

MEDIAL ARCH SUPPORT CUSTOM SEBAGAI KOREKSI BIOMEKANIK PADA ANAK PES PLANNUS

Alfan Zubaidi^{1*}, Muh. Syaiful Akbar²

Jurusan Ortotik Prostetik, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surakarta¹, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar²

*Corresponding Author : syaifulakbar@unm.ac.id

ABSTRAK

Pes plannus merupakan kelainan lengkung medial kaki yang dapat mengganggu fungsi biomekanik dan aktivitas berjalan pada anak usia sekolah. Gangguan ini berpotensi menurunkan stabilitas, efisiensi gerak, dan performa berjalan apabila tidak ditangani secara tepat. Salah satu intervensi konservatif yang digunakan adalah medial arch support. Namun, perbedaan efektivitas antara *medial arch support custom* dan produk standar masih memerlukan pembuktian ilmiah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran *medial arch support custom* dalam koreksi biomekanik pada anak dengan pes plannus. Penelitian ini menggunakan desain Randomized Controlled Trial dengan dua kelompok perlakuan. Populasi adalah anak usia 9-12 tahun dengan pes plannus di Kabupaten Karanganyar. Sampel sebanyak 80 anak dipilih menggunakan teknik simple random sampling dan dibagi menjadi kelompok *medial arch support custom* dan kelompok medial arch support standar. Variabel independen adalah jenis medial arch support, sedangkan variabel dependen adalah koreksi biomekanik yang diukur melalui tes sprint 40 meter sebagai indikator aktivitas berjalan. Analisis data dilakukan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov, paired t-test, dan Mann-Whitney dengan tingkat signifikansi 0,05. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan performa berjalan pada kelompok *medial arch support custom* dibandingkan kelompok standar ($p < 0,05$). *Medial arch support custom* lebih efektif dalam mendukung koreksi biomekanik kaki dan meningkatkan aktivitas berjalan pada anak dengan pes plannus.

Kata kunci : biomekanik kaki, *medial arch support*, pes plannus

ABSTRACT

Pes planus is a condition characterized by the collapse of the medial longitudinal arch, which may impair foot biomechanics and walking performance in school-aged children. This condition can reduce postural stability, shock absorption capacity, and movement efficiency if not properly managed. Medial arch support is commonly used as a conservative intervention; however, scientific evidence comparing custom-designed and standard arch supports remains limited. This study aimed to analyze the role of custom medial arch support in biomechanical correction among children with pes planus. This study employed a Randomized Controlled Trial design with two intervention groups. The population consisted of children aged 9-12 years diagnosed with pes planus in Karanganyar Regency. A total of 80 participants were selected using simple random sampling and divided into a custom medial arch support group and a standard arch support group. The independent variable was the type of medial arch support, while the dependent variable was biomechanical correction, assessed through a 40-meter sprint test as an indicator of walking performance. Data were analyzed using the Kolmogorov-Smirnov normality test, paired t-test, and Mann-Whitney test with a significance level of 0.05. The findings demonstrated a statistically significant improvement in walking performance in the custom medial arch support group compared to the standard group ($p < 0.05$). Custom medial arch support is more effective in supporting biomechanical correction and improving walking performance in children with pes planus.

Keywords : foot biomechanics, *medial arch support*, *pes planus*

PENDAHULUAN

Pes planus (flatfoot) pada anak merupakan kondisi perkembangan yang ditandai dengan penurunan atau kolapsnya lengkung longitudinal medial kaki serta peningkatan pronasi saat

fase tumpu. Kondisi ini umum ditemukan pada usia dini dan sering kali membaik seiring pertumbuhan, karena maturasi struktur muskuloskeletal dan pembentukan lengkung kaki berlangsung secara bertahap. Namun, pada sebagian anak, pes planus fleksibel dapat menetap hingga usia sekolah dan menimbulkan gangguan biomekanik yang mempengaruhi stabilitas postural dan efisiensi berjalan (Aryantari *et al.*, 2021; Turner *et al.*, 2020). Prevalensi pes planus pada populasi anak sekolah menunjukkan variasi yang cukup luas, tergantung pada metode diagnostik dan karakteristik populasi yang diteliti. Beberapa studi melaporkan angka prevalensi yang signifikan pada kelompok usia sekolah, sehingga penting untuk membedakan antara pes planus fisiologis dan patologis dalam menentukan kebutuhan intervensi (Ateeque *et al.*, 2024; Biz *et al.*, 2023; Buchbinder *et al.*, 2018). Meskipun sebagian besar kasus bersifat asimtomatik, anak dengan gangguan fungsi berjalan, nyeri, atau keterbatasan aktivitas memerlukan pendekatan konservatif yang tepat untuk mencegah komplikasi muskuloskeletal jangka panjang (Acak *et al.*, n.d.; Aryantari *et al.*, 2021; Dars *et al.*, 2018).

