

**PENGARUH PEMBERIAN KOMBINASI *SHORT FOOT EXERCISE* DAN
MODIFIKASI *SQUAT EXERCISE* TERHADAP PERUBAHAN ARCUS
LONGITUDINAL MEDIAL PADA SISWA PENDERITA *FLAT FOOT*
DI KOTA MAKASSAR**

SKRIPSI



ACHMAD ADITYA FAJAR

C131 16 516

PROGRAM STUDI FISIOTERAPI

FAKULTAS KEPERAWATAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020

**PENGARUH PEMBERIAN KOMBINASI *SHORT FOOT EXERCISE* DAN
MODIFIKASI *SQUAT EXERCISE* TERHADAP PERUBAHAN ARCUS
LONGITUDINAL MEDIAL PADA SISWA PENDERITA *FLAT FOOT*
DI KOTA MAKASSAR**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Disusun dan diajukan oleh

**ACHMAD ADITYA FAJAR
C13116516**

**PROGRAM STUDI FISIOTERAPI
FAKULTAS KEPERAWATAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**PENGARUH PEMBERIAN KOMBINASI *SHORT FOOT EXERCISE* DAN
MODIFIKASI *SQUAT EXERCISE* TERHADAP PERUBAHAN ARCUS
LONGITUDINAL MEDIAL PADA SISWA PENDERITA *FLAT FOOT*
DI KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh

**Achmad Aditya Fajar
C131 16 516**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Fisioterapi Fakultas
Keperawatan Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 20 Januari 2021

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Fadhia Adliah, S.Ft., Physio., M.Kes.

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

Ketua Program Studi



A. Besse Ahsaniyah A. Hafid, S.Ft., Physio., M.Kes

NIP. 19901002 201803 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Achmad Aditya Fajar
NIM : CI3116516
Prodi/Fakultas : Fisioterapi/Keperawatan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

(Pengaruh Pemberian Kombinasi Short Foot Exercise dan Modifikasi Squat Exercise terhadap Perubahan Arcus Longitudinal Medial pada Siswa Penderita Flat Foot di Kota Makassar)

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

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

Makassar, 6 Januari 2021

Yang menyatakan,



(Achmad Aditya Fajar)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil Alamin tiada henti-hentinya penulis hanturkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh pemberian kombinasi *short foot exercise* dan modifikasi *squat exercise* terhadap perubahan arcus longitudinal medial pada penderita *flat foot* 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 penulis hanturkan 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 doá. Secara khusus, Perkenankan penulis dengan setulus hati dan rasa hormat untuk menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua saya, M.Fajar dan Masnawati atas kasih sayang, doa, motivasi, nasehat dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi. 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 kasih kepada:

1. Ibu A. Besse Ahsaniyah A. Hafid, S.Ft., Physio.,M.Pd.,M.Kes selaku Ketua Program Studi S1 Fisioterapi, Fakultas Keperawatan, Universitas Hasanuddin, serta segenap dosen-dosen dan karyawan yang telah memberikan bimbingan dan bantuan dalam proses perkuliahan maupun dalam penyelesaian skripsi.

2. Bapak Dr. H. Djohan Aras, S.Ft.,Physio.,M.Pd.,M.Kes, penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bimbingan dan bantuannya selama ini dalam proses perkuliahan serta selalu memberikan motivasi kepada penulis.
3. Dosen pembimbing skripsi, ibu Fadhia Adliah, S.Ft., Physio., M.Kes. selaku pembimbing 1 dan bapak Adi Ahmad Gondo, S.Ft.,Physio.,M.kes selaku pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing, memberikan arahan kepada penulis selama penyusunan skripsi, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Dosen penguji skripsi bapak Rijal, S.Ft., Physio., M.Kes., M.Sc. dan bapak Asdar Fajrin Multazam, S.Ft., Physio., M.Kes yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran yang membangun untuk kebaikan penulis dan perbaikan skripsi ini.
5. Bapak Ahmad Fatahillah selaku staff tata usaha yang telah membantu penulis dalam hal administrasi selama penyusunan dan proses penyelesaian skripsi ini.
6. Seluruh bapak dan ibu dosen yang selama ini selalu memberikan mimbingan dan motivasi kepada penulis selama masa perkuliahan sehingga bisa sampai pada titik ini.
7. Pihak sekolah SMA Negeri 21 Makassar yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian dan adik-adik siswa-siswi SMA Negeri 21 Makassar yang telah bersedia menjadi responden penelitian penulis.
8. Sahabat seperjuangan saya selama masa kuliah, Tirton Harinata Simanjuntak, Irfan Z, Wiryansyah, Haris Hijriansyah, Dendi Aswendi, Nikita Tri Aulia, Andhira Prabawati, Mujaddidah Yuharti, Sri Mulyani Husain, Nurul Resky Amalia, Natasya Christy Mendeng, Ainun Djalila, Nur Milawati, Nurul

Fauziah Arifin, Dies Izah Qonita, dan Andi Nurul Fadillah yang selalu memberikan *support*, saran, dan selalu memberikan bantuan kepada penulis dalam hal apapun.

9. Dewi Halida Safarina yang selalu memberikan motivasi, selalu menjadi penghibur, dan menjadi tempat penulis dalam berbagi pahit manis kehidupan selama masa kuliah, dan selalu memberikan alasan kepada penulis untuk terus belajar dan berkembang ke arah yang lebih baik.
10. Teman-teman seperjuangan saya di lembaga kemahasiswaan, Nikita Tri Aulia, Nur Faidar Khusnul Khatimah, dan Putri Mega Wijayanti yang selalu memberikan motivasi, saran, kritik, dan selalu menjadi tempat penulis dalam berbagi tawa dan tangis selama masa kepengurusan. Semoga teman-teman selalu diberikan petunjuk dan dimudahkan jalannya dalam proses mengembangkan diri, Aamiin.
11. Teman-teman seperjuangan selama masa skripsi, Fachriansyah, Alfian Khaeruddin, Harmila Eka Putri, dan Noorindah Sari yang telah memberikan motivasi kepada penulis untuk terus semangat hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Teman-teman pengurus BEM Kema F.Kep-UH periode 2019-2020 yang selama ini telah menjalani pahit manisnya proses kelembagaan bersama dengan penulis.
13. Seluruh saudara saya di TRIGONUM yang sama-sama berjuang dari semester awal hingga akhir, terima kasih atas segala bentuk bantuan, saran, kritikan, dan motivasi kepada penulis, semoga Allah SWT. selalu memudahkan dan membimbing teman-teman ke arah kebaikan dan kesuksesan, Aamiin.

14. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu. Semoga amal ibadahnya diterima dan dibalas dengan pahala yang berlipat ganda. Akhir kata penulis berharap Alla S.W.T berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Makassar, 17 Desember 2020

Achmad Aditya Fajar

ABSTRAK

ACHMAD ADITYA FAJAR *Pengaruh Pemberian Kombinasi Short Foot Exercise dan Modifikasi Squat Exercise terhadap Perubahan Arcus Longitudinal Medial pada Siswa Penderita Flat Foot di Kota Makassar (dibimbing oleh Fadhia Adliah dan Adi Ahmad Gondo)*

Flat foot merupakan defomitas kompleks pada kaki yang ditandai dengan depresi pada arcus longitudinal medial. Arcus longitudinal memegang peran penting dalam memberikan gaya pegas saat berjalan dan juga berperan sebagai *shock absorption* sehingga malfungsi pada struktur ini dapat menyebabkan masalah pada seluruh struktur tubuh lain di atasnya sebab struktur ini terhubung dengan struktur tubuh yang lain melalui rantai kinematik (*kinematic chain*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil dari pemberian kombinasi *short foot exercise* dan modifikasi *squat exercise* terhadap arcus longitudinal medial pada penderita *flat foot*. Metode penelitian yang digunakan adalah *quasi eksperimen* (eksperimen semu) dengan menggunakan desain penelitian *one grup pre test-post test time series design*. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa SMA Negeri 21 Makassar. Pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling* dengan jumlah sampel sebanyak 35 orang.

Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengambilan data primer melalui pengukuran arcus longitudinal medial pada masing-masing kaki dengan menggunakan *Normalized Truncated Navicular Height (NTNH)*. Data yang terkumpul dilakukan uji normalitas menggunakan *Shapiro Wilk Test* dan didapatkan nilai $p < 0,05$ yang berarti sebaran data berdistribusi tidak normal. Kemudian dilakukan uji perbedaan *pre test* dan *post test* menggunakan *Wilcoxon Test*. Penelitian dilakukan selama enam minggu dengan 18 kali pemberian latihan.

Hasil analisis menunjukkan secara keseluruhan memperlihatkan perubahan yang signifikan antara sebelum dengan sesudah 18 kali pemberian latihan dengan nilai signifikansi $p = 0,000$ ($p < 0,05$). Hal tersebut membuktikan bahwa adanya pengaruh pemberian kombinasi *short foot exercise* dan modifikasi *squat exercise* terhadap perubahan arcus longitudinal medial pada siswa penderita *flat foot*.

Kata kunci : *Flat Foot, Short Foot Exercise, Squat Exercise, Normalized Truncated Navicular Height (NTNH), Arcus Longitudinal Medial.*

ABSTRACT

ACHMAD ADITYA FAJAR *The Effect of Combination of Short Foot Exercise and Modified Squat Exercise on Changes in The Medial Longitudinal Arch on Students with Flat Foot in Makassar City* (supervised by Fadhia Adliah and Adi Ahmad Gondo)

The flat foot is a complex deformity of the foot characterized by depression in the medial longitudinal arch. The medial longitudinal arch plays an important role in providing spring force when walking and also acts as shock absorption so that malfunctions in this structure can cause problems for all other body structures above it because these structures are connected to other body structures through kinematic chains.

This study aims to determine the results of giving a combination of short foot exercise and modified squat exercise to the medial longitudinal arch in flat foot patients. The research method used was a quasi-experimental research design using one group pre test-post test time series design. The population in this study were students of SMA Negeri 21 Makassar. Sampling using purposive sampling technique with a sample size of 35 people.

The data was collected by collecting primary data by measuring the medial longitudinal arch of each leg using Normalized Truncated Navicular Height (NTNH). The data collected was tested for normality using the Shapiro Wilk Test and the p value obtained was <0.05 , which means that the distribution of data was not normally distributed. Then the pre test and post test differences were tested using the Wilcoxon Test. The study was conducted for six weeks with 18 times of exercises.

The results of the analysis showed that overall showed a significant change between before and after giving 18 exercises with a significance value of $p = 0.000$ ($p < 0.05$). It proves that there is an effect of giving a combination of short foot exercise and modified squat exercise on changes in the medial longitudinal arch in students with flat foot.

Key words : *Flat Foot, Short Foot Exercise, Squat Exercise, Normalized Truncated Navicular Height (NTNH), Medial Longitudinal Arch.*

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Tinjauan Umum tentang <i>Flatfoot</i>	8
B. Tinjauan Umum tentang Kombinasi <i>Short Foot Exercise</i> dan Modifikasi <i>Squat Exercise</i>	22
C. Tinjauan Hubungan Kombinasi <i>Short Foot Exercise</i> dan	

Modifikasi <i>Squat Exercise</i> terhadap Perubahan Arcus Longitudinal Medial pada Penderita <i>Flat Foot</i>	27
D. Kerangka Teori	31
BAB III KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS	32
A. Kerangka Konsep	32
B. Hipotesis	32
BAB IV METODE PENELITIAN	34
A. Jenis Penelitian	34
B. Tempat dan Waktu Penelitian	34
C. Populasi dan Sampel	34
D. Alur Penelitian	36
E. Variabel Penelitian	36
F. Prosedur Penelitian	37
G. Pengolahan dan Analisis Data	41
H. Masalah Etika	41
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	43
A. Hasil Penelitian	43
B. Pembahasan	48
C. Keterbatasan Penelitian.....	53
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	54
A. Kesimpulan	54
B. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Dosis Latihan	37
Tabel 5.1 Karakteristik Responden Penelitian	45
Tabel 5.2 Distribusi Perubahan Arcus Longitudinal berdasarkan NTNH	46
Tabel 5.3 Hasil Analisis Data <i>Pre</i> dan <i>Post Test</i> berdasarkan Nilai NTNH..	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tampak kondisi <i>flat foot</i>	10
Gambar 2.2 Hasil radiologi kaki penderita <i>flat foot</i>	11
Gambar 2.3 Contoh umum karakteristik <i>pediatric feet</i>	14
Gambar 2.4 Perubahan biomekanik akibat <i>flat foot</i>	20
Gambar 2.5 <i>Short foot exercise</i>	26
Gambar 2.6 <i>Half squat exercise</i>	27
Gambar 2.7 Kerangka Teori.....	31
Gambar 5.1 Grafik perubahan arcus longitudinal medial pada kaki kanan ..	48
Gambar 5.2 Grafik perubahan arcus longitudinal medial pada kaki kiri	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Informed Consent</i>	63
Lampiran 2. Form Pemeriksaan.....	64
Lampiran 3. Hasil Olah Data Statistik	65
Lampiran 4. Surat Izin Penelitian	68
Lampiran 5. Pernyataan Keaslian Penelitian.....	69
Lampiran 6. Dokumentasi	70
Lampiran 7. Riwayat Hidup	72
Lampiran 8. <i>State of The Art</i> (SOTA).....	73

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/ Singkatan	Arti dan Keterangan
et al.	Et al, dan kawan-kawan
NTNH	<i>Normalized Truncated Navicular Height</i>
PTTD	<i>Posterior Tibial Tendon Dysfunction</i>
AAFD	<i>Adult Acquired Flatfoot Deformity</i>
AP	<i>Anteroposterior</i>
LBP	<i>Low Back Pain</i>
FFF	<i>Flexible Flat Foot</i>
FFF-STA	<i>Flexible Flat Foot Short Tendo-Achilles</i>
RA	<i>Rhematoid Arthritis</i>
NH	<i>Navicular Height</i>
TFL	<i>Truncated Foot Length</i>
ROM	<i>Range of Motion</i>

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tungkai (*regio foot*) memiliki peranan yang sangat penting dalam proses gerak akibat mekanisme meredam kejut dan perpindahan daya untuk menghindari terjadinya efek negatif/destruktif dari hal tersebut. Fungsi kaki dapat berjalan sebagaimana mestinya tergantung dari bentuk morfologi dan terkait bentuk/susunan arcus longitudinal dan transversal kaki sebab kemampuan untuk meredam kejut saat berjalan bergantung pada arcus tersebut (Aboelnasr et al., 2018). Selain itu, selama proses gerak, kaki memainkan tiga peran penting yaitu meredam gaya yang terjadi saat fase *initial contact*, menjaga stabilitas dan menyangga tungkai bagian bawah, dan sebagai pendorong dalam proses melangkah. Sehingga apabila terjadi perubahan atau gangguan pada struktur kaki maka akan menimbulkan gangguan pada proses gerak yang terjadi pada *regio foot* (Kudo & Hatanaka, 2016).

Kaki dilengkapi bentuk anatomi unik yang membantu sehingga dapat menjalankan ketiga peran yang telah disebutkan tadi dapat dengan baik, salah satunya dengan memanfaatkan arcus longitudinal medial. Arcus longitudinal medial merupakan cekungan pada telapak kaki yang dibentuk dari os calcaneus, os talus, os navicular, os cuneiform, dan tiga metatarsal medial dimana arcus ini lebih tinggi dan lebih fleksibel sehingga memungkinkannya

untuk berubah dan menyesuaikan bentuknya secara dinamis selama fase berjalan (Dyan et al., 2019).

Flat foot merupakan deformitas kompleks pada kaki yang kejadiannya sangat umum ditemukan terutama pada anak-anak yang sedang dalam masa pertumbuhan. Penelitian tentang *flat foot* masih terus berlanjut dan Jasrin mendefinisikan *flat foot* sebagai sebuah kondisi dimana terjadi depresi pada arcus longitudinal medial (Jasrin et al., 2016). Secara singkat, seseorang didiagnosis mengalami *flat foot* apabila mengalami kolaps pada arcus longitudinal medial. *Flat foot* dapat dibagi menjadi dua tipe, yaitu *flexible flat foot* dan *rigid flat foot* (Carr et al., 2016).

