. Distribusi Perubahan Tingkat <i>Agility</i>	72
Tabel 9. Hasil Analisis Data <i>Pre Test</i> dan <i>Post Test</i> Pengukuran <i>Rearfoot Angle</i>	74
Tabel 10. Hasil Analisis Data <i>Pre Test</i> dan <i>Post Test</i> Pengukuran Tinggi <i>Malleolus Medial</i>	78
Tabel 11. Hasil Analisis Data <i>Pre Test</i> dan <i>Post Test</i> Pengukuran Tinggi <i>Malleolus Lateral</i>	82
Tabel 12. Hasil Analisis Data <i>Pre Test</i> dan <i>Post Test</i> Tingkat <i>Agility</i>	86
Tabel 13. Hasil Analisis Korelasi <i>Foot Alignment</i> dan <i>Malleolus Height</i> Terhadap Tingkat <i>Agility</i>	90



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sendi pada <i>foot</i> dan <i>ankle</i>	9
Gambar 2. Sumbu rotasi sendi ankle dibidang transversal	11
Gambar 3. Sumbu gerakan sendi midtarsal	11
Gambar 4. Neutral Position (A) Overpronation position (B)	12
Gambar 5. Overpronation and neutral position ankle.....	12
Gambar 6. Kelemahan <i>abduktor hip</i> menyebabkan <i>drop hip</i> saat sisi kontralateral diangkat, berdampak pada pronasi berlebih (<i>hyperpronation</i>)	14
Gambar 7. Pengukuran <i>Foot Alignment</i>	16
Gambar 8. (kanan) tanda untuk membagi poros panjang betis dan rearfoot, (kiri) pengukuran goniometrik sudut rearfoot	17
Gambar 9. Sudut negatif merupakan eversi <i>calcaneal (Pronation)</i> dan.....	17
sudut nol adalah posisi netral (<i>Neutral</i>)	17
Gambar 10. The anthropometric measurements of the lower extremity that are required for the prediction of body segment parameters	19
Gambar 11. Tinggi malleolus medial (A) dan tinggi malleolus lateral (B).....	19
Gambar 12. Measurement medial malleolar height.....	20
Gambar 13. Medial malleolar height	21
Gambar 14. Measurement of lateral malleolar height	21
Gambar 15. Badcamp Agility Test	25
Gambar 16. Siklus supercompensation	27
Gambar 17. Fisiologi otot saat berkontraksi dan relaksasi	30
Gambar 18. Sliding Filament Theory	30
Gambar 19. Normal <i>heel raise</i> (a), ABD <i>heel raise</i> (b), ADD <i>heel raise</i> (c)	32
Gambar 20. Heel raise exercise	33
Gambar 21. Gerakan <i>short foot exercise</i>	34
Gambar 22. Short foot exercise	35
Gambar 23. Prone Hamstring Curl	35
Gambar 24. Stretch (A – B) mendahului aksi otot konsentris (B-C), output gaya yang dihasilkan lebih besar	38



Gambar 25. Selama latihan kekuatan, serabut otot peningkatan penampang sebagai miofibril menjadi lebih besar dan terpisah.	39
Gambar 26. Strength training adaptations.....	41
Gambar 27. Kerangka Konsep.....	47
Gambar 28. Alur Penelitian	53
Gambar 29. Pengukuran <i>Foot Alignment</i>	58
Gambar 30. Measurement of foot length, medial malleolar height, and navicular height.	59
Gambar 31. Medial malleolar height	59
Gambar 32. Measurement of lateral malleolar height	59
Gambar 33. Badcamp Agility Test	60
Gambar 34. Hell raises exercise (Holding on)	62
Gambar 35. Short foot exercise	63
Gambar 36. Grafik Area Perbandingan <i>Foot Alignment Kanan</i>	76
Gambar 37. Grafik Area Perbandingan <i>Foot Alignment Kiri</i>	77
Gambar 38. Grafik Area Perbandingan Tinggi <i>Malleolus Medial</i> Kaki Kanan	81
Gambar 39. Grafik Area Perbandingan Tinggi <i>Malleolus Medial</i> Kaki Kiri.....	81
Gambar 40. Grafik Area Perbandingan Tinggi <i>Malleolus Lateral</i> Kanan	85
Gambar 42. Grafik Area Perbandingan Tingkat <i>Agility</i>	89



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Informed Conccent	113
Lampiran 2. Surat Pernyataan Kesiediaan Menjadi Responden	114
Lampiran 3. Blanko Pre Test dan Post Test Hasil Pengukuran Foot Alignment, Malleolus Height dan Tingkat Agility pada Pemain Bulu Tangkis Junior	116
Lampiran 4. Hasil Pengolahan Data Statistik.....	117
Lampiran 5. Surat Permohonan Izin Melakukan Penelitian	147
Lampiran 6. Surat Keterangan Telah Meneliti	150
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian	152
Lampiran 8. Riwayat Hidup Meneliti.....	154



DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
<i>et al.,</i>	Dan kawan-kawan
RA	<i>Rearfoot Angle</i>
RSP	<i>Resting Standing Position</i>
EMG	<i>Electromyography</i>
1-RM	<i>One Repetition Maximum</i>
SC	Supercompensation Cycle
GAS	General Adaptation Syndrome
MM	<i>Malleolus Medial</i>
ML	<i>Malleolus Lateral</i>



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Bulu tangkis adalah olahraga raket non kontak yang membutuhkan lompatan, perubahan arah, gerakan lengan cepat dan berbagai postur tubuh (Nawa, *et al.*, 2018). Menurut Firdaus *et al.*, (2018) prestasi atlet bulu tangkis tak lepas dari *skill* dan penguasaan teknik-teknik dasar yang telah dimiliki yaitu langkah kaki (*footwork*), sikap berdiri (*stance*), memegang raket (*grip*), gerakan kaki dan pukulan (*stroke*).

Pemain harus melakukan gerakan-gerakan seperti lari cepat, berhenti secara cepat lalu segera bergerak lagi, gerak meloncat, menjangkau, dan memutar badan dengan cepat, melakukan langkah lebar tanpa kehilangan keseimbangan tubuh (Permadi & Lubis, 2017).

Untuk mendukung keterampilan bermain agar terhindar dari cedera olahraga, struktur dan fungsional tubuh yang baik merupakan poin penting yang harus dimiliki pemain bulu tangkis. Cedera muskuloskeletal ekstremitas inferior pada pemain bulu tangkis usia muda sering terjadi pada pergelangan kaki, sendi lutut dan di otot *m.gastrocnemius* (Chow, *et al.*, 2016; Kang & Ramalingam, 2018). Prevalensi cedera olahraga lebih banyak

di ekstremitas inferior, ini terbukti dengan hasil identifikasi risiko cedera bulu tangkis usia dini-pemula di Kota Yogyakarta, didapatkan hasil terdapat 59 atlet (37,1 %) dari total 159 atlet pernah mengalami cedera.



Dengan presentase cedera tertinggi terjadi pada ekstremitas inferior, yaitu (66,7%), kepala (3,5%), ekstremitas superior (21,8%) dan batang tubuh (8%) (Gunawan, 2017).

Struktur kaki yang kelebihan pronasi (*overpronated*), supinasi (*oversupinated*) dan postur kaki (*planus*, *cavus*, dan *rectus*) merupakan faktor risiko nyeri sendi ekstremitas inferior. Hal ini dikaitkan dengan perubahan fungsional ekstremitas inferior dan pola aktivasi otot (Cornwall & McPoil, 2004). Berubahnya *foot alignment* ke arah pronasi (*overpronated*) akan membebani otot-otot didaerah 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 kaki (Mosca, 2010). *Malleolus* dalam struktur anatomi berperan dalam menjaga stabilitas kaki (Yablon, *et al.*, 2009). Menurut Atamturk (2009), *Malleolus height* termasuk dalam pengukuran antropometri yang dapat diukur.

Salah satu *skill* yang paling mendasar dalam permainan bulu tangkis adalah *footwork*. *Footwork* merupakan gerakan langkah kaki yang melibatkan segmen tubuh memungkinkan pemain dengan cepat berpindah ke

posisi terbaik untuk menyerang atau melakukan tembakan defensif dengan keseimbangan dan kontrol tubuh yang fleksibel dan bervariasi (Mei, *et al.*,



2016). 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 kehilangan keseimbangan tubuh untuk mengantisipasi *shuttlecocks* yang datang (Astrawan *et al.*, 2016; Purnama, 2016). Hal ini menunjukkan pemain bulu tangkis harus memaksimalkan kemampuan kelincahan yang berulang untuk meningkatkan keberhasilan bermain di lapangan.

Fenomena yang didapat dan menurut teori diatas menjelaskan bahwa perubahan struktur *foot alignment* dan *malleolus height* pada pemain bulu tangkis dapat mempengaruhi langkah kaki (*footwork*), muskuloskeletal dan biomekanik *ankle*. Dikarenakan dalam permainan bulu tangkis *footwork* juga bertujuan agar pemain dapat bergerak seefisien mungkin ke segala arah dan berfungsi untuk menghasilkan pukulan berkualitas dan terarah. Selain faktor struktural, faktor fungsional berupa tingkat *agility* atau kelincahan juga berperan penting terhadap kualitas pemain di lapangan.

