

**SKRIPSI**

**HUBUNGAN ANTARA SUDUT *METATARSOPHALANGEAL I*  
DENGAN *ARCUS LONGITUDINAL MEDIAL* DAN TINGKAT  
KESEIMBANGAN DINAMIS PADA PEGAWAI WANITA  
DI KANTOR BUPATI GOWA**

**Disusun dan diajukan oleh**

**ANDI HUSNUL KHATIMAH**

**R021181310**



**PROGRAM STUDI FISIOTERAPI**

**FAKULTAS KEPERAWATAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2022**

**SKRIPSI**

**HUBUNGAN ANTARA SUDUT *METATARSOPHALANGEAL I*  
DENGAN *ARCUS LONGITUDINAL MEDIAL* DAN TINGKAT  
KESEIMBANGAN DINAMIS PADA PEGAWAI WANITA  
DI KANTOR BUPATI GOWA**

**Disusun dan diajukan oleh**

**ANDI HUSNUL KHATIMAH**

**R021181310**

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Fisioterapi



**PROGRAM STUDI FISIOTERAPI  
FAKULTAS KEPERAWATAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2022**

# LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

## HUBUNGAN ANTARA SUDUT *METATARSOPHALANGEAL I* DENGAN TINGKAT KESEIMBANGAN DINAMIS DAN *ARCUS LONGITUDINAL MEDIAL* PADA PEGAWAI WANITA DI KANTOR BUPATI GOWA

disusun dan diajukan oleh

**ANDI HUSNUL KHATIMAH**

**R021181310**

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

pada tanggal 31 Maret 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

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

**Hamisah S. Ft., Physio., M. Biomed**  
NIP. 19761204 200003 2 004

Plh. Ketua Program Studi S1 Fisioterapi

Fakultas Keperawatan  
Universitas Hasanuddin



**Trianto S. Ft., Physio., M. Kes**  
NIP. 19911123 201904 3 001

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Husnul Khatimah

NIM : R021181310

Program Studi : Fisioterapi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Hubungan antara Sudut *Metatarsophalangeal I* dengan *Arcus Longitudinal Medial* dan Tingkat Keseimbangan Dinamis pada Pegawai Wanita di Kantor Bupati Gowa

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

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

Makassar, 4 Maret 2022

Yang Menyatakan



Andi Husnul Khatimah

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabaraktuh.*

Tiada kalimat terindah yang patut kami panjatkan kecuali, ucapan Hamdalah sebagai tanda syukur yang teramat tinggi kepada Allah Subhahanu Wa Ta'ala karena berkat rahmat-nya, sehingga penulisan proposal penelitian yang berjudul “Hubungan antara Sudut *Metatarsophalangeal I* dengan *Arcus Longitudinal Medial* dan Tingkat Keseimbangan Dinamis pada Pegawai Wanita di Kantor Bupati Gowa” dapat terselesaikan.

Dalam penyusunan skripsi tidak terbatas kebingungan dan keluh kesah, sehingga penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan. Secara khusus, perkenankan penulis dengan setulus hati dan rasa hormat untuk menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua saya, Abd Hafid Ali dan Nur Rahmi atas kasih sayang, doa, motivasi, nasehat, dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi. Penyusunan skripsi ini tidak semudah membalikkan telapak tangan, sehingga terasa ganjil jika penyusunan skripsi ini dapat terwujud tanpa bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, sudah sepatutnya ucapan terima kasih kepada :

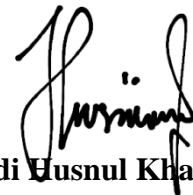
1. Ayahanda Dr. H. Djohan Aras, S.Ft., Physio., M.Kes selaku Guru Besar Program Studi Fisioterapi Universitas Hasanuddin yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membagikan ilmu dan memberikan motivasi kepada penulis.
2. Ketua Program Studi S1 Fisioterapi Fakultas Keperawatan Universitas Hasanuddin, Ibu A. Besse Ahsaniyah A. Hafid, S.Ft., Physio., M.Kes yang memberikan bimbingan, nasehat, dan motivasi.
3. Adi Ahmad Gondo, S.Ft., Physio., M.Kes dan Hamisah, S.Ft., Physio., M.Biomed., selaku pembimbing yang selalu menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi dari pemilihan judul hingga akhir.
4. Asdar Fajrin Multazam, S. Ft., Physio., M. Kes dan Yery Mustari S. Ft., Physio., M. ClinRehab, selaku penguji yang telah memberikan banyak

masukannya yang membangun terkait penelitian ini sehingga peneliti mendapatkan banyak pelajaran untuk kedepannya

5. Bapak Ahmad Fatillah selaku staf administrasi program studi fisioterapi yang senantiasa membantu penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Saudara saya, kak Tia, Tante Sri Naga sekeluarga, kak Ilmi, Adik Ima, dan Yaya vestular yang saya reportkan dalam menyelesaikan penelitian.
7. Keluarga besar Kr. Gappa dan H. Mahdi Nawir yang selalu memberi saya support dan memahami kesibukan saya selama menyelesaikan penelitian.
8. Sepupu tercinta kak Mu'jizatillah S. Ft., Physio., M. Kes yang selalu memberikan saran, kritikan dan ajaran selama saya menjadi mahasiswa Fisioterapi.
9. Sahabat saya Barisan DeKan (Nur Amny, Alifah, Yulisar, Mutmainnah, dan Nur Halizah) yang selalu memberikan bantuan, kritik, dan saran dalam proses penyusunan skripsi ini.
10. Sahabat SMA saya (Wulan, Monika, dan Suci) yang selalu memberikan support kepada penulis dalam hal apapun.
11. 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.

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.

Makassar, 4 Maret 2022



**Andi Husnul Khatimah**

## ABSTRAK

Nama : Andi Husnul Khatimah  
Program Studi : Fisioterapi  
Judul Skripsi : Hubungan antara Sudut *Metatarsophalangeal I* dengan *Arcus Longitudinal Medial* dan Tingkat Keseimbangan Dinamis pada Pegawai Wanita di Kantor Bupati Gowa

Sendi *metatarsophalangeal I* merupakan sendi yang bertanggung jawab dalam stabilisasi pada posisi *weight bearing* dan ambulasi. Anatomi sendi *metatarsophalangeal I* ini terhubung dengan anatomi dari *arcus longitudinal medial*. Terjadinya deviasi *metatarsophalangeal I* memengaruhi fisiologi dan struktur *neuromuscular* sekitarnya, sehingga memungkinkan terjadinya perubahan tingkat keseimbangan dinamis dan *arcus longitudinal medial*.

Penelitian ini bertujuan mengetahui hubungan antara sudut *metatarsophalangeal I* dengan tingkat keseimbangan dinamis dan *arcus longitudinal medial* pada pegawai wanita di Kantor Bupati Gowa. Penelitian ini merupakan jenis penelitian korelasional dengan rancangan *cross sectional*. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* dengan jumlah sampel sebanyak 38 pegawai wanita. Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengambilan data primer melalui instrumen pengukuran sudut *metatarsophalangeal I* dengan goniometer lalu dikategorikan berdasarkan *Hallux Valgus Angle*, pengukuran tingkat keseimbangan dinamis dengan *Y balance test* lalu dikategorikan berdasarkan skor jangkauan *Y balance*, pengukuran *arcus longitudinal medial* dengan *wet foot print* lalu dikategorikan dengan *Clarke Index (CI)*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan negatif yang signifikan antara sudut *metatarsophalangeal I* dengan tingkat keseimbangan dinamis pada tungkai *dextra* ( $p= 0.002$ ;  $r= -0.515$ ) dan *sinistra* ( $p= 0.000$ ;  $r= -0.599$ ). Hal ini menunjukkan semakin besarnya sudut *metatarsophalangeal I*, maka semakin menurun tingkat keseimbangan dinamisnya. Selain itu, terdapat hubungan negatif yang signifikan antara sudut *metatarsophalangeal I* dengan *arcus longitudinal medial* pada tungkai *sinistra* ( $p= 0.031$ ;  $r= -0.356$ ). Hal ini menunjukkan semakin besarnya sudut *metatarsophalangeal I*, maka semakin menurun *arcus longitudinal medial*. Namun, tidak adanya hubungan positif yang signifikan antara sudut *metatarsophalangeal I* dengan tingkat *arcus longitudinal medial* pada tungkai *dextra* ( $p= 0.146$ ;  $r= -0.251$ ).

Kata kunci: sudut *metatarsophalangeal I*, keseimbangan dinamis, *arcus longitudinal medial*.

## ABSTRACT

*Name* : Andi Husnul Khatimah  
*Study Program* : Physiotherapy  
*Title* : *The Correlation between First Metatarsophalangeal Angle with Arcus Longitudinal Medial and Dynamic Balance Grade on Female Workers*

*The first metatarsophalangeal joint is the joint that is responsible for stabilizing the weight bearing and ambulation position. The anatomy of the first metatarsophalangeal joint is related to the anatomy of the medial longitudinal arch. The occurrence of metatarsophalangeal deviation affects the physiology and surrounding neuromuscular structures, there by allows grade change of dynamic balance and the medial longitudinal arch.*

*This study aims to determine the relationship between the first metatarsophalangeal angle with the grade of dynamic balance and the medial longitudinal arch in female workers at the Gowa Regent's Office. This research is a correlational research type with a cross sectional design. Sampling in this study used a purposive sampling technique with a total sample of 38 female workers. Data was collected by collecting primary data through the first metatarsophalangeal angle measurement instrument with a goniometer and then categorized based on the Hallux Valgus Angle, measuring the grade of dynamic balance with the Y balance test and then categorized based on the Y balance range score, the medial longitudinal arch measurement with a wet foot print and categorized by Clarke Index (CI).*

*The results showed that there was a significant negative relationship between the first metatarsophalangeal angle and the grade of dynamic balance in the right ( $p= 0.002$ ;  $r= -0.515$ ) and left ( $p= 0.000$ ;  $r= -0.599$ ) limbs. This shows that the greater the first metatarsophalangeal angle, the lower the grade of dynamic balance. In addition, there was a significant negative correlation between the first metatarsophalangeal angle and the medial longitudinal arch in the left leg ( $p= 0.031$ ;  $r= -0.356$ ). This shows that the greater the first metatarsophalangeal angle, the lower the medial longitudinal arch. However, there was no significant positive correlation between the first metatarsophalangeal angle and the grade of the medial longitudinal arch in the right leg ( $p= 0.146$ ;  $r= -0.251$ ).*

*Keywords: 1<sup>st</sup> metatarsophalangeal angle, dynamic balance, medial longitudinal arch.*



## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL.....  | i    |
| LEMBAR PERSETUJUAN.....   | ii   |
| PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....                                      | iii  |
| KATA PENGANTAR .....  | iii  |
| ABSTRAK .....   | vi   |
| <i>ABSTRACT</i> .....   | vii  |
| DAFTAR ISI.....   | viii |
| DAFTAR TABEL.....   | xi   |
| DAFTAR GAMBAR .....   | xii  |
| DAFTAR LAMPIRAN.....  | xiii |
| DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....                               | xiv  |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....  | 1    |
| 1.1. Latar Belakang Masalah .....                                     | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....  | 4    |
| 1.3. Tujuan Penelitian.....   | 4    |
| 1.3.1. Tujuan Umum .....  | 4    |
| 1.3.2. Tujuan Khusus .....  | 4    |
| 1.4. Manfaat Penelitian.....  | 5    |
| 1.4.1. Bidang Akademik .....  | 5    |
| 1.4.2. Bidang Aplikatif.....  | 5    |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                                   | 6    |
| 2.1. Tinjauan Umum tentang <i>Arcus Longitudinal Medial</i> .....     | 6    |
| 2.1.1. Anatomi <i>Arcus Longitudinal Medial</i> .....                 | 6    |
| 2.1.2. Fungsi <i>Arcus Longitudinal Medial</i> .....                  | 7    |
| 2.1.3. Klasifikasi <i>Arcus Longitudinal Medial</i> .....             | 8    |
| 2.1.4. Mekanisme Perubahan <i>Arcus Longitudinal Medial</i> .....     | 10   |
| 2.1.5. Pengukuran <i>Arcus Longitudinal Medial</i> .....              | 12   |
| 2.2. Tinjauan Umum tentang Tingkat Keseimbangan Dinamis .....         | 15   |
| 2.2.1. Definisi Keseimbangan dinamis .....                            | 15   |
| 2.2.2. Fisiologi Keseimbangan.....                                    | 16   |
| 2.2.3. Faktor-faktor yang Memengaruhi Tingkat Keseimbangan Dinamis .. | 17   |

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| 2.2.4.       | Pengukuran dan Kategori Tingkat Keseimbangan Dinamis .....  | 19        |
| 2.3.         | Tinjauan Umum tentang Sudut <i>Metatarsophalangeal I</i> .....  | 22        |
| 2.3.1.       | Anatomi <i>Metatarsophalangeal I</i> .....  | 22        |
| 2.3.2.       | Fisiologi <i>Metatarsophalangeal I</i> .....  | 25        |
| 2.3.3.       | Etiologi Deviasi <i>Metatarsophalangeal I</i> .....   | 25        |
| 2.3.4.       | Pengukuran dan Interpretasi Sudut <i>Metatarsophalangeal I</i> .....  | 26        |
| 2.4.         | Tinjauan Umum tentang Hubungan antara Sudut <i>Metatarsophalangeal I</i> dengan <i>Arcus longitudinal medial</i> .....  | 27        |
| 2.5.         | Tinjauan Umum tentang Hubungan antara Sudut <i>Metatarsophalangeal I</i> dengan Tingkat Keseimbangan Dinamis.....   | 28        |
| 2.6.         | Kerangka Teori .....  | 29        |
| <b>BAB 3</b> | <b>KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS</b> .....  | <b>32</b> |
| 3.1.         | Kerangka Konsep .....   | 32        |
| 3.2.         | Hipotesis .....   | 33        |
| <b>BAB 4</b> | <b>METODE PENELITIAN</b> .....  | <b>34</b> |
| 4.1.         | Rancangan Penelitian.....   | 34        |
| 4.2.         | Tempat dan Waktu Penelitian.....  | 34        |
| 4.3.         | Populasi dan Sampel .....   | 34        |
| 4.3.1.       | Populasi .....  | 34        |
| 4.3.2.       | Sampel.....   | 34        |
| 4.4.         | Alur penelitian .....   | 36        |
| 4.5.         | Variabel Penelitian .....   | 36        |
| 4.6.         | Prosedur Penelitian.....  | 38        |
| 4.7.         | Rencana Pengolahan dan Analisis Data .....  | 41        |
| 4.8.         | Masalah Etika .....   | 42        |
| <b>BAB 5</b> | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....   | <b>43</b> |
| 5.1.         | Hasil Penelitian.....   | 43        |
| 5.1.1.       | Karakteristik Sampel Penelitian.....  | 43        |
| 5.1.2.       | Distribusi Sudut <i>Metatarsophalangeal I</i> pada Pegawai Wanita di Kantor Bupati Gowa .....   | 44        |
| 5.1.3.       | Distribusi Tingkat Keseimbangan Dinamis pada Pegawai Wanita di Kantor Bupati Gowa .....   | 48        |
| 5.1.4.       | Distribusi Arcus Longitudinal Medial pada Pegawai Wanita di Kantor Bupati Gowa .....  | 50        |
| 5.1.5.       | Hubungan antara Sudut <i>Metatarsophalangeal I</i> dengan Tingkat Keseimbangan Dinamis dan Arcus Longitudinal Medial pada Pegawai Wanita di Kantor Bupati Gowa..... | 52        |

|   |   |           |
|---|---|-----------|
| 5.2.                                    | Pembahasan.....   | 55        |
| 5.2.1.                                  | Karakteristik Sampel Penelitian.....  | 55        |
| 5.2.2.                                  | Distribusi Sudut <i>Metatarsophalangeal I</i> pada Pegawai Wanita di Kantor Bupati Gowa .....   | 57        |
| 5.2.3.                                  | Distribusi Tingkat Keseimbangan Dinamis pada Pegawai Wanita di Kantor Bupati Gowa .....   | 58        |
| 5.2.4.                                  | Distribusi Arcus Longitudinal Medial pada Pegawai Wanita di Kantor Bupati Gowa .....  | 59        |
| 5.2.5.                                  | Hubungan antara Sudut <i>Metatarsophalangeal I</i> dengan Tingkat Keseimbangan Dinamis Medial pada Pegawai Wanita di Kantor Bupati Gowa ..... | 60        |
| 5.2.6.                                  | Hubungan antara Sudut <i>Metatarsophalangeal I</i> Arcus Longitudinal Medial pada Pegawai Wanita di Kantor Bupati Gowa .....                  | 62        |
| 5.3.                                    | Keterbatasan Penelitian .....   | 64        |
| <b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> |   | <b>65</b> |
| 6.1.                                    | KESIMPULAN .....  | 65        |
| 6.2.                                    | SARAN.....  | 65        |
| DAFTAR PUSTAKA .....                    |   | 67        |
| LAMPIRAN.....                           |   | 75        |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 5.1. Karakteristik sampel penelitian.....   | 43 |
| Tabel 5.2. Distribusi sudut <i>metatarsophalangeal I</i> berdasarkan <i>hallux valgus angle</i> .....                                   | 44 |
| Tabel 5.3. Distribusi sudut <i>metatarsophalangeal I</i> tungkai <i>dextra</i> berdasarkan usia, lama bekerja, dan jenis sepatu .....   | 45 |
| Tabel 5.4. Distribusi sudut <i>metatarsophalangeal I</i> tungkai <i>sinistra</i> berdasarkan usia, lama bekerja, dan jenis sepatu ..... | 47 |
| Tabel 5.5. Distribusi tingkat keseimbangan dinamis berdasarkan skor <i>Y balance</i> .....  | 48 |
| Tabel 5.6. Distribusi sudut <i>metatarsophalangeal I</i> berdasarkan tingkat keseimbangan dinamis .....                                 | 49 |
| Tabel 5.7. Distribusi <i>arcus longitudinal medial</i> pada pegawai wanita di Kantor Bupati Gowa.....                                   | 50 |
| Tabel 5.8. Distribusi sudut <i>metatarsophalangeal I</i> berdasarkan tingkat keseimbangan dinamis <i>dextra</i> .....                   | 51 |
| Tabel 5.9. Hubungan variabel dependen dengan sudut <i>metatarsophalangeal I</i> ....  | 52 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1. Tampak posterior dan inferior pada <i>normal foot</i> .....  | 8  |
| Gambar 2.2. Tampak posterior dan inferior pada <i>flat foot</i> .....  | 9  |
| Gambar 2.3. Tampak posterior dan inferior pada <i>high foot</i> .....  | 10 |
| Gambar 2.4. Hasil yang tampak dari <i>wet foot print</i> .....   | 13 |
| Gambar 2.5. Garis segmen <i>Chippaux Smirax Index (CSI)</i> .....  | 14 |
| Gambar 2.6. <i>Clarke Index Measurement = <math>\alpha</math></i> .....  | 14 |
| Gambar 2.7. Sudut antara arah jangkauan <i>Y balance test</i> .....  | 20 |
| Gambar 2.8. Anatomi <i>metatarsophalangeal I</i> .....   | 22 |
| Gambar 2.9. Anatomi <i>metatarsophalangeal I (plantar plates)</i> .....  | 23 |
| Gambar 2.10. Anatomi deviasi <i>metatarsophalangeal I</i> .....  | 24 |
| Gambar 2.11. Arah deviasi <i>metatarsophalangeal I</i> .....   | 25 |
| Gambar 4.1. Pengukuran sudut <i>metatarsophalangeal I</i> .....  | 39 |
| Gambar 4.2. Pengukuran keseimbangan dinamis (YBT).....   | 39 |
| Gambar 4.3. Pengukuran <i>arcus longitudinal medial</i> .....  | 40 |
| Gambar 5.1. Distribusi sudut <i>metatarsophalangeal I dextra (A)</i> dan <i>sinistra (B)</i><br>pegawai wanita Kantor Bupati Gowa .....  | 45 |
| Gambar 5.2. Distribusi <i>arcus longitudinal medial dextra (A)</i> dan <i>sinistra (B)</i><br>pegawai wanita Kantor Bupati Gowa .....    | 50 |
| Gambar 5.3. Grafik hubungan sudut <i>metatarsophalangeal I</i> dengan tingkat<br>keseimbangan dinamis tungkai <i>dextra</i> .....        | 53 |
| Gambar 5.4. Grafik hubungan sudut <i>metatarsophalangeal I</i> dengan tingkat<br>keseimbangan dinamis tungkai <i>sinistra</i> .....      | 53 |
| Gambar 5.5. Grafik hubungan sudut <i>metatarsophalangeal I</i> dengan <i>arcus<br/>longitudinal medial</i> tungkai <i>sinistra</i> ..... | 54 |
| Gambar 5.6. Grafik hubungan sudut <i>metatarsophalangeal I</i> dengan <i>arcus<br/>longitudinal medial</i> tungkai <i>dextra</i> .....   | 55 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| Lampiran 1. Surat Izin Penelitian Tingkat Provinsi.....           | 75 |
| Lampiran 2. Surat Izin Penelitian Tingkat Kabupaten.....          | 76 |
| Lampiran 3. Surat Keterangan Lolos Kaji Etik.....                 | 77 |
| Lampiran 4. Surat Telah Menyelesaikan Penelitian .....            | 78 |
| Lampiran 5. Hasil Uji SPSS.....                                   | 79 |
| Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian.....                           | 92 |
| Lampiran 7. Draft Artikel .....                                   | 93 |
| Lampiran 8. Kuesioner/Tools yang Digunakan dalam Penelitian ..... | 94 |

## DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

| <b>Lambang / singkatan</b> | <b>Arti dan Keterangan</b>                      |
|----------------------------|---|
| ANT                        | Anterior  |
| AOFAS                      | <i>American Orthopedic Foot and Ankle Score</i> |
| BOS                        | <i>Base of support</i>                          |
| CA                         | <i>Clarke angle</i>                             |
| CI                         | <i>Confidence interval</i>                      |
| COG                        | <i>Center of gravity</i>                        |
| COM                        | <i>Center of mass</i>                           |
| <i>et al.</i>              | <i>et alia atau et alii, dan kawan-kawan</i>    |
| ICC                        | <i>Intraclass correlation coefficients</i>      |
| LQ-YBT                     | <i>Lower quarter Y balance tes</i>              |
| MSEBT                      | <i>Modified star excursion balance test</i>     |
| PM                         | Posteromedial                                   |
| PL                         | Posterolateral                                  |
| ROS                        | <i>Reactive oxygen species</i>                  |
| SPSS                       | <i>Statistical Product and Service Solution</i> |
| TCA                        | <i>Tricarboxylic acid cycle</i>                 |
| WHO                        | <i>World Health Organization</i>                |
| YBT                        | <i>Y balance test</i>                           |

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Kaki merupakan bagian paling bawah tubuh yang menopang aktivitas sehari-hari (Armand, 2016). Kaki memiliki struktur anatomi kompleks dan fleksibel yang berfungsi sebagai pondasi tubuh (*base of support*) dan penyesuaian dengan permukaan yang tidak rata. Salah satu bagian kaki yang berperan utama dalam biomekanik adalah *arcus longitudinal medial* (Davis, 2021). *Arcus longitudinal medial* dibentuk oleh *os metatarsal I* hingga ketiga, *cuneiform*, *navicular*, *talus*, dan *calcaneus*. Anatomi ini berperan sebagai peredam gaya reaksi dari permukaan (*shock absorption*) untuk memberikan gerakan tubuh ke depan (Babu and Bordoni, 2021).

