

ARTIKEL PENELITIAN

**HUBUNGAN PANJANG TELAPAK KAKI DENGAN TINGGI LENGKUNG
LONGITUDINAL MEDIAL KAKI
(THE RELATIONSHIP BETWEEN THE FOOT LENGTH AND THE MEDIAL
LONGITUDINAL ARCH)**

Hindun Saadah

Departemen Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani

Email korespondensi : hindun.saadah@gmail .com

ABSTRAK

Kaki merupakan salah satu bagian dari tubuh yang berperan dalam aktifitas berjalan dan berdiri. Lengkung longitudinal medial (LLM) merupakan bagian dari lengkung kaki yang berperan penting dalam kedua proses diatas. Pada saat berdiri dan berjalan, LLM dapat mengalami perubahan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat hubungan panjang telapak kaki dengan tinggi LLM. Penelitian ini merupakan penelitian dengan desain penelitian potong lintang (*cross sectional*). Subjek penelitian sebanyak 59 orang mahasiswa Fakultas Kedokteran Unjani (FK Unjani) yang sebelumnya diseleksi sesuai dengan kriteria inklusi. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran panjang telapak kaki dan pengukuran tinggi lengkung longitudinal medial dengan menggunakan mistar. Hasil penelitian hubungan panjang telapak kaki dengan tinggi LLM didapatkan $p\text{ value} < 0,05$. Terdapat hubungan yang signifikan antara panjang telapak kaki dengan tinggi LLM kaki yaitu semakin panjang telapak kaki semakin rendah tinggi LLM kaki.

Kata kunci : lengkung longitudinal medial, panjang telapak kaki

ABSTRACT

Legs are one part of the body that plays role in walking and standing activities. The medial longitudinal arch (MLA) is a part of the arch that plays an important role to those process. When humans standing and walking, MLA could change. The purpose of this study is to

identify the relationship between the foot length and the MLA height. The method of this study is using cross sectional. The subjects of this research are 59 medical student in Universitas Jenderal Ahmad Yani. The students were selected through the inclusion criteria. Measurement of foot length and MLA height were using a ruler. The results showed the relationship between the foot length and the MLA height with p value < 0.05 . There is a significant relationship of foot length to the MLA height, the longer of the foot the lower of the height of the MLA.

Key words: *medial longitudinal arch, length of the feet*

PENDAHULUAN

Kaki berfungsi sebagai penopang tubuh pada saat berdiri maupun berjalan. Berdiri dan berjalan merupakan salah satu kegiatan yang sangat penting dalam melaksanakan aktifitas sehari-hari. Struktur anatomi dan biomekanik yang baik sangat diperlukan dalam menunjang kedua aktifitas ini. Salah satu struktur anatomi yang berperan penting dalam menjalankan aktifitas ini adalah kaki dan lengkung kaki.¹

Kaki memiliki dua lengkung yaitu lengkung longitudinal dan lengkung transversal.¹⁻³ Lengkung longitudinal terdiri dari lengkung longitudinal medial (LLM) dan lengkung longitudinal lateral (LLL).

Panjang kaki dan lengkung kaki mempunyai karakteristik yang berbeda bergantung pada jenis kelamin, keadaan lingkungan, dan genetik. Pengukuran panjang kaki dan lengkung sangat penting terutama berguna untuk ilmu ergonomi,

desain ortostik dan ilmu forensik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Williams sebanyak 60 % memiliki LLM yang normal, 20 % memiliki lengkung tinggi (*Cavus*), sementara 20% memiliki lengkung yang rendah (*Planus*).⁴