Intervensi yang dapat diberikan, yaitu dengan mendesain program latihan. Latihan yang terprogram akan memberikan penyesuaian terhadap kerja fisik yang meningkat dari segi fisiologis maupun psikologis dan dapat memberikan efek positif untuk meningkatkan kualitas fungsional dari sistem tubuh (Nawa, *et al.*, 2018). *Concentric strengthening exercise* merupakan

latihan penguatan otot atau grup otot dengan tipe kontraksi perlekatan (origo- insersio) saling mendekat atau otot dalam keadaan memendek



(Henriksson, *et al.*, 2010; Yu, *et al.*, 2013). Jenis latihan penguatan yang dapat dilakukan, yaitu: (1) *heel raise exercise* bertujuan untuk meningkatkan kekuatan *m.gastrocnemius* dan otot plantar fleksor kaki, (2) *short foot exercise* bertujuan memperbaiki morfologi pada arcus longitudinal medial dengan mengaktifkan otot-otot intrinsik pada kaki (otot plantaris) dan (3) *Prone hamstring curl exercise* bertujuan mengaktifkan otot hamstring (Arnsdorff, *et al.*, 2011; Kim & Kim, 2016; Schmitt, 2017).

Hasil studi pendahuluan di PB Karsa Mandiri, PB Yanti Jaya dan PB Manggala di lakukan pengukuran pada 21 pemain (11 – 15 tahun). Hasil pengukuran *foot alignment* ditemukan 76% memiliki derajat kemiringan (*overpronation*), rata-rata tinggi malleolus medial 5,8 cm dan malleolus lateral 5 cm dan pengukuran tingkat *agility* didapatkan hasil yang beragam. Hasilnya terdapat pemain bulu tangkis terindikasi mengalami kelaianan struktur kaki dan fisioterapi dapat memberikan penanganan sesuai dengan bidang keilmuannya.

Melihat fenomena di atas, membuat peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “Pengaruh pemberian *concentric strengthening exercise* terhadap perubahan *foot alignment*, *malleolus height* dan tingkat *agility* pada pemain bulu tangkis junior di Kota Makassar”.



B. Rumusan Masalah

Latar belakang di atas yang memberi informasi bahwa perubahan struktur *foot alignment* dan *malleolus height* dapat menjadi risiko cedera ekstremitas inferior khususnya pergelangan kaki dan terganggunya langkah kaki (*footwork*). *Concentric strengthening exercise* berpengaruh dalam perubahan *foot alignment*, *malleolus height* dan tingkat *agility*. Oleh karena itu, dapat dikemukakan pertanyaan penelitian yaitu :

1. Apakah ada perbedaan *foot alignment* sebelum dan sesudah diberikan *concentric strengthening exercise* pada pemain bulu tangkis junior di Kota Makassar ?
2. Apakah ada perbedaan *malleolus hight* sebelum dan sesudah diberikan *concentric strengthening exercise* pada pemain bulu tangkis junior di Kota Makassar ?
3. Bagaimana perbedaan tingkat *agility* sebelum dan sesudah diberikan *concentric strengthening exercise* pada pemain bulu tangkis junior di Kota Makassar ?
4. Apakah ada hubungan antara *foot alignment* dan *malleolus height* dengan tingkat *agility* pada pemain bulu tangkis junior di Kota Makassar ?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk diketahuinya pengaruh pemberian *concentric strengthening exercise* terhadap perubahan *foot alignment*,



malleolus height dan tingkat *agility* pada pemain bulu tangkis junior di Kota Makassar.

2. Tujuan Khusus

Penelitian ini bertujuan :

- a. Diketahui perbedaan *foot alignment* sebelum dan sesudah diberikan *concentric strengthening exercise* pada pemain bulu tangkis junior di Kota Makassar.
- b. Diketahui perbedaan *malleolus height* sebelum dan sesudah diberikan *concentric strengthening exercise* pada pemain bulutangkis junior di Kota Makassar.
- c. Diketahui perbedaan tingkat *agility* sebelum dan sesudah diberikan *concentric strengthening exercise* pada pemain bulu tangkis junior di Kota Makassar.
- d. Diketahui hubungan antara *foot alignment* dan *malleolus height* dengan tingkat *agility* pada pemain bulutangkis junior di Kota Makassar.

D. Manfaat Penelitian

1. Bidang Ilmiah

- a. Menambah pengetahuan, wawasan dan pengalaman peneliti dalam mengembangkan diri dan mengabdikan diri pada dunia kesehatan khususnya dibidang fisioterapi dimasa yang akan datang.



- b. Salah satu sumber informasi bagi pembaca mengenai pengaruh pemberian *concentric strengthening exercise* terhadap perubahan *foot alignment*, *malleolus height* dan tingkat *agility*.
- c. Bahan kajian bagi peneliti selanjutnya sehingga hasilnya lebih mendalam dan memberikan sumbangan perkembangan pengetahuan bagi orang lain.

2. Bidang Aplikatif

- a. 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.
- b. Bahan masukan bagi pengembangan Fisioterapi di Makassar pada khususnya dan pengembangan Fisioterapi di Indonesia pada umumnya.
- c. Bahan masukan untuk meningkatkan mutu dan kualitas pendidikan Profesi Fisioterapi di Universitas Hasanuddin pada khususnya dan pendidikan Fisioterapi Indonesia pada umumnya.
- d. Bagi Atlet: atlet dapat mengetahui kemampuan bermainnya dan dapat menjadi motivasi untuk lebih bersemangat dalam mengikuti proses latihan.
- e. Bagi Pelatih: penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan program latihan yang tepat bagi atlet.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang *Foot Alignment*

Regio *ankle* dan kaki tersusun atas 26 tulang, yang lebih dari 100 otot, sendi, dan ligamen dimana bekerja secara bersamaan untuk menghasilkan keseimbangan dan pergerakan. Adapun tulang yang menyusun kaki dan pergelangan kaki terdiri atas bagian dari distal tibia, dan fibula, 7 tulang tarsal, 5 metatarsal, dan 14 phalanges (Lendra, 2007). *Foot* dan *ankle* merupakan struktur sendi yang sangat kompleks yang terdiri dari banyak tulang, ligamen, otot dan tendon yang berfungsi sebagai stabilisasi dan penggerak tubuh. Pada komponen sendi *Foot* dan *ankle* ini akan terjadi pergerakan plantar fleksi, dorso fleksi, inversi dan eversi. Fungsi *ankle* sebagai penyangga berat badan memungkinkan terjadinya cedera pada *ankle* (Muawanah, *et al.*, 2016).

Regio *ankle* dan kaki tersusun dari beberapa persendian. Persendian tersebut terdiri atas *tibiofibular joint*, *ankle joint*, *subtalar joint*, *talonavicular joint*, *transversaltarsal joint*, *intersal joint*, *tarsometatarsal joint*, *metatarsophalangeal joint*, *interphalangeal joint*, dan *arkus plantaris* (Neuman, 2010).

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

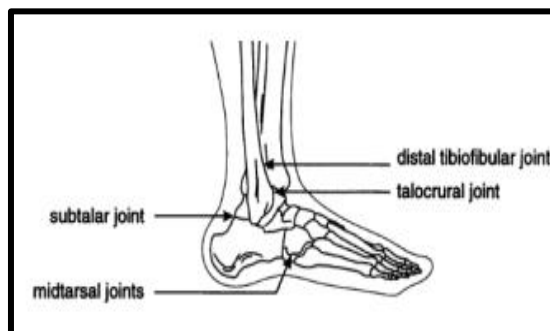


yang baik pada kaki dapat mendorong keterlibatan otot-otot untuk bekerja secara optimal pada saat melangkah kaki (*foorwork*).

Malalignment ditandai dengan adanya kelainan dari keselarasan tulang-tulang kaki yang bisa menunjukkan adanya variasi gangguan biomekanik kaki salah satunya adalah *foot overpronation* (Thapa, *et al.*, 2010). *Malalignments* kaki ini termasuk *rearfoot valgus*, *varus forging*, *forefoot supinatus* dan *equinus gastrocnemius* bawaan (Cornwall & McPoil, 2004)

1. Anatomi dan Biomekanik

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



Gambar 1. Sendi pada *foot* dan *ankle*
(Sumber : Loudon & Bell, 2014)

a. Sendi Subtalar

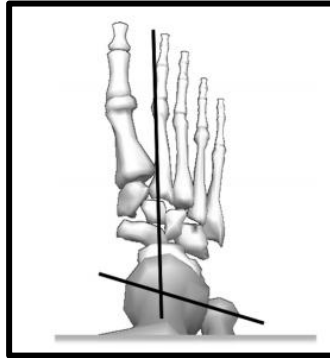
Sendi subtalar adalah artikulasi dari talus dan *calcaneus*. Dua artikulasi anterior dari sendi subtalar atau *talocalcaneal* pada aspek inferior berbentuk cembung dan aspek superior *calcaneus* berbentuk cekung, sedangkan artikulasi sendi midtarsal posterior pada aspek inferior adalah cekung dan aspek 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 lumbar, dapat menyebabkan perubahan parameter kinetik dan kinetik 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 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. Juga dapat mempengaruhi perubahan kinematika dari tungkai bawah dalam aspek gaya berjalan dan pada saat beraktivitas yang melibatkan segmen kaki (Santos, *et al.*, 2017).