*Arcus longitudinal medial* didukung oleh *plantar fascia*, *plantar plates*, dan ligamen lain di sekitar. *Plantar fascia* merupakan jaringan ikat tebal yang membentang dari *tuberculum calcaneus* dan meluas ke *metatarsophalangeal* yang berperan membentuk *plantar plates* (Chen *et al.*, 2014). *Plantar plates* ini memainkan peran penting sebagai stabilitas dan *weight-bearing* (Goom, 2017). *Plantar plates* merupakan jaringan ikat pada sendi *metatarsophalangeal I* (Maas *et al.*, 2016).

Sendi kaki memiliki dua fungsi utama, yaitu *weight bearing* dan ambulasi (Manganaro *et al.*, 2021). Sendi kaki juga berperan dalam mempertahankan keseimbangan pada posisi berdiri maupun berjalan. Keseimbangan didefinisikan sebagai kemampuan untuk mempertahankan *center of gravity* di dalam *base of support*. *Center of gravity* adalah pusat massa tubuh yang tegak lurus terhadap *base of support* (Nam, Kim and Lim, 2017). Kemampuan untuk mempertahankan keseimbangan akan menurun jika mengalami deformitas kaki. Deformitas kaki dapat memengaruhi stabilitas dan fleksibilitas, sehingga berdampak pada penurunan fungsi kaki (Barbee *et al.*, 2020).

Data dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2017), menunjukkan bahwa prevalensi penyakit *musculoskeletal* tertinggi mencapai 37% pada pekerja



di Indonesia. Pekerja perempuan di Indonesia terus mengalami peningkatan dari tahun 2015 hingga 2018 (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018). Berdasarkan presentase profil statistik kesehatan Indonesia (2016), menunjukkan keluhan kesehatan pada pekerja usia 15 tahun ke atas di Indonesia sekitar 26.74%, dimana pekerja wanita 29.05% dan laki-laki 25.36%. Posisi kerja dan penggunaan sepatu merupakan faktor penyebab perubahan kondisi *muskuloskeletal* (Barnish and Barnish, 2016).

*Hallux valgus* merupakan salah satu perubahan kondisi *muskuloskeletal* yang tampak pada kaki, akibat penggunaan sepatu yang tidak pas ataupun *high heel* (Barnish and Barnish, 2016). Berdasarkan penelitian di Riyadh Saudi Arabia ditemukan kejadian *hallux valgus* lebih sering ditemukan pada perempuan, dengan prevalensi *hallux valgus* pada perempuan dan laki-laki adalah 76.2% dan 23.8% (Alkhaibary *et al.*, 2019). Berdasarkan studi epidemiologi menunjukkan prevalensi komunitas yang mengalami *hallux valgus* sangat bervariasi, diperkirakan mulai 21% hingga 70% (Atbasi *et al.*, 2020).

*Hallux valgus* merupakan salah satu deformitas kaki, ditandai dengan deviasi lateral *hallux* dengan deviasi medial dari *metatarsal I* yang mengubah normal sudut *metatarsophalangeal I* (Glasoe, Nuckley and Ludewig, 2010). Deviasi sudut *metatarsophalangeal I* ke arah medial memengaruhi penurunan letak *sesamoid* pada *metatarsal I* dan *talus* (Heyes *et al.*, 2020). *Talus* dan *metatarsal I* merupakan tulang pembentuk *arcus longitudinal medial*, sehingga penurunan posisi tulang tersebut menunjukkan kejadian *flat foot*. *Flat foot* diperkirakan sebagai salah satu etiologi *hallux valgus* (Atbasi *et al.*, 2020). Individu dengan *flat foot* pada saat posisi *weight bearing* dapat mengubah orientasi sumbu *metatarsophalangeal I*. Dimana *arcus longitudinal* yang rata di bawah beban tubuh menjadikan *navicular drop*. Penurunan tajam pada posisi *navicular* akan menurunkan titik paling medial dan menaikkan titik lateral dari sumbu *metatarsal I* (Glasoe, Nuckley and Ludewig, 2010).

Deviasi *metatarsophalangeal I* juga memengaruhi ligamen dan anatomi pada kaki. Deviasi berupa adduksi seperti yang tampak pada *hallux valgus* dapat membuat *metatarsal I* tidak stabil (Glasoe, Nuckley and Ludewig, 2010). Ketidakstabilan *metatarsal I* akan berefek pada kekuatan, sensasi, dan fungsi kaki

(Barbee *et al.*, 2020). Penurunan fungsi jari kaki dapat berefek pada keseimbangan dinamis dan statis (Yoshimoto *et al.*, 2017). Penurunan kekuatan fleksi jari kaki dan nyeri pada *hallux valgus* dengan kemampuan keseimbangan dinamis yang diamati melalui TUG-T menunjukkan adanya hubungan (Yoshimoto *et al.*, 2017). Namun, terdapat penelitian lain yang menunjukkan tidak adanya hubungan deviasi *metatarsophalangeal I* dengan keseimbangan dinamis dan resiko jatuh pada laki-laki lanjut usia (Mickle *et al.*, 2011; Kavlak, 2015). Penelitian sebelumnya mengamati keseimbangan dinamis melalui TUG-T yang merupakan alat ukur keseimbangan dinamis dengan menilai kemampuan kedua tungkai (*bilateral*). Deviasi *metatarsophalangeal I* dapat terjadi pada salah satu tungkai (*unilateral*), kondisi yang tidak ditangani ini mengacu pada kondisi *hallux valgus* yang progresif. Hal tersebut mengkhawatirkan karena semakin bertambahnya usia, dampak dari deviasi *metatarsophalangeal I* semakin memperburuk keseimbangan (Barbee *et al.*, 2020). Oleh karena itu, diperlukan alat ukur yang lebih sensitif untuk mengukur tingkat keseimbangan pada tungkai yang mengalami deviasi *metatarsophalangeal I*.

Peneliti telah melakukan observasi pada pegawai di Kantor Bupati Gowa. Pegawai kantor bupati merupakan bagian pertama dalam perpanjangan tugas pemerintahan, sehingga waktu kerjanya delapan jam per hari. Berdasarkan observasi peneliti, pegawai kantor bupati lebih sering dalam posisi kerja duduk dan berdiri menggunakan sepatu. Sebagian besar pegawai wanita menggunakan sepatu jenis pantofel dengan tinggi heel beraneka ragam. Hasil observasi peneliti pada 38 pegawai wanita menunjukkan 22 pegawai mengalami deviasi *metatarsophalangeal I*, sebagian disertai *flat foot* yang tampak pada posisi *weight bearing* dan ketidakseimbangan yang dipantau saat berjalan (Data primer, 2021).

Perubahan anatomi pada individu dengan *metatarsophalangeal I* akan berakibat pada gerak dan fungsi gerak tubuh, sehingga menyebabkan gangguan gaya berjalan dan aktivitas sehari-hari individu. Oleh karena itu, peneliti sebagai mahasiswa fisioterapi yang berkaitan dengan gerak dan fungsi gerak tubuh tertarik melakukan penelitian untuk mengetahui hubungan antara sudut *metatarsophalangeal I* dengan *arcus longitudinal medial* dan tingkat keseimbangan dinamis pada pegawai wanita di Kantor Bupati Gowa.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang tersebut menjadi landasan bagi peneliti untuk melakukan penelitian mengenai “hubungan antara sudut *metatarsophalangeal I* dengan *arcus longitudinal medial* dan tingkat keseimbangan dinamis pada pegawai wanita di Kantor Bupati Gowa”. Adapun pertanyaan penelitian yang dapat dikemukakan sebagai berikut:

1. Bagaimana distribusi *arcus longitudinal medial* pada pegawai wanita di Kantor Bupati Gowa?
2. Bagaimana distribusi tingkat keseimbangan dinamis pada pegawai wanita di Kantor Bupati Gowa?
3. Bagaimana distribusi sudut *metatarsophalangeal I* pada pegawai wanita di Kantor Bupati Gowa?
4. Apakah ada hubungan antara sudut *metatarsophalangeal I* dengan *arcus longitudinal medial* pada pegawai wanita di Kantor Bupati Gowa?
5. Apakah ada hubungan antara sudut *metatarsophalangeal I* dengan tingkat keseimbangan dinamis pada pegawai wanita di Kantor Bupati Gowa?

## 1.3. Tujuan Penelitian

### 1.3.1. Tujuan Umum

Diketuainya hubungan antara sudut *metatarsophalangeal I* dengan *arcus longitudinal medial* dan tingkat keseimbangan dinamis pada pegawai wanita di Kantor Bupati Gowa

### 1.3.2. Tujuan Khusus

- a. Diketuainya distribusi *arcus longitudinal medial* pada pegawai wanita di Kantor Bupati Gowa.
- b. Diketuainya distribusi tingkat keseimbangan dinamis pada pegawai wanita di Kantor Bupati Gowa.
- c. Diketuainya distribusi sudut *metatarsophalangeal I* pada pegawai wanita di Kantor Bupati Gowa.
- d. Diketuainya hubungan antara sudut *metatarsophalangeal I* dengan *arcus longitudinal medial* pada pegawai wanita di Kantor Bupati Gowa.

- e. Diketuinya hubungan antara sudut *metatarsophalangeal I* dengan tingkat keseimbangan dinamis pada pegawai wanita di Kantor Bupati Gowa.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

##### **1.4.1. Bidang Akademik**

- a. Sebagai salah satu sumber informasi bagi pembaca mengenai keterkaitan sudut *metatarsophalangeal I* dengan *arcus longitudinal medial* dan tingkat keseimbangan dinamis.
- b. Dapat menjadi bahan acuan atau bahan pembandingan bagi mereka yang akan meneliti masalah yang sama, yang lebih mendalam.
- c. Dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian selanjutnya terkait pencegahan dan penanganan sudut *metatarsophalangeal I*.

##### **1.4.2. Bidang Aplikatif**

- a. Menjadi sebuah pengalaman berharga bagi peneliti dalam mengabdikan keterampilan praktis lapangan di bidang kesehatan sesuai dengan kaidah ilmiah yang didapatkan dari materi kuliah.
- b. Sebagai bahan informatif dan masukan untuk meningkatkan pengetahuan pegawai wanita di Kantor Bupati Gowa.
- c. Sebagai bahan masukan bagi pengembangan fisioterapi di Makassar pada khususnya dan pengembangan fisioterapi di Indonesia pada umumnya.
- d. Sebagai bahan masukan untuk meningkatkan mutu dan kualitas pendidikan profesi fisioterapi di Universitas Hasanuddin pada khususnya dan pendidikan profesi fisioterapi di Indonesia pada umumnya.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan Umum tentang *Arcus Longitudinal Medial*

##### 2.1.1. Anatomi *Arcus Longitudinal Medial*

Kaki adalah struktur anatomi kompleks yang terdiri dari banyak tulang, sendi, tendon, ligamen, dan otot yang bertanggung jawab atas gerakan terkoordinasi saat berjalan dan pondasi tubuh (*base of support*) (MacGregor and Byerly, 2020; Ficke and Byerly, 2021). Anatomi kaki ini membentuk lengkungan kaki (*arcus* kaki). *Arcus* kaki manusia terdiri atas tiga, yaitu *arcus longitudinal medial*, *arcus longitudinal lateral*, dan *arcus transversal anterior*. *Arcus longitudinal medial* adalah *arcus* yang tertinggi dibandingkan dua *arcus* lainnya (Babu and Bordoni, 2021).

