

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lengkung longitudinal medial atau yang disebut juga dengan arcus longitudinal medial (ALM) merupakan lengkung kaki terbesar dan memiliki peranan penting secara klinis (Y.-W. Chang *et al.*, 2010). Strukturnya yang lengkap yang dibentuk oleh tulang, ligament, dan tendon, membuat lengkung ini berperan dalam membantu menahan berat tubuh baik saat berdiri atau berjalan. Lengkung longitudinal medial berfungsi sebagai peredam kejut, transfer energi dan menambah elastisitas dan fleksibilitas kaki selama beraktivitas (Nielsen *et al.*, 2009; Nilsson *et al.*, 2012; Zuil-Escobar *et al.*, 2018). Sehingga struktur dan gerakan lengkung longitudinal medial sangat penting bagi kesejahteraan dan fungsi kaki yang optimal (Nilsson *et al.*, 2012).

Diketahui tiga bentuk lengkung longitudinal medial yaitu Lengkung normal, lengkung datar, dan lengkung tinggi. Lengkung datar dan lengkung tinggi sering menjadi masalah dalam praktek ortopedi dan merupakan faktor predisposisi cedera pada ekstremitas bawah (Queen *et al.*, 2007; Zuil-Escobar *et al.*, 2018). Hasil penelitian melaporkan bahwa 60% dari populasi memiliki lengkung normal, 20% anak memiliki lengkung kaki tinggi dan sisanya 20% dengan lengkung longitudinal medial datar (Subotnick, 1985). Peninggian atau pengurangan lengkung longitudinal medial berdampak pada fungsi kaki dan pengembangan patalogi muskuloskeletal, sehingga menyebabkan efek negatif pada kehidupan (Kaufman *et al.*, 1993). Disamping itu, perubahan ketinggian lengkung longitudinal medial juga dapat mengubah tekanan distribusi plantar, mempengaruhi penyerapan gaya, aktivitas otot, stabilitas dan gaya berjalan (Zuil-Escobar *et al.*, 2018).

Evaluasi tinggi lengkung longitudinal medial penting baik dalam praktek klinis dan penelitian. Sehingga diperlukan suatu standar baku dalam pengukuran dan penentuan bentuk lengkung longitudinal medial. Terdapat variasi yang luas dengan teknik yang berbeda dalam metode yang digunakan untuk pengukuran

lengkung longitudinal medial dan menentukan bentuk lengkung longitudinal medial. Metode ini dibagi menjadi dua kelompok yaitu, metode tidak langsung dan langsung. Metode tidak langsung terdiri dari parameter *Footprint* dan teknik fotografi (Queen *et al.*, 2007). Metode pengukuran secara langsung dapat dilakukan dengan observasi visual, *radiographi*, *ultrasound* dan pengukuran klinis. Pengukuran observasi visual tergantung subjektivitas penilai *Radiographi* memberikan beberapa dampak dan kerugian termasuk harganya yang mahal dan paparan radiasi (Zuil-Escobar *et al.*, 2018).

Parameter *Footprint* atau analisis *Footprint* merupakan metode yang sering digunakan untuk menganalisa dan menilai bentuk lengkung longitudinal medial (Villarroya *et al.*, 2009). Terdapat banyak metode yang dapat digunakan dengan parameter *Footprint* yang diantaranya, *Footprint Index*, *Arch index (AI)*, *Staheli Index (SI)*, *Chippaux-Smirak Index (CSI)* dan *Arch Angle (AA)* (Zuil-Escobar *et al.*, 2018). Parameter *Footprint* ini didasarkan pada pengukuran luas permukaan kaki yang bersentuhan dengan tanah, sehingga akan diperoleh pengkategorian bentuk lengkung longitudinal medial (normal, tinggi dan rendah). Parameter *Footprint* dapat dilakukan baik dengan menggunakan tinta atau digital yang dapat dilakukan secara berdiri (statik) dan berjalan (dinamik) (Villarroya *et al.*, 2009).

