



Published: 14 10 2025

Editorial Boards

Editor in Chief



Dr. dr. Tjam Diana Samara, MKK
Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Email: dianasamara@trisakti.ac.id



Member of Editors



Dr. Magdalena Wartono, MKK
Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Email: magdalena_w@trisakti.ac.id



dr. Sisca, M.Biomed
Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Email: sisca@trisakti.ac.id



Dr. dr. Verawati Sudarma, MGizi, SpGK
Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Email: verasudarma@trisakti.ac.id



dr. Kurniasari, M.Biomed
Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Email: kurniasari@trisakti.ac.id



INSOMNIA BERHUBUNGAN DENGAN NYERI KEPALA TIPE TEGANG PADA PEKERJA KANTORAN

Firas Sulthan Hammam, Kartini Kartini
916-929



 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

HUBUNGAN JUMLAH PARITAS DAN USIA MENOPAUSE

Salsabilla Rizkiana, Laksmi Maharani
930-937



 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

HUBUNGAN KONSUMSI ALKOHOL DAN ROKOK DENGAN KEJADIAN PREMENSTRUAL SYNDROME (PMS) PADA DEWASA

Nafisa Adithya Sekar, Lily Surjadi
938-948



 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

KONSENTRASI HbA1c BERHUBUNGAN DENGAN TEKANAN DARAH PADA PASIEN DIABETES MELITUS TIPE 2

Sarah Margaretha, Magdalena Wartono
949-959



 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

HUBUNGAN STATUS BERAT BADAN LAHIR RENDAH DENGAN INSIDENSI PNEUMONIA PADA BALITA

Ardhea Eprilya Pratiwi, Fransisca Chondro
960-970



 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

FLATFOOT PADA ANAK: HUBUNGANNYA DENGAN PERKEMBANGAN ARKUS PLANTARIS DAN INDIKASI INTERVENSI

Dian Mediana, Nuryani Sidarta, Nabila Maudy Salma, Lenny Setiawati
971-985



 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

FLATFOOT PADA ANAK: HUBUNGANNYA DENGAN PERKEMBANGAN ARKUS PLANTARIS DAN INDIKASI INTERVENSI

Flatfoot in Children: Its Relationship with the Development of the Plantar Arch and Indications for Intervention

Dian Mediana^{1*}, Nuryani Sidarta¹, Nabila Maudy Salma¹, Lenny Setiawati¹

¹Departemen Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

Diterima

21 Agustus 2025

Revisi

31 Agustus 2025

Disetujui

7 September 2025

Terbit Online

14 Oktober 2025

*Penulis Koresponden:

dianmediana@trisakti.ac.id



Abstract

Flatfoot (pes planus) in children is a common condition characterized by the absence or lowering of the plantar arch. In early childhood, this condition is generally physiological due to the immature development of the plantar arch, and it usually improves with age. In Indonesia, the prevalence of flatfoot in children aged 7 to 12 years is 53.3%, with the highest rate at the age of seven at 22%. However, in some children, flatfoot may persist or present with symptoms that require medical attention. The aim of this article was to review the anatomical development of the plantar arch in children, identify factors contributing to flatfoot, and describe clinical indications for medical or orthopedic intervention. This article is based on a narrative literature review conducted through searches in PubMed, Scopus, and Google Scholar databases, covering publications from the last 10 years. Keywords used included "flatfoot in children," "arch development," and "pediatric pes planus." Thirty articles that meet the inclusion and exclusion criteria were selected. The review found that the development of the plantar arch is influenced by intrinsic factors (genetics, ligamentous laxity, obesity, neuromuscular conditions) and extrinsic factors (physical activity, footwear type, walking surface). Most pediatric flatfoot cases are asymptomatic and resolve spontaneously between the ages of 6–10 years. Intervention is required in cases with pain, functional limitations, progressive deformity, or structural abnormalities. Understanding the mechanisms of plantar arch development and associated risk factors is essential for healthcare providers to determine appropriate management strategies.

Keywords: flatfoot, children, plantar arch, foot development, intervention

Abstrak

Flatfoot (pes planus) pada anak merupakan kondisi umum yang ditandai dengan rendah atau tidak terbentuknya arkus plantaris. Pada masa kanak-kanak awal, kondisi ini umumnya bersifat fisiologis akibat perkembangan arkus plantaris yang belum matur, dan biasanya mengalami perbaikan seiring bertambahnya usia. Di Indonesia, prevalensi flatfoot pada anak usia 7 – 12 tahun sebesar 53,3%, dan tertinggi pada usia tujuh tahun sebanyak 22%. Pada sebagian anak, flatfoot dapat bersifat persisten atau disertai gejala, yang memerlukan perhatian medis. Tujuan penulisan artikel ini untuk mengulas perkembangan anatomi arkus plantaris, mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya flatfoot, serta menjelaskan indikasi klinis untuk intervensi medis. Penulisan artikel ini menggunakan metode tinjauan pustaka naratif dengan menelusuri literatur ilmiah dari basis data PubMed, Scopus, dan Google Scholar dalam rentang publikasi 10 tahun terakhir. Kata kunci yang digunakan meliputi "flatfoot in children", "arch development", dan "pediatric pes planus". Diambil sebanyak 30 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa perkembangan arkus plantaris dipengaruhi oleh faktor intrinsik (genetik, tonus otot, dan struktur tulang) dan faktor ekstrinsik (kebiasaan berjalan tanpa alas kaki, jenis alas kaki, berat badan, dan aktivitas fisik). Mayoritas kasus bersifat asimtomatik dan membaik secara spontan pada usia 6–10 tahun. Intervensi diperlukan pada kasus dengan nyeri, keterbatasan aktivitas, deformitas progresif, atau adanya kelainan struktural. Pemahaman mengenai mekanisme perkembangan arkus plantaris dan faktor risiko sangat penting bagi tenaga kesehatan dalam menentukan strategi penatalaksanaan yang tepat.

Kata kunci: flatfoot, anak, arkus plantaris, perkembangan kaki, intervensi

PENDAHULUAN

Lengkung medial longitudinal kaki (arkus plantaris medialis) merupakan struktur penting dalam sistem muskuloskeletal yang berperan sebagai peredam kejutan dan menyimpan energi elastis saat berjalan atau berlari. Fungsi ini membantu mengurangi beban pada sendi di atasnya, seperti pergelangan, lutut, dan pinggul, serta meningkatkan efisiensi gerakan.⁽¹⁾ Pada anak-anak, lengkung kaki berkembang secara bertahap. Semua bayi lahir dengan tampilan kaki datar karena adanya bantalan lemak di telapak, namun seiring durasi dan bobot beban yang diterima saat berdiri dan berjalan, lengkung kaki mulai terbentuk biasanya pada dekade pertama kehidupan.^(2,3) Namun, perkembangan lengkung berbeda untuk setiap anak dan bergantung pada metode pengukuran, seperti *footprint* (jejak kaki), *Arch Index* (AI = indeks lengkung), atau *drop test* (tinggi naviculare).⁽⁴⁾ Karena setiap metode mempunyai sensitivitas dan spesifisitas berbeda, maka hasil penilaian perkembangan lengkung kaki bisa bervariasi.

Flatfoot (*pes planus*) merupakan suatu kondisi medis yang berhubungan dengan lengkung longitudinalis kaki (arkus longitudinal pedis) yang rendah atau datar. Kondisi ini sering kali muncul pada bayi dan anak kecil karena lengkungan plantaris tidak berkembang sepenuhnya. Prevalensi *flatfoot* pada anak di dunia menurut World Health Organization (WHO) adalah 20 – 30%. Di Indonesia, pada sebuah SD di Denpasar, Bali, anak usia 7 – 12 tahun mengalami *flatfoot* sebesar 53,3%, dan tertinggi pada usia tujuh tahun (22%).⁽⁵⁾ Prevalensinya akan menurun seiring bertambahnya usia. Hal ini terjadi karena perkembangan alami tahap pembentukan lengkung kaki pada usia anak-anak akan sempurna seiring bertambahnya usia.⁽³⁾ Pada anak-anak yang lebih besar, *flatfoot* dapat mengurangi kualitas hidup dalam kaitannya dengan nyeri dan partisipasi mereka dalam olahraga dan aktivitas fisik lainnya.⁽⁶⁾

Ketika *flatfoot* menyebabkan gejala yang mengganggu, para klinisi penting mengetahui kapan diperlukannya intervensi medis. Meskipun *flatfoot* menjadi perhatian klinis, namun karena keterbatasan bukti klinis untuk intervensi, maka belum ada pedoman resmi untuk intervensi. Artikel ini bertujuan untuk mengulas hubungan

antara perkembangan arkus plantaris dengan kondisi *flatfoot* pada anak dan untuk mengidentifikasi indikasi diperlukannya intervensi medis atau ortopedi.