*Arcus longitudinal medial* akan membentuk tepi medial kaki dan secara normal *arcus* ini tidak pernah sampai menyentuh permukaan (Kirby, 2017a). *Arcus* ini dibentuk oleh tiga *metatarsal* awal, *cuneiform*, *navicular*, *talus*, dan *calcaneus* (Babu and Bordoni, 2021). *Arcus longitudinal medial* dibentuk oleh dua pilar, yaitu pilar anterior dan posterior. Pilar anterior terdiri dari tiga kepala *metatarsal* sisi medial dan pilar posterior terdiri dari tuberositas *calcaneus*. Puncak pada *arcus* ini adalah *talus* yang biasa disebut sebagai *keystone* atau pusat *arcus* ini (Solomin *et al.*, 2019).

Kaki bagian belakang dibentuk oleh *calcaneus* dan *talus* yang berartikulasi pada sendi *subtalar*. Sendi *subtalar* memiliki tiga segi pada *calcaneus* dan *talus* (MacGregor and Byerly, 2020). Saat *talus* ke arah infero-medial, kepala *talus* terbungkus kartilago sebagai konvex dan berartikulasi dengan *navicular*. *Navicular* dan *talus* membentuk *ball and socket joint*, dengan bagian proksimal *navicular* memiliki bentuk konkaf (Babu and Bordoni, 2021). Bagian distal *navicular* adalah konvex dan berartikulasi dengan bagian proksimal *cuneiform*. Tiga *metatarsal* pertama berartikulasi dengan *cuneiform* (Babu and Bordoni, 2021).

Komponen

dorsal, interosseous, dan plantar ligamen lisfranc mengikat *cuneiform* medial (kedua) ke *metatarsal* kedua untuk membentuk sendi lisfranc yang sangat penting untuk stabilitas (Babu and Bordonni, 2021).

*Arcus longitudinal medial* didukung oleh banyak jaringan ikat, diantaranya ligamen *calcaneonavicularis plantar* yang dikenal sebagai ligamen pegas, selain itu ligamen *deltoideus*, ligamen *talocalcanealis medial*, ligamen *interosseous talocalcanealis*, tendon *tibialis posterior*, dan *plantar aponeurosis* (Babu and Bordonni, 2021). Kaki bagian tengah distabilkan oleh struktur ini. *Plantar aponeurosis* bekerja sebagai komponen pendukung substansial antara dua pilar lengkungan medial dan ligamen pegas yang memberikan dukungan untuk kepala *talus* (Babu and Bordonni, 2021).

*Plantar aponeurosis* adalah tendon yang membentang dari *tuberculum calcanealis (rearfoot)* ke *metatarsophalangeal (forefoot)* (Sichting *et al.*, 2020). *Aponeurosis* dibagi menjadi tiga bagian, yaitu medial, central, dan lateral. Pada bagian medial dan lateral melekat *musculus abductor hallucis* dan *musculus abductor digiti quinti pedis*. Bagian ini biasanya disebut sebagai *fascia*, sedangkan bagian central yang lebih tebal disebut sebagai *aponeurosis*. *Aponeurosis* central terpisah menjadi lima bundel saat mencapai *forefoot* atau kaki bagian depan. Bundel ini meluas ke arah *plantar plates* dan terhubung ke *phalanges proksimal* melalui *plantar plates*. Berjalan menyebabkan dorsofleksi sendi *metatarsophalangeal*. Proses mekanisme *windlass* tersebut mengencangkan *plantar aponeurosis*, sehingga kelima bundel membantu mengangkat lengkungan kaki (Chen *et al.*, 2014).

### 2.1.2. Fungsi Arcus Longitudinal Medial

Adapun fungsi dari *arcus longitudinal medial* berdasarkan anatominya, yaitu:

- a. sebagai peredam gaya reaksi dari permukaan (*shock absorption*).
- b. sebagai pendukung fungsi ekstremitas bawah selama siklus berjalan, memberikan gaya pegas saat berjalan.

- c. berperan dalam menambah elastisitas dan fleksibilitas dalam mempertahankan posisi statis dan memberikan kestabilan saat melakukan aktivitas fungsional (Babu and Bordoni, 2021).

### 2.1.3. Klasifikasi *Arcus Longitudinal Medial*

Klasifikasi arcus longitudinal medial merupakan penggolongan lengkungan kaki yang ditinjau dari kondisi struktur dan fungsi kaki. Adapun klasifikasi arcus terbagi atas tiga, yaitu:

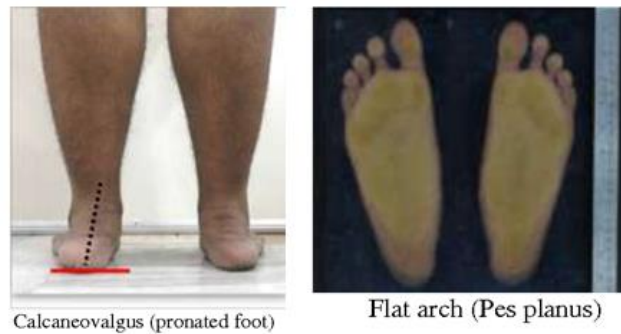
- a. *Normal Foot*



**Gambar 2. 1.** Tampak posterior dan inferior pada *normal foot*  
(Sumber: Vijayakumar and Kumar, 2016)

*Normal foot* merupakan kondisi struktur dan fungsi kaki yang normal. Pada kaki yang normal terdapat lengkungan yang disebut *arcus* kaki. *Arcus* kaki terdiri atas tiga, yaitu *arcus longitudinal medial*, *arcus longitudinal lateral*, dan *arcus transversal anterior*. *Arcus longitudinal medial* secara normal membentuk lengkungan dan tidak pernah sampai menyentuh permukaan. Selain itu, kaki yang normal tidak menunjukkan *varus* dan *valgus* pada *calcaneus*, serta tidak adanya penyimpangan posisi kaki bagian depan (*deviasi metatarsophalangeal*) (Vijayakumar and Kumar, 2016).

b. *Flat Foot*



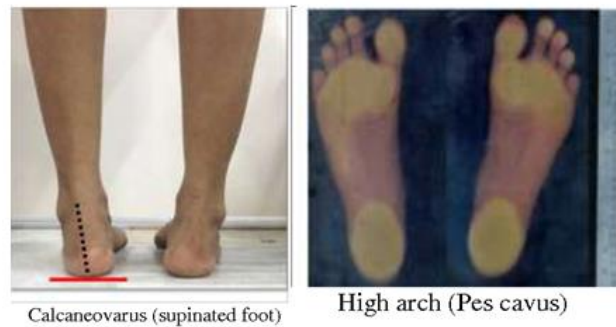
**Gambar 2. 2.** Tampak posterior dan inferior pada *flat foot*  
(Sumber: Vijayakumar and Kumar, 2016)

*Flat foot* atau disebut *pes planus* adalah kondisi permukaan kaki rata dimana lengkungan kaki tidak terlihat pada sisi medial. Pada *flat foot* tipe fleksibel lengkungan akan tampak saat tidak menahan beban dari tubuh (*non weight bearing*), selanjutnya hilang saat menahan beban dari tubuh (*weight bearing*). Saat melakukan inspeksi terdapat tiga kondisi yang dapat tampak secara objektif pada *flat foot*, yaitu *valgus* pada *calcaneus* (*overpronated*), abduksi kaki bagian depan (*forefoot*), dan lengkungan *longitudinal medial collapse*. Adapun etiologi *flat foot*, yaitu:

- 1) Kongenital (bawaan lahir), dimana sejak bayi cenderung tidak memiliki lengkungan akibat kelemahan ligamen ataupun kemampuan kontrol neuromuscular yang berkurang.
- 2) *Acquired* (*flat foot* yang diperoleh karena faktor intrinsik dan ekstrinsik individu), seperti disfungsi tendon *tibialis* posterior yang terjadi akibat adanya penyakit penyerta pada usia 40 tahun ke atas. Selain itu diperoleh akibat cedera berulang saat bermain basket, lari, sepak bola, dan penggunaan sepatu yang tidak tepat (Raj, Tafti and Kiel, 2021).



c. *High Foot*



**Gambar 2. 3.** Tampak posterior dan inferior pada *high foot*  
(Sumber: Vijayakumar and Kumar, 2016)

*High foot* atau yang disebut *pes cavus* adalah deformitas pada kaki yang ditandai dengan elevasi pada lengkungan longitudinal medial. Adapun kondisi yang menyertai pada *high foot* diantaranya pronasi kaki depan, dan valgus, varus *hindfoot*, dan adduksi kaki depan. Kondisi varus pada *hindfoot* merupakan manifestasi paling umum pada *high foot*. Oleh karena itu, *high foot* juga disebut pes cavovarus yang ditandai supinasi kaki. *High foot* biasanya disebabkan oleh faktor herediter dan kongenital. Adapun penyebab dari *high foot* yang disertai varus pada *hindfoot* yaitu:

- 1) Kondisi neurologis, yaitu neuropati motorik dan sensorik herediter.
- 2) Traumatic.
- 3) Kondisi *clubfoot* yang tidak ditangani.
- 4) Idiopatik (Seaman and Ball, 2021).

#### 2.1.4. Mekanisme Perubahan Arcus Longitudinal Medial

a. *Flat Foot*

*Arcus longitudinal medial* dibentuk oleh *os calcaneus*, *navicular*, *talus*, *cuneiform*, dan *metatarsal* pertama, kedua, dan ketiga (Kido *et al.*, 2013). Ligamentum pegas (*plantar calcaneonavicular* ligamen), ligamen *deltoid*, tendon *tibialis posterior*, *plantar aponeurosis*, dan otot *fleksor hallucis longus* dan *brevis* merupakan jaringan pendukung *arcus* ini. Pada

buku Traumatologik dan Ortopedik dijelaskan bahwa *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).

*Flat foot* yang dapat disebabkan oleh malfungsi dari setiap jaringan penyokong lengkungan longitudinal medial. *Stress tricep surae* yang berlebihan, obesitas, disfungsi tendon *tibialis posterior*, atau kelemahan pada ligamen pegas, *plantar fascia*, atau ligamen plantar pendukung lainnya adalah alasan utama yang berkontribusi pada deformitas kaki datar yang didapat (Raj, Tafti and Kiel, 2021). Selain itu, tendon *achilles* dan otot *gastrocnemius* yang tegang dapat menyebabkan *flat foot* (Raj, Tafti and Kiel, 2021).

Pada *plantar* kaki terdapat titik-titik untuk mendistribusikan berat secara merata yang berperan penting dalam menyokong kaki untuk menjaga keseimbangan tubuh, yaitu *tripod foot*. Adapun titik *tripod foot*, yaitu *calcaneus*, *head of metatarsal* satu dan lima (Taha *et al.*, 2016). Pada kaki juga terdapat *joint axis* yang berada pada sendi *subtalar*, sendi *talocrural* dan sendi *talonavicular*. Gabungan ketiga persendian ini biasa dikenal dengan *acetabulum pedis* (Jennings and Christensen, 2008).