Lengkung kaki yang rendah atau tinggi lebih berisiko terkena cedera. Kaki dengan LLM yang tinggi dapat menyebabkan trauma pada daerah femoral, tibia dan sering terjadinya stres fraktur. Sedangkan LLM yang rendah sering menyebabkan terjadinya trauma pada metatarsal. Survei yang dilakukan Depkes RI tahun 2008 menunjukkan bahwa urutan bagian tubuh yang sering mengalami nyeri pada pekerja industri adalah bagian kaki sebesar 22,7%, namun keluhan ini dapat diatasi dengan menggunakan sepatu yang ergonomis.⁵

Penelitian sebelumnya menunjukkan adanya hubungan antara lengkung longitudinal dengan lengkung

transversal,⁶ tetapi belum ada penelitian mengenai hubungan panjang kaki dengan LLM. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melihat adanya hubungan antara panjang kaki dengan tinggi LLM. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memprediksi panjang dan tinggi lengkung kaki sehingga didapatkan sepatu yang ergonomis yang sesuai dengan penggunaannya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian potong lintang (*cross sectional*). Subjek penelitian yaitu 65 orang mahasiswa FK Unjani. Kriteria inklusi subjek penelitian yaitu mempunyai indeks massa tubuh normal, mempunyai lengkung kaki yang normal serta tidak mempunyai kelainan muskuloskeletal. Semua subjek penelitian sudah mengisi dan menandatangani *informed consent* yang sudah dijelaskan oleh peneliti dan telah mendapat persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan RSUP Hasan Sadikin dengan nomor : 1001/UNG.C1.32/KEPK/PN/2017.

Pengukuran dilakukan dengan cara meminta pasien melepaskan alas kaki (sepatu atau sandal) kemudian mengukur panjang telapak kaki dengan penggaris dengan cara: subjek diminta untuk berdiri diatas kertas kemudian kaki digambar

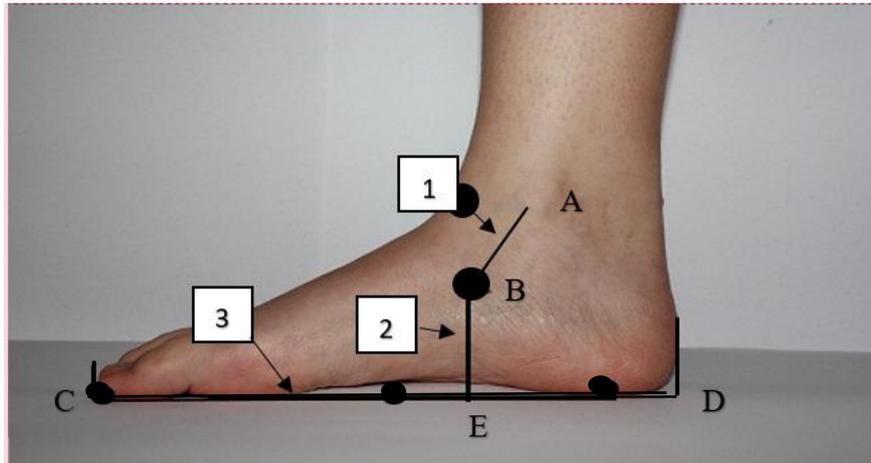
diatas kertas dari bagian belakang *calcaneus* sampai ujung jari terpanjang. Hasil gambar kaki kemudian diukur dengan menggunakan penggaris dan dicatat. Setelah itu tinggi lengkung medial kaki diukur dengan menempelkan tegak lurus penggaris kebagian lengkung medial kaki dari dasar pijakan sampai *os. Naviculare*, yaitu 1 inci dari *malleolus medialis*. Pengukuran menggunakan penggaris dan dicatat (Gambar 1). Analisis data menggunakan uji pearson jika data terdistribusi normal dan uji Spearman bila data tidak terdistribusi normal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rerata Panjang dan Tinggi Telapak Kaki Kiri Dan Kanan