Berbagai teknik yang telah digunakan untuk mengukur postur kaki dalam posisi statis, yaitu dengan menggunakan *indirect technique* seperti observasi (visual), pengukuran tinggi navicular, pengukuran dengan menggunakan *foot print*, *foot posture index*, dan *arch index*. *Direct technique* dapat dilakukan melalui pengukuran sudut pada arcus dengan menggunakan hasil radiologi. Selain itu, terdapat metode terbaru yang juga bisa digunakan untuk mengukur tingkat *flat foot* yaitu *Normalized Truncated Navicular Height* (NTNH) (Buldt et al., 2018). Hasil penelitian membuktikan bahwa pengukuran ini bersifat reliabel, akurat, dan valid untuk mengukur postur kaki anak dan orang dewasa dalam posisi statis sehingga pengukuran ini direkomendasikan untuk digunakan karena sifatnya yang mudah, sederhana, bersifat *non-invasive*, dan tidak memakan banyak waktu dalam pelaksanaannya (Aboelnasr et al., 2018, 2019).

Flat foot merupakan kasus kronik yang umum ditemukan yaitu dengan jumlah laporan kasus 2% - 23% pada populasi orang dewasa dan dikarakteristikan berdasarkan penilaian terhadap arcus longitudinal medial yang lebih rendah dan eversi pada calcaneus (Unver et al., 2019). Anak laki-laki yang mengalami obesitas memiliki resiko lebih tinggi untuk mengalami *flat foot* pada usia 7-8 tahun (Carr et al., 2016). Dalam penelitian lain ditemukan bahwa 28% -35% anak dalam masa awal sekolah mengalami *flat foot* dan 80% diantaranya memiliki derajat “moderat” (Nugroho & Nurulita, 2019). Data tersebut menunjukkan tingginya angka kejadian *flat foot* termasuk di Indonesia sedangkan perhatian masyarakat dan pemerintah terhadap masalah tersebut masih sangat kurang.

Masalah paling umum yang terkait dengan *flat foot* adalah pronasi yang berlebihan pada regio *foot* saat menumpu berat badan. *Flat foot* juga menyebabkan gangguan distribusi berat pada bagian plantar, tekanan yang berlebihan pada *foot*, *ankle*, dan *knee joint*, serta gerakan kompensasi *hip joint* berupa internal rotasi. Masalah tersebut yang kemudian dapat menimbulkan patologi pada tungkai bagian bawah seperti hallux valgus, plantar fasciitis, disfungsi *tibialis posterior*, *tarsal tunnel syndrome*, dan nyeri patellofemoral (Unver et al., 2019).

Berbagai penelitian membuktikan bahwa *flat foot* dapat memicu berbagai patologi lain sebab kaki sebagai penumpu berat badan memiliki rantai kinematik (*kinematic chain*) yang menghubungkannya dengan bagian tubuh yang lain sehingga masalah pada regio *foot* dapat menyebabkan

masalah pada regio *knee, ankle, hip*, bahkan punggung (*back*) (Kanatli et al., 2016; Kothari et al., 2016).

Flat foot dapat disebabkan oleh kelemahan pada otot intrinsik dan ekstrinsik dimana otot inilah yang berperan dalam menjaga posisi arcus longitudinal medial (Kudo & Hatanaka, 2016; Okamura et al., 2019). Beberapa penelitian telah membuktikan efektivitas penggunaan berbagai modalitas dalam penanganan *flat foot*. Menurut Gondo, beberapa latihan seperti *heel raise, short foot exercise*, dan *squat exercise* bisa dilakukan untuk menangani kondisi *flat foot* (Gondo et al., 2017). Jenis latihan yang dikombinasikan dalam penelitian ini adalah *short foot exercise* dan modifikasi *squat exercise*. Modifikasi *squat exercise* yang dimaksud adalah gabungan antara *half squat, physio ball exercise*, dan *dumbbell exercise*.

Short foot exercise atau biasa disebut *toe graps exercise* adalah latihan sensorik-motorik yang mengaktivasi otot intrinsik dan ekstrinsik kaki serta secara aktif memperbaiki morfologi arcus longitudinal dan arcus horizontal. Sedangkan *squat exercise* merupakan contoh *closed chain exercise* yang dapat memperkuat otot tungkai (Cho et al., 2017; Lee et al., 2016). Sehingga penulis menarik kesimpulan bahwa kombinasi *short foot exercise* dan *squat exercise* dapat menjadi salah satu metode paling efektif untuk menangani *flat foot*.

Peneliti bermaksud untuk meneliti lebih jauh terkait efektivitas pemberian kombinasi *short foot exercise* dan modifikasi *squat exercise* pada penderita *flat foot* terutama pada anak dalam masa sekolah sebagai salah satu langkah dini pencegahan terhadap munculnya patologi sekunder yang

disebabkan oleh *flat foot*. Salah satu hal yang juga menjadi pertimbangan penulis sehingga memilih untuk meneliti hal tersebut adalah pergeseran pola hidup masyarakat yang mengakibatkan jumlah orang dengan berat badan berlebih hingga obesitas dan rendahnya tingkat aktivitas fisik terutama pada anak dalam masa usia sekolah. Dimana terdapat korelasi positif antara obesitas dan rendahnya tingkat aktivitas fisik dengan kejadian *flat foot* (Jasrin et al., 2016; Pourghasem et al., 2016). Selain itu, melalui penelitian ini juga diharapkan mampu menarik perhatian orang tua, masyarakat, dan pemerintah akan pentingnya penanganan terhadap masalah *flat foot* terutama pada anak masalah sekolah yang sedang dalam masa pertumbuhan dan perkembangan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas memberikan landasan bagi penulis untuk meneliti “Pengaruh Kombinasi *Short Foot Exercise* dan Modifikasi *Squat Exercise* terhadap Perubahan Arcus Longitudinal Medial pada Siswa Penderita *Flat Foot* di Makassar” dan dapat dikemukakan pertanyaan penelitian yakni:

1. Bagaimana distribusi tingkat *flat foot* pada siswa penderita *flat foot* di SMAN 21 Makassar?
2. Bagaimana distribusi perubahan kondisi *flat foot* sebelum dan sesudah diberikan modifikasi *squat exercise* pada siswa penderita *flat foot* di SMAN 21 Makassar?
3. Apakah kombinasi *short foot exercise* dan modifikasi *squat exercise* berpengaruh untuk mengatasi kondisi *flat foot* pada siswa penderita *flat foot* di SMAN 21 Makassar?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian kombinasi *short foot exercise* dan modifikasi *squat exercise* terhadap perubahan arcus longitudinal medial pada penderita *flat foot* di SMAN 21 Makassar.

2. Tujuan Khusus

- a. Diketuainya distribusi *flat foot* siswa penderita *flat foot* di SMAN 21 Makassar.
- b. Diketuainya distribusi kondisi *flat foot* sebelum dan sesudah diberikan kombinasi *short foot exercise* dan modifikasi *squat exercise* pada siswa penderita *flat foot* di SMAN 21 Makassar.
- c. Diketuainya pengaruh pemberian kombinasi *short foot exercise* dan modifikasi *squat exercise* pada siswa penderita *flat foot* di SMAN 21 Makassar.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Akademik

- a. Menambah pengetahuan mengenai pengaruh pemberian kombinasi *short foot exercise* dan modifikasi *squat exercise* pada siswa penderita *flat foot*.
- b. Menambah bahan pustaka program studi terutama mengenai penanganan kasus *flat foot*.

- c. Sebagai bahan kajian, perbandingan, maupun rujukan bagi penelitian selanjutnya tentang pengaruh pemberian *short foot exercise* dan modifikasi *squat exercise* pada siswa penderita *flat foot*.

2. Manfaat Aplikatif

- a. Bagi siswa

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai *flat foot* dan efek yang dapat ditimbulkan.

- b. Bagi sekolah

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan masukan kepada pihak sekolah dalam merancang program mata pelajaran olahraga sehingga sekolah juga ikut andil dalam langkah pencegahan dan penanganan kasus *flat foot*.