Pada *acetabulum pedis* terdapat otot-otot intrinsik kaki dan ligamen yang menjadi penyokong dari *arcus longitudinal medial* (Jennings and Christensen, 2008). Jika penyokong *arcus* mengalami masalah, maka akan menyebabkan hiperfleksibilitas pada *acetabulum pedis*, sehingga memungkinkan gerakan berlebih pada *os talus*, *calcaneus* dan *navicular* (Vinod K Panchbhavi, 2015). Gerakan berlebih pada ketiga tulang tersebut akan mengakibatkan *metatarsal* mengalami depresi atau elevasi, sehingga terjadi kemiringan pada *tripod foot*. Ketidakstabilan pada *metatarsocuneiform I* akan menyebabkan *collapse* pada sisi medial *tripod foot* karena pembebanan berat tubuh lebih didistribusikan pada sisi medial (Richie, 2007). Pembebanan berat tubuh berlebih pada sisi medial dapat memengaruhi keseimbangan kaki, sehingga *hindfoot* akan *collapse* ke arah *valgus*.

b. *High Foot*

Mekanisme terjadinya *pes cavus* berdasarkan pada lokasi deformitas ataupun etiologi dari *pes cavus*. *Pes cavus* murni terjadi ketika tulang *metatarsal plantar fleksi* relatif terhadap *hindfoot*, disebut sebagai *forefoot plantaris* yang meningkatkan tinggi *arcus longitudinal medial* (Ball, Butler and Parsons, 2013). Lesi pada *pes cavus* yang diawali oleh perubahan bentuk kaki depan dianggap sebagai kontraktur pasif dari *peroneus longus* yang diakibatkan *plantar fleksi* dari kaki bagian depan. *Pes cavus* yang diawali oleh perubahan kaki belakang adalah hasil dari *malalignment varus* pada kaki belakang. Pada *pes calcaneocavus*, kaki belakang *dorso fleksi* dan kaki depan *plantar fleksi* sebagai kompensasi yang disebabkan oleh kelemahan kelompok otot *gastrocnemius*, umumnya ditemukan setelah *polio*. *Cerebral palsy* (CP) dapat memicu terjadinya perubahan bentuk kaki, akibat manifestasi spastisitas dari CP (Seaman and Ball, 2021).

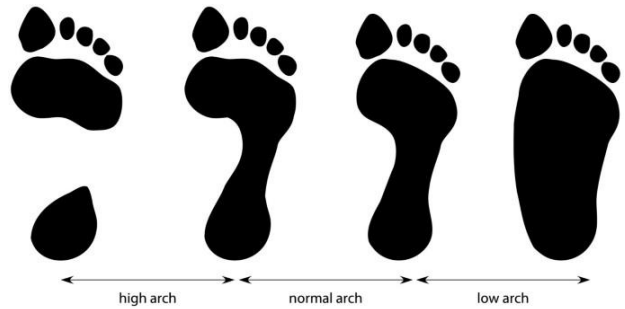
### 2.1.5. Pengukuran *Arcus Longitudinal Medial*

a. *Wet Foot Print*

Pemeriksaan tinggi rendahnya *arcus longitudinalis medial* dapat dilakukan melalui sidik tapak kaki (*footprint*) dengan memperhatikan batas medial kaki. Sidik tapak kaki dapat dilakukan dengan menggunakan media tinta ataupun air biasa (*wet test*) dengan cara membasahi kaki dengan air atau tinta, lalu menapakkan kaki pada selembar kertas sehingga akan tercetak sidik tapak kaki. Dari hasil *footprint*, batasan *arcus longitudinal medial* dapat dilihat dengan menarik garis dari puncak jari kaki kedua sampai ke dasar tumit sebagai *foot axis* (DiGiovanni and Greisberg, 2007).

Penilaian bentuk *arcus* pada sidik tapak kaki (*footprint*) yaitu dikatakan *flat foot* tingkat tiga, bila batas medial konveks. *Flat foot* tingkat dua bila batas medial menurut garis lurus (*rectilinear*). *Flat foot* tingkat satu atau *flat foot* ringan ialah bila lekukan batas medial konkaf namun

tidak melewati sumbu kaki. Kaki normal ialah bila gambaran tapak kontinyu dan lekukan batas medial konkaf ke arah lateral melewati sumbu kaki. *Cavus foot*, maka gambaran tapaknya terputus pada sisi lateralnya (Idris, 2010).



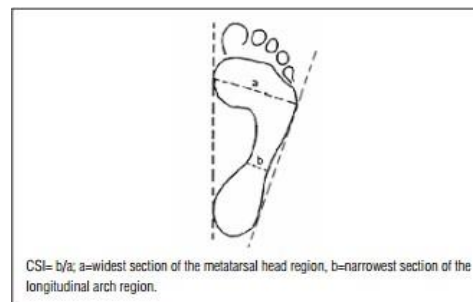
**Gambar 2. 4.** Hasil yang tampak dari *wet foot print*  
(Sumber: Menz et al., 2012)

b. Parameter *Arcus Longitudinal Medial*

Dalam menentukan *flat foot*, ada beberapa *indeks* yang dapat dijadikan parameter dalam menginterpretasikan *arcus longitudinal medial*, yaitu:

1) *Chippaux Smirax Index* (CSI)

*Chippaux Smirax Index* (CSI) digunakan untuk menginterpretasikan rasio *arcus longitudinal medial* mulai dari lebar minimum pada area *midfoot* ke lebar maksimum pada area *forefoot* dalam satuan persen (Tománková, Přidalová and Gába, 2015). Pengukuran ini dilakukan dengan cara membagi panjang bagian *midfoot* dengan pertengahan *os metatarsal*, lalu hasilnya dikalikan 100% (Atik, 2014).



**Gambar 2.5.** Garis segmen *Chippaux Smirax Index* (CSI)

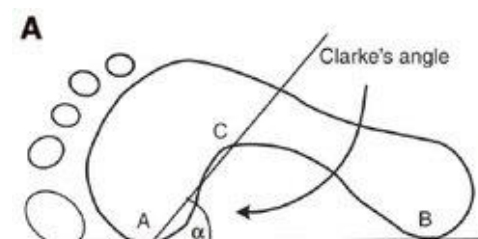
(Sumber: Atik, 2014)

**Tabel 2.1.** Parameter *Chippaux Smirax Index* (CSI)

| Kategori         | Parameter   | Interpretasi |
|------------------|-------------|--------------|
| Normal           | 0,1%-25,0%  | Stage I      |
|                  | 25,1%-40,0% | Stage II     |
|                  | 40,1%-45,0% | Stage III    |
| <i>Flat foot</i> | 45,1%-50,0% | Stage I      |
|                  | 50,1%-60,0% | Stage II     |
|                  | 60,1%-100%  | Stage III    |

(Sumber: Forriol dalam Patrícia, 2009)

## 2) *Clarke Index*



**Gambar 2.6.** *Clarke Index Measurement* =  $\alpha$

(Sumber: Pauk, 2014)

*Clarke Index* merupakan salah satu pengukuran yang digunakan untuk mengetahui kelainan bentuk kaki, dengan memperhatikan sudut inklinsi yang disebut dengan *Clarke Angle* (CA) yang memiliki signifikansi terkait titik batas, sensitivitas, spesifisitas, nilai

prediktif positif dan negatif, serta rasio kemungkinan positif dan negatif, dikelompokkan berdasarkan kelompok umur, kurva, titik *cut-off* optimal dari tes ini untuk diagnosis klasifikasi kaki sebagai *Clarke Angle*. Nilai postur kaki normatif untuk *Clarke Angle* diambil dari dua pengukuran sudut yang diperoleh dari *anteroposterior* dan *mediolateral*: sudut inklinasi *calcaneal* dan sudut *metatarsal I* dengan *calcaneal* (Pauk, 2014). Adapun reliabilitas intra-penilai untuk *Clarke Index* sangat baik, menunjukkan ICC 0,99; 95% CI dari 0,997-0,998 (Hegazy *et al.*, 2021).

**Tabel 2.2.** Parameter *Clarke Index*

| Parameter | Interpretasi     |
|-----------|------------------|
| <31°      | <i>Flat foot</i> |
| 31° - 45° | Normal           |
| >45°      | <i>High foot</i> |

(Sumber: Antar *et al.*, 2019)

## 2.2. Tinjauan Umum tentang Tingkat Keseimbangan Dinamis

### 2.2.1. Definisi Keseimbangan dinamis

Keseimbangan merupakan kemampuan untuk mempertahankan garis gravitasi (*center of gravity*) di dalam *base of support*. *Center of gravity* adalah pusat massa tubuh (*center of mass-COM*) yang tegak lurus terhadap *base of support* (Nam, Kim and Lim, 2017). Keseimbangan terdiri atas dua, yaitu keseimbangan statis dan keseimbangan dinamis. Keseimbangan statis merupakan kemampuan untuk mempertahankan postur tanpa jatuh dalam posisi diam atau tidak bergerak, contohnya saat berdiri. Keseimbangan dinamis didefinisikan sebagai kemampuan untuk mempertahankan stabilitas dan kontrol postural dengan pusat massa tubuh selama pemindahan beban tubuh, ketika mengubah *base of support* (Nam, Kim and Lim, 2017).

Keseimbangan dinamis adalah kemampuan untuk mempertahankan postur tanpa jatuh saat mengalami gangguan dari gravitasi, momentum, atau kekuatan luar lainnya. Keseimbangan dinamis sangat penting untuk berjalan, di mana tubuh berada dalam keadaan tidak seimbang yang konstan (Barbee *et al.*, 2020). Tanpa kemampuan menjaga keseimbangan secara dinamis, berjalan tidak mungkin dilakukan. Kaki membutuhkan fleksibilitas dan stabilitas yang baik untuk dapat melakukan fungsi-fungsi tersebut.

Kemampuan untuk mengontrol keseimbangan memburuk seiring dengan bertambahnya usia sebagai dampak dari penurunan sistem saraf *vestibular*, *visual*, *somatosensori*, *muskuloskeletal*, dan sistem saraf pusat (Dunsky, Zeev and Netz, 2017).

### 2.2.2. Fisiologi Keseimbangan

Tubuh perlu mempertahankan keseimbangan yang bertujuan untuk menyanggah tubuh melawan gravitasi dan faktor eksternal lain, agar pusat massa tubuh dapat berada di dalam *base of support*. Selain itu keseimbangan berfungsi menstabilkan bagian tubuh lain ketika berkiprah. Oleh karena itu, keseimbangan yang baik didukung oleh komponen-komponen fisiologi keseimbangan. Adapun komponen fisiologi dari keseimbangan di antaranya sebagai berikut:

- a. Sistem sensorik: *visual*, *vestibular*, *somatosensorik* (berkaitan dengan proprioepsi).
- b. Sistem motorik (*musculoskeletal*): otot, sendi, ligamen, dan jaringan lunak lain.

Komponen paling penting dalam menjaga keseimbangan adalah proprioepsi. Kemampuan untuk merasakan posisi bagian sendi atau tubuh saat bergerak (Irfan, 2016). Proprioepsi dihasilkan melalui respon secara simultan, *visual*, *vestibular*, dan sistem *sensorimotor* yang masing-masing memainkan peran penting dalam menjaga stabilitas postural. Kesadaran akan posisi pada berbagai bagian tubuh bergantung pada impuls yang datang dari alat indra dan sekitar sendi. Alat indra yang dimaksud adalah ujung-ujung saraf yang beradaptasi lambat di *sinovial* dan ligamen. Impuls dari alat indra ini berasal dari

reseptor raba di kulit dan jaringan lain, serta otot yang diproses melalui korteks menjadi kesadaran akan posisi tubuh dalam ruang (Irfan, 2016).