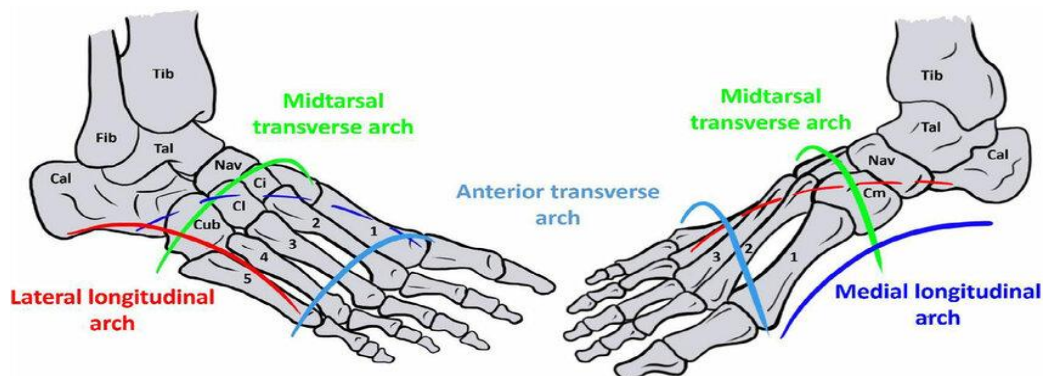
ANATOMI ARKUS PLANTARIS

Arkus plantaris tersusun atas struktur tulang, ligamen, dan otot yang saling bekerjasama untuk mempertahankan stabilitas dan fleksibilitas kaki (Tabel 1).

Struktur tulang

Struktur tulang membentuk dua arkus longitudinal (medial dan lateral) dan transversal (Gambar 1).

- **Arkus longitudinalis medialis** dibentuk oleh struktur spesifik yang memungkinkan kaki berfungsi secara efektif. terdiri atas rangkaian tulang: *calcaneus (tuber calcanei)*, *talus*, *navicular*, tiga *cuneiforme*, dan metatarsal 1–3. Puncaknya berada pada permukaan superior *talus*, sedangkan kedua ujungnya adalah *tuberositas calcanei* dan *caput metatarsal*. Struktur ini menopang seluruh beban saat berdiri.^(7,8)
- **Arkus longitudinalis lateralis**, lebih rendah dan kukuh, terbentuk dari *calcaneus*, *cuboid*, serta *metatarsal* 4–5, dan berfungsi untuk menopang beban lateral.⁽⁸⁾
- **Arkus transversus** berada di telapak bagian depan (*forefoot*), terbagi jadi proksimal (*cuneiform–cuboid*) dan distal (*basis metatarsal*), memperkuat telapak menyilang.⁽⁸⁾



Gambar 1. Arkus longitudinal dan transversal⁽⁹⁾

Struktur jaringan lunak:

Ligamen

- *Ligamentum calcaneonaviculare plantaris (spring ligament)* menempatkan kepala *talus* dan memperkuat hubungan *talus–navicular*. Komplek ligamen ini terdiri dari tiga bundel, yaitu: *superomedial inferoplantar longitudinal*, dan *medioplantar oblique*. Bundel *superomedial* adalah yang terkuat dibanding bundel lainnya. Fungsi utama bundel *superomedial* sebagai “sling” pasif untuk menahan *caput talus*, mencegah rotasi *plantar talus*, dan *valgus calcaneus*.⁽⁷⁾⁽¹⁰⁾

Penelitian simulator cadaverik menunjukkan bahwa kerusakan pada *spring ligament* saja dapat menurunkan arkus (*Meary’s angle*).⁽¹¹⁾

- *Ligamentum plantaris longitudinalis* menghubungkan tulang *calcaneus–cuboid–metatarsal*, memperkuat stabilitas lateral.⁽¹²⁾
- *Ligamentum naviculocuneiforme* ditemukan sebagai struktur penting untuk menopang sendi *navicular-medial cuneiforme* pada lengkungan.⁽¹³⁾

Fascia plantaris (aponeurosis plantaris): berperan memperkuat struktur arkus plantaris melalui tegangan pasif saat berjalan, memainkan peran sentral dalam mekanisme “windlass” saat fase *toe-off* serta meningkatkan kekakuan dan efisiensi propulsi.⁽¹⁴⁾

Malakoutikhah menemukan bahwa *fascia plantaris* adalah struktur yang paling mampu memulihkan arkus plantaris, serta turut berperan dalam mengurangi deformitas valgus kaki belakang dan abduksi kaki depan. Pelepasan *fascia plantaris* secara signifikan meningkatkan gaya pada *ligamentum plantaris longitudinal* (142%) dan *brevis* (156%), deltoid (45%), dan *spring ligament* (60%) yang berpotensi pada risiko ketidakstabilan arkus seiring waktu.⁽¹⁴⁾

Otot dan tendon:⁽¹⁵⁾

- Otot *tibialis posterior* bertindak sebagai otot stabilisasi utama, menarik os. *naviculare* serta mendukung struktur arkus longitudinalis medialis.

- Otot *peroneus longus* menyilang di bawah telapak dan membantu memperkuat arkus transversus.
- Otot intrinsik telapak kaki (seperti *abductor hallucis* dan *flexor digitorum brevis*) turut menopang arkus dan menjaga stabilitas selama fase berjalan.

Pemberian beban sebesar 15% dari berat badan pada telapak kaki dapat mengembalikan ketinggian jatuhnya arkus longitudinalis medialis, dan mengurangi tegangan artikular yang setara pada sendi *talonaviculare* dan sendi *talocalcaneal* serta tegangan tekanan *ligamentum tibiocalcaneal* dan *ligamentum tibiotalar posterior*.⁽¹⁶⁾

Tabel 1. Struktur arkus plantaris⁽⁸⁾

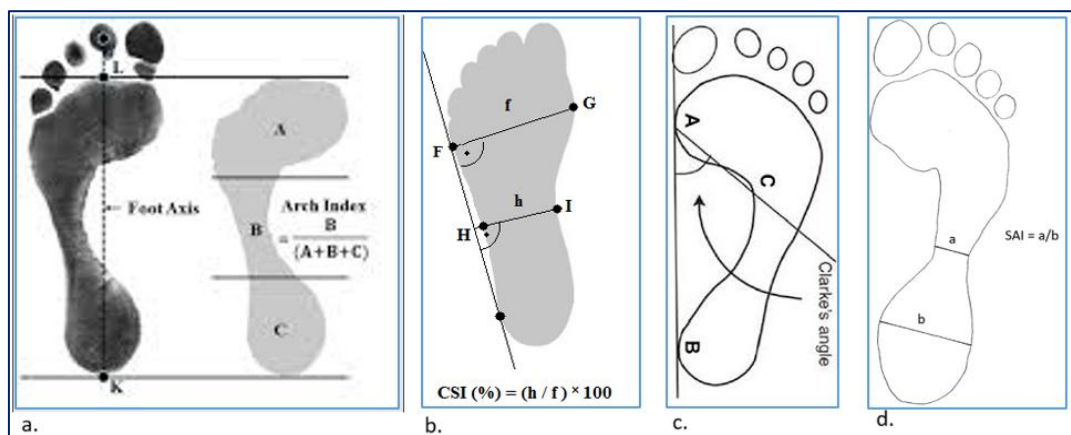
Arkus	Komponen Tulang	Struktur Pendukung Utama
Longitudinal Medialis	<i>Calcaneus, talus, naviculare, 3 cuneiform, metatarsal I–III</i>	<i>Plantar aponeurosis, spring ligament, otot tibialis posterior, flexor digitorum longus, flexor hallucis longus, otot intrinsik plantar, ligamentum deltoideum</i>
Longitudinal Lateralis	<i>Calcaneus, cuboid, metatarsal IV–V</i>	<i>Aponeurosis plantaris (lateralis), ligamentum plantaris longus dan brevis, peroneus longus, flexor digitorum longus lateral, flexor digitorum brevis lateral, abductor digiti minimi</i>
Transversus (anterior)	<i>Cuneiform (I–III), cuboid, basis metatarsal I–V</i>	<i>Ligamentum metatarsalis transversalis profunda, adductor hallucis, tendon peroneus longus, tibialis posterior</i>

PERKEMBANGAN ARKUS PLANTARIS PADA ANAK

Arkus plantaris berkembang secara bertahap seiring bertambahnya usia. Secara klinis, semua anak yang berkembang secara normal lahir dengan kaki datar yang fleksibel, yang secara progresif mengembangkan arkus longitudinal medial selama dekade pertama kehidupan.^(4,17) Pada bayi dan anak-anak, kaki masih sangat fleksibel dan memiliki lapisan lemak yang tebal di bagian telapak, menyebabkan kaki terlihat datar. Lengkungan ini biasanya mulai terbentuk saat anak berusia 2 hingga 3 tahun seiring pertumbuhan tulang dan penguatan otot. Arkus lebih jelas saat anak usia prasekolah dan sekolah, yaitu sekitar usia 6 tahun, dipengaruhi oleh aktivitas berjalan, otot, dan ligamen yang menguat. Namun, proses ini bisa bervariasi pada setiap anak,

karena kombinasi genetik, maturasi otot maupun ligamen, berat badan, dan faktor lingkungan yang berbeda pada setiap anak.⁽¹⁸⁾

Data yang diperoleh dari hasil review Uden *et al.*, pada tahun 2017, pada anak usia 1–3 tahun, 3–8 tahun, 3–7 tahun dan 3–6 tahun hasil ukuran *Arch Index* (AI), *Chippaux-Smirak Index* (CSI), sudut Clarke (*medial longitudinal arch angle*) dan *Staheli arch index* (SAI), didapatkan kenaikan arkus mencapai “normal” dicapai masing-masing pada usia 4 tahun, 5–8 tahun, 7 tahun dan 7–8 tahun (Gambar 2).⁽⁴⁾



Gambar 2. Ukuran Kaki: a = *Arch Index* (AI); b = *Chippaux-Smirak Index* (CSI); c = *Clarke's Angle*; d = *Staheli Arch Index* (SAI)⁽⁴⁾

Keterangan:

Arch index (AI) adalah rasio antara luas bagian tengah kaki terhadap keseluruhan jejak kaki (tanpa jari dan tumit).