Kaki dan lengkung kaki sangat berperan pada saat berjalan dan berdiri. Pada saat berdiri, kaki akan menopang seluruh berat badan. Pada saat awal mulai berjalan (*heel strike*) lengkung kaki menjadi lebih tinggi kemudian menapak (*foot flat*) untuk berinteraksi dengan tanah menjadi lebih rendah, dilanjutkan fase (*fase mid stance*) kaki meninggalkan pijakannya dengan tinggi lengkung mencapai maksimalnya. Pada saat berdiri LLM berperan dalam menahan dan menyebarkan tekanan beban tubuh keseluruh daerah telapak kaki, sehingga

lengkung kaki menjadi tertekan pada saat berdiri akibat menahan berat badan.⁷



Gambar 1. Pengukuran panjang dan tinggi lengkung

Dalam menjalankan fungsinya sebagai penopang berat badan dan lokomosi, kaki dan pergelangan kaki di dukung oleh 26 tulang ireguler, 30 sendi synovial, lebih dari 100 ligamen, dan 30 otot. Semua sendi berinteraksi secara harmonis dan menghasilkan pergerakan yang sangat halus.² Tulang yang membentuk kaki terdiri dari 26 tulang yang terdiri dari tujuh tulang *tarsal*, lima tulang *metatarsal*, dan 14 tulang *phalanges*. Tulang-tulang tersebut tersusun menjadi tiga bagian yaitu bagian kaki belakang (*hindfoot*), bagian kaki tengah (*midfoot*), dan bagian kaki depan (*forefoot*). Bagian kaki belakang terdiri dari *os calcaneus* dan *os talus*. Bagian kaki tengah terdiri dari *os cuneiforme medial*, *os cuneiforme intermedium*, *os cuneiforme lateral*, *os cuboideum*, dan *os naviculare*. Sedangkan

bagian dari kaki depan dibentuk oleh lima *os metatarsal* dan 14 *os phalanges*. Susunan ketiga bagian kaki ini yang memberikan gambaran telapak kaki.²

Hasil pengukuran rerata panjang kaki pada telapak kaki kanan dan kiri berdasarkan jenis kelamin dapat dilihat pada tabel 1. Berdasarkan tabel 1 didapatkan rerata panjang kaki kanan dan kiri pada laki-laki (25,8 cm) dan wanita (23,8 cm) hampir sama dengan rerata panjang kaki pada pada populasi Mongoloid dewasa yaitu kanan 25,4 dan kiri 25,4 cm.⁸ Tetapi hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Nadre dan Dongre di India yang menunjukkan panjang telapak kaki kiri dan kanan yaitu 27 cm.⁹ Hal ini mungkin disebabkan oleh perbedaan ras dan genetik.

Tabel 1. Rerata Panjang kaki pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Unjani

| Panjang Telapak kaki (PTK) | Wanita | Laki-laki |
|----------------------------|--------|-----------|
| PTK Kiri | 23,80 | 25,78 |
| PTK Kanan | 23,91 | 25,99 |

Tabel 2 menunjukkan tinggi lengkung medial kaki pada wanita (4,7 cm) lebih tinggi dibandingkan laki-laki (3,6 cm). LLM secara normal tidak kontak dengan tanah baik saat berjalan maupun saat berdiri. Nilsson melaporkan bahwa tinggi normal lengkung kaki medialis sekitar 15-18 mm dari permukaan dengan *os naviculare* sebagai patokan.¹⁰ Hasil

penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan di Bangladesh yang menunjukkan tinggi lengkung medial kaki yaitu 4,83 – 7,03 cm dan penelitian di Denmark 3,6 – 5,5 cm. Sedangkan hasil penelitian di USA menunjukkan angka yang hampir sama yaitu 4,1 cm. Hal ini juga disebabkan oleh perbedaan ras dan genetik.^{11,12,13}

Tabel 2. Rerata Tinggi Lengkung Kaki pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Unjani

| Tinggi Lengkung Kaki (TLK) | Wanita | Laki-laki |
|----------------------------|--------|-----------|
| TLK KIRI | 4,76 | 3,6 |
| TLK KANAN | 4,68 | 3,6 |