- c. Bagi instansi pendidikan fisioterapi

- 1) Penelitian ini diharapkan mampu membantu dalam pengembangan teknik yang efektif dalam penanganan kondisi *flat foot*, terutama sebagai fungsi preventif dan promotif.
- 2) Penelitian ini diharapkan mampu menjadi masukan untuk lebih memperhatikan kasus *flat foot* yang selama ini terabaikan.
- 3) Dalam jangka panjang hasil dari penelitian ini diharapkan mampu menjadi rujukan dalam pemberian latihan dalam penanganan kasus *flat foot* pada anak dan orang dewasa.

- d. Bagi peneliti

Penelitian ini dapat menambah pengetahuan peneliti mengenai pengaruh pemberian kombinasi *short foot exercise* dan modifikasi

squat exercise terhadap perubahan arcus longitudinal medial pada penderita *flat foot*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang *Flat Foot*

1. Definisi *Flat Foot*

Flat foot merupakan deformitas kompleks pada kaki yang kejadiannya sangat umum ditemukan terutama pada anak-anak yang sedang dalam masa pertumbuhan. Berbagai penelitian mendefinisikan kasus ini berdasarkan *footprints*, *heel-to-arch width ratio*, pemeriksaan secara Respondentif, dan hasil pemeriksaan radiologi. Secara singkat, seseorang didiagnosis mengalami *flat foot* apabila mengalami kolaps pada arcus medianus *Flat foot* dapat dibagi menjadi dua tipe, yaitu *flexible flat foot* dan *rigid flat foot* (Carr et al., 2016). Karakteristik *flat foot* dilihat dari kombinasi kolaps arcus longitudinal medial, abduksi sendi talonavicular, dan valgus pada bagian *hindfoot* (eversio sendi subtalar) (Aboelnasr et al., 2018). *Flat foot* adalah sebuah kondisi dimana terjadi depresi pada arcus longitudinal medial (Jasrin et al., 2016).

Dalam penelitian lain juga ditemukan bahwa masalah pada tendon tibialis posterior juga dapat mengarah pada kondisi *flat foot*. Dikatakan bahwa tendon tibialis posterior memainkan peran kunci dalam proses memposisikan kaki dalam pola berjalan. *Posterior Tibial Tendon Dysfunction* (PTTD) merupakan jenis tendinopati yang dapat mengarah pada kondisi *Adult Acquired Flatfoot Deformity* (AAFD)

yang dapat memberikan pengaruh yang sangat besar pada fungsi berjalan. Apabila kondisi ini tidak ditangani maka dapat mengarah kepada gangguan pada fungsi berjalan yang lebih berat (Edward, 2019). Bahkan penelitian sebelumnya menyatakan bahwa *Posterior Tibial Tendon Dysfunction* (PTTD) merupakan penyebab utama terjadinya *Adult Acquired Flatfoot Deformity* (AAFD) (Zhang et al., 2018).

Flat foot tidak hanya dihubungkan dengan *overuse syndrome* seperti *stress fracture* metatarsal, plantar fasciitis, dan achilles tendinitis tapi juga dapat dikaitkan dengan cedera pada lutut dan kaki secara keseluruhan seperti tibialis medial *stress syndrome*, iliotibial *friction syndrome* dan sindrom nyeri patellofemoral. Diperkirakan bahwa kaki manusia merupakan bagian yang sangat spesial sehingga memiliki batas toleransi terhadap ganggaun maladaptive seperti *flat foot*, kondisi yang bisa mengarah pada gangguan fungsi otot. Maka dari itu, penting untuk meningkatkan dan menjaga fungsi kaki dengan melakukan fisioterapi seperti latihan kekuatan otot pada otot intrinsik dan ekstrinsik kaki, *stretching* tendon achilles, dan penggunaan ortosis (Kudo & Hatanaka, 2016).

Pertumbuhan pada arcus longitudinal medial mulai terjadi diantara umur 2-3 tahun saat anak mulai belajar berjalan, dan berhenti diantara umur 12-13 tahun. *Flat Foot* masih dianggap normal apabila hingga umur 13 tahun karena struktur arcus longitudinal medial masih mengalami pertumbuhan hingga umur tersebut. Apabila *flat foot*

bertahan dan masih ditemukan pada anak di atas umur 13 tahun, dicurigai hal tersebut dapat menjadi permanen dan komplikasi lebih lanjut dapat terjadi saat dewasa seperti fraktur, skoliosis, dan postur yang abnormal (Jasrin et al., 2016). Berbagai literature sebelumnya menyatakan bahwa seseorang yang menderita *flat foot* memiliki resiko yang lebih tinggi untuk mengalami keluhan yang lebih lama terkait beberapa cedera seperti sprain ankle, cedera lutut, dan cedera akibat *overuse* lainnya seperti *stress fracture* metatarsal, sindrom nyeri patellofemoral, dan penurunan kemampuan stabilitas dinamis (Jafarnezhadgero et al., 2017).



Gambar 2.1 Tampak kondisi *flat foot*

(Sumber : Irwin, 2019)



Gambar 2.2 Hasil radiologi kaki penderita *flat foot* : 1) Foto oblique kaki penderita *flat foot*, 2) Foto dari sisi lateral yang memperlihatkan kolaps arcus longitudinal medial dan berkurangnya sudut pada talometatarsal 1, 3) Tampak anteroposterior (AP) yang memperlihatkan valgus ankle dan penurunan fungsi ligamen ankle bagian medial.

(Sumber : Hunt & Farmer, 2017)

2. Epidemiologi *Flat Foot*

Flat foot merupakan kasus kronik yang umum ditemukan yaitu dengan jumlah laporan kasus 2% - 23% pada populasi orang dewasa dan dikarakteristikan berdasarkan penilaian terhadap arcus longitudinal medial yang lebih rendah dan eversi pada calcaneus (Unver et al., 2019). *Flexible flat foot* (FFF) adalah deformitas yang umum ditemukan dan angka kejadiannya sekitar 20% pada anak dan orang dewasa (Kothari et al., 2016). Dalam penelitian lain juga ditemukan bahwa sekitar 4% dari populasi anak berusia 10 tahun menderita *flat foot* dan 10% dari mereka memperlihatkan kondisi yang perlu untuk diberikan penanganan lebih lanjut untuk mencegah

terjadinya *secondary deformity* diusia dewasa (Jafarnezhadgero et al., 2017). Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa *flat foot* lebih banyak terjadi pada laki-laki. Hal ini terjadi karena valgus pada kaki belakang lebih besar dan perkembangan kaki belakang pada laki-laki lebih lambat. Umumnya perkembangan tulang pada perempuan akan lengkap sekitar usia 18 tahun, sedangkan pada laki-laki tulang terus tumbuh sampai usia sekitar 21 tahun (Jasrin et al., 2016). Tapi dalam penelitian lain yang dilakukan di India untuk mengetahui tingkat prevalensi *flat foot* di usia dewasa dengan mengambil sampel berusia 18-21 tahun berjumlah 500 orang dengan masing-masing jumlah laki-laki dan perempuan berjumlah 250 orang menemukan bahwa prevalensi kejadian *flat foot* adalah 13,6% dari total sampel (Aenumulapalli et al., 2017). Selain itu, dalam penelitian yang dilakukan di sebuah SMP di Makassar dengan mengambil sampel berjumlah 440 orang dengan usia 12-14 tahun menemukan bahwa 138 anak atau 31,36% mengalami *flat foot* disertai perubahan biomekanik pada regio *knee* disertai valgus *knee* serta depresi pada navicular akibat eversi sendi subtalar (Gondo et al., 2017)

3. **Klasifikasi *Flat Foot***

Flat foot diklasifikasikan menjadi dua, yaitu: *congenital* dan *dapatan*. Kongenital terdiri dari fleksibel *flat foot* dan rigid *flat foot*, sedangkan *flat foot* *dapatan* merupakan kelainan 16 kompleks yang terjadi pada orang dewasa dengan gejala yang berbeda dan tingkat deformitas yang bervariasi (Meehan dalam Pourghasem et al., 2016;