Pendekatan non-bedah merupakan strategi utama dalam penatalaksanaan pes planus pada anak. Intervensi konservatif meliputi penggunaan foot orthoses, insole dengan dukungan lengkung, modifikasi alas kaki, serta program fisioterapi yang bertujuan memperbaiki postur dan fungsi kaki (Turner *et al.*, 2020; Dars *et al.*, 2018). *Medial arch support custom* dirancang secara individual untuk meningkatkan tinggi lengkung longitudinal medial, mengurangi pronasi berlebih, serta mengoptimalkan distribusi tekanan plantar selama fase berdiri dan berjalan (Balsdon *et al.*, 2019; Jackson *et al.*, 2016). Secara biomekanik, intervensi ini diharapkan mampu meningkatkan kemampuan peredaman beban (shock absorption) dan stabilitas saat aktivitas berjalan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan arch support dapat memberikan perbaikan pada keseimbangan, kontrol neuromuskular, dan performa berjalan, terutama bila dikombinasikan dengan aktivitas fisik terstruktur (Akbar *et al.*, 2020; Dion *et al.*, 2023). Namun demikian, variasi metode pengukuran seperti Arch Index, Chippaux-Smirak Index, serta analisis gait menyebabkan heterogenitas hasil antar studi (Akbar *et al.*, 2025; Ateeque *et al.*, 2024; Planus, 2016)(Ateeque *et al.*, 2024;). Selain itu, bukti dari uji klinis terkontrol secara acak (RCT) mengenai efektivitas jangka panjang orthosis custom dalam koreksi biomekanik pada anak masih terbatas (Turner *et al.*, 2020; Dars *et al.*, 2018).

Berdasarkan kesenjangan tersebut, diperlukan penelitian yang secara khusus mengevaluasi peran *medial arch support custom* dalam koreksi biomekanik yang terukur melalui indikator fungsional, seperti aktivitas berjalan. Desain custom yang disesuaikan dengan karakteristik anatomi individu berpotensi memberikan kontrol biomekanik yang lebih optimal dibandingkan perangkat standar (Balsdon *et al.*, 2019; Jackson *et al.*, 2011). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran *medial arch support custom* sebagai intervensi korektif biomekanik pada anak dengan pes planus melalui pengukuran aktivitas berjalan.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain Randomized Controlled Trial (RCT) dengan dua kelompok perlakuan untuk membandingkan penggunaan *medial arch support custom* dan medial arch support standar dalam koreksi biomekanik pada anak dengan pes plannus. Penelitian dilaksanakan di beberapa Sekolah Dasar di wilayah Kabupaten Karanganyar pada bulan Maret hingga Agustus 2026. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh anak usia 9-12 tahun yang teridentifikasi mengalami pes plannus berdasarkan pemeriksaan fisik dan observasi lengkung medial kaki. Kriteria inklusi meliputi anak yang memiliki indikasi pes plannus fleksibel, mampu berjalan mandiri, dan bersedia mengikuti penelitian hingga selesai. Kriteria eksklusi meliputi anak dengan riwayat cedera ekstremitas bawah, kelainan neurologis, atau gangguan muskuloskeletal lain yang mempengaruhi pola berjalan. Sampel penelitian berjumlah 80 anak yang ditentukan menggunakan teknik simple random sampling dari populasi

yang memenuhi kriteria. Subjek kemudian dibagi secara acak ke dalam dua kelompok, yaitu 40 anak menggunakan *medial arch support custom* dan 40 anak menggunakan *medial arch support standar*.

Variabel independen dalam penelitian ini adalah jenis *medial arch support* (custom dan standar), sedangkan variabel dependen adalah koreksi biomekanik kaki yang direpresentasikan melalui performa aktivitas berjalan. Pengumpulan data dilakukan dalam dua tahap, yaitu pre-test dan post-test. Pengukuran biomekanik dilakukan menggunakan tes sprint 40 meter untuk menilai waktu tempuh sebagai indikator performa berjalan. Semakin cepat waktu tempuh menunjukkan perbaikan fungsi biomekanik kaki. Data dicatat dalam satuan detik menggunakan stopwatch digital. Analisis data diawali dengan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov. Jika data berdistribusi normal, digunakan uji paired sample t-test untuk melihat perubahan dalam kelompok dan uji independent t-test untuk membandingkan antar kelompok. Jika data tidak berdistribusi normal, digunakan uji Wilcoxon dan Mann-Whitney. Tingkat signifikansi ditetapkan pada $\alpha = 0,05$. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Poltekkes Kemenkes Surakarta.