AI= Luas bagian tengah kaki (*midfoot*)/total luas jejak kaki (kecuali jari)

Chippaux-Smirak Index (CSI) adalah rasio antara lebar minimal *midfoot* dan lebar maksimal *forefoot*.

CSI= (Lebar terkecil (*midfoot*)/Lebar terbesar (*forefoot*)) × 100%

Clarke's Angle (α -angle/*medial longitudinal arch angle*) adalah sudut yang dibentuk oleh dua garis:

- Garis dari titik medial tumit ke titik paling medial jejak kaki (lengkung)
- Garis dari titik paling medial jejak kaki ke ujung jari pertama (*hallux*)

Staheli arch index (SAI) adalah rasio lebar bagian tengah kaki terhadap lebar tumit.

SAI= Lebar tumit (*heel width*)/Lebar minimal *midfoot*.

Proses perkembangan arkus plantaris melalui tahapan usia yang spesifik. Berikut adalah tahapan perkembangan arkus plantaris menurut usia:

Tabel 2. Perkembangan arkus plantaris menurut usia⁽⁴⁾

Usia Anak	Karakteristik Perkembangan Arkus
0–3 tahun	Lengkung belum terbentuk; <i>pes planus</i> fisiologis karena lemak dan struktur arkus lemah
3–5 tahun	Pertumbuhan cepat arkus (≥ 1 mm/tahun); osifikasi mulai terbentuk (<i>sustentaculum tali</i>)
4 tahun	Tinggi lengkung ~5 mm; toleransi minimum ~2 mm; variasi menurut jenis kelamin dan ligament
6–9 tahun	Lengkung mulai stabil; parameter lengkung tidak banyak berubah dalam jangka 2 tahun

FAKTOR-FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI TERHADAP *FLATFOOT* PADA ANAK

Perubahan morfologi kaki anak dipengaruhi oleh pertumbuhan, termasuk pengaruh usia dan jenis kelamin.⁽¹⁹⁾ Pada banyak kasus, *flatfoot* pada anak-anak adalah kondisi fisiologis yang bersifat sementara, di mana lengkungan kaki belum terbentuk sepenuhnya. Jenis kelamin laki-laki lebih rentan mengalami *flatfoot* dibandingkan perempuan (laki-laki, OR = 1,35; 95% CI: 1,11; 1,65, $p=0,002$).⁽²⁰⁾

Faktor yang dapat memengaruhi perkembangan lengkungan kaki pada anak-anak meliputi faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik diantaranya adalah genetik, tonus otot, dan struktur tulang. Faktor ekstrinsik diantaranya adalah kebiasaan berjalan tanpa alas kaki, jenis alas kaki, berat badan dan aktivitas fisik.^(20,21)

Keterlibatan genetik dapat memengaruhi struktur kaki dan pembentukan arkus plantaris. Riwayat keluarga dengan *flatfoot* meningkatkan kemungkinan anak mengalami kondisi yang sama. Kelenturan atau hipermobilitas ligamen menyebabkan plantar pedis mudah melentur sehingga predisposisi untuk *flatfoot*. Kurangnya kontrol neuromuskular dan sensasi proprioseptif menyebabkan ketidakstabilan dan pendataran arkus saat berdiri atau berjalan.⁽²²⁾

Anak yang terbiasa memakai sepatu tertutup memiliki arkus yang lebih rendah dibanding yang terbiasa tanpa alas kaki, sandal, atau berjalan di permukaan alami. Anak dengan sepatu tertutup, khususnya dengan sol yang kaku dan datar cenderung memiliki arkus plantaris lebih rendah dibandingkan anak yang sering berjalan tanpa alas kaki,

menggunakan sandal, atau beraktivitas di permukaan alami yang tidak rata. Hal ini karena berjalan tanpa alas kaki atau dengan alas minimal menstimulasi otot intrinsik kaki dan memperkuat ligamen penopang arkus.⁽²³⁾ Sepatu dengan ukuran yang tepat penting untuk meningkatkan kekuatan otot intrinsik dan mendukung perkembangan arkus.^(23,24) Obesitas memberikan tekanan yang lebih besar pada arkus plantaris dan memperlemah kontrol postural.⁽⁵⁾ Aktivitas fisik dapat meningkatkan fleksibilitas *subtalar* dan indeks arkus plantaris pada anak dengan *flatfoot*.⁽²⁵⁾ Peran aktivitas fisik dapat memperkuat otot intrinsik kaki dan ligamen, serta menstabilkan sendi *subtalar* dan *midfoot*.⁽²⁶⁾

Pada beberapa kasus, *flatfoot* dapat disebabkan oleh kelainan struktural seperti kelemahan atau kelonggaran ligamen yang mendukung lengkungan kaki. Kondisi medis tertentu dapat berkaitan, seperti *cerebral palsy* atau sindrom *Ehlers-Danlos*, yang memengaruhi kekuatan dan stabilitas jaringan tubuh, termasuk ligamen dan otot di kaki.⁽²⁶⁾

INDIKASI INTERVENSI

Pada sebagian besar kasus *flatfoot*, terutama yang bersifat fisiologis, tidak diperlukan intervensi medis karena kondisi ini sering membaik seiring waktu. Namun, intervensi mungkin diperlukan dalam beberapa situasi berikut:^(3,4)

1. Gejala nyeri

Jika anak mengalami nyeri pada kaki, pergelangan kaki, atau lutut setelah aktivitas fisik, ini bisa menjadi tanda bahwa *flatfoot* menyebabkan ketegangan pada otot dan sendi.

2. Gangguan postur atau keseimbangan

Flatfoot yang lebih parah dapat memengaruhi postur tubuh dan keseimbangan anak, yang terlihat pada perubahan cara berjalan, seperti berjalan dengan kaki lebih datar atau lebih condong ke arah dalam.

3. Kesulitan berjalan atau berlari

Anak-anak dengan *flatfoot* yang menyebabkan rasa sakit atau kelelahan yang berlebihan saat berjalan atau berlari mungkin memerlukan intervensi untuk mengurangi gejala tersebut.

4. Perkembangan lengkungan yang terhambat

Jika anak berusia lebih dari 6 tahun dan lengkungan kaki masih tidak terbentuk atau tetap datar, ini bisa menunjukkan kelainan struktural yang memerlukan evaluasi lebih lanjut oleh dokter ortopedi.

5. Kondisi medis yang terkait

Jika *flatfoot* berhubungan dengan kondisi medis seperti *cerebral palsy* atau kelainan genetik, pengelolaan medis lebih lanjut mungkin diperlukan untuk menangani kondisi yang mendasarinya.

Jika hanya ada salah satu gejala yang muncul, belum menjadi indikasi intervensi medis absolut. Indikasi intervensi lebih menekankan pada ada atau tidaknya gejala klinis bermakna ditambah temuan patologis.^(3,4)

Menurut *American Academy of Orthopaedic Surgeons* (AAOS) intervensi diperlukan bila ada nyeri, keterbatasan aktivitas, atau deformitas kaku. Menurut *American Academy of Pediatrics* (AAP) intervensi hanya untuk kasus simptomatik atau patologis. Menurut *European Pediatric Orthopedic Society* (EPOS) indikasi intervensi diantaranya adalah: nyeri fungsional; gangguan postural atau keseimbangan; deformitas kaku atau progresif; adanya penyakit penyerta (neuromuskular, sindromik).^(3,4)

PILIHAN INTERVENSI UNTUK FLATFOOT PADA ANAK

Jika intervensi diperlukan, terdapat beberapa pilihan pengelolaan yang dapat dipertimbangkan, diantaranya adalah: Sepatu khusus; alat bantu ortopedi; fisioterapi; dan pembedahan. **Sepatu Ortopedi** dengan dukungan lengkungan yang lebih kuat dapat membantu anak untuk bergerak dengan lebih nyaman dan mendukung postur yang

lebih baik. **Alat Bantu Orthotic** seperti *insoles* ortopedi atau pelat khusus dapat dimasukkan ke dalam sepatu untuk membantu mendukung lengkungan kaki yang belum berkembang secara optimal.⁽¹⁴⁾

Fisioterapi atau latihan kaki untuk memperkuat otot kaki dan meningkatkan fleksibilitas dapat membantu memperbaiki fungsi kaki dan mempercepat perkembangan lengkungan kaki. *Functional training* meliputi *strengthening*, *stretching*, latihan kaki dan tungkai efektif dalam memperbaiki tanda dan gejala *flatfoot* telah dibuktikan oleh penelitian Priyanka (2020).⁽²⁷⁾ Peningkatan hasil yang lebih besar dengan menggabungkan *functional training* dengan terapi lain seperti program penurunan berat badan yang melibatkan latihan aerobik selama 30 menit dalam lima hari seminggu menurut Karthika (2022),⁽²⁸⁾ berjalan tanpa alas kaki menurut Hullumami (2020),⁽²⁹⁾ atau *neuromuscular electrical stimulation* menurut Abd-Elmonem (2021).⁽³⁰⁾