Disamping itu, metode pengukuran sederhana lainnya yang umum dan paling banyak digunakan dalam menganalisa bentuk lengkung longitudinal medial adalah pengukuran berdasarkan ketinggian *os navicular (tuberositas os navicular)* yang disebut dengan *Brody Navicular drop TEST*. *Brody Navicular drop TEST* diperkenalkan pertama sekali oleh Brody (1982). Nilai *Brody Navicular drop TEST* yang tinggi dikaitkan dengan lengkung longitudinal medial yang rendah dan nilai *Brody Navicular drop TEST* yang rendah menyatakan lengkung longitudinal medial yang tinggi (Zuil-Escobar *et al.*, 2018).

Dari berbagai metode pengukuran yang telah digunakan oleh para ahli dalam penentuan bentuk lengkung longitudinal *Arch index* dan *Brody Navicular drop TEST* telah terbukti valid dan dapat diandalkan dalam penentuan tinggi lengkung longitudinal medial (Adhikari *et al.*, 2014). Juan Carlos dkk dalam penelitian

mengungkapkan bahwa terdapat korelasi statistik antara *Brody Navicular drop test* dengan *Footprint*. Kedua metode ini sangat praktis, mudah dan sederhana. Namun, *Arch index* memiliki kekurangan diantaranya kesulitan dalam interpretasi serta dapat terjadi ketidaktepatan pengukuran (Zuil-Escobar *et al.*, 2018). Disamping itu, beberapa peneliti berpendapat bahwa *Footprint* bukanlah indikator yang baik untuk penentuan jenis lengkung longitudinal medial (Villarroya *et al.*, 2009). Sehingga *Brody Navicular drop test* menjadi metode yang paling banyak dan umum digunakan dalam menganalisa bentuk lengkung longitudinal medial. Hal ini karena Ketinggian os navicular penting dalam menjaga integritas lengkung longitudinal medial karena terletak di sisi medial os tarsus, yaitu antara os talus dibelakang dan os cuneiform di depan. Selain itu, *Brody Navicular drop test* tidak memperhitungkan pengaruh ukuran kaki yang dapat menyebabkan salah interpretasi (Adhikari *et al.*, 2014).

Berdasarkan penjelasan di atas peneliti ingin mengetahui perbedaan tinggi lengkung longitudinal medial yang diukur dengan parameter *Footprint* dengan *Brody Navicular drop test*. Sampel dalam penelitian ini adalah mahasiswa FK UISU karena mahasiswa FK UISU rata-rata berusia 18-22 tahun. Secara kategori usia pertumbuhan mahasiswa FK UISU termasuk golongan dewasa muda. Proses ossifikasi pada usia ini telah terhenti sehingga tidak memungkinkan adanya pertumbuhan tulang. Sehingga proses pembentukan lengkung longitudinal medial telah terbentuk sempurna. Disamping itu pada survey awal secara observasi saya perhatikan bahwa mahasiswa FK UISU memiliki variasi dari tinggi dan bentuk lengkung longitudinal medial. Sehingga Fakultas FK UISU menjadi lokasi penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat perbedaan tinggi lengkung longitudinal medial yang diukur dengan *Arch index* dan *Brody Navicular drop test*.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui perbedaan tinggi lengkung longitudinal medial yang diukur dengan *Arch index* dan *Brody Navicular drop test*.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui rata-rata tinggi lengkung longitudinal pada mahasiswa laki-laki dan perempuan yang diukur dengan *Arch index* dan *Brody Navicular drop test*.
2. Mengetahui bentuk lengkung longitudinal medial pada mahasiswa dan mahasiswi Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sumatera Utara yang diukur dengan parameter *Arch index* dan *Brody Navicular drop test*.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat bagi bidang Pendidikan dan penelitian

Penelitian ini hasilnya diharapkan dapat memberikan dan menambah pengetahuan dalam bidang anatomi mengenai Analisa perbedaan lengkung longitudinal medial yang diukur secara langsung dan menggunakan *Footprint* pada mahasiswa mahasiswi Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sumatera Utara dan juga dapat menjadi bahan informasi bagi penelitian selanjutnya.

