

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lengkung longitudinal medial (*arcus longitudinal medial/ALM*) merupakan bagian terpenting dari kaki (Chang YW, Hung W & Chiu YC, 2010). Berdasarkan strukturnya lengkung ini lebih tinggi dan melengkung bila dibandingkan dengan lengkung longitudinal lateral (*arcus longitudinal lateral /ALL*) dan lengkung transversalis. Secara klinis lengkung ini memiliki makna penting yaitu sebagai penopang, penyangga berat badan, dan juga pengatur gerak tubuh serta sebagai peredam kejut yang melindungi kaki dari cedera akibat benturan dan membantu mendistribusikan beban ke seluruh area kaki (ElShamy *et al.*, 2016; Ramadany & Pasaribu, 2021; Yuji Ohta, 2014).

Bentuk lengkung longitudinal medial terbagi menjadi 3 tipe yaitu, lengkung normal, lengkung tinggi (cavus foot, talipes foot, pes cavus) dan lengkung datar (flatfoot atau pes planus)(J Ilan, 2013). Seseorang dengan bentuk lengkung yang tinggi dapat mengakibatkan peningkatan risiko cedera seperti fraktur, keseleo dan lainnya. Selain itu, seseorang dengan lengkung rendah mengakibatkan peningkatan risiko kerusakan jaringan, nyeri terutama pada sendi lutut dan tulang belakang bagian bawah (Williams *et al.*, 2001).

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa kelainan bentuk lengkung longitudinal medial baik karena lengkung tinggi atau datar terkait dengan cedera ekstremitas bawah, gangguan keseimbangan, dan rasa lelah. Sehingga mengakibatkan dampak yang negatif terhadap kehidupan (H. W. Chang *et al.*, 2014; Pasaribu *et al.*, 2022; Sri Rejeki *et al.*, 2018a; Williams *et al.*, 2001).

Masalah bentuk lengkung longitudinal medial ini terjadi pada orang dewasa dengan prevalensi 70-80% dan anak-anak dengan prevalensi 30% (Pasaribu *et al.*, 2022; Pauk *et al.*, 2012). Di Indonesia, didapatkan bahwa dari 58 anak yang berusia 8-12 tahun dalam masa usia awal sekolah terdapat 28-35% anak mengalami kaki datar (Lendra & Santoso, 2009; Yasmastha & Sidarta, 2020). Hasil survey di

SD negeri coblong 2 Bandung menunjukkan bahwa sekitar 6 dari 33 anak mengalami kaki datar. Prevalensi kaki datar 54% pada anak usia 3 tahun dan 24% pada anak usia 6 tahun.

Bayi lahir dengan kondisi kaki datar yang secara progresif akan terus berkembang selama dekade pertama kehidupannya terutama pada bagian lengkungan longitudinal medial. Seiring bertambahnya usia akan terjadi perbaikan lengkung longitudinal medial yang datar menjadi normal secara konsisten (Uden et al., 2017).

Usia pra sekolah ditandai dengan perubahan perkembangan ontogenetik tinggi sehingga dianggap sebagai periode paling penting dalam pembentukan kaki. Usia ini juga merupakan periode genting dimana terjadi peningkatan resiko pembentukan cacat kaki yang sebagian besar adalah kaki datar (Puszczalowska-Lizis & Ciosek, 2017).

Pembentukan lengkung longitudinal medial terjadi pada rentang usia 2-6 tahun (Lendra & Santoso, 2009; Puszczalowska-Lizis et al., 2022; Puszczalowska-Lizis & Ciosek, 2017; Yasmasitha & Sidarta, 2020). Pada usia 6 tahun lengkung longitudinal dan transversal semakin jelas terlihat (Puszczalowska-Lizis & Ciosek, 2017).

Namun terdapat banyak perdebatan mengenai perkembangan lengkung longitudinal medial selama rentang usia 7-9 tahun. Pada rentang usia ini, beberapa peneliti menyebutkan bahwa lengkung longitudinal medial tetap stabil (Gilmour & Burns, 2001; Hollander et al., 2017; Tong & Kong, 2016). Sementara peneliti lainnya menyebutkan bahwa lengkung longitudinal medial menjadi lebih tinggi (Onodera et al., 2008; Tong & Kong, 2016).