Berdasarkan tabel 3 didapatkan hubungan yang signifikan ($p < 0,05$) antara panjang telapak kaki dengan tinggi lengkung medial kaki baik pada laki-laki maupun pada wanita. LLM berada pada sisi medial kaki yang terbentuk oleh *os calcaneus*, *os Talus*, *os Naviculare*, tiga *os cuneiform*, dan *os metatarsal* I sampai III dan dipertahankan ligamentum *calcaneonaviculare*, dan *fascioplantaris*. Setiap tulang dihubungkan dan disupport oleh ligament pada setiap tulang penyusunnya. Tendon otot *Tibialis anterior*, tendon *Tibialis posterior* dan

tendon *Peroneus longus* merupakan tendon otot yang mempertahankan LLM. Lengkung ini lebih *mobile*, fleksibel dan lebih tinggi dibanding dengan LLL. LLM mempunyai fungsi yang signifikan sebagai *shock absorban* terutama pada saat berjalan, LLM juga mempunyai peranan yang sangat penting yaitu sebagai peredam kejutan dan proteksi terhadap trauma. Semua susunan anatomi tersebut akan membentuk dan menopang lengkung kaki secara baik kecuali pada beberapa keadaan yaitu pada keadaan dimana lengkung kaki lebih datar atau tinggi. Tipe lengkung tersebut juga

akan mempengaruhi dari tipe trauma yang akan terjadi.¹⁴

Berdasarkan tabel 4 perkiraan tinggi lengkung *medial* kaki kiri (Y) berdasarkan panjang telapak kaki kiri (X) adalah $Y = 14,863 - 0,429 X$. Perkiraan

tinggi lengkung *medial* kaki Kanan (Y) berdasarkan panjang telapak kaki Kanan (X) adalah $Y = 14,963 - 0,431 X$. Berdasarkan tabel 4 didapatkan nilai R pada kaki kiri 0,568 dan kaki kanan 0,595 dan menunjukkan korelasi yang kuat.

Tabel 3. Hubungan panjang telapak kaki dengan tinggi lengkung medial

| PTK dengan TLM | Colleration | | P Value | |
|----------------|-------------|----------|---------|--------|
| | Pria | Wanita | Pria | Wanita |
| Kiri | -0,913** | -0,330* | 0,000 | 0,010 |
| Kanan | -0,922** | -0,361** | 0,000 | 0,005 |

Tabel 4. Perkiraan tinggi lengkung medial kaki kiri dan kanan

| Kaki | N | Persamaan | *SEE | R |
|---------------|----|------------------------|--------|-------|
| KIRI KANAN | 65 | $Y = 14,863 - 0,429 X$ | 0,7476 | 0,568 |
| | 65 | $Y = 14,963 - 0,431 X$ | 0,7141 | 0,595 |

Keterangan : *SEE =standar error of estimate, X = Panjang Telapak Kaki, Y = Tinggi lengkung *medial* kaki

Panjang telapak kaki adalah ukuran dari belakang tumit sampai ujung jari terpanjang.¹⁵⁻¹⁶ Lengkung kaki (*Arcus Pedis*) adalah lengkung yang dibentuk oleh tulang dan otot pada kaki. Lengkung kaki berfungsi sebagai peredam (*shock absorban*) yang dapat mempengaruhi keseimbangan tubuh pada saat berdiri dan berjalan, mengurangi nyeri dengan mengurangi jumlah satuan luas tekanan terhadap permukaan *plantar*.¹⁷ LLM mempunyai peran penting sebagai tumpuan atau lever terutama pada saat berjalan.