1.4.2 Manfaat bagi praktisi dan masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi tentang mengenali perbedaan antara pengukuran langsung dan *Footprint*. Menambahkan pengetahuan tentang berbagai macam pengukuran terhadap kaki

BAB II

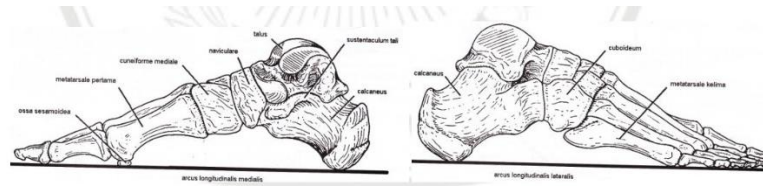
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lengkung kaki

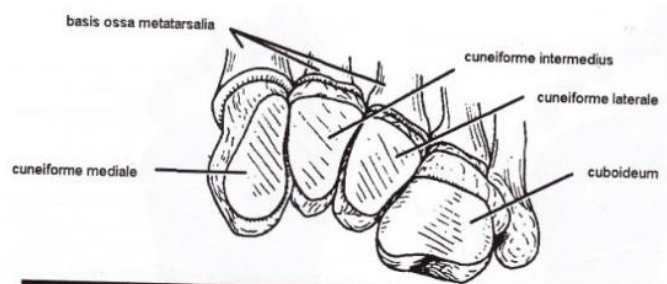
Midfoot membentuk lengkung kaki atau disebut dengan arcus pedis. Lengkung kaki berfungsi sebagai *fleksibilitas* dan *stabilitas*, berkontribusi sebagai mekanisme penggerak saat berjalan, penopang distribusi berat badan yaitu untuk menghindari guncangan saat berjalan, menghasilkan energi, dan sebagai pelindung permukaan kaki terhadap pijakan yang tidak rata (Birinci & Demirbas, 2017). Lengkung kaki memiliki fungsi sebagai penopang untuk menghindari guncangan saat berjalan. Lengkungan *fleksibel* pada kaki dapat menyesuaikan diri pada permukaan pijakan yang tidak rata.

Secara anatomi lengkung kaki terbagi atas 3, yaitu lengkung longitudinal medial, lengkung longitudinal lateral, dan lengkung longitudinal transversal. Lengkung longitudinal merupakan lengkungan yang besar dan memiliki makna penting secara klinis. Pada penelitian ini penulis lebih memfokuskan pada lengkung longitudinal medial (Gwani *et al.*, 2017).

Lengkung longitudinal terdiri dari lengkung longitudinal medial di sisi medial, lengkung longitudinal lateral di sisi lateral kaki, dan lengkung longitudinal transversal. Lengkungan medial terdiri dari kalkaneus, talus, navicular, tiga cuneiform dan tiga metatarsal pertama. Lengkungan medial lebih tinggi di atas tanah dibandingkan dengan lengkungan lateral dan transversal karena orientasi komponen kerangkanya. Lengkungan lateral terdiri dari kalkaneus, kubus, dan lateral dua metatarsal. Ini lebih rendah dari lengkungan medial dan pada lengkung longitudinal lateral, telapak kaki langsung menginjak tanah. Namun demikian, ia memainkan peran penting dalam memberikan dukungan karena berat badan didistribusikan ke lengkung longitudinal medial dan lateral selama penggerak. Lengkung longitudinal transversal melintasi dari medial yang lebih tinggi ke sisi lateral yang lebih rendah dari daerah tarsometatarsal kaki. Ini terdiri dari tiga cuneiform, cuboid proximal, dan lima metatarsal secara distal (Gwani *et al.*, 2017).



Gambar 2. 1 Gambaran arcus longitudinal medial dan lateral



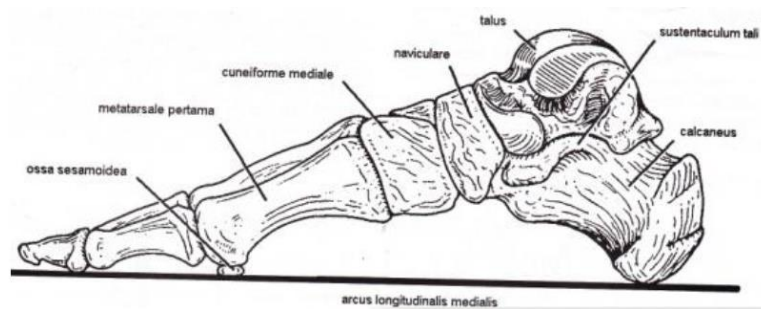
Gambar 2. 2 Gambaran *arcus longitudinalis transversal*