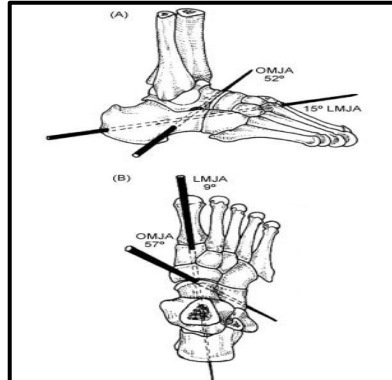




Gambar 2. Sumbu rotasi sendi ankle dibidang transversal
(Sumber : Brockett & Chapman, 2016).

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 3. Sumbu gerakan sendi midtarsal
(a) *Transverse plane* (b) *sagittal plane*
(Sumber : Tweed, et al., 2008)

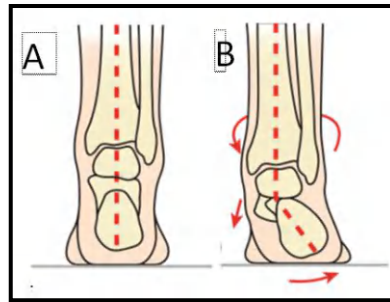
2. Foot Overpronation

Biomekanik kaki yang normal dapat terganggu akibat fungsi abnormal dari sendi subtalar yakni ketika kaki mengalami *overpronation*.

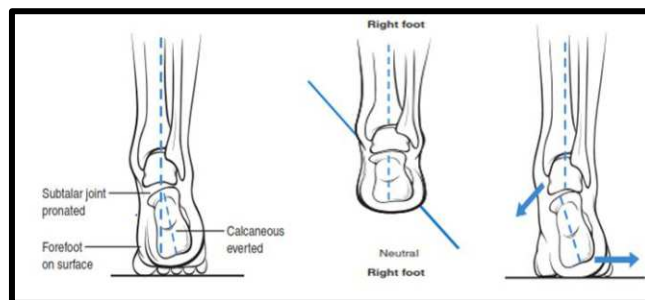
Dalam rantai kinematik tertutup, *overpronation* sendi *subtalar* ditandai dengan *adduksi* dan *fleksi plantar* dari *talus* dan *eversi* dari *calcaneus*



yang berlebihan (Farokhmanesh, *et al.*, 2014; Ghasemi, *et al.*, 2016). *Foot Overpronation* didefinisikan sebagai kaki mengalami pronasi yang berlebih dari yang dibutuhkan untuk menyesuaikan gaya yang ditempatkan pada otot (Horwood & Chockalingam, 2017).



Gambar 4. Neutral Position (A) Overpronation position (B)
(Sumber : *Managing Sports Injuries*, 2011)



Gambar 5. Overpronation and 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. Pronasi berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kemungkinan *foot pain* sebesar 28% dan *heel pain* sebesar 54% (Menz, *et al.*, 2013).

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



menghasilkan rotasi internal pinggul, dan akibatnya, dapat menyebabkan peningkatan pelvic anteversion dan hyperlordosis lumbal. Dengan demikian, kehadiran eversi kalkaneus yang berlebihan mungkin terkait untuk terjadinya kondisi patologis tulang belakang lumbal, disfungsi otot-otot lumbopelvic pada pinggul dapat menyebabkan perubahan fungsional ekstremitas inferior dan dikaitkan dengan *overpronation* (Ghasemi, *et al.*, 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 kaki 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 pada saat bermain (Resende, *et al.*, 2018; Farisi, 2018).

3. Faktor yang Mempengaruhi *Overpronation* dan Patologinya

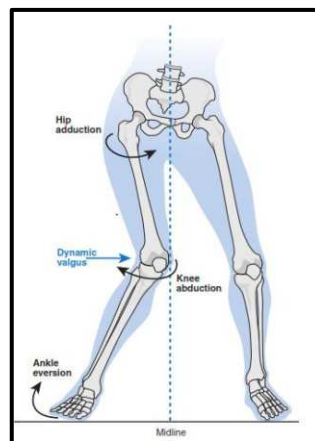
Kelebihan pronasi berkembang sebagai distorsi biomekanik bertahap. Beberapa faktor yang berpotensi menyebabkan *Overpronation* adalah sebagai berikut :

a. Kelemahan *Abduktor Hip*

Otot abduktor hip juga dapat mempengaruhi hiperpronasi pada kaki. Otot abduktor utama *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 (Hamill, *et al.*, 2015).



Gambar 6. Kelemahan *abduktor hip* menyebabkan *drop hip* saat sisi kontralateral diangkat, berdampak pada pronasi berlebih (*hyperpronation*)
(Sumber: *Biomechanical basis of human movement*, 2015)

b. *Thightness Gastrocnemius*

Perubahan biomekanik pun akan terjadi akibat *flat foot* yaitu berubahnya *foot alignment* ke arah pronasi (hiperpronasi) *ankle* yang akan menyebabkan *thightness* pada otot lateral *ankle* (yaitu *m.gastrocnemius*, *m.peroneals* dll) lalu bagian lateral *ankle* terangkat ke arah atas dengan tekanan yang lebih besar didistribusikan ke bagian medial *ankle*, akan menyebabkan tibia dan femur rotasi ke dalam dan terjadi *adduction hip* (Streatfield, 2017). Otot *gastrocnemius* bersama



otot *soleus* dan *plantaris* berada dikompartemen posterior superfisial kaki dan semuanya melintasi sendi subtalar dan *ankle*. Otot *gastrocnemius* membentang melewati lutut, pergelangan kaki, dan sendi subtalar sehingga dikatakan sebagai *three joints muscle* (Lamm, *et al.*, 2015). Ketika kelompok otot kaki posterior mengalami *tightness*, lingkup gerak sendi akan berkurang dan dapat terjadi kompensasi dengan hyperpronation subtalar yang selanjutnya dapat menyebabkan *plantar fasciitis* (Bolívar, *et al.*, 2015).

4. Pengukuran Foot Overpronation

Rearfoot Angle (RA) merupakan Pengukuran inklinasi kalkaneus terhadap kaki bawah dalam posisi berdiri istirahat (*Resting Standing Position/RSP*). Pengukuran ini merupakan komponen khas dari pemeriksaan klinis untuk berbagai patologi ekstremitas inferior. Pronasi yang berlebihan dikaitkan dengan satu atau lebih *malalignment* struktural kaki. *Malalignment* kaki ini termasuk *rearfoot valgus*, *varus forging*, *forefoot supinatus*, dan *equinus gastrocnemius* (Cornwall & McPoil, 2004).

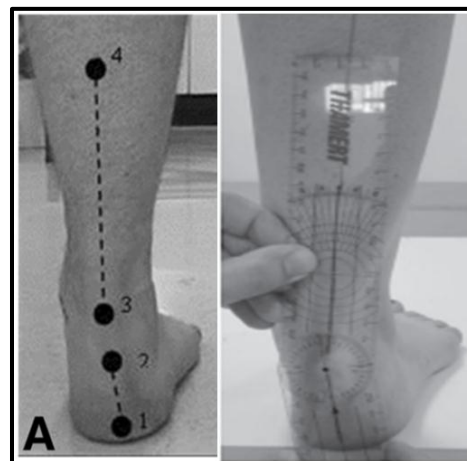
Sudut ekstremitas inferior yang dapat dihitung dalam analisis biomekanik adalah sudut *rearfoot*. Sudut *rearfoot* mewakili gerakan sendi subtalar. Eversi dan inversi *calcaneal* adalah salah satu gerakan dalam aksi pronasi dan supinasi dari sendi subtalar. Dalam literatur penelitian, *eversi*

calcaneus sering diukur untuk mengevaluasi *pronation*, dan *inversi calcaneus* diukur untuk menentukan *supinasi*. *Rearfoot Angle* dihitung



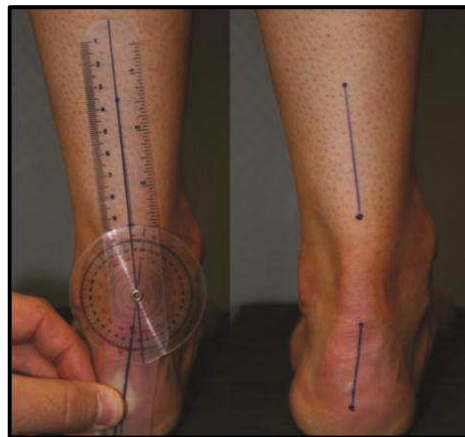
menggunakan sudut absolut dari bagian *posterior* betis dan kalkaneus di bidang *frontal*. Dengan menempatkan 4 penanda yakni 2 penanda pada segmen bagian *posterior* betis untuk menentukan sumbu *longitudinal* pada *posterior* betis dan dua Penanda ditempatkan pada *calcaneus* untuk menentukan sumbu *longitudinal calcaneus* (Hamill, *et al.*, 2015)

Secara singkat *Rearfoot angle* di ukur dengan mempalpasi empat lokasi yang sudah ditandai pada kulit dengan menggunakan spidol, : (1) dasar kalkaneus; (2) tempat perlekatan *tendon Achilles* (3) Pusat atau bagian tengah tendon *achilles* sejajar dengan *malleolus medial*; (4.) bagian tengah aspek *posterior* betis 15 cm di atas penanda tiga. RFA diukur menggunakan *goniometer*, jenis *goniometer* yang digunakan bisa disesuaikan. Lengan *goniometer* selaras dengan garis penghubung penanda satu dan dua dan lengan lainnya dengan garis yang menghubungkan penanda tiga dan empat. *Rearfoot angle* diukur sebagai sudut akut antara persimpangan jalur satu dan jalur dua (Langley, *et al.*, 2016).