Wilson dalam Ridjal, 2016). Sejalan dengan pendapat tersebut, Carr mengatakan bahwa *pediatric flat foot* dapat dibagi menjadi fleksibel *flat foot* dan rigid *flat foot* (Carr et al., 2016). Sedangkan Harris dan Beath mengklasifikasikan *flat foot* menjadi rigid *flat foot*, fleksibel *flat foot* (FFF), dan fleksibel *flat foot* disertai *short tendo-achilles* (FFF-STA) (Harris dan Beath dalam Aenumulapalli et al., 2017). Adanya kontraktur pada otot gastrocnemius-soleus kompleks (*short tendo-achilles*) dapat menyebabkan abnormalitas pada dorsofleksi dan *mechanical stress* pada sendi subtalar (Ueki et al., 2018).

a. *Flexible flat foot*

Flexible flat foot ini akan terlihat pada posisi *non weightbearing* namun menjadi datar ketika berdiri atau *weightbearing*. Pada keadaan berdiri atau *weightbearing*, arcus longitudinal medial mengalami *collapse* sehingga lengkung kaki menjadi datar . Namun saat berjinjit (*tiptoe test*), arcus longitudinal medial akan tampak (Atik & Ozyurek, 2014; Carr et al., 2016; Pourghasem et al., 2016).



Gambar 2.3 Contoh umum karakteristik *pediatric feet* :

A) *Flat foot* digambarkan dengan *hindfoot valgus*, B) Abduksi *midfoot* dan pronasi pada *forefoot* juga disertai tampak kolaps pada sendi *ankle*, digambarkan dengan rotasi *forefoot* menjauh dari *central axis*, C) *Pes Cavus* digambarkan dengan posisi arcus longitudinal medial yang sangat tinggi, tampak sangat jelas jika dilihat dengan *sagittal view*, D) *Normal pediatric foot* dengan tinggi arcus longitudinal medial tetap terjaga saat dalam posisi menumpu.

(Sumber : Carr et al., 2016)

b. *Rigid flat foot*

Rigid flat foot digambarkan sebagai sebuah kondisi dimana terjadi keterbatasan yang signifikan pada gerakan sendi subtalar. Keadaan ini tidak fisiologis dan terkadang disertai nyeri dan didasari oleh keadaan patologis yang lebih serius seperti pengapuran pada tarsal atau masalah neuromuscular. Sebagian besar pasien yang menderita *flat foot* neuromuscular akan mengalami *rigid flat foot* (Carr et al., 2016).

c. *Flat foot* dapatan (*acquired*)

Jenis *flat foot* ini terjadi pada anak yang awalnya memiliki kaki normal yang kemudian mengalami *flat foot* pada masa pertumbuhan. Hal ini bisa terjadi karena banyak faktor, seperti obesitas, alas kaki, abnormalitas pada tungkai bagian bawah, kelemahan otot dan ligamen, dan kerobekan pada tendon (Pourghasem et al., 2016). *Acquired flat foot* ditandai dengan kondisi arcus longitudinal medial yang rata, baik itu *partial* maupun *complete* yang disebabkan oleh PTTD, trauma, neuropati, masalah *neuromuscular*, dan inflamasi (Dyan et al., 2019).

4. Patomekanisme *Flat Foot*

Aktivitas fisik merupakan salah satu dari sekian banyak faktor yang dapat menyebabkan *flat foot*. Pada anak dengan aktivitas yang kurang, lemak yang menumpuk pada telapak kaki menyebabkan kaki terlihat lebih datar. (Jasrin et al., 2016). *Flat foot* disebabkan oleh adanya kelemahan struktur yang menyokong arcus longitudinal medial, seperti otot-otot intrinsik kaki, ligamentum plantaris, tendon tibialis anterior dan posterior (Aston dalam Sahabuddin, 2016). Meskipun fascia plantaris dan *spring ligament* merupakan komponen utama dalam mencegah terjadinya depresi arcus longitudinal medial, otot juga berperan dalam mensupport arcus longitudinal medial. Berbagai penelitian terbaru juga terfokus pada kapasitas dan peran otot intrinsik plantar dalam mendukung arcus longitudinal medial. Otot intrinsik plantar seperti tibialis posterior merupakan otot yang berperan sangat besar dalam mendukung arcus longitudinal medial. Tetapi pada

individu penderita *flat foot*, otot tersebut mengalami atrofi jika dibandingkan dengan individu yang tidak mengalami *flat foot*. Selain itu, pada area yang lebih kecil pada otot intrinsik plantar seperti abduktor halluces dan fleksor hallucis brevis juga memiliki korelasi pada kondisi yang lebih parah (Okamura et al., 2019).

Terdapat dua teori yang dianggap sebagai etiologi *flat foot*. Teori pertama beranggapan bahwa *flat foot* terjadi akibat kelemahan otot intrinsik, sedangkan teori kedua beranggapan bahwa arcus longitudinal medial bergantung pada komponen tulang dan ligamen kompleks. Otot intrinsik berkontribusi banyak pada kekuatan dan stabilisasi saat proses ambulasi, dan melindungi struktur ligamen sehingga seseorang yang menderita *flat foot* memerlukan peran lebih banyak dari otot intrinsik saat proses ambulasi sebagai stabilisasi. Hal ini dianggap mampu menjelaskan nyeri pada *symptomatic flat foot*. Untuk menguji teori ini, dilakukan penelitian pada grup otot ekstensor pada pasien penderita *flat foot*. Hasil dari penelitian ini memperlihatkan buruknya aktivitas otot grup ekstensor pada penderita *flat foot* saat fase *heel-contact* jika dibandingkan dengan orang yang tidak menderita *flat foot* dan kelemahan pada grup otot ekstensor juga berbanding lurus dengan parahnya kolaps pada arcus longitudinal medial. Sehingga dianggap bahwa kelemahan pada grup otot ekstensor menyebabkan *muscle imbalance* pada seluruh otot pada regio *foot* bahkan hal ini juga dapat mengarah pada kondisi *flat foot* yang lebih parah dan berlangsung lama (Carr et al., 2016).

Tinggi arcus longitudinal medial dapat dikaitkan dengan berbagai kejadian cedera, termasuk cedera ACL, tibialis medial *stress syndrome*, plantar fasciitis, RA, dan pes cavus. Selanjutnya, hasil dari penelitian yang dilakukan pada 36 orang dewasa yang terdiri dari 19 orang perempuan dan 17 orang laki-laki menemukan bahwa tidak ada kaitan ratio tinggi arcus dengan berat badan, IMT, tinggi badan, digitus minimus varus, dan femorotibial *angle* (FTA) pada laki-laki atau perempuan. Tapi penelitian ini menemukan bahwa perempuan memiliki mobilitas sendi pada kaki yang lebih besar dan ligamen pada perempuan lebih *flaccid* ketimbang laki-laki sehingga dianggap ligament memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap arcus longitudinal pada perempuan. Berbagai studi menemukan bahwa sudut hallus valgus memiliki keterkaitan dengan deformitas berupa pronasi pada metatarsal pertama. Hasil yang ditemukan pada penelitian ini juga sejalan dengan hal tersebut yaitu tinggi arcus longitudinal medial pada perempuan lebih dipengaruhi oleh sudut hallux valgus jika dibandingkan dengan laki-laki sehingga disimpulkan bahwa terdapat perbedaan mekanisme pendukung dari tinggi arcus longitudinal medial pada laki-laki dan perempuan (Nagano et al., 2018). Kesimpulan yang bisa diambil dari penjelasan pada penelitian ini bahwa terdapat perbedaan bagi laki-laki dan perempuan dalam hal mekanisme pendukung tinggi dari arcus longitudinal medialnya. Perempuan lebih bergantung pada ligamen ketimbang otot dimana ligamen pada perempuan juga lebih *flaccid*

dibandingkan dengan laki-laki. Sebaliknya laki-laki lebih bergantung pada kekuatan otot sehingga apabila komponen otot yang mendukung tinggi arcus longitudinal medial mengalami kelemahan maka akan mengarah pada kondisi *flat foot*.