2.1.1 Lengkung Longitudinal medial

Lengkung longitudinal medial terbentuk dari calcaneus, talus, Os Naviculare, Os cuneiforme mediale, Os cuneiforme intermedium, Os Cuneiforme Laterale, dan ketiga Os metatarsalia pertama. Pada puncak lengkungan kaki terdapat talus atau sering disebut sebagai keystone atau pusat dari lengkungan kaki ini. Pada kaki akan terbentuknya lengkungan mengarah kedalam dan secara normal bagian lengkungan ini tidak akan menyentuh tanah. Lengkungan pada kaki ini berfungsi untuk menahan berat badan diantara tumit dan telapak kaki selama berdiri maupun berjalan (S. Snell, 2014).

Lengkungan kaki pada setiap orang berbeda-beda sesuai dengan postur tubuh. Sejak lahir manusia tidak memiliki lengkungan kaki sama sekali, lengkungan kaki tersebut akan berkembang seiring dengan pertumbuhan atau bertambahnya usia. Normalnya lengkungan ini akan tumbuh pada saat usia menginjak 7 sampai 10 tahun. Terdapat juga manusia yang tidak memiliki lengkungan kaki walaupun usia

mereka sudah diatas 10 tahun. Hal tersebut berkaitan dengan postur tubuh mereka, berat badan dapat mempengaruhi lengkungan pada kaki. Setiap kegagalan formasi lengkungan kaki berkaitan dengan jenis kegiatan sehari-hari dan durasi penggunaan kaki, misalnya seorang atlet pelari yang menggunakan kaki mereka untuk Latihan maupun perlombaan. Sehingga penggunaan kaki yang sering yang akan menyebabkan inflamasi pada tulang, sendi, dan tendon (S. Snell, 2014)



Gambar 2. 3 Lengkung longitudinal medial

2.2 Klasifikasi Longitudinal medial

A. Lengkung normal

Lengkung normal atau kaki normal adalah kaki yang memiliki bentuk dan fungsi normal. kaki yang normal ini membentuk lengkungan atau sering disebut arcus pedis. Secara anatomi kaki memiliki tiga lengkungan yaitu lengkungan longitudinal medial, lengkungan longitudinal lateral, dan lengkungan longitudinal transversalis yang akan membantu kaki ini memenuhi tugasnya sebagai gaya pegas. Pada lengkungan longitudinal medial kaki akan tetap tidak menyentuh tanah, sedangkan pada lengkungan longitudinal lateral akan menyentuh tanah (S. Snell, 2014).

B. Lengkung datar

Lengkung datar adalah suatu kondisi dimana lengkungan kaki telah menghilang. Kaki datar terlihat ketika saat berdiri maupun berjalan seluruh telapak kaki akan bagian tanah. Kaki datar dapat terjadi ketika orang tersebut memiliki berat badan berlebih. Kaki datar memiliki cacat sterik, yaitu kondisi dimana valgus pada calcaneus, lengkungan longitudinal

terjadi kolaps dan kaki depan abduksi. Penyebab terjadinya Lengkung datar pada manusia yaitu: (Greisberg, 2018)

1. Bawaan karena cacat lahir atau turun temurun
2. Adanya robekan pada tendon tibialis posterior, yang disebabkan oleh aktivitas yang berlebihan
3. Obesitas
4. Trauma, seperti patah tulang pergelangan kaki biasanya terjadi karena kegagalan dalam penyambungan
5. Penyakit neuropatik
6. Penyakit radang
7. Penyakit neuromuskulas

Berdiam diri dalam waktu yang Panjang akan membawa beban lebih terutama pada orang yang memiliki berat badan berlebih atau berat badan diatas normal, ini akan membuat ligament tegang dan tulang kaki akan menyebabkan lengkung telapak kaki menjadi lengkung datar. Pekerjaan yang memiliki resiko terkena lengkung datar antara lain atlet, tentara, polisi yang rutin melakukan baris berbaris atau berdiri dalam jangka waktu yang lama.