Lengkung longitudinal medial juga dilaporkan menjadi lebih datar pada usia 7-8 tahun dan lebih tinggi pada usia 8-9 tahun (J. H. Chang et al., 2010; Tong & Kong, 2016). Kebanyakan anak akan menunjukkan perkembangan lengkung kaki normal pada usia 10 tahun (Sri Rejeki et al., 2018). Oleh karena itu masih belum dapat dipastikan sampai usia berapa lengkung longitudinal medial berhenti berkembang pada masa anak-anak. Disamping itu, saat ini tidak diketahui apakah

perkembangan lengkung longitudinal medial berbeda antara anak laki-laki dan perempuan.

1.2. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas, maka yang menjadi rumusan masalah adalah “Analisis bentuk dan indeks lengkung longitudinal medial pada anak usia pra sekolah dan sekolah”

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Menganalisis bentuk dan indeks lengkung longitudinal medial pada anak usia pra sekolah dan sekolah.

1.3.2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui bentuk lengkung longitudinal medial pada anak usia pra sekolah dan sekolah.
- b. Mengetahui rata-rata indeks lengkung longitudinal medial anak usia pra sekolah dan sekolah.
- c. Mengetahui bentuk lengkung longitudinal medial anak usia pra sekolah dan sekolah berdasarkan jenis kelamin.
- d. Mengetahui perbedaan indeks lengkung longitudinal medial pada anak usia pra sekolah dan sekolah

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1. Bagi Peneliti

Menambah pengetahuan dan wawasan tentang bentuk dan indeks lengkung longitudinal medial pada anak usia pra sekolah dan sekolah.

1.4.2. Bagi Fakultas

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat atau kontribusi yang berguna bagi sumber pengetahuan serta bisa menjadikan referensi bagi semua pihak yang memerlukan tentang bentuk dan indeks lengkung longitudinal medial pada anak usia pra sekolah dan sekolah.

BAB II

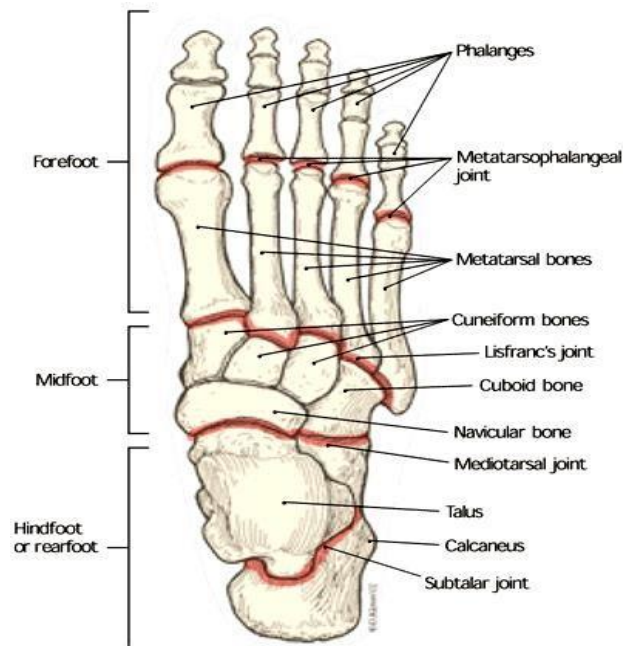
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kaki

Kaki merupakan bagian tubuh manusia yang berada di bawah sendi pergelangan kaki hingga ujung jari kaki. Kaki merupakan struktur anatomi kompleks yang terdiri dari banyak tulang, sendi, otot, ligamen, dan tendon yang bertanggung jawab atas gerakan berjalan dan kemampuan untuk dapat berdiri tegak (Ficke & Byerly, 2023). Bentuk kaki sangat bervariasi di seluruh dunia, sehingga masih belum jelas apakah dan bagaimana varian bentuk dari kaki (Schuster et al., 2024).