Menurut penelitian oleh Karthika *et al.* pada tahun 2022, penguatan otot *tibialis posterior* bersamaan dengan penurunan berat badan dan aktivitas fisik berupa *functional training* dapat meningkatkan arkus longitudinalis medial kaki.⁽²⁸⁾ Ketabchi (2024) menyimpulkan bahwa latihan otot intrinsik sangat penting dalam mengelola fleksibilitas kaki pada anak, meringankan gejala dan meningkatkan perkembangan kaki struktural dan fungsional yang optimal.⁽³¹⁾ Program latihan otot intrinsik dimulai dengan latihan tanpa beban seperti duduk dan berlanjut dengan beban seperti berdiri dengan satu kaki. Latihan meliputi abduksi jari kaki, ekstensi jari kaki kedua hingga kelima, dilakukan selama 12 minggu, terdiri dari tiga sesi, 45 menit per minggu.⁽³¹⁾

Jika terapi konservatif (terapi fisik, orthosis) gagal dan anak mengalami nyeri atau keterbatasan fungsi, intervensi bedah mungkin diperlukan, meskipun ini sangat jarang (<5%). Bedah dapat dilakukan untuk mengoreksi kelainan struktural yang mengganggu fungsi kaki.⁽³²⁾ Bedah hanya dipertimbangkan pada kasus *pes planus* kaku yang terjadi bersamaan dengan *congenital vertical talus*, *os naviculare* aksesori, *tarsal coalition*, atau kelainan *hindfoot* kongenital lainnya.⁽⁷⁾

KESIMPULAN

Flatfoot pada anak adalah kondisi yang umumnya bersifat fisiologis dan dapat membaik dengan bertambahnya usia seiring perkembangan arkus plantaris. Postur kaki anak yang sedang berkembang bergantung pada usia dan telah terbukti berubah seiring waktu. Tidak ada kesimpulan pasti yang dapat dicapai mengenai usia berapa postur kaki anak berhenti berkembang lebih lanjut, oleh karena itu penelitian di masa mendatang perlu mempertimbangkan pengembangan rekomendasi konsensus mengenai pengukuran kaki anak dengan menggunakan alat penilaian yang valid dan andal.

Mayoritas kasus *flatfoot* pada anak bersifat fisiologis dan tidak memerlukan terapi khusus, namun dalam beberapa kasus dapat menyebabkan gejala yang mengganggu dan memerlukan intervensi medis atau ortopedi. Deteksi dini dan pengelolaan yang tepat dapat membantu mencegah dampak jangka panjang pada mobilitas anak.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Gill SV, Keimig S, Kelty-Stephen D, Hung YC, DeSilva JM. The relationship between foot arch measurements and walking parameters in children. *BMC Pediatr.* 2016;16:2. doi:10.1186/s12887-016-0554-5.
2. Chen J, Tang L, Yang X, *et al.* A cross-sectional study of medial longitudinal arch development in children with different BMI. *Front Pediatr.* 2024;12:1–7. doi:10.3389/fped.2024.1343162.
3. Wang J, Tang L, Tang J, *et al.* The typically developing pediatric foot — the data of the 1744 children in China. *Foot Ankle Surg.* 2022;28. doi:10.1016/j.fas.2021.04.005.

4. Uden H, Scharfbilig R, Causby R. The typically developing paediatric foot: how flat should it be? A systematic review. *J Foot Ankle Res.* 2017;10:37. doi:10.1186/s13047-017-0218-1.
5. Karinia Jaya AAS, Wardana ING, Karmaya INM. Prevalensi flatfoot pada anak usia 7-12 tahun di Sekolah Dasar Cipta Dharma Denpasar. *Jurnal Medika Udayana.* 2020;9. Available at: <https://jurnal.harianregional.com/eum/full-68091>. Accessed 23 June 2025.
6. Wong C, Bjerger CY, Jurca A, *et al.* Protocol article: a cross-sectional evaluation of children's feet and lower extremities. *Methods Protoc.* 2023;6:1–14. doi:10.3390/mps6060115.
7. Babu D, Bordoni B. Anatomy, bony pelvis and lower limb, medial longitudinal arch of the foot. *StatPearls.* 2025. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32965960>. Accessed 23 June 2025.
8. Kalanjati VP. editors. Gray. *Dasar-dasar Anatomi.* 2nd ed. Singapore: Elsevier; 2019. p.316-39.
9. Behling AV, Rainbow MJ, Welte L, Kelly L. Chasing footprints in time - reframing our understanding of human foot function in the context of current evidence and emerging insights. *Biological Rev.* 2023;98:2136-51. doi:<https://doi.org/10.1111/brv.12999>.
10. Sirlyn Q. Ultrasound evaluation of adult-acquired flatfoot deformity: emphasis on the involvement of spring ligament. *Australas J Ultrasound Med.* 2017;20:83–90. doi:10.1002/ajum.12050.
11. Robberecht J, Shah DS, Taylan O, *et al.* The role of medial ligaments and tibialis posterior in stabilising the medial longitudinal foot arch: a cadaveric gait simulator study. *Foot Ankle Surg.* 2022;28:906–11.
12. Rougereau G, Marty-Diloy T, Vigan M, *et al.* Biomechanical evaluation of the spring ligament and the posterior tibial tendon by shear-waves elastography:

validation of a reliable and reproducible measurement protocol. *J Exp Orthop*

2023;10. doi:10.1186/s40634-023-00678-w.

13. Swanton E, Fisher L, Fisher A, Molloy A, Mason L. An anatomic study of the naviculocuneiform ligament and its possible role maintaining the medial longitudinal arch. *Foot Ankle Int.* 2019;40:352–5. doi:10.1177/1071100718811638.
14. Malakoutikhah H, Malakoutikhah H, Latt LD. The role of the plantar fascia in supporting the arch in flatfoot deformity. *Foot Ankle Orthop.* 2023;8:1–2. doi:10.1177/2473011423S00204.
15. Aland RC, Sharp AC. Anomalous plantar intrinsic foot muscle attaching to the medial longitudinal arch: possible mechanism for medial nerve entrapment: a case report. *J Med Case Rep.* 2021;15:1–4. doi:10.1186/s13256-021-02676-x.
16. Long X, Du X, Yuan C, Xu J, Liu T, Zhang Y. Finite element analysis of the plantar support for the medial longitudinal arch with flexible flatfoot. *PLoS One.* 2025;20:1–12. doi:10.1371/journal.pone.0313546.
17. Escalona-Marfil C, Prats-Puig A, Ortas-Deunosajut X, Font-Lladó R, Ruiz-Tarrazo X, Evans AM. Children's foot parameters and basic anthropometry — do arch height and midfoot width change?. *Eur J Pediatr.* 2023;182:777–84. doi:10.1007/s00431-022-04715-1.
18. Martínez-Nova A, Gijón-Noguerón G, Alfageme-García P, Montes-Alguacil J, Evans AM. Foot posture development in children aged 5 to 11 years: a three-year prospective study. *Gait Posture.* 2018;62:280–4.
19. Jiang H, Mei Q, Wang Y, *et al.* Understanding foot conditions, morphologies and functions in children: a current review. *Front Bioeng Biotechnol.* 2023;11:1–11. doi:10.3389/fbioe.2023.1192524.
20. Xu L, Gu H, Zhang Y, Sun T, Yu J. Risk factors of flatfoot in children: a systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19.

doi:10.3390/ijerph19148247.

21. Shin B, Lee KM, Chung CY, *et al.* Analysis of factors in fluencing improvement of idiopathic flatfoot. *Medicine*. 2021;32:1–7. doi:10.1097/md.00000000000026894.
22. Di Saverio S, Podda M, De Simone B, *et al.* Diagnosis and treatment of acute appendicitis: 2020 update of the WSES Jerusalem guidelines. *World J Emerg Surg*. 2020;15:1–42. doi:10.1186/s13017-020-00306-3.
23. Hollander K, De Villiers JE, Sehner S, *et al.* Growing-up (habitually) barefoot influences the development of foot and arch morphology in children and adolescents. *Sci Rep*. 2017;7:1–9. doi:10.1038/s41598-017-07868-4.
24. Davies N, Branthwaite H, Chockalingam N. Where should a school shoe provide flexibility and support for the asymptomatic 6- to 10-year-olds and on what information is this based? a Delphi yielded consensus. *Prosthet Orthot Int*. 2015;39:213–8. doi:10.1177/0309364614522684.
25. Rusu L, Marin MI, Geambesa MM, Rusu MR. Monitoring the role of physical activity in children with flat feet by assessing subtalar flexibility and plantar arch index. *Children*. 2022;9. doi:10.3390/children9030427.
26. Elsayed W, Alotaibi S, Shaheen A, Farouk M, Farrag A. The combined effect of short foot exercises and orthosis in symptomatic flexible flatfoot: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2023;59:396–405. doi:10.23736/s1973-9087.23.07846-2.
27. Priyanka S, Murugan S. Anti pronation taping and its effect on balance, explosive power and agility of school going children with flat foot. *Indian J Public Heal Res Dev*. 2020;11:868–73. doi:<https://doi.org/10.37506/ijphrd.v11i7.10197>.
28. Karthika N, Kumar RM, Kumar RVV, Vasanthan. Efficacy of tibialis posterior strengthening exercise with obesity reduction program in flexible flatfoot among obese school children. *Indian J Physiother Occup Ther - An Int J*. 2022;16:120–7. doi:<https://doi.org/10.37506/ijpot.v16i2.18043>.