Aktifitas fisik yang dilakukan dalam waktu yang lama akan menimbulkan kelelahan pada kaki saat melakukan aktifitas lari dan berjalan. Bentuk lengkung rata atau Lengkung datar kurang mampu bertindak sebagai tuas, dikarenakan kaki memiliki fungsi sebagai tuas atau pengungkit saat kaki akan meninggalkan pijakan. Kelengkungan kaki yang tidak normal akan berdampak pada fungsi kaki seperti, kehilangan keseimbangan, tidak stabil saat berjalan, cepat lelah, dan dapat terjadi cedera yang berlebih (Herianto & Aminoto, 2013)

Lengkung datar terbagi atas dua kategori, yaitu:

1. *Fleksibel Flatfoot* adalah suatu kondisi dimana terjadinya penurunan lengkung longitudinal medial akibat besarnya beban yang diterima

oleh kaki ketika berjalan maupun berdiri (H. W. Chang *et al.*, 2012). Perubahan ini terjadi dikarenakan ligamentum intrinstik yang hilang. *Fleksibel flatfoot* biasanya terjadi pada usia anak-anak dan akan hilang pada saat bertambah umur tetapi hal tersebut bisa saja permanent. Dampak yang ditimbulkan oleh *fleksibel flatfoot* ini dapat mengakibatkan merasa lelah saat berdiri dan berjalan, dan telapak kaki akan terasa nyeri (Benedetti *et al.*, 2011)

2. *Rigid flatfoot* adalah kondisi dimana menurunnya lengkung longitudinal medial secara permanen baik karena beban maupun ataupun tanpa beban yang diterima oleh kaki. Hal ini diakibatkan oleh kelainan bentuk tulang pada Riwayat masa lalu. *Rigid flatfoot* kemungkinan terjadi karena disfungsi *M. tibialis posterior* yang diakibatkan karena trauma, degenerasi yang diakibatkan pertambahan usia (Legault-Moore, 2012).

C. Lengkung tinggi

Lengkung tinggi atau cekung kaki adalah keadaan dimana lengkungan longitudinal lateral tidak menyentuh bagian tanah saat berjalan ataupun berdiri. Pada keadaan normal seluruh lengkung longitudinal lateral ini menyentuh tanah. Hal ini disebabkan oleh munculnya *varus calcaneus* dan adduksi kaki bagian depan sehingga lengkungan kaki terlihat lebih tinggi. Penyebab Lengkung tinggi belum diketahui saat ini (H. Jahss, 1983).

Lengkung tinggi memiliki beberapa istilah antara lain “kaki berongga” dan “high arch”. Lengkung tinggi ini merupakan kelainan multiplanar dimana memiliki abnormalitas terhadap lengkung longitudinal medial yang tinggi, tungkai belakang terbalik, adduksi kaki belakang, metatarsal pertama plantar flexi, dan ujung cakar yang bengkok pada kaki (Nole & Coletta, 2015). Penyebab lengkungan kaki berubah karena ketidakseimbangan, perkembangan otot yang tidak normal, segmen yang lebih rendah dari sumsum tulang belakang (Woźniacka *et al.*, 2013). Orang yang lengkungan kakinya tinggi lebih memiliki kemungkinan besar terjadinya kelainan kaki,

eksremitas bawah dan panggul, dan kejadian tersebut ditemukan pada 10% populasi umum.

2.3 Penentuan Bentuk Lengkung Kaki

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam menentukan bentuk lengkung kaki, metode ini dibagi menjadi 2 yaitu secara langsung dan tidak langsung.

1. Cara langsung menggunakan metode *navicular drops test*.

- *Brody's Navicular Drops test*.