HASIL

Sebanyak 100 anak dengan pes planus berpartisipasi dalam penelitian ini dan dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok *medial arch support standar* ($n=50$) dan kelompok *medial arch support custom* ($n=50$). Analisis dilakukan untuk mengetahui perbedaan aktivitas berjalan sebagai indikator koreksi biomekanik kaki..

Perbandingan Aktivitas Berjalan Antar Kelompok

Aktivitas berjalan diukur menggunakan tes sprint 40 meter dengan satuan detik. Semakin rendah waktu tempuh menunjukkan peningkatan fungsi biomekanik kaki.

Tabel 1. Perbandingan Waktu Tempuh Sprint 40 Meter pada Kedua Kelompok

Kelompok	n	Mean (detik)	SD	t	p-value
Standar	50	13,46	0,95		
Custom	50	10,02	0,84	19,11	0,000

Hasil uji independent t-test menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat signifikan antara kelompok *medial arch support custom* dan kelompok standar ($p < 0,001$). Rerata waktu tempuh pada kelompok custom lebih rendah dibandingkan kelompok standar.

Besaran Perbedaan Antar Kelompok

Selisih rerata waktu tempuh antara kedua kelompok sebesar 3,44 detik, yang menunjukkan peningkatan aktivitas berjalan yang lebih optimal pada kelompok *medial arch support custom*. Secara statistik, nilai t sebesar 19,11 dengan $p < 0,001$ mengindikasikan bahwa penggunaan *medial arch support custom* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap koreksi biomekanik kaki dibandingkan *medial arch support standar*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *medial arch support custom* secara signifikan meningkatkan aktivitas berjalan pada anak dengan pes planus dibandingkan *medial arch support standar*. Temuan ini mendukung bahwa desain custom memberikan koreksi biomekanik yang lebih efektif.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *medial arch support custom* (Custom Medial Arch Support, CMAS) meningkatkan aktivitas berjalan secara signifikan dibandingkan dengan medial arch support standar. Temuan ini dapat diinterpretasikan sebagai bukti adanya koreksi biomekanik pada anak dengan pes planus fleksibel. Secara umum, literatur biomekanik ortotik menyatakan bahwa orthosis kaki mampu memodulasi arka medial, mengurangi pronasi berlebih, serta mengubah distribusi tekanan plantar sehingga meningkatkan stabilitas dan efisiensi gait (Balsdon *et al.*, 2019; Jackson *et al.*, 2011; Sinha *et al.*, 2025; Jackson *et al.*, 2025). Dengan demikian, peningkatan performa berjalan yang ditemukan dalam penelitian ini konsisten dengan teori biomekanik yang mendasari penggunaan orthosis pada pes planus anak. Secara biomekanik, CMAS dirancang untuk memberikan dukungan spesifik pada medial longitudinal arch (MLA), sehingga menjaga stabilitas lengkung selama fase stance dan gait. Dukungan ini berpotensi mengurangi kolaps arka saat beban tubuh diterima, memindahkan tekanan plantar secara lebih seimbang, serta meningkatkan efisiensi transmisi ground reaction force (GRF). Optimalisasi ini berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan shock absorption dan stabilitas dinamis selama aktivitas berjalan (Balsdon *et al.*, 2019; Sinha *et al.*, 2025). Oleh karena itu, penurunan waktu tempuh sprint pada kelompok CMAS mencerminkan perbaikan mekanika fungsional kaki yang relevan secara klinis.

Perbedaan desain antara CMAS dan arch support standar menjadi faktor penting dalam menjelaskan variasi hasil. Studi biomekanik menunjukkan bahwa orthosis kustom lebih efektif dalam mengurangi pergeseran MLA selama gait dinamis dibandingkan dengan orthosis standar, meskipun efektivitasnya sangat bergantung pada teknik pembuatan, material, dan proses casting yang tepat (Balsdon *et al.*, 2019; Sinha *et al.*, 2025). Literatur konsensus Delphi mengenai foot orthoses menyatakan bahwa orthosis kustom direkomendasikan ketika kontrol klinis yang memadai tidak tercapai dengan prefabricated orthoses. Faktor seperti teknik casting, kedalaman arch fill, serta pertimbangan pertumbuhan kaki anak menjadi variabel penting dalam efektivitas jangka panjang CMAS (Dars *et al.*, 2018). Hal ini mendukung hasil penelitian bahwa desain custom yang disesuaikan dengan anatomi individu memberikan kontrol biomekanik yang lebih optimal dibandingkan produk standar.