29. Hullumani S, Chippala P. Effects of barefoot walking on the flat foot in school going children: a randomised control trial. *Int J Res Pharm Sci.* 2020;11(SPL4):1805–12. doi:10.26452/ijrps.v11iSPL4.4382.
30. Abd-Elmonem AM, El-Negamy EH, Mahran MA, Ramadan AT. Clinical and radiological outcomes of corrective exercises and neuromuscular electrical stimulation in children with flexible flatfeet: a randomized controlled trial. *Gait and Posture.* 2021;88:297–303. doi:10.1016/j.gaitpost.2021.06.008.
31. Ketabchi J, Seidi F, Haghighat S, Moghadas-Tabrizi Y, Khoshroo F. Differential effects of intrinsic-versus extrinsic-first corrective exercise programs on morphometric outcomes and navicular drop in pediatric pes planus. *Scientific reports.* 2024;1–18. doi:10.21203/rs.3.rs-3974670/v1.
32. Smith C, Zaidi R, Bhamra J, Bridgens A, Wek C, Kokkinakis M. Subtalar arthroereisis for the treatment of the symptomatic paediatric flexible pes planus: a systematic review. *EFORT Open Rev.* 2021;6:118–29. doi:10.1302/2058-5241.6.200076.

turnitin flat foot

by Dian Mediana

Submission date: 13-Nov-2025 09:49PM (UTC+0700)

Submission ID: 2731696111

File name: JAT_Flat_foot_pada_anak.pdf (616.14K)

Word count: 4599

Character count: 28128

FLATFOOT PADA ANAK: HUBUNGANNYA DENGAN PERKEMBANGAN ARKUS PLANTARIS DAN INDIKASI INTERVENSI

Flatfoot in Children: Its Relationship with the Development of the Plantar Arch and Indications for Intervention

Dian Mediana^{1*}, Nuryani Sidarta¹, Nabila Maudy Salma¹, Lenny Setiawati¹

¹Departemen Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

Diterima

21 Agustus 2025

Revisi

31 Agustus 2025

Disetujui

7 September 2025

Terbit Online

14 Oktober 2025

*Penulis Koresponden:

dianmediana@trisakti.ac.id



Abstract

Flatfoot (*pes planus*) in children is a common condition characterized by the absence or lowering of the plantar arch. In early childhood, this condition is generally physiological due to the immature development of the plantar arch, and it usually improves with age. In Indonesia, the prevalence of flatfoot in children aged 7 to 12 years is 53.3%, with the highest rate at the age of seven at 22%. However, in some children, flatfoot may persist or present with symptoms that require medical attention. The aim of this article was to review the anatomical development of the plantar arch in children, identify factors contributing to flatfoot, and describe clinical indications for medical or orthopedic intervention. This article is based on a narrative literature review conducted through searches in PubMed, Scopus, and Google Scholar databases, covering publications from the last 10 years. Keywords used included "flatfoot in children," "arch development," and "pediatric pes planus." Thirty articles that meet the inclusion and exclusion criteria were selected. The review found that the development of the plantar arch is influenced by intrinsic factors (genetics, ligamentous laxity, obesity, neuromuscular conditions) and extrinsic factors (physical activity, footwear type, walking surface). Most pediatric flatfoot cases are asymptomatic and resolve spontaneously between the ages of 6–10 years. Intervention is required in cases with pain, functional limitations, progressive deformity, or structural abnormalities. Understanding the mechanisms of plantar arch development and associated risk factors is essential for healthcare providers to determine appropriate management strategies.

Keywords: flatfoot, children, plantar arch, foot development, intervention

Abstrak

Flatfoot (*pes planus*) pada anak merupakan kondisi umum yang ditandai dengan rendah atau tidak terbentuknya arkus plantaris. Pada masa kanak-kanak awal, kondisi ini umumnya bersifat fisiologis akibat perkembangan arkus plantaris yang belum matur, dan biasanya mengalami perbaikan seiring bertambahnya usia. Di Indonesia, prevalensi flatfoot pada anak usia 7 – 12 tahun sebesar 53,3%, dan tertinggi pada usia tujuh tahun sebanyak 22%. Pada sebagian anak, flatfoot dapat bersifat persisten atau disertai gejala, yang memerlukan perhatian medis. Tujuan penulisan artikel ini untuk mengulas perkembangan anatomi arkus plantaris, mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya flatfoot, serta menjelaskan indikasi klinis untuk intervensi medis. Penulisan artikel ini menggunakan metode tinjauan pustaka naratif dengan menelusuri literatur ilmiah dari basis data PubMed, Scopus, dan Google Scholar dalam rentang publikasi 10 tahun terakhir. Kata kunci yang digunakan meliputi "flatfoot in children", "arch development", dan "pediatric pes planus". Diambil sebanyak 30 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa perkembangan arkus plantaris dipengaruhi oleh faktor intrinsik (genetik, tonus otot, dan struktur tulang) dan faktor ekstrinsik (kebiasaan berjalan tanpa alas kaki, jenis alas kaki, berat badan, dan aktivitas fisik). Mayoritas kasus bersifat asimtomatik dan membaik secara spontan pada usia 6–10 tahun. Intervensi diperlukan pada kasus dengan nyeri, keterbatasan aktivitas, deformitas progresif, atau adanya kelainan struktural. Pemahaman mengenai mekanisme perkembangan arkus plantaris dan faktor risiko sangat penting bagi tenaga kesehatan dalam menentukan strategi penatalaksanaan yang tepat.

Kata kunci: flatfoot, anak, arkus plantaris, perkembangan kaki, intervensi

PENDAHULUAN

Lengkung medial longitudinal kaki (arkus plantaris medialis) merupakan struktur penting dalam sistem muskuloskeletal yang berperan sebagai peredam kejutan dan penyimpan energi elastis saat berjalan atau berlari. Fungsi ini membantu mengurangi beban pada sendi di atasnya, seperti pergelangan, lutut, dan pinggul, serta meningkatkan efisiensi gerakan.⁽¹⁾ Pada anak-anak, lengkung kaki berkembang secara bertahap. Semua bayi lahir dengan tampilan kaki datar karena adanya bantalan lemak di telapak, namun seiring durasi dan bobot beban yang diterima saat berdiri dan berjalan, lengkung kaki mulai terbentuk biasanya pada dekade pertama kehidupan.^(2,3) Namun, perkembangan lengkung berbeda untuk setiap anak dan bergantung pada metode pengukuran, seperti *footprint* (jejak kaki), *Arch Index* (AI = indeks lengkung), atau *drop test* (tinggi naviculare).⁽⁴⁾ Karena setiap metode mempunyai sensitivitas dan spesifisitas berbeda, maka hasil penilaian perkembangan lengkung kaki bisa bervariasi.

Flatfoot (pes planus) merupakan suatu kondisi medis yang berhubungan dengan lengkung longitudinalis kaki (arkus longitudinal pedis) yang rendah atau datar. Kondisi ini sering kali muncul pada bayi dan anak kecil karena lengkungan plantaris tidak berkembang sepenuhnya. Prevalensi *flatfoot* pada anak di dunia menurut World Health Organization (WHO) adalah 20 – 30%. Di Indonesia, pada sebuah SD di Denpasar, Bali, anak usia 7 – 12 tahun mengalami *flatfoot* sebesar 53,3%, dan tertinggi pada usia tujuh tahun (22%).⁽⁵⁾ Prevalensinya akan menurun seiring bertambahnya usia. Hal ini terjadi karena perkembangan alami tahap pembentukan lengkung kaki pada usia anak-anak akan sempurna seiring bertambahnya usia.⁽³⁾ Pada anak-anak yang lebih besar, *flatfoot* dapat mengurangi kualitas hidup dalam kaitannya dengan nyeri dan partisipasi mereka dalam olahraga dan aktivitas fisik lainnya.⁽⁶⁾

Ketika *flatfoot* menyebabkan gejala yang mengganggu, para klinisi penting mengetahui kapan diperlukannya intervensi medis. Meskipun *flatfoot* menjadi perhatian klinis, namun karena keterbatasan bukti klinis untuk intervensi, maka belum ada pedoman resmi untuk intervensi. Artikel ini bertujuan untuk mengulas hubungan

antara perkembangan arkus plantaris dengan kondisi *flatfoot* pada anak dan untuk mengidentifikasi indikasi diperlukannya intervensi medis atau ortopedi.

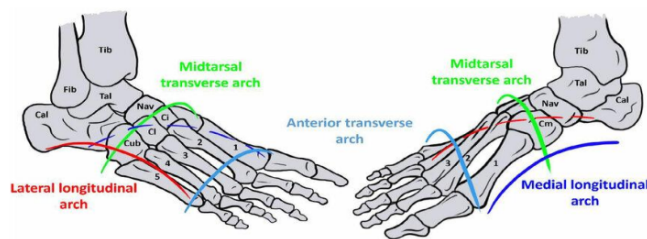
ANATOMI ARKUS PLANTARIS

Arkus plantaris tersusun atas struktur tulang, ligamen, dan otot yang saling bekerjasama untuk mempertahankan stabilitas dan fleksibilitas kaki (Tabel 1).

Struktur tulang

Struktur tulang membentuk dua arkus longitudinal (medial dan lateral) dan transversal (Gambar 1).