### 2.2.3. Faktor-faktor yang Memengaruhi Tingkat Keseimbangan Dinamis

Tingkat keseimbangan dinamis dipengaruhi oleh faktor biomekanik dan faktor fisik yang terdiri atas beberapa komponen, diantaranya:

#### a. Faktor Biomekanik

Adapun komponen dari biomekanik yang memengaruhi keseimbangan adalah:

- 1) Pusat gravitasi (*Center of gravity*-COG) tubuh manusia adalah titik hipotetis dimana gaya gravitasi bekerja. Adapun fungsi dari *center of gravity* untuk mendistribusikan massa benda secara merata. Beban tubuh manusia ditopang oleh titik ini agar tubuh dalam keadaan seimbang. Pada manusia pusat gravitasi saat berdiri tegak terdapat tepat atau 1 cm di depan lumbar 4 (L4) (Lawry *et al.*, 2010). Titik pusat gravitasi ini berubah seiring perubahan postur tubuh, mengikuti arah atau perubahan berat. Letak *center of gravity* yang tepat berada di dalam dan tepat di tengah *base of support* sehingga tubuh seimbang (Hall, 2019).
- 2) Bidang tumpu (*Base of support*-BOS) merupakan bagian dari tubuh yang berhubungan dengan permukaan tumpuan. *Base of support* merupakan area yang dibatasi oleh area kontak terluar dari permukaan tumpuan (Hall, 2019). Ketika garis gravitasi tepat berada di bidang tumpu, tubuh dalam keadaan seimbang. Stabilitas yang baik terbentuk dari luasnya area bidang tumpu. Semakin besar bidang tumpu, semakin tinggi stabilitas. Misalnya berdiri dengan kedua kaki akan lebih stabil dibanding berdiri dengan satu kaki. Semakin dekat bidang tumpu dengan pusat gravitasi, maka stabilitas tubuh makin tinggi (Irfan, 2016).
- 3) Kekuatan otot adalah kemampuan otot atau grup otot menghasilkan tegangan dan tenaga selama usaha maksimal baik secara dinamis maupun statis. Kekuatan otot dihasilkan oleh



kontraksi otot yang maksimal. Otot yang kuat merupakan otot yang dapat berkontraksi dan relaksasi dengan baik, jika otot kuat maka keseimbangan dan aktivitas sehari-hari dapat berjalan dengan baik seperti berjalan, lari, bekerja ke kantor, dan bermain (Knudson, 2018).

- b. Faktor fisik memengaruhi keseimbangan statis ataupun dinamis. Adapun komponen fisik yang memengaruhi keseimbangan, yaitu:
- 1) Usia adalah faktor fisik yang memengaruhi keseimbangan, semakin bertambahnya usia pada anak-anak, maka keseimbangan akan semakin baik. Hal tersebut dipengaruhi oleh perkembangan sistem motorik, sehingga terkoordinasinya susunan saraf, otot, otak, dan spinal cord dalam pengendalian gerakan tubuh (Hidayanti, 2013). Namun semakin bertambahnya usia, maka terjadi perubahan morfologis otot, sehingga berakibat pada penurunan kemampuan untuk mempertahankan keseimbangan tubuh, khususnya pada lanjut usia (Utomo, 2010)
  - 2) Jenis kelamin, perbedaan anatomi perempuan dan laki-laki menunjukkan beberapa perbedaan, contohnya perempuan memiliki *hip* yang lebih lebar, sehingga menciptakan gaya lateral yang lebih besar pada sendi *knee*, hal ini beresiko pada cedera ligamen. Hip dan *knee* berperan dalam posisi *weight bearing*. Oleh karena itu jenis kelamin memengaruhi keseimbangan tubuh. Keseimbangan pada laki-laki lebih baik ditunjukkan berdasarkan penilaian *sit to stand* (Bonis, 2021).
  - 3) Aktivitas fisik adalah setiap gerakan tubuh yang meningkatkan pengeluaran dan pembakaran tenaga. Aktivitas fisik yang terencana dapat meningkatkan keterampilan gerak (Utomo, 2010). Individu yang melakukan aktivitas fisik dengan hidup bebas efektif dapat meningkatkan keseimbangan pada orang dewasa sehat yang lebih tua (McMullan *et al.*, 2018).
  - 4) Genetik merupakan sifat-sifat spesifik yang ada dalam tubuh seseorang dari sejak lahir. Tingkat kemampuan fisik

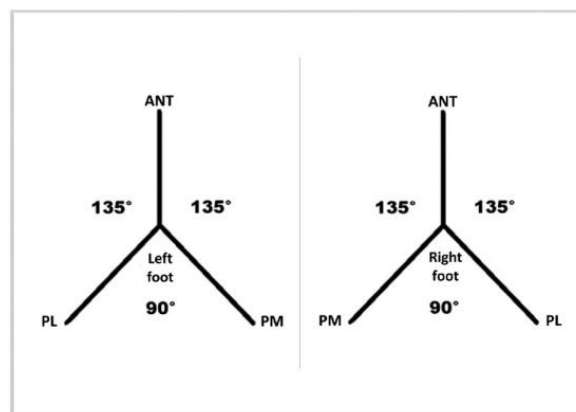
seseorang dipengaruhi oleh gen yang ada dalam tubuh. Sifat genetik yang berada di dalam tubuh memengaruhi fungsi pergerakan anggota tubuh dan kontraksi otot. Dimana serabut otot skeletal memperlihatkan beberapa struktural, histokimiawi, dan sifat karakteristik yang berbeda-beda. Oleh karena itu, tiap individu menunjukkan perbedaan dalam ledakan kekuatan, pergerakan anggota tubuh, kecepatan lari, kecepatan fleksibilitas, dan keseimbangan (Ruhayati dalam Sahabuddin, 2016).

#### **2.2.4. Pengukuran dan Kategori Tingkat Keseimbangan Dinamis**

Keseimbangan dianggap sebagai aspek penting untuk menunjang aktivitas sehari-hari yang dicapai melalui proses kompleks dan melibatkan fungsi sistem *muskuloskeletal* dan *neurologis*. Keseimbangan terdiri atas dua, yaitu statis dan dinamis. Keseimbangan statis merupakan usaha individu untuk mempertahankan posisi diam saat berdiri, sedangkan keseimbangan dinamis merupakan usaha mempertahankan posisi stabil saat subjek melakukan gerakan yang ditentukan (Karimi and Solomonidis, 2011).

Keseimbangan dinamis adalah pemeliharaan keseimbangan saat berjalan dengan atau tanpa gangguan dari internal (diri) atau eksternal. Keseimbangan dinamis menjaga proyeksi vertikal pusat massa (*center of mass*) tetap berada di dalam *base of support* selama berjalan (Taha *et al.*, 2016). *Modified star excursion balance test* adalah salah satu alat ukur untuk menilai keseimbangan dinamis. *Modified star excursion balance test* (MSEBT) juga disebut *Y balance test* (YBT). YBT merupakan tes keseimbangan dinamis pada satu tungkai, untuk menilai individu dengan resiko injury, digunakan saat mengalami *musculoskeletal injury* dan *neuromuscular deficit*. YBT yang menilai ekstremitas bawah disebut *lower quarter Y balance tes* (LQ-YBT) (Mesa, 2021; Picot *et al.*, 2021). Kinerja pada LQ-YBT telah terbukti membedakan antara individu dengan kondisi ekstremitas bawah seperti ketidakstabilan pergelangan kaki kronis, nyeri patellofemoral, dan rekonstruksi ligamen anterior (Walker, 2016).

Reliabilitas LQ-YBT pada wanita kelompok usia 50-79 sedang hingga kuat (Freund *et al.*, 2019). Studi lain pada orang dewasa sehat menunjukkan keandalan antar penilai dan intra-penilaian sekitar 66.89% dan 59.03%. adapun nilai median ICC untuk reliabilitas antar penilai adalah 0.88 (kisaran = 0.83 – 0.96), 0.87 (kisaran = 0.80 – 1.00), dan 0.88 (kisaran = 0.73 – 1.00) untuk arah anterior, posteromedial, dan posterolateral. Nilai ICC rata-rata untuk keandalan intra-penilai adalah 0.88 (kisaran = 0.84 – 0.93), 0.88 (kisaran = 0.85 – 0.94), dan 0.90 (kisaran = 0.68 - 0.94) untuk arah anterior, posteromedial, dan posterolateral (Powden, Dodds and Gabriel, 2019). LQ-YBT telah menunjukkan keandalan antar penilai dan pengujian ulang yang baik hingga sangat baik pada orang dewasa muda (Freund *et al.*, 2019).



**Gambar 2. 7.** Sudut antara arah jangkauan *Y balance test*  
(Sumber: Picot *et al.*, 2021)

YBT merupakan modifikasi dari *star excursion balance test* yang terdiri dari delapan arah jangkauan, namun disederhanakan menjadi tiga arah, yaitu anterior (ANT), posteromedial (PM), dan posterolateral (PL) (Picot *et al.*, 2021). Adapun perlengkapan dalam pelaksanaan tes yang dibutuhkan sebagai berikut:

- 1) Fasilitas pengujian yang andal dan konsisten (minimal 2x2 meter).
- 2) YBT kit (selotip dan pita pengukur).
- 3) Lembar rekaman kinerja.

Penilaian YBT berdasarkan pada tiga kali percobaan jangkauan tiap arah, selanjutnya menghitung nilai gabungan dari tiga arah (skor komposit). Berikut rumus dalam penilaian *Y balance test*:

$$\text{Jarak jangkauan mutlak (cm)} = \frac{(\text{jangkauan 1} + \text{jangkauan 2} + \text{jangkauan 3})}{3}$$

$$\text{Jarak jangkauan relatif (dinormalisasi) (\%)} = \frac{\text{jarak jangkauan mutlak}}{\text{panjang tungkai}} \times 100$$

$$\text{Jarak jangkauan gabungan (\%)} = \frac{\text{jumlah dari 3 arah jangkauan mutlak}}{3 \times \text{panjang tungkai}} \times 100$$

**Keterangan:**

Panjang tungkai = Skor dinyatakan sebagai persentase dari panjang ekstremitas bawah yang diuji (dari *spina iliaca anterior superior* ke *malleolus medial*, atau *malleolus lateral*). Adapun norma jarak jangkauan LQ-YBT sebagai berikut:

**Tabel 2.3.** Parameter LQ-YBT

| Kategori      | Jarak jangkauan (cm) |
|---------------|----------------------|
| Baik sekali   | >81                  |
| Baik          | 51 – 80              |
| Sedang        | 21 – 50              |
| Kurang        | 10 – 20              |
| Kurang sekali | <10                  |

(Sumber: Gribble et al., 2013)

Jarak jangkauan gabungan atau *composite score* (%) pada YBT tidak memiliki kategori normal, namun semakin tinggi jarak jangkauan gabungan (%), maka semakin baik keseimbangan individu.