Brody's Navicular Drops test dilakukan pada semua subjek dalam posisi duduk atau berdiri. Untuk responden dalam posisi duduk, lutut tertekuk hingga membentuk sudut 90^0 dan kaki menyentuh tanah. Posisi netral sendi subtalar diperoleh dengan metode palpasi (Gambar 2.4). Tuberositas navicular dipalpasi dan ditandai dengan penanda warna (Gambar 2.5). Jarak dari tuberositas navicular diukur dengan skala milimeter (Gambar 2.6). Responden diminta untuk berdiri pada saat pengukuran (Gambar 2.7). Perbedaan navicular dalam posisi duduk dan berdiri dihitung keduanya dengan bantuan alat ukur (Arulsingh *et al.*, 2015)



Gambar 2. 4 Metode palpasi untuk menjaga sendi subtalar pada posisi netral



Gambar 2. 5 Menandai lokasi tuberositas navicular



Gambar 2. 6 Pengukuran navicular dengan posisi duduk

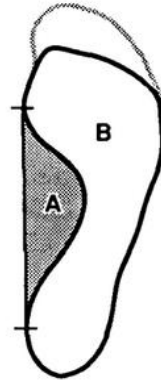


Gambar 2. 7 Ukur jarak pengukuran dalam posisi berdiri

2. Cara tidak langsung menggunakan metode *Footprint* indeks. Terdapat beberapa pengukuran *Footprint* indeks seperti *Arch (Clarke) indeks*, *chippaux-smirak indeks*, *staheli indeks*, dan *arch indeks*.

- *Footprint indeks*

Footprint indeks didefinisikan sebagai rasio non-kontak (A pada gambar) dengan area kontak (B pada gambar). Area non-kontak adalah bagian antara garis batas medial *Footprint* dan garis luar medial *Footprint*. Area kontak, seperti yang ditunjuk (gambar 2) (R. Hawes *et al.*, 2014).



Gambar 2. 8 *Footprint index (B\A)*

- *Arch (Clarke) Indeks*

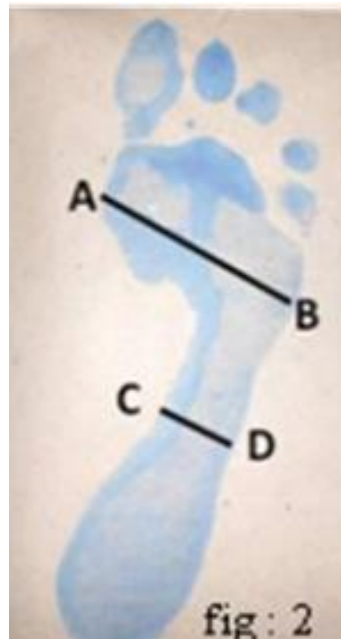
Garis A adalah sudut pada margin medial paling besar dari kaki depan dan belakang, garis B menghubungkan sisi medial kaki ke sebagian besar medial dari wilayah metatarsal (Vijayakumar *et al.*, 2016)



Gambar 2. 9 Arch (Clarke) Index ABC angle

- *Chippaux-Smirak Index*

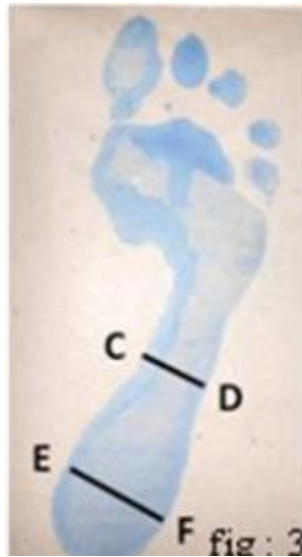
Rasio antara CD/AB , garis AB adalah *zona forefoot* yang lebih luas dan garis CD adalah lebar lebih kecil dari *midfoot* (Vijayakumar *et al.*, 2016).



Gambar 2. 10 Chippaux-Smirak Index (CD/AB)

- *Staheli index*

Rasio antara CD/EF , garis CD adalah lebar tersempit dari midfoot dan garis EF adalah zona yang lebih luas dari *hindfoot* (Vijayakumar *et al.*, 2016).



Gambar 2. 11 Staheli Index CD\EF

- *Arch index*

Arch index ini adalah rasio area jejak kaki tanpa kaki, garis yang bergabung dengan tengah jari kaki ke-2 ke titik tengah posterior paling tengah pada tumit. Dua garis tegak lurus terhadap garis ini membagi jejak kaki menjadi 3 bagian yang sama (Vijayakumar *et al.*, 2016).