- **Arkus longitudinalis medialis** dibentuk oleh struktur spesifik yang memungkinkan kaki berfungsi secara efektif. terdiri atas rangkaian tulang: *calcaneus* (*tuber calcanei*), *talus*, *navicular*, tiga *cuneiforme*, dan metatarsal 1–3. Puncaknya berada pada permukaan superior *talus*, sedangkan kedua ujungnya adalah *tuberositas calcanei* dan *caput metatarsal*. Struktur ini menopang seluruh beban saat berdiri.^(7,8)
- **Arkus longitudinalis lateralis**, lebih rendah dan kukuh, terbentuk dari *calcaneus*, *cuboid*, serta metatarsal 4–5, dan berfungsi untuk menopang beban lateral.⁽⁸⁾
- **Arkus transversus** berada di telapak bagian depan (*forefoot*), terbagi jadi proksimal (*cuneiform–cuboid*) dan distal (*basis metatarsal*), memperkuat telapak menyilang.⁽⁸⁾



Gambar 1. Arkus longitudinal dan transversal⁽⁹⁾

Struktur jaringan lunak:

Ligamen

- *Ligamentum calcaneonavicular plantaris (spring ligament)* menempatkan kepala *talus* dan memperkuat hubungan *talus-navicular*. Komplek ligamen ini terdiri dari tiga bundel, yaitu: *superomedial inferopantar longitudinal*, dan *mediopantar oblique*. Bundel *superomedial* adalah yang terkuat dibanding bundel lainnya. Fungsi utama bundel *superomedial* sebagai “sling” pasif untuk menahan *caput talus*, mencegah rotasi *plantar talus*, dan *valgus calcaneus*.⁽⁷⁾⁽¹⁰⁾
Penelitian simulator cadaverik menunjukkan bahwa kerusakan pada *spring ligament* saja dapat menurunkan arkus (*Meary’s angle*).⁽¹¹⁾
- *Ligamentum plantaris longitudinalis* menghubungkan tulang *calcaneus-cuboid-metatarsal*, memperkuat stabilitas lateral.⁽¹²⁾
- *Ligamentum naviculocuneiforme* ditemukan sebagai struktur penting untuk menopang sendi *navicular-medial cuneiforme* pada lengkungan.⁽¹³⁾

Fascia plantaris (*aponeurosis plantaris*): berperan memperkuat struktur arkus plantaris melalui tegangan pasif saat berjalan, memainkan peran sentral dalam mekanisme “windlass” saat fase *toe-off* serta meningkatkan kekakuan dan efisiensi propulsi.⁽¹⁴⁾

Malakoutikhah menemukan bahwa *fascia plantaris* adalah struktur yang paling mampu memulihkan arkus plantaris, serta turut berperan dalam mengurangi deformitas valgus kaki belakang dan abduksi kaki depan. Pelepasan *fascia plantaris* secara signifikan meningkatkan gaya pada *ligamentum plantaris longitudinal* (142%) dan *brevis* (156%), deltoid (45%), dan *spring ligament* (60%) yang berpotensi pada risiko ketidakstabilan arkus seiring waktu.⁽¹⁴⁾

Otot dan tendon:⁽¹⁵⁾

- Otot *tibialis posterior* bertindak sebagai otot stabilisasi utama, menarik *os naviculare* serta mendukung struktur arkus longitudinalis medialis.

- Otot *peroneus longus* menyilang di bawah telapak dan membantu memperkuat arkus transversus.
- Otot intrinsik telapak kaki (seperti *abductor hallucis* dan *flexor digitorum brevis*) turut menopang arkus dan menjaga stabilitas selama fase berjalan.

Pemberian beban sebesar 15% dari berat badan pada telapak kaki dapat mengembalikan ketinggian jatuhnya arkus longitudinalis medialis, dan mengurangi tegangan articular yang setara pada sendi *talonavicular* dan sendi *talocalcaneal* serta tegangan tekanan *ligamentum tibiocalcaneal* dan *ligamentum tibiotalar posterior*.⁽¹⁶⁾

Tabel 1. Struktur arkus plantaris⁽⁸⁾

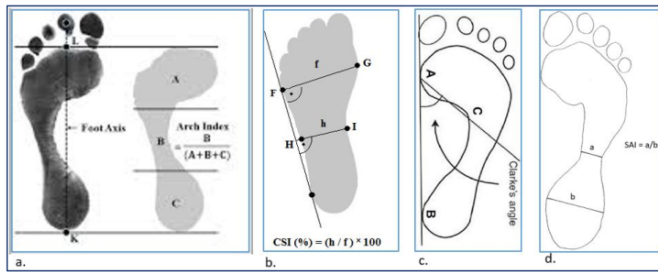
Arkus	Komponen Tulang	Struktur Pendukung Utama
Longitudinal Medialis	<i>Calcaneus, talus, naviculare, 3 cuneiform, metatarsal I–III</i>	<i>Plantar aponeurosis, spring ligament, otot tibialis posterior, flexor digitorum longus, flexor hallucis longus, otot intrinsik plantar, ligamentum deltoid</i>
Longitudinal Lateralis	<i>Calcaneus, cuboid, metatarsal IV–V</i>	<i>Aponeurosis plantaris (lateralis), ligamentum plantaris longus dan brevis, peroneus longus, flexor digitorum longus lateral, flexor digitorum brevis lateral, abductor digiti minimi</i>
Transversus (anterior)	<i>Cuneiform (I–III), cuboid, basis metatarsal I–V</i>	<i>Ligamentum metatarsalis transversalis profunda, adductor hallucis, tendon peroneus longus, tibialis posterior</i>

PERKEMBANGAN ARKUS PLANTARIS PADA ANAK

Arkus plantaris berkembang secara bertahap seiring bertambahnya usia. Secara klinis, semua anak yang berkembang secara normal lahir dengan kaki datar yang fleksibel, yang secara progresif mengembangkan arkus longitudinal medial selama dekade pertama kehidupan.^(4,17) Pada bayi dan anak-anak, kaki masih sangat fleksibel dan memiliki lapisan lemak yang tebal di bagian telapak, menyebabkan kaki terlihat datar. Lengkungan ini biasanya mulai terbentuk saat anak berusia 2 hingga 3 tahun seiring pertumbuhan tulang dan penguatan otot. Arkus lebih jelas saat anak usia prasekolah dan sekolah, yaitu sekitar usia 6 tahun, dipengaruhi oleh aktivitas berjalan, otot, dan ligamen yang menguat. Namun, proses ini bisa bervariasi pada setiap anak,

karena kombinasi genetik, maturasi otot maupun ligamen, berat badan, dan faktor lingkungan yang berbeda pada setiap anak.⁽¹⁸⁾

Data yang diperoleh dari hasil review Uden *et al.*, pada tahun 2017, pada anak usia 1–3 tahun, 3–8 tahun, 3–7 tahun dan 3–6 tahun hasil ukuran *Arch Index* (AI), *Chippaux-Smirak Index* (CSI), sudut Clarke (*medial longitudinal arch angle*) dan *Staheli arch index* (SAI), didapatkan kenaikan arkus mencapai “normal” dicapai masing-masing pada usia 4 tahun, 5–8 tahun, 7 tahun dan 7–8 tahun (Gambar 2).⁽⁴⁾



Gambar 2. Ukuran Kaki: a = *Arch Index* (AI); b = *Chippaux-Smirak Index* (CSI); c = *Clarke's Angle*; d = *Staheli Arch Index* (SAI)⁽⁴⁾

Keterangan:

Arch index (AI) adalah rasio antara luas bagian tengah kaki terhadap keseluruhan jejak kaki (tanpa jari dan tumit).

AI= Luas bagian tengah kaki (*midfoot*)/total luas jejak kaki (kecuali jari)

Chippaux-Smirak Index (CSI) adalah rasio antara lebar minimal *midfoot* dan lebar maksimal *forefoot*.

CSI= (Lebar terkecil (*midfoot*))/Lebar terbesar (*forefoot*)) × 100%

Clarke's Angle (α -angle/*medial longitudinal arch angle*) adalah sudut yang dibentuk oleh dua garis:

- Garis dari titik medial tumit ke titik paling medial jejak kaki (lengkung)
- Garis dari titik paling medial jejak kaki ke ujung jari pertama (*hallux*)

Staheli arch index (SAI) adalah rasio lebar bagian tengah kaki terhadap lebar tumit.

SAI= Lebar tumit (*heel width*)/Lebar minimal *midfoot*.