2.1.1. Anatomi Telapak Kaki

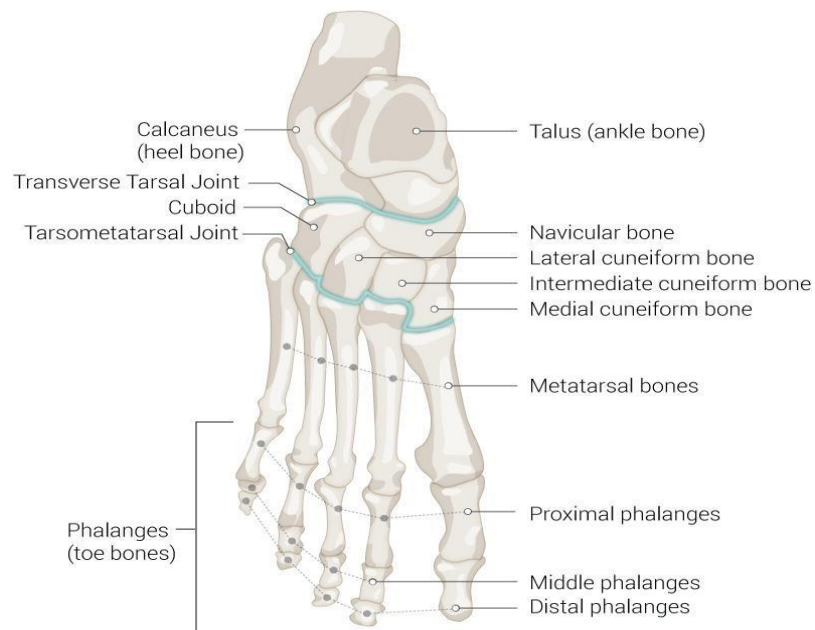
Kaki manusia terdiri dari 26 tulang dan 33 sendi yang dimana 20 dari sendi ini berartikulasi dengan aktif, serta terdiri dari ratusan tendon, ligamen, dan otot. Kaki manusia dibagi menjadi 3 bagian, yaitu *forefoot* (kaki depan), *midfoot* (kaki tengah), dan *hindfoot* (kaki belakang). *Forefoot* dibentuk oleh kelima *ossa metatarsal* dan 14 *ossa phalangea*. *Forefoot* menyesuaikan kaki dengan tanah dan merupakan bagian paling akhir dari kaki yang kontak dengan tanah selama tahap berdiri dari berjalan. *Midfoot* terdiri dari tulang *cuboid*, *navicular*, dan *cuneiform* kemudian terdiri dari 5 dari 7 tulang tarsal. *Midfoot* berperan pada stabilitas dan mobilitas, mentransmisikan gerakan dari *hindfoot* ke *forefoot*. *Hindfoot* merupakan bagian pertama pada kaki yang memulai kontak dengan tanah (MacGregor & Byerly, 2023).



Gambar 2.1 Tulang-Tulang Pada Telapak Kaki (Gore & Spencer, 2004)

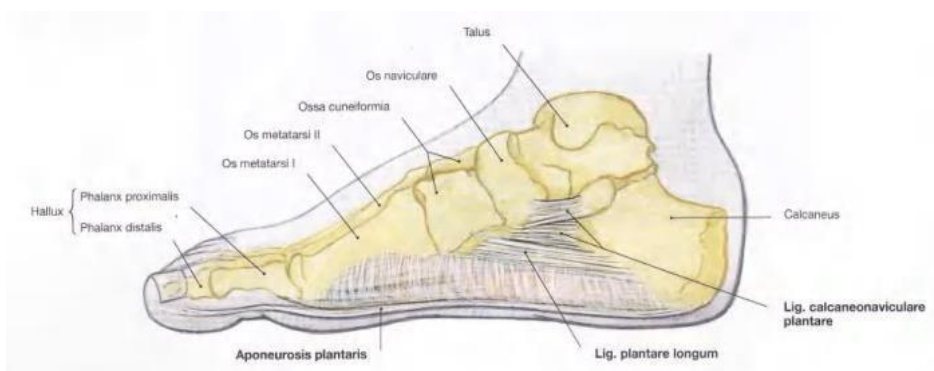
Tulang pada kaki tersusun secara kompleks pada daerah distal dari sendi (*talocruralis*), dibagi menjadi 3 regio, yaitu *talocruralis*, *metatarsus*, dan *digiti*. Tulang tarsal terdiri dari 7 buah tulang yang secara kolektif dinamakan tarsus. Tulang tarsus merupakan tulang pendek, terbuat dari jaringan tulang berbentuk jala dengan pembungkus jaringan kompak, tulang tarsus dapat mendukung berat badan saat berdiri (Drake et al., 2014).

Ossa metatarsi bersama dengan tulang tarsal membentuk *arcus plantaris*. *Arcus plantaris* ditunjang oleh otot-otot dan tendon yang terletak pada telapak kaki. Jari kaki (*Digiti*) I sampai V terbentuk dari tulang tulang-tulang panjang yang lebih pendek, yaitu phalanges. Capita ossa metatarsi terdapat pada bagian plantar, kemudian ada ossa cuneiformia, os naviculare dan talus, calcaneus, dan cuboid (Paulsen et al., 2019).