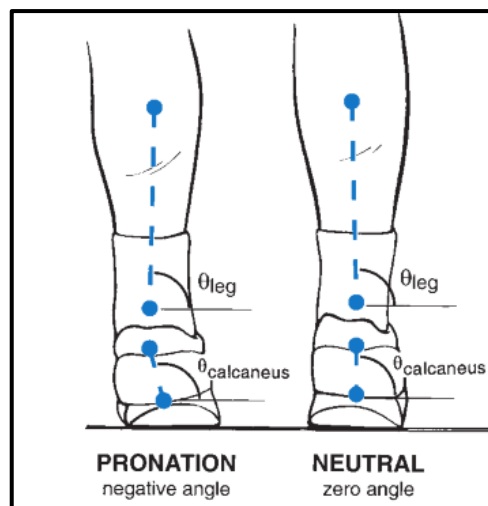


Gambar 7. Pengukuran *Foot Alignment*
(Sumber : Langley, *et al.*, 2005; Karzis, *et al.*, 2016)

Menilai sudut *overpronation* dalam sendi netral subtalar, masing-masing kaki subjek dibentuk garis menggunakan pulpen atau spidol garis vertikal digambar dengan penggaris, untuk mendukung penyelarasan goniometer dengan membagi dua otot betis dan garis vertikal yang memanjang ditengah antara medial dan lateral perbatasan kalkaneus, menggunakan goniometer standar (Karzis, et al., 2016).



Gambar 8. (kanan) tanda untuk membagi poros panjang betis dan rearfoot, (kiri) pengukuran goniometrik sudut rearfoot (Sumber: Ferber, et al., 2009)



Gambar 9. Sudut negatif merupakan eversi *calcaneal* (*Pronation*) dan sudut nol adalah posisi netral (*Neutral*) (Sumber: *Biomechanical Basis of Human Movement*, 2015)



Rumus mengetahui Rearfoot Angle

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

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

Tabel 1. Parameter Rearfoot angle

No	Rearfoot Angle	Derajat
1	Overpronation	$\geq -5^\circ$
2	Normal	$-4^\circ - 4^\circ$
3	Oversupination	$\geq 5^\circ$

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

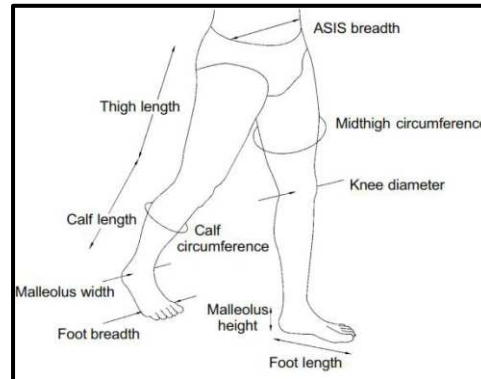
B. Tinjauan Umum tentang Malleolus Height

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 (Paquet & Feathers, 2004).

Menurut Atamturk (2009) Terdapat lima pengukuran antropometri yang dapat dilakukan yaitu *body weight*, *height (stature)*, *foot length*, *foot breadth* dan *heel breadth*. Ada Total 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 jari bahu, tinggi lutut, tinggi malleolus dan panjang tangan (Kaya &

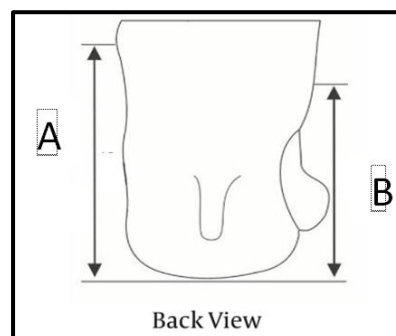


Erkarслан, 2018). Dari 2 pendapat tersebut dapat membuktikan bahwa pengukuran *malleolus height* dapat dilakukan.



Gambar 10. The anthropometric measurements of the lower extremity that are required for the prediction of body segment parameters
(Sumber: *Dynamics of human gait*, 2015)

Ada beberapa model pengukuran tubuh secara objektif antara lain radiografi, goniometer, inclinometry, *flexible ruler measurement*, photography, posisi anatomi dan penilaian garis lurus (Peterson, et al., 1997). Mistar dapat digunakan untuk mengukur tinggi navikular (*navicular height*), tinggi malleolus medial (*medial malleolar height*) dan tinggi malleolus lateral (*lateral malleolar height*) dari tanah/landasan ke berbagai tempat pengukuran (Umar & Tafida, 2013). Selama pengukuran, subjek diminta untuk memakai hanya celana pendek dan kaos tanpa lengan dan dimensi diukur tanpa sepatu (Kaya & Erkarслан, 2018).



Gambar 11. Tinggi malleolus medial (A) dan tinggi malleolus lateral (B)
(Sumber: Hajaghadzadeh, 2017)



Tabel 2. Parameters Normal Malleolus Height

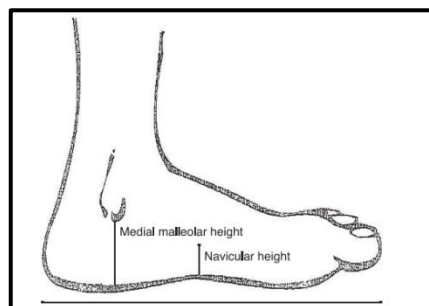
No	Malleolus Measurement	Value	Units
1	Medial Malleolus height	6,6	Cm
2	Lateral Malleolus height	5,4	Cm

(Sumber: Hajaghazadeh, 2017)

1. Pengukuran Tinggi Malleolus Medial

Pengukuran malleolus medial dilakukan dengan cara sederhana untuk mengevaluasi kemampuan ekstremitas inferior dimana tubuh mampu mempertahankan berat badan tubuh untuk mempertahankan kaki dalam posisi pronasi. Pengukuran medial drift dari maleolus medial memungkinkan untuk evaluasi yang terjadi antara talus dan kalkaneus ketika pronasi pada sendi subtalar, dari pengukuran ini juga bisa dilihat mengapa seseorang yang dengan posisi kaki overpronasi berlebihan bisa mengakibatkan cedera pada tendon medialnya . Maleolus medial berada subkutan dan ujungnya terletak pada bidang anterior (Abbas, 2015).

Tinggi malleolus medial diukur dari lantai ke bagian inferior dari malleolus medial (Umar & Tafida, 2013)..



Gambar 12. Measurement medial malleolar height
(Sumber: Umar & Tafida, 2013)



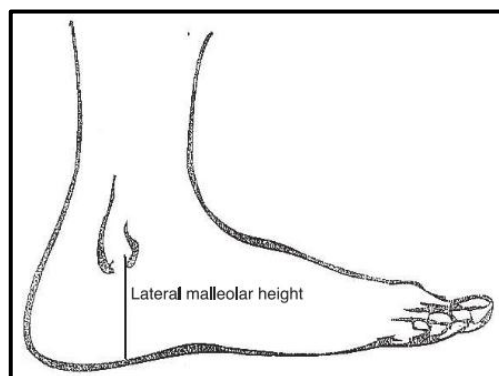


Gambar 13. Medial malleolar height
(Sumber: Mits, *et al.*, 2011)

2. Pengukuran Tinggi Malleolus Lateral

Permukaan subkutan bagian bawah fibula berbentuk segitiga yang dapat diraba dan melanjut sebagai permukaan lateral maleolus lateral. Ujung maleolus lateral kira-kira satu sentimeter lebih distal dari pada ujung maleolus medial dan letaknya lebih posterior (Abbas, 2015).

Tinggi malleolus lateral diukur dari lantai ke bagian paling anteroinferior dari maleleus lateral dan tinggi malleolus lateral diukur dari lantai ke bagian anteroinferior dari medial malleolus (Umar & Tafida, 2013).