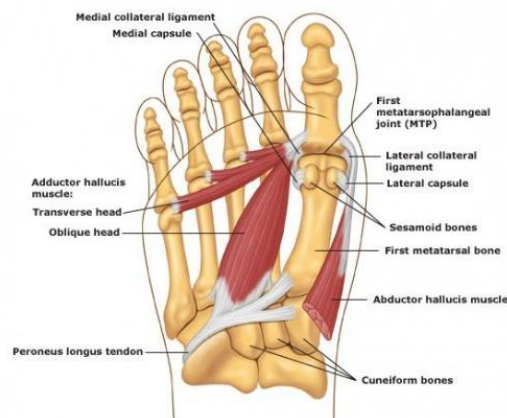
Pemeriksaan dinyatakan gagal jika terjadi hal berikut:

- 1) Subjek tidak diperkenankan menyentuh kakinya ke lantai sebelum kembali ke posisi awal. Kehilangan keseimbangan akan mengakibatkan percobaan yang gagal. Namun, begitu mereka kembali ke posisi awal, mereka diizinkan untuk meletakkan kaki mereka di belakang platform tengah

- 2) Subjek tidak diperkenankan menempatkan kaki di atas indikator jangkauan untuk mendapatkan tumpuan selama jangkauan, indikator jangkauan hanya didorong pada area target merah.
- 3) Subjek harus menjaga kakinya tetap kontak dengan indikator target sampai jangkauan selesai. Tidak boleh menjentikkan atau menendang indikator jangkauan untuk mencapai kinerja yang lebih baik (Walker, 2016).

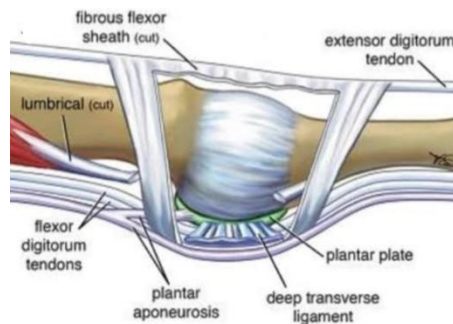
### 2.3. Tinjauan Umum tentang Sudut *Metatarsophalangeal I*

#### 2.3.1. Anatomi *Metatarsophalangeal I*



**Gambar 2. 8.** Anatomi *metatarsophalangeal I*  
(Sumber: Phisitkul *et al.*, 2019)

Sendi *metatarsophalangeal* merupakan sendi *synovial* yang menghubungkan tulang *metatarsal* kaki ke *phalang* proksimal jari kaki. Pada persendian ini, *head of metatarsal* berartikulasi dengan basis *phalang proksimal*. Sendi *metatarsophalangeal* memungkinkan gerakan fleksi, ekstensi, abduksi, adduksi dan sirkumduksi. Sendi ini memainkan peran utama dalam fase berdiri dan siklus berjalan. Struktur *capsuloligamenous* dan *musculotendinous* merupakan jaringan sekitar sendi *metatarsophalangeal* yang berperan dalam stabilitas sendi (Ocran, 2021).



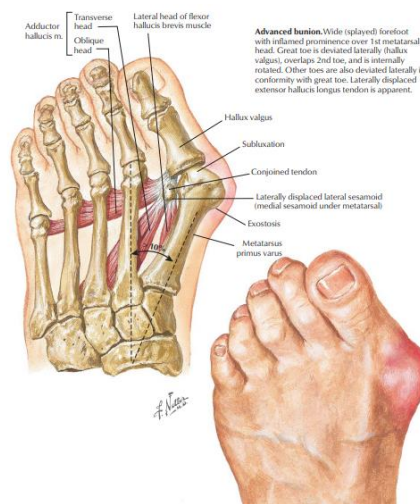
**Gambar 2.9.** Anatomi *metatarsophalangeal I (plantar plates)*  
(Sumber: Phisitkul *et al.*, 2019)

Artikulasi *metatarsophalangeal* Ini berkaitan dengan tulang *sessamoid* yang dihubungkan dengan ligamen *plantar (plantar plate)* (Kirby, 2017b). Sendi *metatarsophalangeal* ditutupi oleh kapsul sendi longgar yang melekat dekat dengan margin artikular dan dilapisi oleh membran *sinovial*. *Kapsul fibrosa* ini didukung oleh ligamen kolateral di setiap sisi dan *plantar plate* pada aspek plantarnya. Kapsul ini tidak dapat dipisahkan dari ligamen. Permukaan dorsal kapsul yang tipis diperkuat oleh serat dari tendon ekstensor. Terdapat tiga ligamen yang menyokong sendi *metatarsophalangeal*, yaitu ligamen *kolateral*, *plantar plate* dan *metatarsal transversal* ligamen (Ocran, 2021). *Plantar plate* merupakan ligamen yang teselip dalam *plantar aponeurosis*. *Plantar plate* ini menjadi komponen sentral dari *plantar aponeurosis* dan secara fungsional dianggap sebagai perpanjangan dari distal *plantar aponeurosis*.

*Metatarsal I* berartikulasi dengan *cuneiform medial* dan dasar *metatarsal* kedua. Sendi *metatarsocuneiform* adalah penyatuan stabil yang memiliki ligamen plantar tebal yang bekerja untuk membentengi *arcus longitudinal medial*. *Metatarsal I* yang berartikulasi dengan *cuneiform* medial disebut sinar pertama (*first ray*). *Metatarsocuneiform* bergerak bersama sebagai kesatuan segmen *arcus*, namun *metatarsal* kedua terpisah dari segmen ini (Glasoe, Nuckley and Ludwig, 2010).

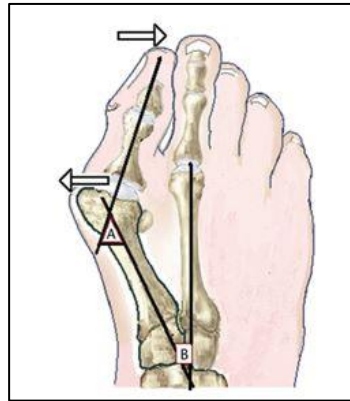
Gerakan fleksi pada sendi *metatarsophalangeal* merupakan fungsi dari otot *fleksor hallucis longus*, *fleksor hallucis brevis* dan otot *adduktor hallucis*. Gerakan ekstensi didukung oleh otot ekstensor *hallucis longus*. Adduksi

*metatarsophalangeal* merupakan fungsi otot *adduktor hallucis* dan abduksi oleh otot *abduktor hallucis* (Ocran, 2021). Pada umumnya ketidakseimbangan pada otot-otot ekstrinsik dan intrinsik kaki serta keterlibatan ligamen menjadi penyebab terjadinya *hallux valgus* atau kejadian deviasi *metatarsophalangeal I* ke arah medial. Ketegangan yang diciptakan oleh *peroneus longus lateral*, dan otot *abductor hallucis medial* memengaruhi keselarasan normal dari *metatarsophalangeal I*.



**Gambar 2. 8.** Anatomi deviasi *metatarsophalangeal I*  
(Sumber:Greene and Netter, 2006)

Peningkatan tekanan di sekitar caput *metatarsal I* akan mengubah *metatarsal* ke medial-dorsal. Tekanan ini meningkatkan deviasi *metatarsophalangeal I*. Saat tekanan ini menggerakkan *metatarsal* ke medial dan *hallux* ke lateral, ligamen sekitar dan kapsul medial akan menegang dan dapat menyebabkan ruptur pada ligamen (Kuhn and Alvi, 2021). Ketidaksesuaian tekanan kontak mengakibatkan lesi berkembang di tulang rawan *articular*. Tulang rawan akan terkikis dan mengubah sudut *metatarsophalangeal I* ke arah medial. Struktur bagian lateral yaitu otot *adduktor hallucis* dan ligamen kapsul sendi *kolateral* akan memperburuk deformitas *metatarsophalangeal I*. Ini, akibat ketidakstabilan struktur bagian medial (Kuhn and Alvi, 2021).



**Gambar 2. 9.** Arah deviasi *metatarsophalangeal I*  
(Sumber: Glasoe, Nuckley and Ludewig, 2010)

### 2.3.2. Fisiologi *Metatarsophalangeal I*

*Metatarsophalangeal I* merupakan sendi synovial, dimana caput metatarsal pertama yang konveks berartikulasi dengan bagian konkaf dari phalanges pertama (Finney *et al.*, 2017). Sendi *metatarsophalangeal I* merupakan sendi yang bertanggung jawab dalam stabilisasi pada posisi *weight bearing*, utamanya dalam mekanisme *windlass*. Sendi *metatarsophalangeal I* menjadi salah satu titik *tripod foot* yang berperan dalam pendistribusian berat badan secara merata untuk memberikan stabilisasi pada kaki (Finney *et al.*, 2017). Pada aspek plantar dari *metatarsophalangeal I* terdapat *plantar plates*. *Plantar plates* merupakan jaringan ikat tebal yang memiliki perlekatan pada aspek distal *plantar fascia*. Adapun otot yang melekat pada *plantar plates*, yaitu *fleksor digitorum longus* dan *fleksor digitorum brevis*. Selain kedua otot ini, terdapat otot *adductor hallucis* yang melekat pada sisi medial dari *plantar metatarsophalangeal I* (Greene and Netter, 2006).

### 2.3.3. Etiologi Deviasi *Metatarsophalangeal I*

Deviasi *metatarsophalangeal I* tidak diketahui penyebab pastinya, namun terdapat beberapa faktor eksternal dan internal yang berkontribusi memicu deviasi *metatarsophalangeal I*. Adapun faktor eksternal dan internal yang dimaksudkan sebagai berikut:



a. Faktor Eksternal

Sepatu ketat atau tidak pas (bagian depan sempit) dan sepatu hak tinggi lebih dari lima jam perhari memicu deviasi *metatarsophalangeal I*. Prevalensi deviasi *metatarsophalangeal I* paling tinggi pada perempuan, sedangkan pada laki-laki deviasi *metatarsophalangeal I* ditemukan pada pengguna alas kaki pada umumnya (Munteanu *et al.*, 2017; Kuhn and Alvi, 2021).

b. Faktor Internal

- 1) Genetik, sekitar 58-60% melaporkan riwayat keluarga mengalami *hallux valgus* (Munteanu *et al.*, 2017)
- 2) *Tightness* pada *gastrocnemius* dan *gastrocnemius equinus* merupakan faktor pemicu deviasi *metatarsophalangeal I*. Terdapat hubungan anatomis dan biomekanik antara *gastrocnemius* dengan *hallux*, yaitu tendon *achilles*, *calcaneus*, *plantar aponeurosis*, *plantar plate*, dan *sessamoid*. *Tightness* pada *gastrocnemius* memberikan gaya deformasi pada *hallux* (Barouk, 2014).
- 3) Kondisi rematik tertentu seperti *arthritis gout*, *arthritis psoriatik*, dan penelitian menunjukkan bahwa *arthritis reumatoid* membuat pasien rentan terhadap deformitas *hallux valgus*.
- 4) ketidakseimbangan otot kaki karena kondisi seperti *stroke*, *cerebral palsy*, atau *myelomeningocele* juga dapat menyebabkan deformitas *hallux valgus* (Barouk, 2014).

#### 2.3.4. Pengukuran dan Interpretasi Sudut *Metatarsophalangeal I*

Penyimpangan *metatarsophalangeal I* ke arah adduksi diukur menggunakan goniometer dengan parameter *hallux valgus angle*. Adapun reliabilitas berdasarkan dua pengamat yang mengukur sudut *hallux valgus* dan sudut *intermetatarsal* menggunakan goniometer sangat baik dan baik masing-masing ICC 0,913 dan 0,821 (Hegazy *et al.*, 2021).