Gambar 2.2 Tulang-Tulang Arcus Plantaris (Lezak & Massel, 2023)

Ligamen-ligamen kaki secara pasif mempertahankan arcus longitudinalis kaki. Bagian ligamen ini akan aktif dengan ditunjang oleh tendo-tendo *M. tibialis posterior* dan *M. fibularis longus* serta otot-otot pendek pada telapak kaki (Paulsen et al., 2019).



Gambar 2.3 Ligamen-Ligamen Arcus Plantaris Longitudinalis (Paulsen et al., 2019)

2.1.2. Lengkung Kaki (Arcus Plantaris)

Lengkung kaki terdiri dari lengkung longitudinal medial, lengkung longitudinal lateral, dan lengkung transversal. Lengkungan ini terbentuk oleh tulang metatarsal dan tarsal serta ditopang oleh tendon dan ligamen pada kaki (Babu & Bordoni, 2022).

a. Lengkung Longitudinal Medial

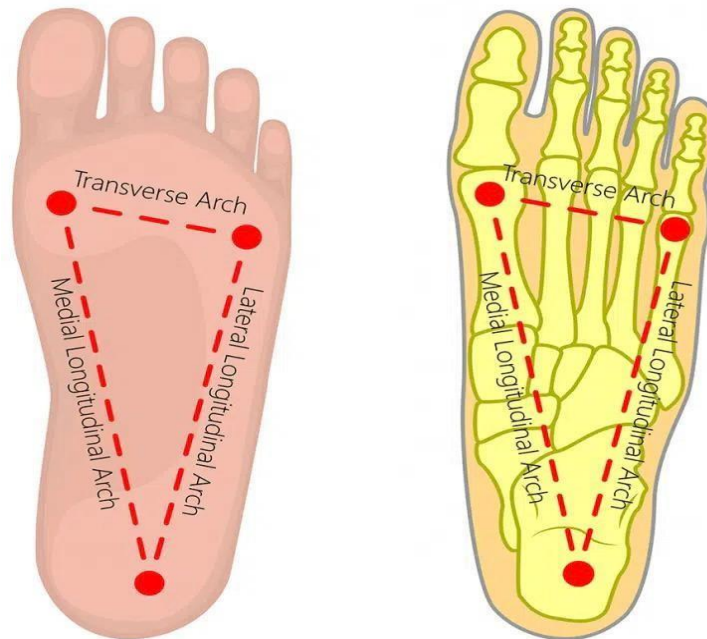
Lengkung ini dibentuk oleh struktur khusus yang dapat memungkinkan kaki berfungsi secara efektif. Lengkungan ini terdiri dari tiga tulang metatarsal pertama, tiga tulang cuneiforms, navicular, calcaneus, dan talus. Lengkung longitudinal medial dibentuk oleh 2 pilar, yaitu pilar posterior dan anterior. Lengkung medial mendapatkan penyangga dari *plantar calcaneonavicular ligament (spring ligament)*, *deltoid ligament*, *medial talocalcaneal ligament*, *talocalcaneal interosseus ligament*, *posterior tibial tendon*, dan *plantar aponeurosis*. Struktur yang sudah disebutkan tadi berfungsi menstabilkan lengkungan dan bagian tengah kaki (Babu & Bordoni, 2022).

b. Lengkung Longitudinal Lateral

Lengkung longitudinal lateral dibentuk oleh kalkaneus, kuboid, dan dua tulang metatarsal. Lengkungan ini lebih datar jika dibandingkan dengan lengkung longitudinal medial. Pada saat berjalan tepi lateral kaki menerima dan menopang berat badan sebelum lengkung longitudinal medial berperan (Drake et al., 2014).

c. Lengkung Longitudinal Transversal

Lengkung longitudinal transversal merupakan bentuk setengah lengkung dan baru akan menjadi lengkung sempurna jika kedua kaki ditaruh berdampingan. Lengkung ini dapat membuat telapak kaki tidak sepenuhnya menyentuh tanah (Widiantoro, 2013).



Gambar 2.4 Lengkung kaki (Longitudinal, Medial, Transversal)

2.1.3. Klasifikasi Lengkung Longitudinal Medial

Lengkung longitudinal medial dapat dibedakan menjadi 2, yaitu normal, dan abnormal (tinggi dan datar). Perbedaan dari lengkung ini dapat dilihat pada bagian telapak kakinya, pada lengkung yang normal akan membentuk celah antara permukaan tanah dan bagian tengah kaki saat berdiri sehingga dapat membantu mendistribusikan berat badan secara merata saat berdiri maupun berjalan, dan menjadi peredam kejut (Saadah, 2019). Sedangkan Cavanagh dan Rogers membagi bentuk lengkung longitudinal medial menjadi 3 katagori berdasarkan perhitungan *arch index*, yaitu normal, tinggi, dan datar. Lengkung longitudinal medial di katakan normal jika hasil perhitungan *arch index* 0,21 - 0,28, dikatakan tinggi jika hasil perhitungan *arch index* 0 - 0,21, dikatakan datar jika hasil perhitungan *arch index* >0,28 (Menz et al., 2012).