Gambar 14. Measurement of lateral malleolar height
(Sumber: Umar & Tafida, 2013)

C. Tinjauan Umum tentang Tingkat *Agility*

Agility adalah kemampuan tubuh atau bagian tubuh untuk mengubah arah gerakan secara mendadak dalam kecepatan yang tinggi. Misalnya mampu berlari berbelok-belok, lari bolak-balik dalam jarak dan waktu tertentu, atau kemampuan berkelit dengan cepat dalam posisi tetap berdiri stabil (Mutohir & Maksum, 2007). Seorang atlet atau pemain yang mempunyai *agility* yang baik maka akan mampu melakukan gerakan dengan lebih efektif dan efisien (Kuswendi, 2012). *Agility* dalam permainan bulutangkis sangat diperlukan untuk melakukan teknik *footwork* (gerakan kaki). *Footwork* adalah gerakan-gerakan langkah kaki yang mengatur badan untuk menempatkan posisi badan, agar memudahkan pemain dalam melakukan gerakan memukul *shuttlecock* sesuai dengan posisinya.

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 tiga pada cabang dominan (sisi raket) 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 kearah 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*, *medial gastrocnemius*, dan *gastrocnemius lateral* (Nadzalan, et al., 2017).

1. 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



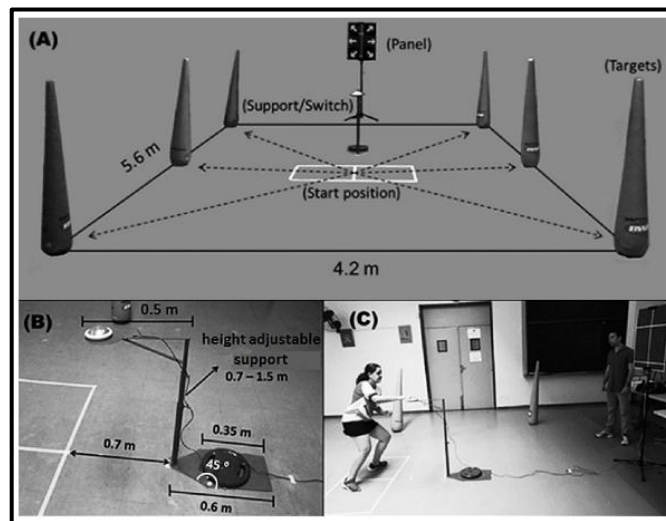
tidak mudah timbul. Faktor kelelahan akan mempengaruhi apa yang sebetulnya ingin dilatih yaitu *agility* (Purnama, 2016). Selain faktor-faktor *agility* tersebut, faktor latihan juga memiliki pengaruh besar terhadap *agility* (Rudiyanto, 2012).

2. Pengukuran *Agility*

Badcamp test adalah *agility test* yang diciptakan untuk mengevaluasi *agility* atlet bulutangkis yang telah teruji dan memiliki validitas tinggi (Loureiro & Freitas, 2016). *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, *et al.*, 2016).

Hasil pengukuran *badcamp agility test* pada atlet bulu tangkis berkisar 13,23 – 14,92 detik (Loureiro, *et al.*, 2017) dan 13,47 – 15,77 detik (Loureiro & Freitas, 2016).





Gambar 15. Badcamp Agility Test
(Sumber : Loureiro, *et al.*, 2016)

D. Tinjauan Umum tentang Concentric Strengthening Exercise

Kekuatan adalah kemampuan kontraksi seluruh sistem otot dalam menerima beban/tahanan baik yang berasal dari dalam maupun dari luar dan mampu mengatasi suatu tekanan dalam waktu kerja tertentu sehingga kekuatan ini sebagai dasar dari komponen kondisi fisik lain guna menunjang komponen kondisi fisik tersebut (Annuri, 2014). Menurut Lesmana (2012) Kekuatan otot dapat juga berarti kekuatan maksimal otot yang ditunjang oleh cross-sectional otot yang merupakan kemampuan otot untuk menahan beban maksimal pada aksis sendi.

Thomas (2005) dalam Chan (2012) menyatakan bahwa kontraksi otot manusia terdapat tiga jenis kontraksinya yaitu: statis, konsentris, dan eksentris.



1. Concentric Strengthening Exercise

Strengthening exercise didefinisikan sebagai latihan penguatan dengan prosedur sistematis dari otot atau grup otot untuk mengendalikan beban berat (*resistance*) dalam waktu singkat (Kisner & Colby, 2012).

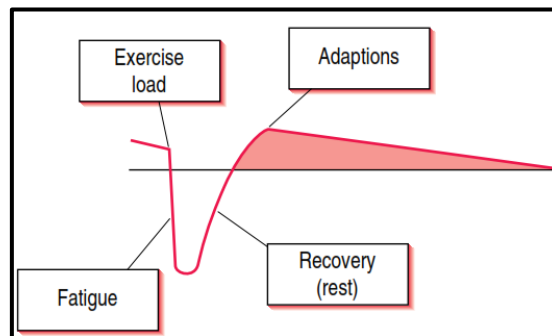
Hill (1925) dalam Padulo (2013) mendefinisikan dua jenis kontraksi : isometrik di mana panjang otot tidak berubah selama kontraksi dan isotonik di mana ketegangan tetap tidak berubah atau juga bisa berubah sementara panjang otot berubah. Ada dua jenis kontraksi isotonik: (a) konsentris dan (b) eksentrik. Dalam kontraksi konsentris, ketegangan otot naik untuk memenuhi resistensi, kemudian tetap stabil saat otot memendek (Padulo, et al., 2013). Kontraksi konsentris Merupakan tipe kerja otot dimana kedua ujung atau perlekatan otot (*origo- insersio*) saling mendekat atau otot dalam keadaan memendek (Henriksson, *et al.*, 2010).

Concentric strengthening merupakan salah satu program *exercise*. Beberapa penelitian terbaru melaporkan bahwa *concentric strengthening exercise* signifikan dalam mengurangi rasa sakit dan dapat menguatkan otot lebih efektif dalam berbagai kerusakan muskuloskeletal (Yu, et al., 2013).

Perkembangan kekuatan otot akan lebih cepat apabila berlatih selama tiga set dengan 8-12 repetisi dan sebaiknya dilakukan tiga kali seminggu, agar pada hari-hari tanpa latihan dapat dikondisikan untuk



pemulihan dari kelelahan (Paembonan, 2017). 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 (Bompa, 1999 dalam Koutedakis, *et al.*, 2006). SC dibagi dalam empat bagian: olahraga, kelelahan, pemulihan dan adaptasi.



Gambar 16. Siklus supercompensation
(Sumber : *the physiology of training*, 2006)

Tubuh akan menyuplai otot dan organ dengan energi pada tingkat yang lebih tinggi daripada beristirahat pada saat seorang atlet berlatih. 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.



Homeostasis yang baru dan lebih tinggi akan terjadi di dalam tubuh sehingga 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' (Koutedakis & Sharp 1999; Koutedakis 2000 dalam Koutedakis, *et al.*, 2006). Dibutuhkan waktu 24-36 jam agar otot benar-benar dinormalkan (Virus & Virus, 2001 dalam Koutedakis, *et al.*, 2006). Hal inilah menjadi dasar mengapa latihan diberikan 3 kali dalam seminggu.

Jumlah resistensi yang diterapkan dalam program latihan kekuatan 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).

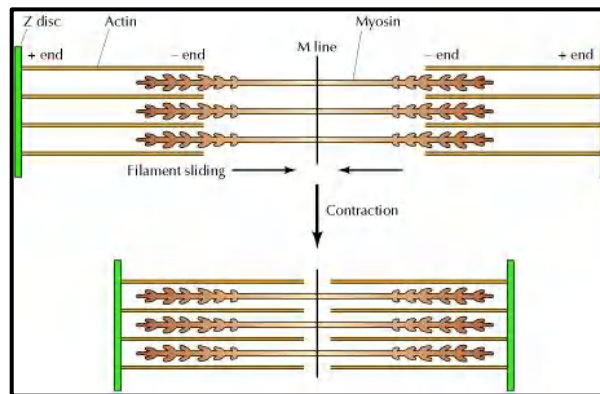
2. Fisiologi Concentric Strengthening Exercise

Kontraksi otot terjadi karena interaksi antara aktin dan myosin dimana filamen-filamen saling meluncur satu terhadap yang lain. Mekanisme tersebut di sebut juga dengan *sliding filament*. Teori tersebut mengatakan bahwa panjang pendeknya otot disebabkan oleh pergeseran filamen tebal dan filament halus tanpa mengubah panjang dari filament tersebut (Rahmatullah & Lesmana, 2005).