Proses perkembangan arkus plantaris melalui tahapan usia yang spesifik. Berikut adalah tahapan perkembangan arkus plantaris menurut usia:

Tabel 2. Perkembangan arkus plantaris menurut usia⁽⁴⁾

Usia Anak	Karakteristik Perkembangan Arkus
0–3 tahun	Lengkung belum terbentuk; <i>pes planus</i> fisiologis karena lemak dan struktur arkus lemah
3–5 tahun	Pertumbuhan cepat arkus (≥ 1 mm/tahun); osifikasi mulai terbentuk (<i>sustentaculum tali</i>)
4 tahun	Tinggi lengkung ~5 mm; toleransi minimum ~2 mm; variasi menurut jenis kelamin dan ligament
6–9 tahun	Lengkung mulai stabil; parameter lengkung tidak banyak berubah dalam jangka 2 tahun

FAKTOR-FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI TERHADAP FLATFOOT PADA ANAK

Perubahan morfologi kaki anak dipengaruhi oleh pertumbuhan, termasuk pengaruh usia dan jenis kelamin.⁽¹⁹⁾ Pada banyak kasus, *flatfoot* pada anak-anak adalah kondisi fisiologis yang bersifat sementara, di mana lengkungan kaki belum terbentuk sepenuhnya. Jenis kelamin laki-laki lebih rentan mengalami *flatfoot* dibandingkan perempuan (laki-laki, OR = 1,35; 95% CI: 1,11; 1,65, p=0,002).⁽²⁰⁾

Faktor yang dapat memengaruhi perkembangan lengkungan kaki pada anak-anak meliputi faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik diantaranya adalah genetik, tonus otot, dan struktur tulang. Faktor ekstrinsik diantaranya adalah kebiasaan berjalan tanpa alas kaki, jenis alas kaki, berat badan dan aktivitas fisik.^(20,21)

Keterlibatan genetik dapat memengaruhi struktur kaki dan pembentukan arkus plantaris. Riwayat keluarga dengan *flatfoot* meningkatkan kemungkinan anak mengalami kondisi yang sama. Kelenturan atau hipermobilitas ligamen menyebabkan plantar pedis mudah melentur sehingga predisposisi untuk *flatfoot*. Kurangnya kontrol neuromuskular dan sensasi proprioseptif menyebabkan ketidakstabilan dan pendataran arkus saat berdiri atau berjalan.⁽²²⁾

Anak yang terbiasa memakai sepatu tertutup memiliki arkus yang lebih rendah dibanding yang terbiasa tanpa alas kaki, sandal, atau berjalan di permukaan alami. Anak dengan sepatu tertutup, khususnya dengan sol yang kaku dan datar cenderung memiliki arkus plantaris lebih rendah dibandingkan anak yang sering berjalan tanpa alas kaki,

menggunakan sandal, atau beraktivitas di permukaan alami yang tidak rata. Hal ini karena berjalan tanpa alas kaki atau dengan alas minimal menstimulasi otot intrinsik kaki dan memperkuat ligamen penopang arkus.⁽²³⁾ Sepatu dengan ukuran yang tepat penting untuk meningkatkan kekuatan otot intrinsik dan mendukung perkembangan arkus.^(23,24) Obesitas memberikan tekanan yang lebih besar pada arkus plantaris dan memperlemah kontrol postural.⁽⁵⁾ Aktivitas fisik dapat meningkatkan fleksibilitas *subtalar* dan indeks arkus plantaris pada anak dengan *flatfoot*.⁽²⁵⁾ Peran aktivitas fisik dapat memperkuat otot intrinsik kaki dan ligamen, serta menstabilkan sendi *subtalar* dan *midfoot*.⁽²⁶⁾

Pada beberapa kasus, *flatfoot* dapat disebabkan oleh kelainan struktural seperti kelemahan atau kelonggaran ligamen yang mendukung lengkungan kaki. Kondisi medis tertentu dapat berkaitan, seperti *cerebral palsy* atau sindrom *Ehlers-Danlos*, yang memengaruhi kekuatan dan stabilitas jaringan tubuh, termasuk ligamen dan otot di kaki.⁽²⁶⁾

INDIKASI INTERVENSI

Pada sebagian besar kasus *flatfoot*, terutama yang bersifat fisiologis, tidak diperlukan intervensi medis karena kondisi ini sering membaik seiring waktu. Namun, intervensi mungkin diperlukan dalam beberapa situasi berikut:^(3,4)

1. Gejala nyeri

Jika anak mengalami nyeri pada kaki, pergelangan kaki, atau lutut setelah aktivitas fisik, ini bisa menjadi tanda bahwa *flatfoot* menyebabkan ketegangan pada otot dan sendi.

2. Gangguan postur atau keseimbangan

Flatfoot yang lebih parah dapat memengaruhi postur tubuh dan keseimbangan anak, yang terlihat pada perubahan cara berjalan, seperti berjalan dengan kaki lebih datar atau lebih condong ke arah dalam.

3. Kesulitan berjalan atau berlari

Anak-anak dengan *flatfoot* yang menyebabkan rasa sakit atau kelelahan yang berlebihan saat berjalan atau berlari mungkin memerlukan intervensi untuk mengurangi gejala tersebut.

4. Perkembangan lengkungan yang terhambat

Jika anak berusia lebih dari 6 tahun dan lengkungan kaki masih tidak terbentuk atau tetap datar, ini bisa menunjukkan kelainan struktural yang memerlukan evaluasi lebih lanjut oleh dokter ortopedi.

5. Kondisi medis yang terkait

Jika *flatfoot* berhubungan dengan kondisi medis seperti *cerebral palsy* atau kelainan genetik, pengelolaan medis lebih lanjut mungkin diperlukan untuk menangani kondisi yang mendasarinya.

Jika hanya ada salah satu gejala yang muncul, belum menjadi indikasi intervensi medis absolut. Indikasi intervensi lebih menekankan pada ada atau tidaknya gejala klinis bermakna ditambah temuan patologis.^(3,4)

Menurut *American Academy of Orthopaedic Surgeons* (AAOS) intervensi diperlukan bila ada nyeri, keterbatasan aktivitas, atau deformitas kaku. Menurut *American Academy of Pediatrics* (AAP) intervensi hanya untuk kasus simptomatik atau patologis. Menurut *European Pediatric Orthopedic Society* (EPOS) indikasi intervensi diantaranya adalah: nyeri fungsional; gangguan postural atau keseimbangan; deformitas kaku atau progresif; adanya penyakit penyerta (neuromuskular, sindromik).^(3,4)

PILIHAN INTERVENSI UNTUK *FLATFOOT* PADA ANAK

Jika intervensi diperlukan, terdapat beberapa pilihan pengelolaan yang dapat dipertimbangkan, diantaranya adalah: Sepatu khusus; alat bantu ortopedi; fisioterapi; dan pembedahan. **Sepatu Ortopedi** dengan dukungan lengkungan yang lebih kuat dapat membantu anak untuk bergerak dengan lebih nyaman dan mendukung postur yang

lebih baik. **Alat Bantu Orthotic** seperti *insoles* ortopedi atau pelat khusus dapat dimasukkan ke dalam sepatu untuk membantu mendukung lengkungan kaki yang belum berkembang secara optimal.⁽¹⁴⁾

Fisioterapi atau latihan kaki untuk memperkuat otot kaki dan meningkatkan fleksibilitas dapat membantu memperbaiki fungsi kaki dan mempercepat perkembangan lengkungan kaki. *Functional training* meliputi *strengthening*, *stretching*, latihan kaki dan tungkai efektif dalam memperbaiki tanda dan gejala *flatfoot* telah dibuktikan oleh penelitian Priyanka (2020).⁽²⁷⁾ Peningkatan hasil yang lebih besar dengan menggabungkan *functional training* dengan terapi lain seperti program penurunan berat badan yang melibatkan latihan aerobik selama 30 menit dalam lima hari seminggu menurut Karthika (2022),⁽²⁸⁾ berjalan tanpa alas kaki menurut Hullumami (2020),⁽²⁹⁾ atau *neuromuscular electrical stimulation* menurut Abd-Elmonem (2021).⁽³⁰⁾

Menurut penelitian oleh Karthika *et al.* pada tahun 2022, penguatan otot *tibialis posterior* bersamaan dengan penurunan berat badan dan aktivitas fisik berupa *functional training* dapat meningkatkan arkus longitudinalis medial kaki.⁽²⁸⁾ Ketabchi (2024) menyimpulkan bahwa latihan otot intrinsik sangat penting dalam mengelola fleksibilitas kaki pada anak, meringankan gejala dan meningkatkan perkembangan kaki struktural dan fungsional yang optimal.⁽³¹⁾ Program latihan otot intrinsik dimulai dengan latihan tanpa beban seperti duduk dan berlanjut dengan beban seperti berdiri dengan satu kaki. Latihan meliputi abduksi jari kaki, ekstensi jari kaki kedua hingga kelima, dilakukan selama 12 minggu, terdiri dari tiga sesi, 45 menit per minggu.⁽³¹⁾

Jika terapi konservatif (terapi fisik, orthosis) gagal dan anak mengalami nyeri atau keterbatasan fungsi, intervensi bedah mungkin diperlukan, meskipun ini sangat jarang (<5%). Bedah dapat dilakukan untuk mengoreksi kelainan struktural yang mengganggu fungsi kaki.⁽³²⁾ Bedah hanya dipertimbangkan pada kasus *pes planus* kaku yang terjadi bersamaan dengan *congenital vertical talus*, *os naviculare* aksesorius, *tarsal coalition*, atau kelainan *hindfoot* kongenital lainnya.⁽⁷⁾

KESIMPULAN

Flatfoot pada anak adalah kondisi yang umumnya bersifat fisiologis dan dapat membaik dengan bertambahnya usia seiring perkembangan arkus plantaris. Postur kaki anak yang sedang berkembang bergantung pada usia dan telah terbukti berubah seiring waktu. Tidak ada kesimpulan pasti yang dapat dicapai mengenai usia berapa postur kaki anak berhenti berkembang lebih lanjut, oleh karena itu penelitian di masa mendatang perlu mempertimbangkan pengembangan rekomendasi konsensus mengenai pengukuran kaki anak dengan menggunakan alat penilaian yang valid dan andal.