Gangguan yang dapat terjadi pada lengkung longitudinal medial dapat berupa *pes cavus* (lengkung tinggi) dan *pes planus* (lengkung datar). Pada kondisi lengkung tinggi dapat menyebabkan tumpuan berada di tumit dan bagian depan kaki sehingga terjadi gangguan keseimbangan akibat distribusi berat yang tidak merata. Dan ada lengkung datar yang menjadikan lengkung longitudinal medial

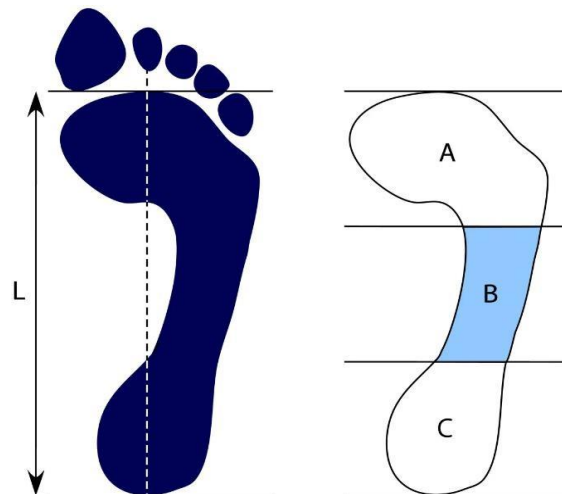
datar atau hampir tidak ada, menyebabkan kaki sepenuhnya atau hampir sepenuhnya menyentuh tanah sehingga membuat kaki maupun pergelangan kaki terasa nyeri (Saadah, 2019).

2.1.4. Cara Penentuan Lengkung Longitudinal Medial Indeks Lengkung Kaki (Cavanagh dan Rogers)

Pada tahun 1987, Cavanagh dan Rogers mengembangkan *Arch Index* (AI) yang merepresentasikan rasio luas dari sepertiga tengah telapak kaki yang relatif terhadap total luas yang tidak termasuk jari kaki (Menz et al., 2012). Pengukuran menggunakan metode ini lebih sederhana, tetapi tidak memperhitungkan bagaimana kaki saat berjalan atau berlari.

Skor AI dimulai dari rentang 0 hingga 0,39 yang dibagi menjadi 3 kategori, yaitu :

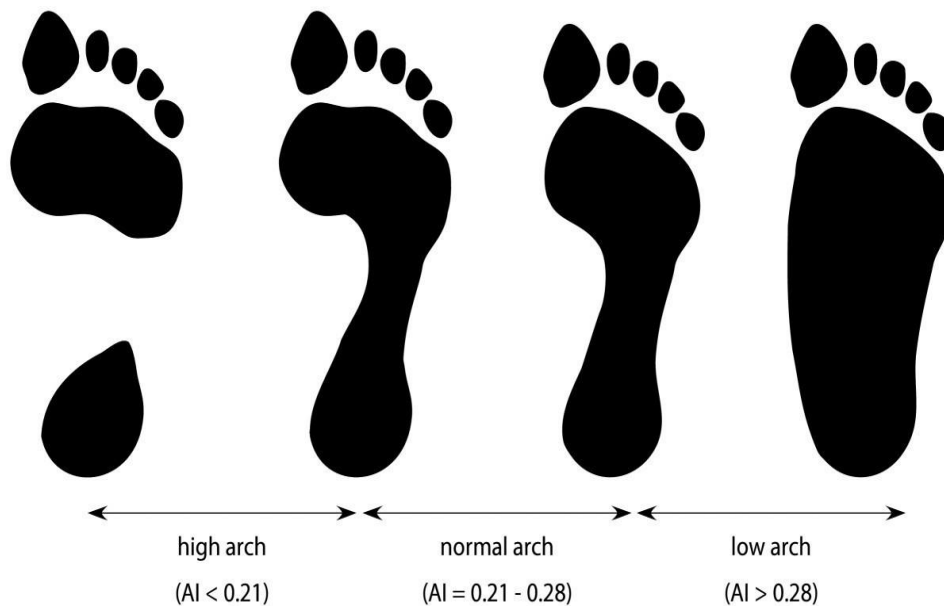
- a. Normal (0,21 – 0,28)
- b. Tinggi (0-0,21)
- c. Datar (>0,28)