Proses yang mendasari pemendekan elemen kontraktil di otot adalah pergeseran filamen tipis pada filamen tebal. Lebar pita A tetap, sedangkan garis Z bergerak saling mendekat ketika otot berkontraksi dan saling menjauh bila otot diregang. Pergeseran selama kontraksi otot terjadi bila kepala miosin berikatan erat dengan aktin, menekuk di taut kepala dengan leher, dan kemudian terlepas. Lonjakan tenaga (*power stroke*) ini bergantung pada hidrolisis ATP yang serentak. Molekul miosin-II adalah dimer yang memiliki dua kepala, tetapi setiap saat hanya satu yang melekat ke aktin. Banyak kepala myosin mengalami siklus pada saat yang sama atau hampir bersamaan, dan kepala-kepala tersebut bersiklus berulang-ulang untuk menghasilkan kontraksi otot keseluruhan. Setiap *power stroke* akan memendekkan

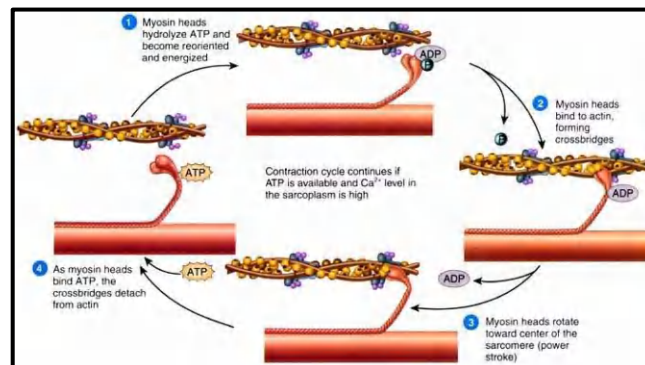


sarkomer sekitar 10 nm. Setiap filamen tebal mengandung 500 kepala miosin, dan setiap kepala bersiklus sekitar lima kali per detik selama berlangsungnya kontraksi cepat.



Gambar 17. Fisiologi otot saat berkontraksi dan relaksasi

(Sumber : https://teaching.ncl.ac.uk/bms/wiki/index.php/The_Sliding_Filament_Theory)



Gambar 18. Sliding Filament Theory

(Sumber : Source.<https://thelevelbiologist.co.uk/option-b-human-musculoskeletal/sliding-filament-theory/>)

Kontraksi *concentric* merupakan tipe kerja otot dimana kedua ujung perlekatan otot yang disebut *origo* dan *insertio* saling mendekat atau otot dalam keadaan lebih memendek (Miller-Keane, 2003) . Kerja otot *concentric* ini disebut juga kerja otot positif karena pada kontraksi *concentric* hanya terdapat sedikit gaya eksternal yang dihasilkan sehingga kecepatan pemendekan otot maksimum di dapat pada kontraksi ini namun akan menurun secara progresif seiring dengan



peningkatan beban dan menjadi nol apabila beban diatasi oleh ketegangan maksimum, pada saat mengangkat benda-benda ringan kita membutuhkan ketegangan otot dengan cepat, sedangkan kita dapat mengangkat benda yang sangat berat dengan lambat. Hubungan antara beban dan kecepatan pemendekan ini merupakan sifat mendasar otot, ini terjadi karena jembatan silang memerlukan waktu lebih lama untuk mengayun melawan beban yang lebih besar” (Trew & Everett, 2010). Pada saat kontraksi *concentric*, tegangan dari otot meningkat dan otot memerlukan banyak energi, oksigen serta banyak memproduksi panas dalam tubuh sehingga otot akan mudah lelah pada saat otot berkontraksi tetapi tenaga yang dihasilkan sedikit (Rahmatullah & Lesmana, 2005).

3. Jenis-Jenis Latihan

Latihan merupakan suatu aktivitas yang dilakukan secara sistematis dan terencana dalam meningkatkan fungsional tubuh. Dalam kegiatan olahraga, latihan berguna untuk meningkatkan kekuatan (Chan, 2012).

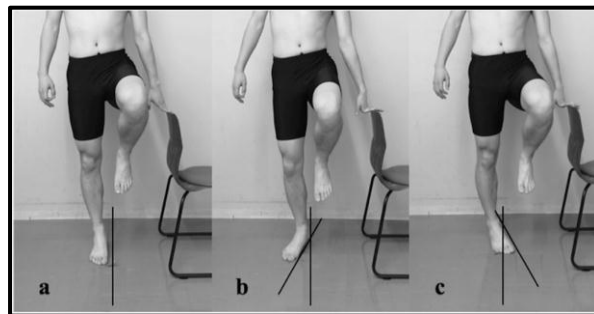
a. *Heel Raise Exercise*

Heel raises, juga disebut dengan “*calf raises*”, adalah latihan umum yang termasuk dalam program pelatihan resistensi untuk meningkatkan ukuran, power, dan kekuatan otot gastrocnemius dan soleus (Riemann, et al., 2005). *Heel raises* merupakan program latihan penguatan otot kaki dengan



mengangkat tumit pada posisi berdiri atau dalam keadaan “berjinjit”. Tujuan latihan ini untuk meningkatkan kekuatan otot plantar fleksor kaki dan gastrocnemius (Arnsdorff, et al., 2011).

Variasi latihan *heel raise exercise* yang melibatkan lutut dalam posisi lurus (*soleus* dan *gastrocnemius*) dan lekukan (*soleus*) harus dimasukkan untuk sepenuhnya mempromosikan fungsi *soleus* dan *gastrocnemius* (Riemann, et al., 2005). Terdapat 3 posisi kaki dalam *Heel raise exercise* yaitu posisi netral (normal *heel raise*), 30° abduksi (*ABD heel raise*) dan 30° adduksi (*ADD heel raise*) (Akuzawa, et al., 2017).



Gambar 19. Normal heel raise (a), ABD heel raise (b), ADD heel raise (c)

(Sumber : Akuzawa, 2017)

Pada saat memulai latihan, pemain diinstruksikan untuk mengangkat jari-jari kaki Anda setinggi mungkin. Setelah sedikit jeda di posisi atas, pemain diinstruksikan untuk perlahan-lahan menurunkan tumit mereka kembali ke posisi awal. Untuk alasan keamanan, setiap pemain diinstruksikan untuk menempatkan kedua tangan di atas bar pengaman (Flanagan, et al., 2005). Latihan ini dilakukan dengan intensitas dua set per 12 kali pengulangan



selama 12 kali pertemuan dalam enam minggu (Ariani & Ari Wibawa, 2014). Menurut sumber lain, latihan ini juga dapat dilakukan tiga kali seminggu selama 30 menit, tiga set dengan 12 kali pengulangan dan satu menit untuk jeda istirahatnya (Arnsdorff, et al., 2011).



Gambar 20. Heel raise exercise
(Sumber : Speck, 2012)

b. Short Foot Exercise

Short foot atau biasa disebut *toe graps exercise* merupakan program latihan untuk memperbaiki morfologi pada arcus longitudinal medial dengan mengaktifkan otot-otot intrinsik pada kaki. Latihan dilakukan dengan cara mempendek kaki yaitu membawa jari-jari ke arah tumit tanpa adanya gerakan fleksi kaki seperti “mencengkeram”. Pada saat posisi mencengkeram, pertahankan bentuk statis tersebut selama 20 detik (Kim & Kim, 2016).

Saat kaki dalam posisi mencengkeram, os.talus yang merupakan *keystone* dari arcus longitudinal medial akan terangkat sehingga dapat memperbaiki posisi biomekanik kaki dan untuk



mengaktifkan otot-otot intrinsik kaki dengan cara yang tonik. Ini memaksa kaki untuk ditempatkan dalam posisi yang lebih netral dan kurang terpangkas, meningkatkan stabilitas tubuh dalam posisi tegak dan membantu memperbaiki arcus longitudinal medial yang dibutuhkan saat berjalan. Latihan dilakukan tanpa alas kaki dengan pemuatan tepat pada tiga titik pendukung kaki (*tripod*) (Sulowska, et al., 2016).

Latihan ini dapat dimodifikasi dengan bantuan menggunakan handuk (*towel curl*) atau kelereng dan dengan merubah variasi posisinya yaitu dalam keadaan duduk, berdiri dan setengah jongkok (*half squat*) (Sulowska, et al., 2016). Latihan ini dapat meningkatkan lengkungan kaki medial setelah 15 kali pertemuan dalam lima minggu selama 30 menit (Kim & Kim, 2016). Penelitian lain mengatakan bahwa untuk mendapatkan perubahan arcus longitudinal medial dapat dilakukan latihan ini dengan dua kali sehari selama 15 menit dalam waktu enam minggu (Sulowska, et al., 2016).



Gambar 21. Gerakan *short foot exercise*
(Sumber: Wong, 2017)





Gambar 22. Short foot exercise
(Sumber: Horschig, 2015)

c. Prone Hamstring Curl Exercise

Prone Hamstring Curl atau *Lying Hamstring Curl* adalah latihan peningkatan kekuatan otot-otot hamstring yang berfokus pada kontraksi yang bersifat *concentric* (Nedunchezhiyan et al., 2016). Latihan ini dilakukan dengan posisi tubuh tengkurap, lalu atlet menekuk lutut sebesar 90 derajat sehingga kaki mendekat dengan gluteus maksimus untuk mengaktifkan otot-otot hamstring (Oliver & Dougherty, 2009; Schmitt, 2017).



Gambar 23. Prone Hamstring Curl
(Sumber: Sebelien et al., 2014)

Metode pelatihan *prone hamstring curl* diterapkan dengan manual *resistance* maupun bantuan mesin atau alat lainnya seperti *elastic band*, *ball exercise*, dan *dumbbell*. Intensitas yang diberikan



pada saat melakukan latihan ini akan ditingkatkan tiap minggunya dengan durasi latihan 2-3 sesi per minggu selama lima minggu. Beban yang akan diberikan disesuaikan dengan kemampuan atlet agar tidak terjadi cedera pada otot-otot hamstring (Snarr & Esco, 2014).