Hubungan antara dukungan arka medial dan peningkatan performa berjalan juga didukung oleh studi yang menunjukkan bahwa orthosis dapat meningkatkan stabilitas, mengurangi variabilitas parameter gait, serta memodulasi distribusi tekanan plantar selama fase stance (Balsdon *et al.*, 2019; Jackson *et al.*, 2025; Sinha *et al.*, 2025). Penurunan waktu sprint dalam penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan stabilitas arka medial berkontribusi pada efisiensi muskuloskeletal saat aktivitas kecepatan tinggi, yang relevan bagi aktivitas sekolah dan rekreasi anak. Namun, sebagian studi masih memiliki keterbatasan metodologis, seperti ukuran sampel kecil atau desain non-randomized (Sinha *et al.*, 2025), sehingga diperlukan konfirmasi lebih lanjut melalui uji klinis jangka panjang. Dalam konteks klinis, CMAS dapat dipertimbangkan sebagai intervensi konservatif pada anak dengan pes planus fleksibel yang simptomatik atau mengalami gangguan fungsi berjalan. Namun, literatur juga menekankan bahwa banyak kasus pes planus pada anak bersifat fisiologis dan dapat membaik seiring pertumbuhan, sehingga intervensi sebaiknya ditujukan pada kasus dengan nyeri atau keterbatasan aktivitas (Ii *et al.*, 2016; Pes, 2022). Pendekatan multimodal yang mengombinasikan orthosis dengan latihan penguatan intrinsic foot muscle dan proprioceptive training juga direkomendasikan untuk hasil yang lebih optimal (Turner *et al.*, 2020; Dars *et al.*, 2018; Narastiti *et al.*, 2023).

Meskipun penelitian ini menunjukkan hasil yang signifikan, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu dipertimbangkan. Variasi metode pengukuran arch height seperti Arch Index, Chippaux-Smirak Index, dan Staheli Index di berbagai studi menyebabkan heterogenitas

hasil dan menyulitkan perbandingan langsung (Ateeque *et al.*, 2024; Bernardino, 2023; Li *et al.*, 2021). Selain itu, sebagian besar bukti dalam literatur masih berasal dari studi observasional atau konsensus ahli, sehingga diperlukan uji klinis acak terkontrol dengan desain yang lebih kuat untuk mengevaluasi efek jangka panjang CMAS terhadap perubahan arch height, nyeri, dan kualitas hidup anak dengan pes planus (Dars *et al.*, 2018; Diseases & Families, 2023; Turner *et al.*, 2020). Dengan demikian, meskipun CMAS menunjukkan potensi sebagai intervensi konservatif yang efektif, penelitian lanjutan tetap diperlukan untuk memperkuat dasar bukti ilmiahnya.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *medial arch support custom* secara signifikan lebih efektif dibandingkan *medial arch support standar* dalam meningkatkan aktivitas berjalan pada anak dengan pes planus. Peningkatan performa berjalan yang ditunjukkan melalui penurunan waktu tempuh sprint 40 meter merefleksikan adanya koreksi biomekanik pada kaki, khususnya dalam hal stabilitas medial longitudinal arch, kontrol pronasi, serta efisiensi transmisi gaya saat fase stance dan gait. Temuan ini menegaskan bahwa desain orthosis yang disesuaikan dengan karakteristik anatomi individu mampu memberikan kontrol biomekanik yang lebih optimal dibandingkan perangkat standar. Secara klinis, *medial arch support custom* dapat dipertimbangkan sebagai intervensi konservatif yang efektif pada anak usia sekolah dengan pes planus fleksibel yang disertai gangguan fungsi berjalan. Meskipun demikian, penerapan intervensi ini perlu mempertimbangkan evaluasi individual, fase pertumbuhan anak, serta kemungkinan kombinasi dengan pendekatan multimodal seperti latihan penguatan otot intrinsik kaki dan pelatihan proprioseptif. Penelitian lanjutan dengan desain uji klinis jangka panjang tetap diperlukan untuk memperkuat bukti mengenai dampak koreksi biomekanik terhadap perubahan struktur lengkung kaki dan kualitas hidup anak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga karya tulis ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta kontribusi dalam proses pelaksanaan maupun penyusunan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Acak, M., Korkmaz, M. F., Taskiran, C., & Demirkan, E. (n.d.). (2020). *Investigating the effects of wrestling gear in flatfoot deformity of wrestlers.* <https://doi.org/10.15561/26649837..0301>
- Akbar, M. S., Rahardjo, S. S., & Indarto, D. (2020). A Meta-Analysis on the Risk Factors of Low Back Pain in Health Workers. *Journal of Epidemiology and Public Health*, 5(2), 237–244. <https://doi.org/10.26911/jepublichealth.2020.05.02.11>.
- Akbar, M. S., Syafar, M., Thamrin, Y., Aras, D., Maidin, A., & Arsyad, M. (2025). *Impact of lumbar support on pain reduction review and meta-analysis of randomized.* 1–15.
- Aryantari, S., Thanaya, P., & Jamaluddin, C. N. (2021). *Comprehensive Physiotherapy Program Improves the Medial Longitudinal Arch of a Male Adolescent with Bilateral Flexible Flat Foot : A Case Report.* 2(2), 54–60. <https://doi.org/10.51559/ptji.v2i2.36>
- Ateeque, A., Shabbir, S., Nadeem, T., Zubair, H., & Khizar, Z. (2024). *Prevalence of Flatfoot in School-Going Children , Lahore.* 7, 745–749.