Gambar 2.5 Perhitungan *Arch Index* (AI) (Menz et al., 2012)

Perhitungan AI sendiri dapat digunakan dengan cara $(AI=B/A+B+C)$ dengan pengukuran panjang kaki yang tidak termasuk jari kaki (L) dibagi 3 sama

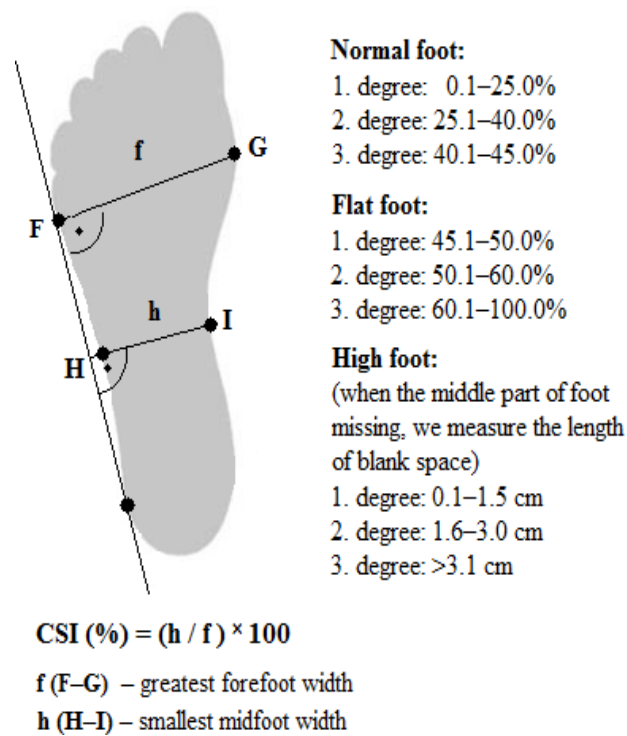
besar.



Gambar 2.6 Kategorisasi AI Visual (Menz et al., 2012)

Indeks Lengkung Kaki (Chippaux-Smirak)

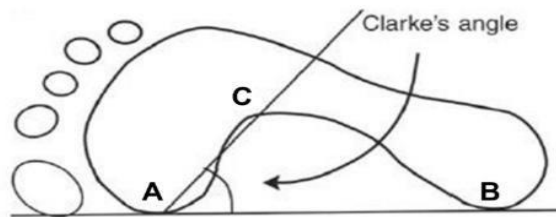
Chippaux-Smirak Index (CSI) merupakan metode penilaian pada hasil *footprint test* dengan melihat area midfoot yang ditapakkan di permukaan halus. Metode ini dapat digunakan untuk interpretasi dari *footprint* pada *arcus pedis*. *Arcus* diukur dengan membagi nilai zona midfoot (h) dengan menarik nilai garis paralel pada zona yang lebih luas dari kaki depan (f) dan mengalikannya dengan 100 persen ($h/f \times 100\%$). Maka dapat dilihat hasil derajat *flatfoot* (Banwel et al., 2018). Pengukuran dengan metode ini menghasilkan sudut yang spesifik dan lebih akurat, tetapi membutuhkan peralatan khusus seperti busur derajat dan kerumitan dalam perhitungannya.



Gambar 2.7 Metode Chippaux-Smirak Index (CSI) (Banwel et al., 2018)

Indeks Lengkung Kaki (*Clarke Angle*)

Clarke Angle (CA) dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan bantuan alat seperti pena, penggaris, dan busur derajat. Untuk melakukan perhitungan CA dilakukan penarikan garis (AB) yang menghubungkan tepi medial kepala metatarsal pertama dengan tumit, dan penarikan garis (AC) yang menghubungkan tepi medial kepala metatarsal pertama dengan titik tertinggi lengkungan longitudinal medial. Setelah didapatkan seluruh garis maka dengan bantuan busur derajat dapat dilihat hasilnya. Interpretasi normal (42° - 54°), kaki datar ringan (35° - 41°), kaki datar sedang (30° - $34,9^{\circ}$), kaki datar berat ($<30^{\circ}$), dan lengkung kaki tinggi ($>54^{\circ}$) (Hegazy et al., 2021). Pengukuran dengan metode ini sangat praktis, tetapi memiliki akurasi yang terbatas karena tidak memperhitungkan bagaimana fungsi kaki saat berlari atau berjalan.