Pada saat berjalan lengkung kaki akan menyesuaikan bentuknya. Berdasarkan penelitian Chang lengkung kaki dapat berubah bentuk ketika berjalan saat kaki berinteraksi dengan tanah. Pada saat berdiri kaki berperan dalam menahan dan menyebarkan tekanan beban tubuh keseluruh daerah telapak kaki.¹⁸ Lengkung kaki menjadi tertekan pada saat berdiri akibat menahan berat badan. Apabila berat beban menekan lengkung kaki dalam waktu lama saat berdiri lama, sehingga lama-kelamaan dapat menyebabkan kaki menjadi datar. Trauma pada LLM sering

diakibatkan oleh tekanan yang terus menerus, fraktur pada tulang tarsal, trauma pada tendon dan kombinasi dari ketiga kelainan diatas.¹⁹

Hasil penelitian ini dapat memprediksikan bahwa semakin panjang kaki kemungkinan tinggi lengkung akan berkurang. Hal ini dapat dilihat dari tinggi dan rendahnya salah satu tulang tarsal yang menjadi kunci dalam melihat tinggi lengkung, tulang tersebut adalah tulang *naviculare*. Salah satu indikator yang dapat dilihat dari tinggi LLM adalah *Naviculare Height* (NH). Tulang *naviculare* merupakan tulang yang menjadi patokan untuk menilai tulang LLM.²⁰ Menurut penelitian Nielsen panjang kaki dapat diasosiasikan dengan *Navicular drop* (ND) dengan panjang kaki atau ukuran kaki signifikan asosiasi dengan tinggi lengkung pada pria. Penelitian sebelumnya tentang tinggi kaki yang selalu dihubungkan dengan tulang *naviculare* yaitu adanya *naviculare drop* (ND), hal ini sangat signifikan hubungannya terhadap lengkung kaki medial. Berdasarkan penelitian Nielssen setiap penambahan satu cm panjang kaki maka dapat diperkirakan adanya peningkatan ND sebesar 0,7 mm.²¹ Penurunan *navicular* kaki (*navicullar drop*) dipengaruhi oleh panjang telapak kaki. Kaki yang tidak memiliki lengkung akan menyebabkan

timbulnya perubahan bentuk pada kaki. Keadaan LLM yang rendah dapat menyebabkan kelainan keluhan nyeri pada betis begitupun dengan lengkung kaki yang tinggi akan sangat memudahkan terjadi trauma.²² Penambahan *arch support* dapat membantu mempertahankan lengkung kaki normal terutama pada posisi berdiri lama.²³

Penggunaan sepatu akan lebih ideal dengan menggunakan sepatu dengan *insole* yang mendekati nilai normal. Hal ini akan mendukung pengguna sepatu untuk mendapatkan sepatu yang ergonomi sehingga menunjang aktifitas sehari-hari, sehingga dapat meningkatkan produktifitas kerja.²⁴ Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai langkah awal untuk mencari nilai rata-rata tinggi LLM masyarakat Indonesia sehingga berimplikasi untuk membuat sepatu yang sesuai dengan karakteristik masyarakat Indonesia.