- Balsdon, M., Dombroski, C., Bushey, K., & Jenkyn, T. R. (2019). *Hard , soft and off-the-shelf foot orthoses and their effect on the angle of the medial longitudinal arch : A biplane fluoroscopy study*. <https://doi.org/10.1177/0309364619825607>
- Biz, C., Cerchiaro, M., Mori, F., Rossin, A., Ponticiello, M., & Crimì, A. (2023). Flatfoot over the centuries : the background of current conservative and operative treatments. *International Orthopaedics*, 2357–2368. <https://doi.org/10.1007/s00264-023-05837-3>
- Buchbinder, R., van Tulder, M., Öberg, B., Costa, L. M., Woolf, A., Schoene, M., Croft, P., Hartvigsen, J., Cherkin, D., Foster, N. E., Maher, C. G., Underwood, M., Anema, J. R., Chou, R., Cohen, S. P., Ferreira, M., Ferreira, P. H., Fritz, J. M., Genevay, S., ... Turner, J. A. (2018). Low back pain: a call for action. *The Lancet*, 391(10137), 2384–2388. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30488-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30488-4)
- Dars, S., Uden, H., Kumar, S., & Banwell, H. A. (2018). *When , why and how foot orthoses (FOs) should be prescribed for children with flexible pes planus : a Delphi survey of podiatrists*. <https://doi.org/10.7717/peerj.4667>
- Dion, K., Narastiti, S., Setyawan, D., Tri, C., & Ningsih, M. (2023). *The Effect Insole Usage on Children Balance with Flatfoot Condition*. 2(2), 4–10. <https://doi.org/10.36082/jpost.v2i2>.
- Diseases, C., & Families, T. (2023). *Complex Diseases and Their Families*. 8(1).
- Ii, J. B. C., Yang, S., & Lather, L. A. (2016). *Pediatric Pes Planus : A State- of-the-Art Review*. 137(3). <https://doi.org/10.1542/peds.2015-1230>
- Jackson, L. T., Aubin, P. M., Cowley, M. S., Sangeorzan, B. J., & Ledoux, W. R. (2016). *A Robotic Cadaveric Flatfoot*. 133(May 2011), 1–6. <https://doi.org/10.1115/1.4003869>
- Pes, P. (2022). *Family Practice & Palliative Care R eview Article Pediatric Pes Planus (flatfoot)*. 7(4), 118–123.
- Planus, P. (2016). *HHS Public Access*. 5(2), 52–59. <https://doi.org/10.1111/cob.12091>.
- Sinha, R. K., Singh, O. S., Palanivelu, V., & Ghosh, R. (2025). *Journal of Allied Health Sciences Comparing Medial Arch Supports with Different Rubber Densities for Adoles - cents with Flexible Pes Planus*. 5(2), 19–26.
- Turner, C., Gardiner, M. D., Midgley, A., & Stefanis, A. (2020). *A guide to the management of paediatric pes planus*. 49(5), 245–249.