E. Tinjauan Umum tentang Hubungan Pemberian *Concentric Strengthening Exercise* terhadap perubahan *Foot Alignment*

Berubahnya *foot alignment* ke arah pronasi (hiperpronasi) 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 kaki (Mosca, 2010).

Pemberian *Concentric Strengthening Exercise* merupakan salah satu jenis latihan yang dapat mengembalikan kerja otot-otot ekstrinsik dan intrinsik yang lemah dan menguatkan otot lebih efektif dalam berbagai kerusakan musculoskeletal (JH, *et al.*, 2013). Tindakan otot konsentris digunakan untuk memaksimalkan penyimpanan energi dan kinerja otot. Tindakan otot konsentris menghasilkan gaya terendah dari eksentrik dan etrik. Hal ini kemudian menyebabkan jembatan silang terbentuk di fibril. Saat otot memendek, jumlah jembatan yang terpasang akan

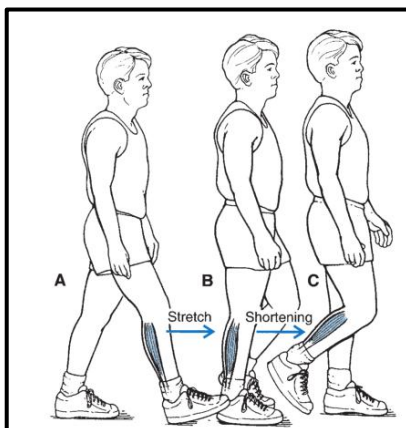


berkurang dengan peningkatan kecepatan (Fuglevand, et al., 1993 dalam Hamill, et al., 2015). Hal ini mengurangi tingkat output gaya yang dihasilkan oleh tegangan serabut otot. Output gaya di keduanya tindakan konsentris dan eksentrik dipengaruhi oleh torsi yang diciptakan oleh gravitasi.

Banyak faktor yang mempengaruhi seberapa besar gaya atau seberapa cepat kontraksi otot. Faktor tersebut antara lain faktor internal meliputi penampang otot, panjang otot, panjang serat otot, preloading otot sebelum kontraksi, aktivasi saraf otot, jenis serat, dan usia otot. Arsitektur otot menentukan apakah otot bisa menghasilkan sejumlah besar kekuatan dan apakah itu bisa berubah panjangnya secara signifikan untuk mengembangkan kecepatan gerakan yang lebih tinggi (Hamill, et al., 2015).

Kontraksi konsentris atau pemendekan otot didahului oleh sebuah *prestretch* melalui aksi otot eksentrik, maka aksi konsentris mampu menghasilkan kekuatan yang lebih besar. Aksi otot konsentris yang dimulai pada akhir *prestretch* juga ditingkatkan oleh energi elastis yang tersimpan di jaringan ikat disekitar serat otot. Ini berkontribusi terhadap output gaya-tinggi pada bagian awal aksi otot konsentris ketika jaringan-jaringan ini kembali ke panjang normal (Hamill, et al., 2015).





Gambar 24. Stretch (A – B) mendahului aksi otot konsentris (B-C), output gaya yang dihasilkan lebih besar. Output gaya yang meningkat disebabkan kontribusi dari energi elastis yang tersimpan di otot, tendon, dan jaringan ikat dan melalui beberapa fasilitasi saraf

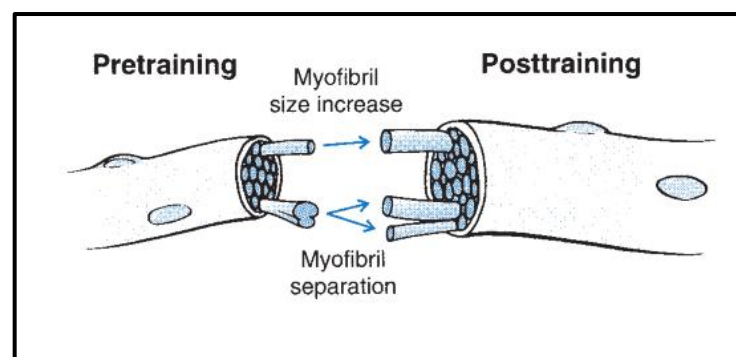
(Sumber: *Biomechanical basis of human movement*, 2015)

Penggunaan prestretch amplitudo rendah terjadi dalam waktu singkat adalah teknik terbaik untuk secara signifikan meningkatkan output dari aksi otot konsentris melalui kembalinya energi elastis dan peningkatan aktivasi otot. Otot-otot dengan serat yang memiliki kedutan cepat mendapatkan keuntungan dari *prestretch* dengan kecepatan sangat tinggi pada jarak yang kecil karena mereka dapat menyimpan lebih banyak energi elastis. Dalam serat *slow-twitch*, *cross-bridging* lebih lambat. Dalam serat *slow-twitch*, *prestretch* amplitudo kecil tidak menguntungkan karena energi tidak dapat disimpan cukup cepat dan *cross-bridging* lebih lambat. Oleh karena itu, serat-serat *slow-twitch* mendapat manfaat dari *prestretch* yang lebih lambat dan maju melalui rentang gerak yang lebih besar. Beberapa atlet dengan serat *slow-twitch* harus didorong untuk menggunakan lagi *prestretches* otot untuk mendapatkan manfaat dari peregangan (Hamill, *et al.*, 2015).



Pelatihan otot untuk kekuatan berfokus pada pengembangan area *cross-sectional* yang lebih besar di otot dan mengembangkan lebih banyak

ketegangan per unit area *cross-sectional*. Penampang melintang yang lebih besar, atau hipertrofi, terkait dengan latihan beban disebabkan oleh peningkatan ukuran serat otot yang sebenarnya dan lebih banyak kapiler ke otot, yang menciptakan area serat rata-rata yang lebih besar dalam otot. Peningkatan ukuran dikaitkan dengan peningkatan ukuran myofibrils aktual atau pemisahan myofibrils. Peningkatan ketegangan per unit penampang mencerminkan pengaruh saraf pada pengembangan kekuatan. Pada tahap awal pengembangan kekuatan, adapasi sistem syaraf untuk bagian yang signifikan dari penguatan kekuatan melalui peningkatan perekrutan unit motor, laju pembakaran, dan sinkronisasi. Hipertrofi mengikuti karena kualitas serat membaik (Hamill, *et al.*, 2015).



Gambar 25. Selama latihan kekuatan, serabut otot peningkatan penampang sebagai miofibril menjadi lebih besar dan terpisah.

(Sumber: *Biomechanical basis of human movement*, 2015)

Heel raises exercise adalah bentuk latihan *Concentric Strengthening* yang berfungsi untuk meningkatkan ukuran, power dan kekuatan otot ekstrinsik gastrocnemius dan soleus (Riemann, *et al.*, 2005) dimana otot gastrocnemius berperan menunjang tungkai dalam melakukan gerakan langkah kaki yang mengatur badan untuk menempatkan posisi badan. Adanya rangsangan proprioseptif yang memudahkan pemain dalam



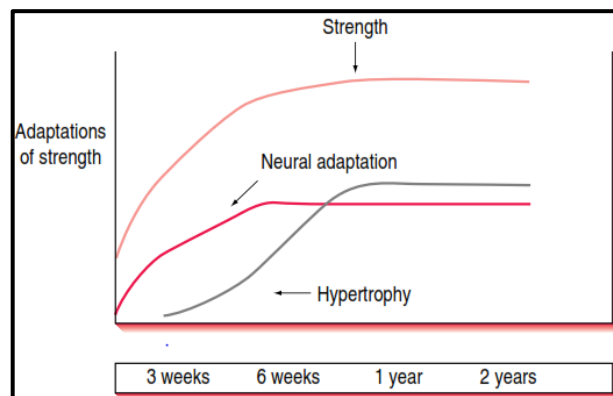
melakukan gerakan memukul kok sesuai dengan posisinya (Subarjah, 2010). Pelatihan proprioseptif merupakan latihan pada permukaan yang tidak stabil yang dapat merangsang mekanoreseptor sehingga mengaktifkan joint sense atau dikenal dengan istilah rasa pada sendi . joint sense ini sangat berpengaruh terhadap jaringan disekitar kaki yaitu serabut intrafusal (myofibril) dan serabut ektrafusal (golgi tendon organ) sebab rangsangan yang diterima oleh neuromuscular junction akan mengaktifasi serabut myofibril joint sense akan membagi tekanan sama rata keseluruh area sehingga menginhibisi serabut untuk mengendalikan tonus (Sherwood, 2009). *Motor unit* didefinisikan sebagai saraf motorik, dan semua serabut otot tersebut diinervasi oleh saraf motorik. Satu saraf motorik menginervasi lebih dari 100 serabut otot. Kekuatan kontraksi suatu otot secara langsung berkaitan dengan jumlah serabut otot yang terlibat. Semakin besar jumlah *motor unit* yang direkrut (semakin besar pula jumlah serabut otot yang direkrut) untuk melakukan pekerjaan, semakin kuat kontraksi otot yang terlibat. Semakin banyak serabut otot yang diinervasi oleh saraf motorik, semakin besar pula *power* dan kekuatan otot tersebut (Higgin, 2011 dalam Naibaho, *et al.*, 2014). Selain pemberian *heel raise exercise*, latihan *concentric* seperti *prone hamstring curl exercise* dan *short foot exercise* merupakan latihan dapat meningkatkan kekuatan otot ekstremitas inferior sehingga mendukung peneliti dalam mendesain program latihan yang diharapkan dapat merubah struktur foot

ment ke arah yang lebih positif.