KESIMPULAN

Terdapat hubungan yang kuat antara panjang telapak kaki dengan tinggi LLM. Berdasarkan pengukuran semakin pendek panjang kaki maka LLM akan semakin tinggi dan semakin panjang telapak kaki maka LLM akan semakin rendah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Moore KL, Agur AMR. Essential Clinical Anatomy. 3rd Ed.Lippincott William and Wilkins, 2007.
2. Hamill J, Knutzen KM. Biomechanical Basis Of Human Movement. 2nd Ed.Lippincott William and Wilkins,2006:203-23.
3. Hamilton N,Weimar W,Luttgens K.Kinesiology Scientific Basis Of Human Motion. 11th Ed.Mcgraw-Hill International Edition,2008:468-83.
4. William DS, McClay IS, Scholz JP, Hamill J, Buchanan R. High arched runner exhibit increased leg shiffnes compared to low arched runner. Gait Posture,2004:263-9.
5. Manurung G. Hubungan posisi kerja berdiri dan keluhan nyeri kaki pada karyawan bagian cutting PT. Pratama Abadi Industri.2013. Undergraduate Thesis.
6. Gwani AS, Asari MA,Ismail ZI. How the tree arches of the foot intercorrelate. Folia Morphol, 2017;76(4):682-8
7. Anderson FC, Pandy MG.Individual muscle contributions in normal walking. Gait and Posture, 2003;17:159-69.
8. Wilianto W. Algozi AM. Perkiraan Tinggi Badan Berdasarkan Panjang Telapak Kaki Pada Populasi Mongoloid Dewasa Di Indonesia. Majalah Kedokteran Forensik Indonesia,2010;12:1-4.
9. Narde AL. Dongre AP. Body Height Estimation Based on Foot Length and Foot Breadth. J Indian Acad Forensic Med,2013;35:245-8.
10. Roth S, Jotavonic Z, Maderevic T. Navicular indeks for differentiation of flatfoot from normal foot.Intl Ortho, 2013;37:1107-12
11. Nilsson MK, Friis R, Michaelsen MS, Jakobsen PA dan Nielsen RO. Classification of the height and flexibility of the mediallylongitudinal arch of the foot. Journal Foot Ankle Res,2012;5:1-5.
12. Parash MTH, Naushaba H, Rahman MA, Shimmi SC. Photographic Estimation of arch Height of Adult Bangladeshi Male. Bangladesh Journal of Anatomy,2012;10:59-62.
13. Chen SJ, Mercer J, Perczak KG. Effects of Arch Support Changes in Arch Height and Center of Pressure Under Different Foot Positions While Loading. Department of Kinesiology. www.asbweb.org/conferences/2001/pdf/160.pdf (diunduh tanggal 19 Agustus 2016).
14. William DS, McClay IS. Measurements used to characterized the foot and the medial longitudinal

- arch :reliability and validity. *Physical Therapy*,2000;80:864-71.
15. Chiroma SM, Philip J, Attah OO, Dibal NI. Comparison of the foot height, length, breadth and foot types between male and female Ga'anda people, Adamawa, Nigeria. *IOSE-JOMS*,2015;14:89-93.
 16. Hill M, Naemi R, Branthwaite H, Chockalingam N. The Relationship of arch height to foot length,possible implication for shoes design. Conference proceeding, Staffordshire University,2014
 17. Nakhee Z, et all. The Relationship between the height of medial longitudinal arch and the ankle and knee injuries in professional.J.*Foot*,2008;01:004.
 18. Chang HW, Chieh HF, Lin CJ, Su FC, Tsai MJ. The Relationships between Foot Arch Volumes and Dynamic Plantar Pressure during Midstance of Walking in Preschool Children. *Arch Volume and Foot Pressure in Children*,2014;9:1-7.
 19. De Cesar PC, Alves JA, Gomes JL. Height of foot longitudinal arches and anterior cruciate ligament injuries. *Acta Ortho Brass*,2014;22(6):312-4
 20. Nielsen RG, Rathlef M, Simon OH, Langberg H. Determination of normal value for navicular drop during walking,a new model for foot length on gender. *J.Footankleres*,2009;2:12
 21. Nilsson MK, et.all. Classification of the height and flexibility of the medial longitudinal arch of foot. *J Foot Ankle Res*,2012;5:3
 22. Murley GS, Men HB, Landorf KB. A Protocol for classifying normal and flat arches foot posture for research studies using clinical and radiographic measurement. *Foot and Ankle Res*,2009;2:22.
 23. Tochigi Y. Effect of arch supports in ankle-subtalar Complex instability: A biomechanical eksperimental study. *Foot and Ankle Int*,2003;24(8).
 24. Hill M, Naemi R, Branthwaite H, Chockalingam N. The Relationship of arch height to foot length,possible implication for shoes design. Conference proceeding, Staffordshire University,2014.