Hal lain yang juga dapat menyebabkan *flat foot* yaitu disebabkan oleh *Posterior Tibial Tendon Dysfunction* (PTTD). Hal itu karena tendon tibialis posterior memiliki peran utama dalam mengangkat arcus longitudinal medial ke arah *hindfoot*. PTTD merupakan tendinopati yang biasanya dapat mengarah pada *flat foot* pada orang dewasa atau biasa disebut dengan istilah *Adult Acquired Flatfoot Deformity* (AAFD) yang apabila tidak ditangani maka dapat menyebabkan gangguan yang lebih parah pada fungsi berjalan. Pada pasien PTTD, ditemukan bahwa juga terjadi hypovaskularisasi (arteri tibialis posterior) pada tendon retromaleolar dan hal ini dapat menghalangi atau membatasi kemampuan individu dalam memulihkan cedera melawan mikro trauma berulang (*repetitive microtrauma*) dalam proses berjalan (Edward, 2019).

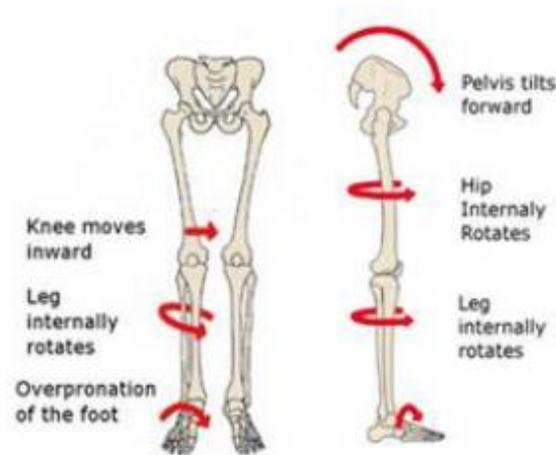
PTTD dapat disebabkan oleh kongenital *flat foot*, RA, atau cedera pada *hindfoot* seperti rupture tendon tibialis posterior. Insufisiensi kronik akibat cedera ini dapat menyebabkan deformitas dan abnormalitas pada sendi diantara 4 segmen pada kaki yaitu tibia, *hindfoot*, *forefoot*, dan hallux. Hal ini dapat menyebabkan penurunan yang signifikan pada fungsi ambulasi. Selain itu, juga ditemukan 60 % pasien PTTD juga mengalami berbagai masalah seperti hipertensi,

obesitas, dan diabetes. Selain itu, juga ditemukan bahwa sebagian besar PTTD muncul akibat mikro trauma berulang sebagai efek dari abnormalitas otot intrinsik dibanding cedera akut atau cedera pada otot ekstrinsik. Selanjutnya Frey et al. menjelaskan bahwa hipovaskularisasi biasanya terjadi di 1-1,5 cm distal tendon tibialis posterior hingga malleolus medial. Area yang mengalami hipovaskularisasi ini yang kemudian mengalami perubahan degeneratif akibat gangguan pada proses inflamasi. Perubahan degeneratif pada area medial inilah yang memiliki kaitan erat dengan *flat foot* dan pola berjalan yang patologis akibat penurunan fungsi pada area *midfoot* dan *hindfoot* (Edward, 2019).

5. Komplikasi *Flat Foot*

Penelitian membuktikan bahwa *flat foot* dapat memicu berbagai patologi pada regio lain sebab kaki sebagai penumpu berat badan memiliki rantai kinematik (*kinematic chain*) yang menghubungkannya dengan bagian tubuh yang lain sehingga masalah pada regio *foot* dapat menyebabkan masalah pada regio *knee*, *ankle*, *hip*, bahkan punggung (*back*) (Kanatlı et al., 2016; Kothari et al., 2016). Kelemahan otot-otot intrinsik dapat berdampak pada kelemahan fungsi plantar fascia dan hilangnya arcus normal, sehingga menimbulkan overpronasi kaki saat menumpu berat badan. Berubahnya *foot alignment* ke arah pronasi (hiperpronasi) akan membebani otot-otot di daerah lutut dan kaki untuk bekerja lebih keras dalam mempertahankan posisi tubuhnya agar dapat berdiri stabil. 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 juga akan menyebabkan *center of gravity* bergeser ke posterior, sehingga *body alignment* berubah mulai *pelvic* hingga kaki (Mosca, 2010). *Pelvic* akan cenderung berputar ke depan sedangkan paha dan lutut akan berputar ke dalam dan hal ini akan menyebabkan masalah pada otot-otot di sekitarnya (Nurjanati, 2018).



Gambar 2.4 Perubahan biomekanik akibat *flat foot*

(Sumber : Nurjanati, 2018)

Dalam beberapa penelitian ditemukan bahwa *flat foot* menjadi penyebab signifikan berbagai cedera akibat *overuse* pada ekstremitas bawah seperti plantar fasciitis dan tibialis medial *stress syndrome* (Okamura et al., 2019). Masalah yang paling umum yang memiliki hubungan dengan *flat foot* yaitu pronasi yang berlebihan pada region *foot* saat menumpu berat badan. *Flat foot* juga menyebabkan gangguan distribusi berat pada bagian plantar, tekanan yang

berlebihan pada *foot*, *ankle*, dan *knee joint*, serta gerakan kompensasi *hip joint* berupa internal rotasi. Masalah tersebut yang kemudian dapat menimbulkan patologi pada tungkai bagian bawah seperti hallux valgus, plantar fasciitis, disfungsi tibialis posterior, *tarsal tunnel syndrome*, dan nyeri patellofemoral (Unver et al., 2019).

Singh (dalam Carr et al., 2016) menganalisis rotasi pada *body alignment* pada anak penderita *flat foot* dan menemukan bahwa terjadi peningkatan torsi pada tibia dan *hindfoot malalignment* saat diukur dengan *foot-bimalleolar angle* serta hal ini juga berkaitan langsung dengan tingkat keparahan kolaps arcus longitudinal medial. Dalam penelitian lain yang dilakukan pada 53 orang penderita *flat foot* menemukan bahwa internal rotasi adalah kelainan yang paling umum yang ditemukan yaitu terjadi pada 43,6% dari total sampel penelitian. Selanjutnya dikatakan bahwa kejadian ini memiliki korelasi langsung dengan munculnya gejala-gejala gangguan pada regio *foot* yang lebih jauh dapat menyebabkan abnormalitas pada posisi anatomis tungkai (Carr et al., 2016). Pada *flat foot* terjadi deformitas yang kompleks pada kaki, diantaranya abduksi pada kaki depan, *collapse arcus longitudinal medial*, dan valgus pada kaki belakang (*hindfoot*) (Prachgosin, et al., 2017).

B. Tinjauan Umum tentang Kombinasi *Short Foot Exercise* dan Modifikasi *Squat Exercise*

1. Definisi Kombinasi *Short Foot Exercise* dan Modifikasi *Squat Exercise* (*Half Squat Exercise*, *Physio Ball Exercise*, dan *Dumbbell Exercise*)

Squat exercise merupakan jenis latihan yang umum digunakan dan merupakan latihan resistan yang efektif dalam meningkatkan kekuatan otot tungkai agar terhindar dari cedera disamping meningkatkan kemampuan atletik. Latihan ini merupakan salah satu contoh *close kinetic chain exercise* yang melibatkan otot terpanjang dan terkuat di tubuh, yaitu grup otot quadriceps, hamstring, otot gluteus maximus, tricep surae, erector spine, dan lain sebagainya. Latihan ini juga membutuhkan koordinasi dari berbagai sendi disaat bersamaan, yaitu *spine*, *hip*, *knee*, dan *ankle* (Medina et al., 2017). Latihan *squat* dapat membuka sendi *pelvic* sehingga membuat lebih fleksibel, memperkuat, dan menstabilkan perut, grup hamstring, dan grup gluteus (Koestenlos dalam Paembonan, 2017).

Short foot exercise atau biasa disebut *toe graps exercise* adalah latihan sensorik-motorik yang mengaktivasi otot intrinsik dan ekstrinsik kaki serta secara aktif memperbaiki morfologi arcus longitudinal dan arcus horizontal. Dari sekian banyak metode yang digunakan sebagai penanganan pada *flat foot*, *toe bending exercise* atau *towel-towel curl exercise* merupakan jenis latihan yang berfokus dalam menguatkan otot intrinsik dan ekstrinsik kaki. Menurut Synder,

short foot exercise merupakan metode terbaik yang bisa digunakan untuk memperbaiki eversi pada sendi subtalar (Kim & Kim, 2016).