Gambar 2. 12 Arch index $E/(D+E+F)$

2.3.1 Interpretasi *Brody Navicular drop TEST* dan *Footprint*

1. *Brody Navicular drop TEST*

- a. Lengkung Normal = 6-10 mm
- b. Lengkung datar = > 10 mm
- c. Lengkung tinggi = < 5 mm

2. *Footprint*

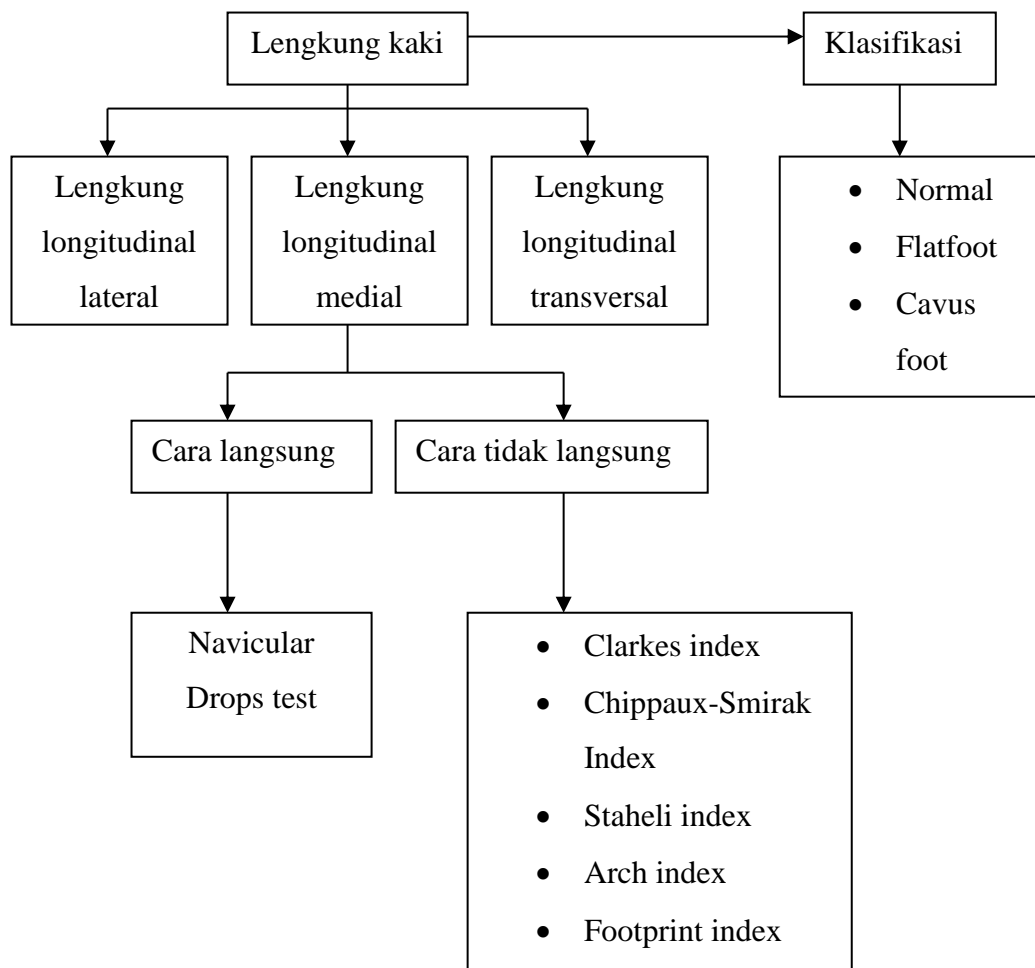
a. *The chippaux -smirak index*

- Lengkung tinggi: 0 cm
- Lengkung normal: 0,01 – 0,29 cm
- Lengkung datar: $> 0,45$ cm

b. *Arcus Index*

- Lengkung telapak kaki tinggi = $< 0,21$
- Normal = $0,22 < \text{Arcus Index} < 0,26$
- Flatfoot = $> 0,26$

2.4 Kerangka Teori Penelitian



2.5 Kerangka Konsep