Mayoritas kasus *flatfoot* pada anak bersifat fisiologis dan tidak memerlukan terapi khusus, namun dalam beberapa kasus dapat menyebabkan gejala yang mengganggu dan memerlukan intervensi medis atau ortopedi. Deteksi dini dan pengelolaan yang tepat dapat membantu mencegah dampak jangka panjang pada mobilitas anak.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Gill SV, Keimig S, Kelty-Stephen D, Hung YC, DeSilva JM. The relationship between foot arch measurements and walking parameters in children. *BMC Pediatr.* 2016;16:2. doi:10.1186/s12887-016-0554-5.
2. Chen J, Tang L, Yang X, *et al.* A cross-sectional study of medial longitudinal arch development in children with different BMI. *Front Pediatr.* 2024;12:1–7. doi:10.3389/fped.2024.1343162.
3. Wang J, Tang L, Tang J, *et al.* The typically developing pediatric foot — the data of the 1744 children in China. *Foot Ankle Surg.* 2022;28. doi:10.1016/j.fas.2021.04.005.

4. Uden H, Scharfbilig R, Causby R. The typically developing paediatric foot: how flat should it be? A systematic review. *J Foot Ankle Res.* 2017;10:37. doi:10.1186/s13047-017-0218-1.
5. Karinia Jaya AAS, Wardana ING, Karmaya INM. Prevalensi flatfoot pada anak usia 7-12 tahun di Sekolah Dasar Cipta Dharma Denpasar. *Jurnal Medika Udayana.* 2020;9. Available at: <https://jurnal.harianregional.com/eum/full-68091>. Accessed 23 June 2025.
6. Wong C, Bjerger CY, Jurca A, *et al.* Protocol article: a cross-sectional evaluation of children's feet and lower extremities. *Methods Protoc.* 2023;6:1–14. doi:10.3390/mps6060115.
7. Babu D, Bordoni B. Anatomy, bony pelvis and lower limb, medial longitudinal arch of the foot. *StatPearls.* 2025. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32965960>. Accessed 23 June 2025.
8. Kalanjati VP, editors. Gray. *Dasar-dasar Anatomi.* 2nd ed. Singapore: Elsevier; 2019. p.316-39.
9. Behling AV, Rainbow MJ, Welte L, Kelly L. Chasing footprints in time - reframing our understanding of human foot function in the context of current evidence and emerging insights. *Biological Rev.* 2023;98:2136-51. doi:<https://doi.org/10.1111/brv.12999>.
10. Sirlyn Q. Ultrasound evaluation of adult-acquired flatfoot deformity: emphasis on the involvement of spring ligament. *Australas J Ultrasound Med.* 2017;20:83–90. doi:10.1002/ajum.12050.
11. Robberecht J, Shah DS, Taylan O, *et al.* The role of medial ligaments and tibialis posterior in stabilising the medial longitudinal foot arch: a cadaveric gait simulator study. *Foot Ankle Surg.* 2022;28:906–11.
12. Rougereau G, Marty-Diloy T, Vigan M, *et al.* Biomechanical evaluation of the spring ligament and the posterior tibial tendon by shear-waves elastography:

validation of a reliable and reproducible measurement protocol. *J Exp Orthop* 2023;10. doi:10.1186/s40634-023-00678-w.

13. Swanton E, Fisher L, Fisher A, Molloy A, Mason L. An anatomic study of the naviculocuneiform ligament and its possible role maintaining the medial longitudinal arch. *Foot Ankle Int.* 2019;40:352–5. doi:10.1177/1071100718811638.
14. Malakoutikhah H, Malakoutikhah H, Latt LD. The role of the plantar fascia in supporting the arch in flatfoot deformity. *Foot Ankle Orthop.* 2023;8:1–2. doi:10.1177/2473011423500204.
15. Aland RC, Sharp AC. Anomalous plantar intrinsic foot muscle attaching to the medial longitudinal arch: possible mechanism for medial nerve entrapment: a case report. *J Med Case Rep.* 2021;15:1–4. doi:10.1186/s13256-021-02676-x.
16. Long X, Du X, Yuan C, Xu J, Liu T, Zhang Y. Finite element analysis of the plantar support for the medial longitudinal arch with flexible flatfoot. *PLoS One.* 2025;20:1–12. doi:10.1371/journal.pone.0313546.
17. Escalona-Marfil C, Prats-Puig A, Ortas-Deunosajut X, Font-Lladó R, Ruiz-Tarrazo X, Evans AM. Children's foot parameters and basic anthropometry — do arch height and midfoot width change?. *Eur J Pediatr.* 2023;182:777–84. doi:10.1007/s00431-022-04715-1.
18. Martínez-Nova A, Gijón-Noguerón G, Alfageme-García P, Montes-Alguacil J, Evans AM. Foot posture development in children aged 5 to 11 years: a three-year prospective study. *Gait Posture.* 2018;62:280–4.
19. Jiang H, Mei Q, Wang Y, *et al.* Understanding foot conditions, morphologies and functions in children: a current review. *Front Bioeng Biotechnol.* 2023;11:1–11. doi:10.3389/fbioe.2023.1192524.
20. Xu L, Gu H, Zhang Y, Sun T, Yu J. Risk factors of flatfoot in children: a systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19.

doi:10.3390/ijerph19148247.

21. Shin B, Lee KM, Chung CY, *et al.* Analysis of factors in fluencing improvement of idiopathic flatfoot. *Medicine*. 2021;32:1–7. doi:10.1097/md.00000000000026894.
22. Di Saverio S, Podda M, De Simone B, *et al.* Diagnosis and treatment of acute appendicitis: 2020 update of the WSES Jerusalem guidelines. *World J Emerg Surg*. 2020;15:1–42. doi:10.1186/s13017-020-00306-3.
23. Hollander K, De Villiers JE, Sehner S, *et al.* Growing-up (habitually) barefoot influences the development of foot and arch morphology in children and adolescents. *Sci Rep*. 2017;7:1–9. doi:10.1038/s41598-017-07868-4.
24. Davies N, Branthwaite H, Chockalingam N. Where should a school shoe provide flexibility and support for the asymptomatic 6- to 10-year-olds and on what information is this based? a Delphi yielded consensus. *Prosthet Orthot Int*. 2015;39:213–8. doi:10.1177/0309364614522684.
25. Rusu L, Marin MI, Geambesa MM, Rusu MR. Monitoring the role of physical activity in children with flat feet by assessing subtalar flexibility and plantar arch index. *Children*. 2022;9. doi:10.3390/children9030427.
26. Elsayed W, Alotaibi S, Shaheen A, Farouk M, Farrag A. The combined effect of short foot exercises and orthosis in symptomatic flexible flatfoot: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2023;59:396–405. doi:10.23736/s1973-9087.23.07846-2.
27. Priyanka S, Murugan S. Anti pronation taping and its effect on balance, explosive power and agility of school going children with flat foot. *Indian J Public Heal Res Dev*. 2020;11:868–73. doi:<https://doi.org/10.37506/ijphrd.v11i7.10197>.
28. Karthika N, Kumar RM, Kumar RVV, Vasanthan. Efficacy of tibialis posterior strengthening exercise with obesity reduction program in flexible flatfoot among obese school children. *Indian J Physiother Occup Ther - An Int J*. 2022;16:120–7. doi:<https://doi.org/10.37506/ijpot.v16i2.18043>.

29. Hullumani S, Chippala P. Effects of barefoot walking on the flat foot in school going children: a randomised control trial. *Int J Res Pharm Sci.* 2020;11(SPL4):1805–12. doi:10.26452/ijrps.v11iSPL4.4382.
30. Abd-Elmonem AM, El-Negamy EH, Mahran MA, Ramadan AT. Clinical and radiological outcomes of corrective exercises and neuromuscular electrical stimulation in children with flexible flatfeet: a randomized controlled trial. *Gait and Posture.* 2021;88:297–303. doi:10.1016/j.gaitpost.2021.06.008.
31. Ketabchi J, Seidi F, Haghighat S, Moghadas-Tabrizi Y, Khoshroo F. Differential effects of intrinsic-versus extrinsic-first corrective exercise programs on morphometric outcomes and navicular drop in pediatric pes planus. *Scientific reports.* 2024;1–18. doi:10.21203/rs.3.rs-3974670/v1.
32. Smith C, Zaidi R, Bhamra J, Bridgens A, Wek C, Kokkinakis M. Subtalar arthroereisis for the treatment of the symptomatic paediatric flexible pes planus: a systematic review. *EFORT Open Rev.* 2021;6:118–29. doi:10.1302/2058-5241.6.200076.

turnitin flat foot

ORIGINALITY REPORT

6%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	e-journal.trisakti.ac.id Internet Source	3%
2	ocs.unud.ac.id Internet Source	1%
3	vestnik.kaznmu.edu.kz Internet Source	<1%
4	Submitted to Universitas Pamulang Student Paper	<1%
5	www.mdpi.com Internet Source	<1%
6	Rihhadatul Zaskia, Rani Khairunnisa, Luisha Setia Fernanda. "THE RELATIONSHIP OF HEARING IMPAIRMENT WITH LANGUAGE ABILITIES IN CHILDREN", Jurnal Skripta, 2025 Publication	<1%
7	www.neliti.com Internet Source	<1%
8	www.researchgate.net Internet Source	<1%
9	J. Maestre-Rendon, Tomas Rivera-Roman, Juan Sierra-Hernandez, Ivan Cruz-Aceves et al. "Low Computational-Cost Footprint Deformities Diagnosis Sensor through Angles, Dimensions Analysis and Image Processing Techniques", Sensors, 2017 Publication	<1%
10	bascommetro.wordpress.com Internet Source	<1%

Exclude quotes On

Exclude matches < 10 words

Exclude bibliography On