Menurut Robertson, aktivitas otot gluteus maximus mengalami penurunan pada *full back squat*. Selain itu, otot biartikular seperti bicep femoris, semitendinosus, dan rectus femoris memiliki fungsi utama sebagai stabilisator *knee* dan *hip joint* saat berada dalam fase *concentric* atau *eccentric* pada *dynamic squat* sehingga disimpulkan bahwa terjadi penurunan aktivitas gluteus maximus saat berada dalam posisi *full back squat* karena gluteus maximus tidak perlu bekerja keras untuk mempertahankan stabilitas sebagai *counter-movement* untuk mempertahankan posisi *hip joint* (Silva et al., 2017). Terjadi peningkatan aktivitas otot gluteus maximus dan bicep femoris seiring dengan adanya fleksi pada region *trunk* saat dilakukan *squat exercise*. Ditemukan peningkatan signifikan pada aktivitas otot apabila *trunk* difleksikan sebesar 30°. Menekuk tubuh ke arah depan saat posisi berdiri dapat meningkatkan kompresi pada diskus intervertebral hamper 216% jika dibandingkan dengan posisi lurus dan hal ini merupakan penyebab utama terjadinya LBP. Albayrak berpendapat bahwa terjadi peningkatan signifikan pada aktivitas otot erector spine dan hamstring saat tubuh menekuk kedepan jika *squat exercise* dilakukan tanpa penyangga pada *trunk*. Dalam posisi ini, erector spine akan berkontraksi secara *eccentric* untuk mencegah tubuh jatuh ke arah depan saat melakukan *squat* (Lee et al., 2016).

Dari pernyataan di atas, penulis berpandangan bahwa peningkatan aktivitas pada gluteus maximus dan bicep femoris juga sejalan dengan peningkatan aktivitas pada otot postural bagian belakang seperti erector spine sebab otot tersebut bekerja secara sinergis dengan gluteus maximus dan bicep femoris dalam mempertahankan posisi tubuh saat melakukan *squat exercise*, terutama *half squat exercise* dimana beban yang diberikan pada tubuh lebih besar jika dibandingkan dengan *full back squat*. Bahkan beban akan jauh lebih besar apabila dikombinasikan dengan kegiatan mendorong *physio ball* dengan punggung dan pemberian beban pada sisi anterior tubuh. Inilah yang menjadi alasan penulis menawarkan modifikasi *squat exercise* beban pada otot erector spine.

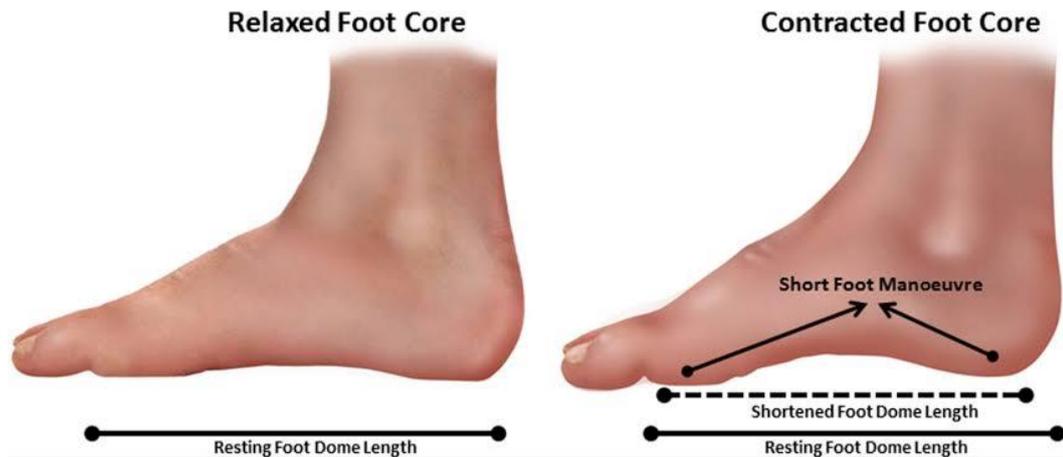
2. Jenis-Jenis Latihan

a. *Short foot exercise*

Latihan dilakukan dengan cara memperpendek 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). *Short foot exercise* adalah bagian dari metode stimulasi sensomotorik yang dijelaskan oleh Dr.Janda. 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, 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*) 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). Dalam sebuah penelitian ditemukan bahwa latihan *short foot exercise* secara rutin selama 6 minggu dapat memperbaiki kondisi *flat foot* (Kim & Kim, 2016).



Gambar 2.5 *Short foot exercise*

(Sumber : *Denver Fitness Journal*, 2015)

- b. Modifikasi *squat exercise* (*half squat exercise*, *physio ball exercise*, dan *dumbbell exercise*)

Intensitas latihan kekuatan pada *squat* adalah 3-4 set dengan enam sampai delapan repetisi. Menurut Guyton, latihan penguatan yang dilakukan dalam tiga set setiap tiga kali seminggu akan memberikan peningkatan kekuatan otot yang maksimum tanpa mengakibatkan kelelahan otot yang kronis (Guyton dalam Nurjanati, 2018; Paembonan, 2017). Dalam sebuah penelitian yang menggunakan *strengthening treatment* yaitu *short foot*, *heel raise*, dan *squat exercise* menggunakan dosis latihan 2 set dan masing-masing set terdiri dari 8-12 repetisi dengan waktu istirahat 30 detik setiap set yang dilakukan setiap minggu serta dilakukan tanpa nyeri selama latihan (Gondo et al., 2017). *Squat exercise* yang dilakukan 3 kali per minggu efektif untuk mengurangi nyeri (Young, 2018). Prinsip ini bisa digunakan terutama bagi pasien

penderita *flat foot* yang juga disertai nyeri muskuloskeletal pada tungkai.

Para ahli fisiologi olahraga dan kesehatan mengatakan bahwa latihan dilakukan minimal tiga kali seminggu dan diselingi satu hari istirahat untuk memberikan kesempatan kepada otot untuk berkembang dan beradaptasi pada hari istirahat. Durasi latihan untuk olahraga prestasi adalah 45-120 menit, sedangkan olahraga kesehatan antara 20-30 menit dalam training zone (Halim dalam Nurjanati, 2018).



Gambar 2.6 *Half squat exercise*

(Sumber : Cho et al., 2017)

C. Tinjauan Hubungan Kombinasi *Short Foot Exercise* dan Modifikasi *Squat Exercise* terhadap Perubahan Arcus Longitudinal Medial pada Penderita *Flat Foot*

Ada dua teori yang dianggap sebagai etiologi *flat foot*. Teori pertama beranggapan bahwa *flat foot* terjadi akibat kelemahan otot intrinsik, sedangkan teori kedua beranggapan bahwa arcus longitudinal medial bergantung pada komponen tulang dan ligament kompleks. *Flat*

foot disebabkan oleh adanya kelemahan struktur yang menyokong arcus longitudinal medial, seperti otot-otot intrinsik kaki, ligamentum plantaris, tendon tibialis anterior dan posterior (Aston dalam Sahabuddin, 2016). Meskipun fascia plantaris dan *spring ligament* merupakan komponen utama dalam mencegah terjadinya depresi arcus longitudinal medial, otot juga berperan dalam mensupport arcus longitudinal medial. Pada individu penderita *flat foot*, otot tersebut mengalami atrofi jika dibandingkan dengan individu yang tidak mengalami *flat foot*. Selain itu, pada area yang lebih kecil pada otot instrinsik plantar seperti abduktor hallucis dan fleksor hallucis brevis juga memiliki korelasi pada kondisi yang lebih parah (Okamura et al., 2019). Dalam penelitian lain juga ditemukan bahwa *flat foot* juga dapat disebabkan oleh disfungsi tendon tibialis posterior atau biasa disebut *Posterior Tibial Tendon Dysfunction* (PTTD) yang dapat mengarah pada kondisi *Adult Acquired Flatfoot Deformity* (AAFD) yang dapat memberikan pengaruh yang sangat besar pada fungsi berjalan.