F. Tinjauan Umum tentang Hubungan Pemberian *Concentric Strengthening Exercise* terhadap perubahan *Malleolus Height*

Latihan kekuatan berupa *Concentric Strengthening Exercise* dapat menjadi pilihan latihan kekuatan yang diberikan pada atlet sesuai dengan dosis latihannya. Kekuatan adalah salah satu komponen terpenting untuk hampir setiap olahraga. Pelatihan kekuatan bertujuan untuk meningkatkan kinerja kompetisi atlet dengan: (a) meningkatkan komponen saraf kontraksi otot, dan (b) menambah ukuran serat otot (Khodaveisi, et al., 2016).



Gambar 26. Strength training adaptations
(Sumber: *the physiology of training*, 2006)

Otot bergerak karena adanya potensial aksi pada membran plasma sel otot yang terjadi karena lepasnya asetilkolin di *muscular junction*. Asetilkolin membuat ion Na^+ dapat masuk ke membran plasma sel otot sehingga terjadinya perubahan muatan yaitu depolarisasi. Impuls elektrik disebarkan pada membran plasma sel otot dan pada serabut sel otot melalui tubulus transverses. Ion Na^+ bersifat *impermeable* terhadap membran plasma

otot sedangkan K^+ bersifat permeable terhadap membran sel otot, sehingga dalam hal ini asetilkolin diperlukan. Ion Ca^{2+} dilepaskan oleh



retikulum sarkoplasma melalui terminal sistema, ion Ca^{2+} berikatan dengan troponin. Tropomiosin bergeser *bindingsite* bergeser membuka kepala myosin dan aktin sehingga terjadi *crossbridge*. Energi yang digunakan dari hidrolisis ATP-ADP, digunakan untuk menggerakkan aktin ke pusat sarkomer, sehingga timbul kontraksi. Relaksasi terjadi jika ion Ca^{2+} dipompa kembali masuk ke dalam retikulum sarkoplasma secara transport aktif dengan bantuan ATP, sehingga *bindingsite* aktin kembali tertutup oleh tropomiosin, sehingga *crossbridge* tidak dapat terjadi dan terjadi relaksasi (Sherwood, 2013). Pada saat otot berkontraksi akan terjadi sintesa protein pada kontraktile otot yang berlangsung lebih cepat dari penghancurannya. Filamen aktin dan miosin akan bertambah banyak secara progresif di dalam myofibril, sehingga menyebabkan myofibril menjadi hipertrofi. Serat yang menjadi hipertrofi akan meningkatkan komponen sistem metabolisme fosfogen ATP dan fospokreatin, akibatnya akan terjadi peningkatan kemampuan sistem metabolisme aerob dan anaerob yang mampu meningkatkan energi dan kekuatan otot (Syam, 2015).

Latihan yang diberikan menyebabkan akumulasi metabolit yang secara khusus menginduksi sintesis adaptif protein struktural dan enzim yang menghasilkan otot yang lebih besar dan lebih efisien sehingga terjadi hipertrofi otot (Virus & Virus, 2001 dalam Koutedakis, *et al.*, 2006). Hipertrofi serabut-serabut otot menyebabkan peningkatan kekuatan aktif otot dan

meningkatkan kekuatan pasif otot, yaitu otot menjadi lebih kuat terhadap beban dan semakin terpeliharanya kondisi homeostatis yang menyebabkan



meningkatnya daya tahan (Griwijoyo dalam Bachtiar, 2012). Hipertrofi otot terjadi pada minggu keempat sampai kedelapan, namun pada minggu kedua sampai keempat sudah mulai terjadi peningkatan ukuran serabut otot (Kisner & Colby, 2012).

Pengukuran malleolus dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan ekstremitas inferior dimana tubuh mampu mempertahankan berat badan tubuh untuk mempertahankan kaki dalam posisi Berdiri (Horwood, et al., 2017). Dengan pemberian latihan *Concentric Strengthening Exercise* berupa *heel raise exercise*, *Short foot exercise* dan *prone hamstring curl exercise* akan memberikan pengaruh dalam perubahan *foot malalignment* dari overpronasi menjadi posisi netral. Perubahan posisi ini secara tidak langsung akan berdampak pada perubahan tinggi malleolus.

G. Tinjauan Umum tentang Hubungan Pemberian *Concentric Strengthening Exercise* terhadap perubahan Tingkat *Agility*

Permainan bulutangkis memerlukan penguasaan gerakan kaki (footwork) pada saat permainan. Kelincahan dapat dilihat seberapa besar kegiatan dalam olahraga, meliputi kerja kaki (footwork) yang efisien dan perubahan posisi tubuh dengan cepat. Pemain yang mampu melakukan perubahan posisi kaki yang cepat dengan koordinasi yang tepat memiliki komponen kelincahan yang baik. Apabila seorang pemain bulutangkis mempunyai kelincahan yang baik, maka ia dapat menguasai permainan dengan baik. Kelincahan yang baik bila dimiliki oleh seorang pemain bulutangkis akan memudahkan pemain tersebut untuk melakukan gerakan-



gerakan dalam permainan bulutangkis, seperti melakukan gerakan-gerakan yang cepat, berhenti dengan tiba-tiba dan segera bergerak lagi, meloncat, menjangkau, memutar badan dengan cepat, melakukan langkah lebar dengan berusaha untuk tidak kehilangan keseimbangan tubuh. Agility telah didefinisikan sebagai kemampuan untuk mempertahankan posisi tubuh yang terkontrol dan cepat mengubah arah tanpa kehilangan keseimbangan, kontrol tubuh, atau kecepatan (Raya, et al., 2013).

Kelincahan dipengaruhi oleh kekuatan otot, kecepatan, tenaga ledak otot, waktu reaksi, keseimbangan, dan koordinasi sehingga metode latihan yang digunakan harus memperhatikan faktor-faktor tersebut guna meningkatkan kelincahan *footwork* bulu tangkis (Kuryanto, 2016). Kekuatan otot dapat didefinisikan sebagai tenaga atau tegangan otot untuk melakukan kerja yang berulang-ulang atau terus menerus melawan tahanan dalam suatu usaha yang maksimal (Nieman, 2001).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan otot adalah usia dan jenis kelamin, Ukuran *cross sectional* otot, hubungan antara panjang dan tegangan otot pada waktu kontraksi, tipe kontraksi, jenis serabut otot, ketersediaan energi dan aliran darah, kecepatan kontraksi, motivasi (Lesmana, 2012).

Concentric strengthening merupakan salah satu program *exercise*. Beberapa penelitian terbaru melaporkan bahwa *concentric strengthening exercise* signifikan dalam mengurangi rasa sakit dan dapat menguatkan otot efektif dalam berbagai kerusakan musculoskeletal (JH, et al., 2013).

Concentric strengthening memiliki tipe kontraksi otot yang mengeluarkan



tenaga paling sedikit ketika kontraksi konsentrik (memendek) melawan beban. Oleh karena itu, latihan ini menggunakan jenis serabut otot Tipe I (*slow twitch fiber*) yang menghasilkan sedikit tegangan dan dilakukan lebih lambat dibandingkan dengan tipe serabut II tetapi lebih tahan terhadap kelelahan/fatigue (Lesmana, 2012). Ada 3 jenis *Concentric strengthening exercise* yang dapat meningkatkan kekuatan otot, yaitu *heel raise exercise*, *Short foot exercise* dan *prone hamstring curl exercise*.

Heel raise exercise *Heel raises* merupakan program latihan penguatan otot kaki dengan mengangkat tumit pada posisi berdiri atau dalam keadaan “berjinjit”. Tujuan latihan ini untuk meningkatkan kekuatan otot plantar fleksor kaki dan gastrocnemius (Arnsdorff, et al., 2011).

Short foot exercise adalah latihan yang dapat memperbaiki posisi biomekanik kaki dan untuk mengaktifkan otot-otot intrinsik kaki dengan cara yang tonik (Sulowska, et al., 2016).

prone hamstring curl exercise adalah latihan yang dapat meningkatkan kekuatan hamstring *concentric* dan telah dilakukan dalam program latihan pelatih olahraga dan terapis (Snarr & Esco, 2014). Dengan pemberian program latihan *Concentric strengthening exercise* diharapkan dapat meningkatkan kekuatan otot yang berdampak pada peningkatan *agility*/kelincahan pemain sesuai dengan harapan peneliti.



H. Kerangka Teori