Gambar 2.8 Clarke Angle (Hegazy et al., 2021)

2.1.5. Pertumbuhan dan Perkembangan Lengkung Longitudinal Medial

Pertumbuhan dan perkembangan lengkung kaki dan kaki bergantung pada beberapa faktor, seperti berat badan, etnis, aktivitas fisik, serta usia. Berat badan erat dikaitkan dengan penurunan tinggi lengkungan, sedangkan pada anak-anak yang lebih aktif secara fisik digambarkan memiliki peningkatan tinggi lengkungan. Terdapat beberapa pendapat yang berbeda-beda mengenai pertumbuhan dan perkembangan lengkung longitudinal medial. Terdapat pendapat yang menyatakan bentuk lengkung kaki terbentuk secara sempurna pada usia antara 7 hingga 10 tahun (Uden et al., 2017). Ada juga yang berpendapat bahwasannya lengkung pada bayi sudah ada sebelum kelahiran dan ada juga yang berpendapat bahwa lengkung longitudinal medial sudah terlihat secara klinis pada usia dua tahun (Bähler, 1986; Jani, 1986).

Awalan gaya bipedal dapat menyebabkan lengkung kaki pada anak mulai berkembang karena dengan cara ini penguatan pada ligamen dan otot mulai bertambah (Bähler, 1986; Jani, 1986). Dengan perubahan lemak pada telapak kaki yaitu lemak spitzzi mulai mengalami penurunan, sedangkan *genuvalgum hindfoot* masih ada (Fixsen, 1998).

Terdapat penelitian yang menyatakan bahwasannya pertumbuhan lengkung longitudinal medial pada laki-laki lebih lambat berkembang dibandingkan perempuan, dikarenakan laki-laki memiliki lebih banyak bantalan lemak jika dibandingkan dengan perempuan yang mengakibatkan laki-laki lebih banyak mengalami risiko terkena *flat foot* daripada perempuan (Pristianto et al., 2022).

Usia juga memiliki kaitan khususnya pada tahun-tahun pertama kehidupan, anak yang biasa menggunakan sepatu cenderung memiliki tinggi lengkung yang meningkat, yang kemudian relatif stabil setelah mencapai usia 7 tahun (Hollander et al., 2017).