Short foot exercise atau biasa disebut *toe grasps exercise* adalah latihan sensorik-motorik yang mengaktivasi otot intrinsik dan ekstrinsik kaki serta secara aktif memperbaiki morfologi arcus longitudinal dan arcus horizontal. Dari sekian banyak metode yang digunakan sebagai penanganan pada *flat foot*, *toe bending exercise* atau *towel-towel curl exercise* merupakan jenis latihan yang berfokus dalam menguatkan otot intrinsik dan ekstrinsik kaki (Kim & Kim, 2016).

Squat exercise merupakan jenis latihan yang umum digunakan dan merupakan latihan resistan yang efektif dalam meningkatkan kekuatan otot

tungkai agar terhindar dari cedera disamping meningkatkan kemampuan atletik. Latihan ini merupakan salah satu contoh *close kinetic chain exercise* yang melibatkan otot terpanjang dan terkuat di tubuh, yaitu grup otot quadriceps, hamstring, otot gluteus maximus, tricep surae, erector spine, dan lain sebagainya (Medina et al., 2017). Albayrak berpendapat bahwa terjadi peningkatan signifikan pada aktivitas otot erector spine dan hamstring saat tubuh menekuk kedepan tanpa disertai penyangga pada *trunk*. Dalam posisi ini, erector spine akan berkontraksi secara *eccentric* untuk mencegah tubuh jatuh ke arah depan saat melakukan *squat* (Lee et al., 2016). Aktivitas otot gluteus maximus mengalami penurunan pada *full back squat* jika dibandingkan dengan posisi *partial back squat (half squat)*. Selain itu, otot biartikular seperti bicep femoris, semitendinosus, dan rectus femoris memiliki fungsi utama sebagai stabilisator *knee* dan *hip joint* saat berada dalam fase *concentric* atau *eccentric* pada *dynamic squat* sehingga disimpulkan bahwa terjadi penurunan aktivitas gluteus maximus saat berada pada posisi *full back squat* karena gluteus maximus tidak perlu bekerja keras untuk mempertahankan stabilitas sebagai *counter-movement* untuk mempertahankan posisi *hip joint* (Silva et al., 2017).

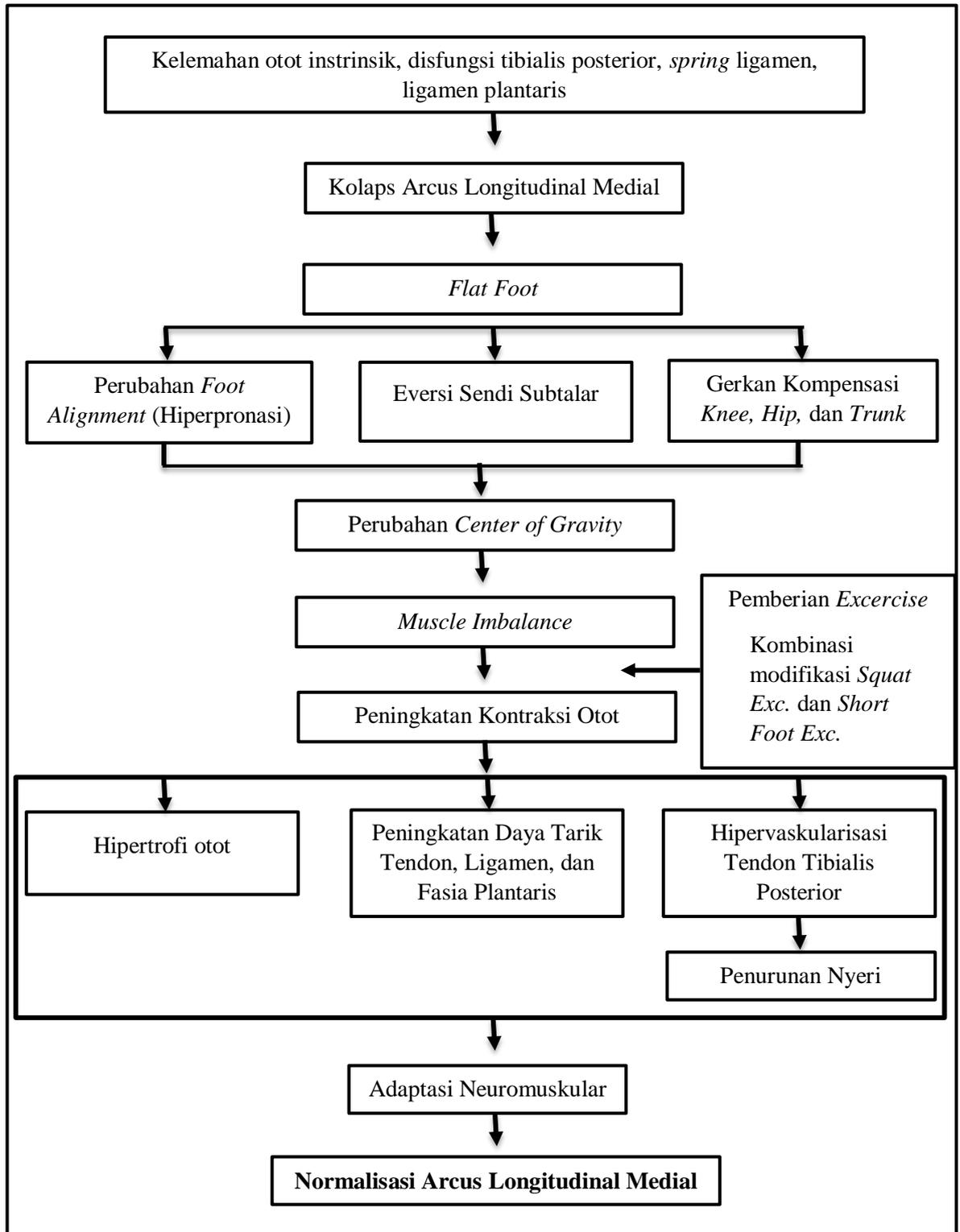
Dari berbagai penjelasan di atas, penulis menarik kesimpulan bahwa kombinasi antara *short foot exercise* dan modifikasi *squat exercise* dapat dijadikan metode dalam penanganan kasus *flat foot*. Kesimpulan ini merupakan hasil dari analisis masing-masing jenis latihan dan manfaatnya secara fisiologis ke masing-masing komponen yang mengalami masalah pada kondisi *flat foot*. *Short foot exercise* merupakan jenis latihan yang

mampu memperkuat otot intrinsik plantar dimana komponen ini juga mengalami kelemahan pada kondisi *flat foot*.

Sedangkan *squat exercise* merupakan jenis latihan yang mampu menguatkan otot ekstrinsik plantar, khususnya tibialis posterior dimana masalah komponen ini juga mampu menyebabkan terjadinya *flat foot*. Salah satu manfaat dari latihan ini adalah mampu meningkatkan sirkulasi pada tendon tibialis posterior sehingga dapat mengatasi dan memperbaiki mikro trauma pada tibialis posterior dan dalam jangka waktu lama dapat memperbaiki *flat foot* yang diakibatkan oleh PTTD. Kombinasi dari jenis latihan tersebut kemudian diharapkan mampu mengatasi masalah pada otot intrinsik dan ekstrinsik plantar disaat bersamaan serta memperbaiki morfologi arcus longitudinal medial pada penderita *flat foot* yang mengalami kolaps sehingga kondisi *flat foot* dapat teratasi.

Flat foot merupakan kondisi yang sangat umum ditemukan pada anak usia dini sehingga penulis juga berpendapat bahwa pemberian kombinasi latihan yang diberikan dalam penelitian ini kepada anak usia dini dapat menjadi salah satu metode preventif untuk mencegah kondisi sekunder yang disebabkan oleh *flat foot*, mencegah *flat foot* bertahan hingga usia dewasa, dan mempercepat proses fisiologis pada arcus longitudinal medial pada anak dari kondisi *flexible flat foot* menjadi normal.

D. Kerangka Teori



Gambar 2.7 Kerangka Teori