**Tabel 2.4.** Parameter goniometer

| Kategori             | Parameter | Interpretasi |
|----------------------|-----------|--------------|
| Normal               | <15°      | Normal       |
| <i>Hallux valgus</i> | 15-20°    | Ringan       |
|                      | 21-40°    | Sedang       |
|                      | >40°      | Berat        |

Sumber: Piqué-Vidal et al., 2006

#### **2.4. Tinjauan Umum tentang Hubungan antara Sudut *Metatarsophalangeal I* dengan *Arcus Longitudinal Medial***

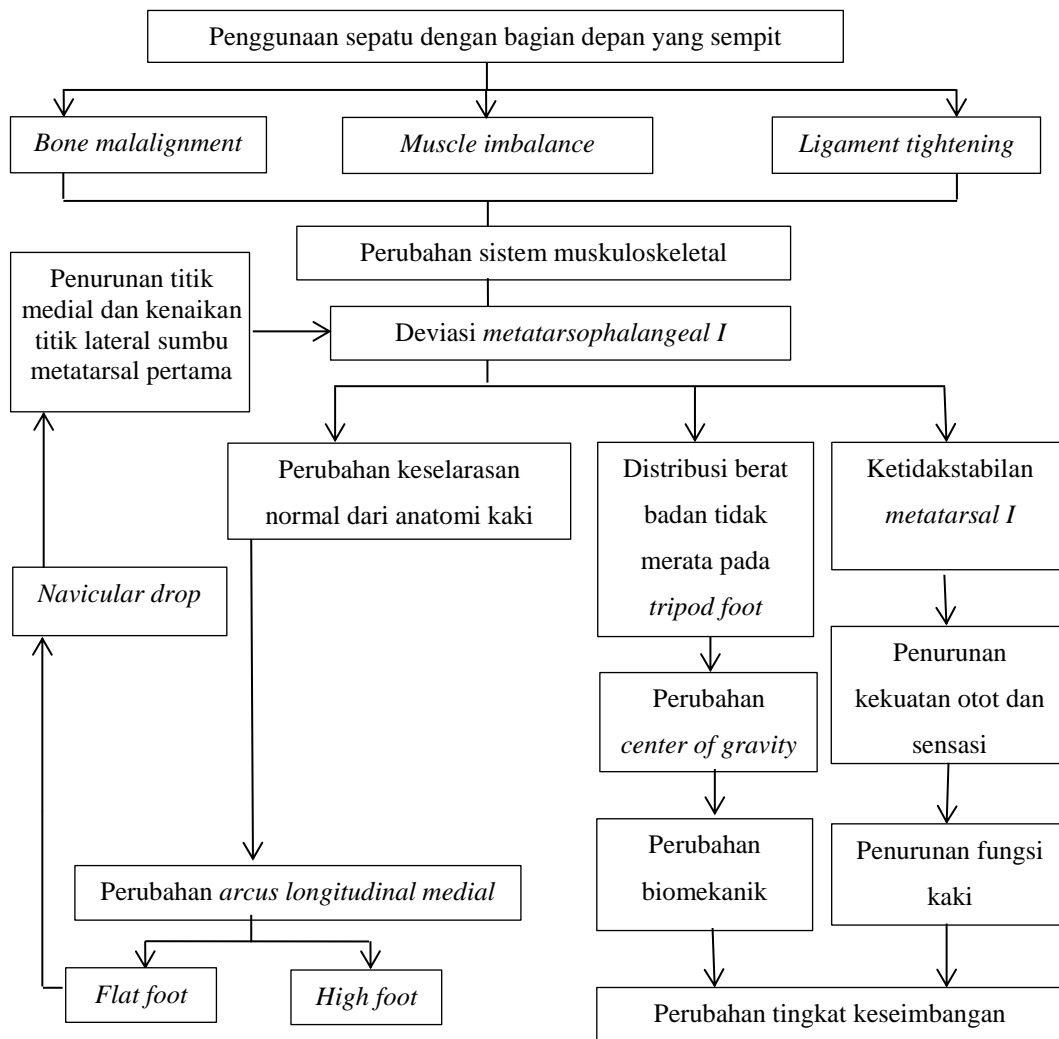
Deviasi dari *metatarsal I* menunjukkan penyimpangan sudut pada *metatarsophalangeal I* ke arah adduksi. Kelainan bentuk ini memengaruhi keselarasan normal, sehingga deformitas bentuk yang makin berat akan memengaruhi anatomi yang terhubung dengan *metatarsophalangeal I* (Glasoe, Nuckley and Ludewig, 2010). *Flat foot* juga dapat tampak pada orang dengan deviasi *metatarsophalangeal I*. Penelitian oleh Atbasi *et al*, menunjukkan bukti yang kuat terkait hubungan yang signifikan antara *flat foot* dengan kejadian *hallux valgus* pada orang dewasa. Penelitian tersebut menyatakan bahwa *flat foot* merupakan salah satu etiologi dari *hallux valgus* (Atbasi *et al.*, 2020). *Flat foot* pada saat posisi menanggung berat badan dapat mengubah orientasi sumbu *metatarsophalangeal I*. Dimana *arcus longitudinal* yang rata di bawah beban tubuh menjadikan *navicular drop*. Penurunan tajam pada posisi *navicular* akan menurunkan titik paling medial dan menaikkan titik lateral dari sumbu *metatarsal I* (Glasoe, Nuckley and Ludewig, 2010). Penelitian lain oleh Cheney *et al* (2017), mendukung adanya keterkaitan *flat foot* dengan deviasi *metatarsophalangeal I*, bahwa semakin parahnya *flat foot* akan diikuti dengan bunion yang semakin memburuk pada *hallux valgus* yang ditinjau dari sudut *metatarsophalangeal I*.

## 2.5. Tinjauan Umum tentang Hubungan antara Sudut *Metatarsophalangeal I* dengan Tingkat Keseimbangan Dinamis

Kaki sebagai satu-satunya sumber kontak langsung dengan tanah selama tugas menahan beban, kaki berkontribusi pada pemeliharaan stabilitas dalam dua cara utama, yaitu dengan memberikan dukungan mekanis untuk tubuh melalui *osteoligamentous* dari *arcus* kaki dan fungsi terkoordinasi dari otot tungkai bawah. Selain itu, dengan penyediaan informasi sensorik mengenai posisi tubuh dari mekanoreseptor taktil plantar (Menz, Morris and Lord, 2005). Oleh karena itu, defisit pada kaki, seperti postur, kelenturan, kekuatan, dan sensasi mengganggu fungsi kaki sebagai pemelihara stabilitas, sehingga menjadi predisposisi hilangnya keseimbangan.

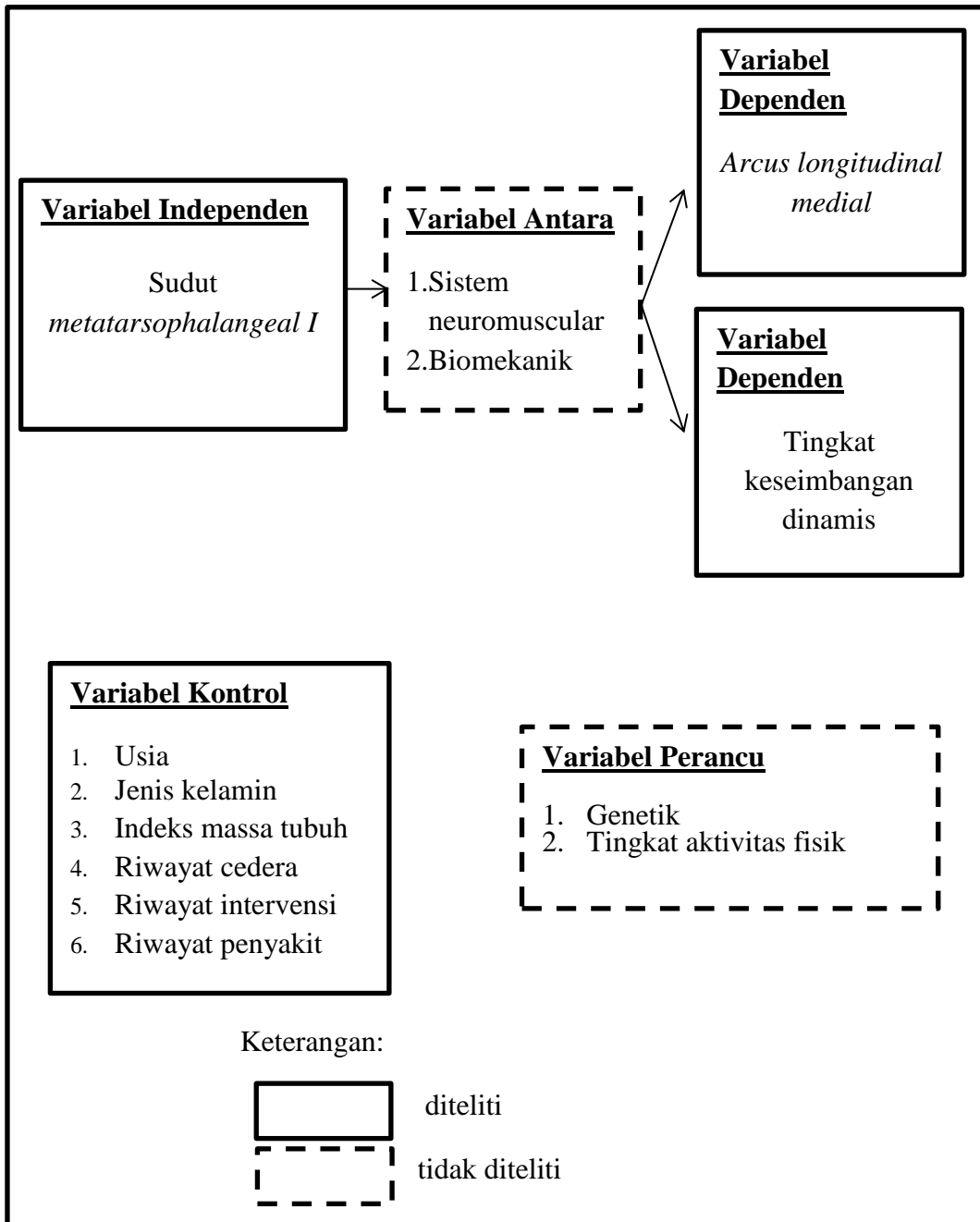
Deviasi *metatarsophalangeal I* berupa adduksi seperti yang tampak pada *hallux valgus* dapat membuat *metatarsal I* tidak stabil (Glasoe, Nuckley and Ludewig, 2010). Ketidakstabilan *metatarsal I* akan berefek pada kekuatan, sensasi, dan fungsi kaki (Barbee *et al.*, 2020). Penurunan fungsi jari kaki dapat berefek pada tingkat keseimbangan dinamis (Yoshimoto *et al.*, 2017). Penelitian sebelumnya oleh Yoshimoto *et al.*, menunjukkan adanya sedikit pengaruh kekuatan fleksi jari kaki dan nyeri pada *hallux valgus* dengan kemampuan keseimbangan dinamis yang diamati melalui *timed up and go test* (TUG-T). Penelitian lain oleh Menz and Lord dalam literature review Barbee *et al* (2020), menunjukkan adanya hubungan sudut *hallux valgus* pada kinerja dengan *sit to stand*, melakukan loncatan bergantian, dan stabilitas yang terkoordinasi. Terdapat penelitian lain yang menunjukkan tidak adanya hubungan deviasi *metatarsophalangeal I* dengan tingkat keseimbangan dinamis dan resiko jatuh (Mickle *et al.*, 2011; Kavlak, 2015).

## 2.6. Kerangka Teori



**BAB 3**  
**KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS**

**3.1. Kerangka Konsep**



### **3.2. Hipotesis**

Berdasarkan rumusan masalah, maka terdapat hipotesis, yaitu ada hubungan antara sudut *metatarsophalangeal I* dengan *arcus longitudinal medial* dan tingkat keseimbangan dinamis pada pegawai wanita di Kantor Bupati Gowa.