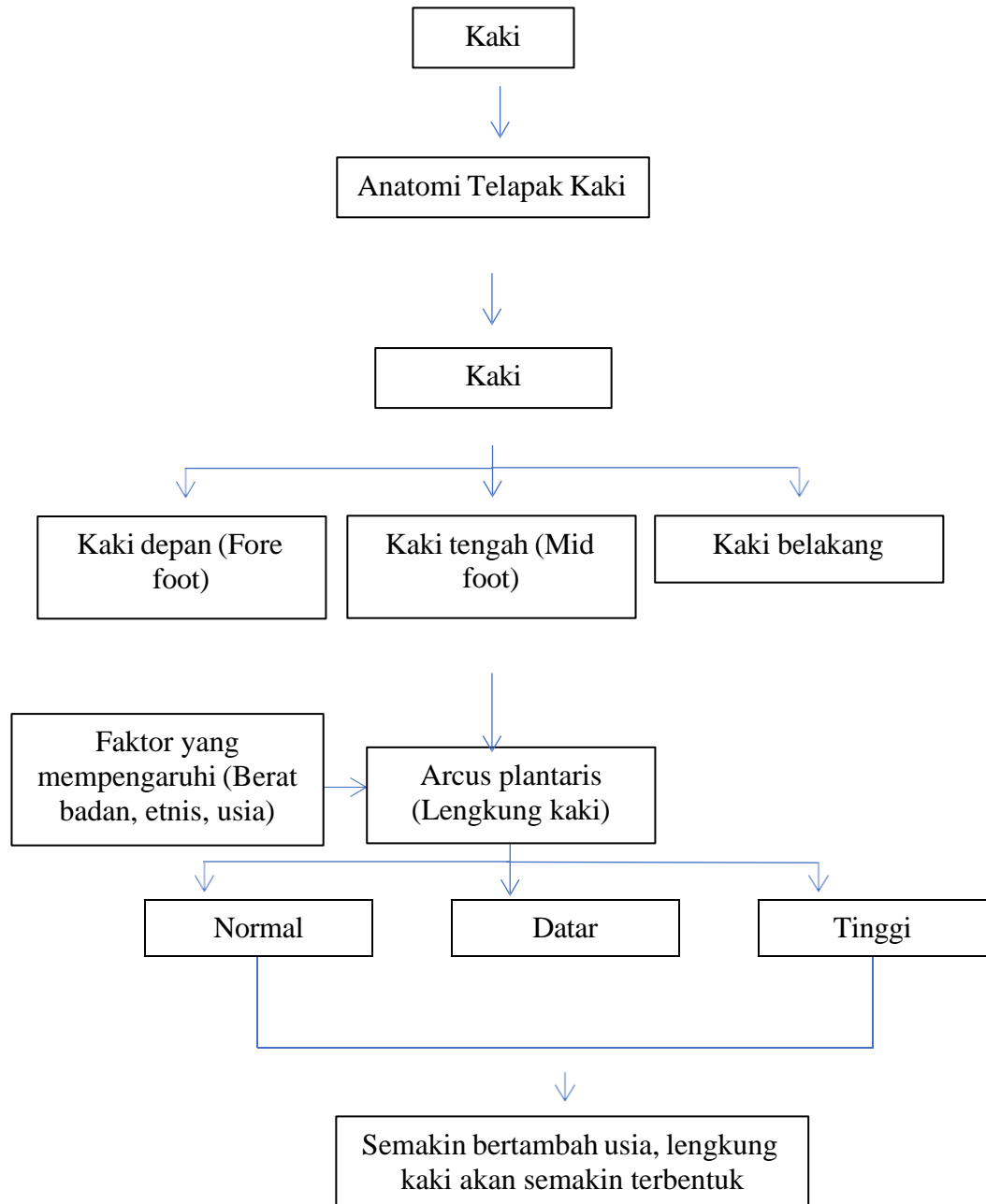
2.2. Usia pra Sekolah dan Sekolah

Menurut DeLaune dan Ladner, usia prasekolah merupakan rentang usia anak antara 3-6 tahun, pada periode ini pertumbuhan fisik melambat dan perkembangan psikososial serta kognitif. Pada usia ini anak cenderung memiliki rasa ingin tau yang besar dan mampu berkomunikasi dengan lebih baik (Mansur, 2019).

Usia pra sekolah dan sekolah merupakan kelompok rentang usia balita (1-5 tahun), anak pra sekolah (5-6 tahun), anak-anak (6-10 tahun) dan remaja (10-19 tahun) (Kemenkes, 2016). Menurut Mulyati, anak-anak rentang usia sekolah dasar berkisar antara 7 hingga 12 tahun, khususnya pada jenjang kelas awal. Menurut piaget, pada periode ini, anak berada dalam fase yang disebut tahap operasional konkret. Pada tahap ini, anak hanya dapat menggunakan kemampuan berpikirnya dalam konteks objek konkret yang memiliki sifat-sifat logis. Pada usia sekolah dasar, terjadi transisi dari pemikiran intuitif menjadi pemikiran yang lebih konkret dan terjadi pembentukan sempurna tulang pada kaki. Pusat osifikasi *epiphyseal* dan *apophyseal* berhenti pada dekade pertama kehidupan (Dinas Kependudukan dan Pencacatan Sipil, 2023).

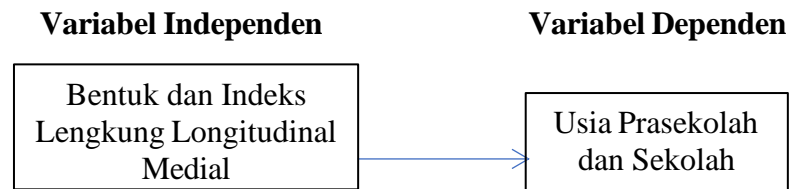
Terdapat studi yang menyatakan umumnya kaki datar ditemukan pada usia pra sekolah (3-4 tahun) yang diduga karena penggunaan alas kaki dan usia, seiring bertambahnya usia kondisi kaki datar juga semakin menurun. Seiring bertambahnya usia bentuk kaki semakin berbentuk ramping dan panjang kaki semakin meningkat (Barisch-Fritz & Mauch, 2013).

2.3. Kerangka Teori



Gambar 2.9 Kerangka Teori

2.4. Kerangka Konsep



Gambar 2.10 Kerangka Konsep

2.5. Hipotesis Penelitian

1. Ha : Terdapat perbedaan bentuk dan indeks lengkung longitudinal medial pada anak usia prasekolah dan sekolah.
2. H0 : Tidak perbedaan bentuk dan indeks lengkung longitudinal medial pada anak usia prasekolah dan sekolah.