

PERBANDINGAN *CENTER OF PRESSURE* PADA PENDERITA *FLAT FOOT* DAN *NORMAL FOOT*

¹Akbar Maulana Arif*, ²Mahendra Wahyu Dewangga

¹Universitas Muhammadiyah Surakarta, J128230006@student.ums.ac.id

²Universitas Muhammadiyah Surakarta, mwd171@ums.ac.id

*Penulis Korespondensi

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan distribusi dan karakteristik *Center of Pressure (COP)* pada individu dengan *flat foot* dan *normal foot*. Hal ini, dapat membantu memahami perbedaan-perbedaan tersebut dan diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih baik mengenai pengobatan dan terapi penderita kaki datar. Metode penelitian yang digunakan adalah tinjauan pustaka dengan metodologi pencarian menggunakan prinsip sistematika yang berpedoman pada skema PICO dan tersirat kata kunci teks bebas serta judul yang ditentukan oleh peneliti. Hasilnya menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam jalur *COP*, distribusi tekanan, dan variabilitas *COP* antara kedua kelompok, yang mencerminkan variasi dalam biomekanik kaki. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya mengetahui biomekanik dan *COP* untuk mengatasi masalah pada orang dengan *flat foot*

Kata Kunci : *center of pressure, flat foot, normal foot*

ABSTRACT

This study aims to compare the distribution and characteristics of the *Center of Pressure (COP)* in individuals with *flat feet* and *normal feet*. By understanding these differences, it is hoped that it can provide better insight into the treatment and therapy for *flat foot* sufferers. The methodology used includes *COP* measurements using a pressure platform, analysis of *COP* path data, maximum pressure distribution, and *COP* variability. The results showed significant differences in *COP* pathways, pressure distribution, and *COP* variability between the two groups, reflecting variations in foot biomechanics. These findings underscore the importance of biomechanical interventions to treat problems in *flat foot* sufferers.

Keyword : *center of pressure, flat foot, normal foot*

PENDAHULUAN

Kaki memberikan interaksi antara tubuh dan tanah. Ini juga berfungsi sebagai mekanisme yang dapat dikontrol dan menjadi tuas (Han *et al.*, 2015). Postur kaki mempunyai keselarasan antara segmen-segmen yang bertujuan untuk menahan berat badan (Neal *et al.*, 2014). Antar individu mempunyai postur kaki yang bervariasi dan juga berhubungan dengan terjadinya tingkat resiko cedera. Risiko cedera yang sering terjadi pada usia anak-anak dapat berupa kelainan muskuloskeletal, seperti *flat foot* (Safitri, Wibawa and Sugiritama, 2019).

Flat foot merupakan suatu kondisi yang ditandai dengan keruntuhan atau perataan pada lengkung logituginal bagian dalam telapak kaki (*medial longitudinal arch*) yang berlebihan terhadap bidang tumpu telapak kaki (Xu *et al.*, 2022). Prevalensi anak penderita *flat foot* pada kelompok usia 2-6 dan 8-13 tahun, sebesar 37-59,7% dan 4-19,1%. Kelasi pada anak muncul pada tahun-tahun pertama kehidupan, namun hanya terjadi pada 3% populasi orang dewasa (Halabchi *et al.*, 2013). Individu dengan kondisi *flat foot* mengalami perubahan gaya berjalan yang membuatnya sering kali mengalami kelelahan saat berjalan atau berlari akibat menurunnya kemampuannya dalam menyerap beban kejut (Wibowo, Umardani and Mustadzanah, 2022).

Parameter *center of pressure (COP)* merupakan parameter penting untuk dipertimbangkan dalam kondisi *flat foot*. Penderita *flat foot* pada umumnya dapat mengalami perubahan titik total tumpuan telapak kaki atau *COP*, saat posisi statis (Quijoux *et al.*, 2021) maupun dinamis dengan ketinggian yang berbeda (Han *et al.*, 2015). Perubahan posisi *COP* dapat mengindikasikan perubahan mekanisme dukungan tubuh dan berpotensi terhadap risiko cedera atau ketidakseimbangan postural.

Berdasarkan tinjauan yang telah dipaparkan diatas sehingga penulis tertarik untuk meneliti perbandingan *center of pressure* pada anak penderita *flat foot* dan normal *foot*. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui informasi yang tidak hanya karakteristik *flat foot* pada anak-anak. Akan tetapi, juga dapat mendukung perencanaan intervensi yang tepat untuk mencegah atau mengurangi potensi masalah biomekanik musculoskeletal yang menurunkan produktivitas anak di usia dini.

METODE

Metode yang digunakan adalah *literature review* dengan kerangka metodologis sistesis buti sistematis dan aitem laporan pilihan. Metode ini digunakan untuk menyajikan hasil secara lengkap dan transparan yang membantu meminimalkan bias.

Metodologi pencarian

Metodologi pencarian menggunakan prinsip-prinsip sitematik yang berpedoman pada skema PICO dan katakunci teks bebas tersirat dan judul yang telah ditentukan oleh peneliti. Pencarian dilakukan pada bulan Juni 2024, menggunakan PubMed, Scopus, dan Google Cendikian. Selain itu, peneliti memeriksa daftar refrensi studi dengan menyertakan dan mengulas secara relevan, serta diidentifikasi melalui pencarian.

Seleksi studi

Seleksi studi berupa keteria inklusi dan eksklusi untuk memilah artikel yang keseuaian dengan penelitian. Keriteria tersebut telah dipaparkan pada tabel 1

Tabel 1 Kreteria inklusi dan eksklusi

| Inklusi | Eksklusi |
|---|---|
| Artikel berbahasa inggris | Artikel dalam bahasa lain |
| Artikel ilmiah diterbitkan di jurnal peer-review pada tahun 2014-2024 | Artikel ilmiah yan diterbitkan melewati batas tahun yang telah ditentukan |
| Penelitian experimental dan kolerasi | <i>Systematic review</i> |
| Anak-anak penderita <i>flat foot</i> | Lansia |
| Hasil diukur dengan semua alat ukur | Hasil tidak di ukur dengan alat ukur |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tabel 2 Skema PICO

| Judul Pengarang dan tahun | Populasi | Intervensi | Comparison | Outcome/Measurement |
|---|---|--|--|---|
| <i>Foot posture is associated with plantar pressure during gait: A comparison of normal, planus and cavus feet</i> (Buldt et al., 2018) | 92 peserta (berusia 18 hingga 45 tahun) dan dibedakan menjadi 3 kelompok : 1) 35 peserta (17 lakilaki, 18 perempuan) dimasukkan ke dalam kelompok normal. 2) 31 peserta (16 laki-laki, 15 perempuan) ke | Membandingkan tekanan plantar antara individu sehat dengan kaki normal, pes planus atau pes cavus. | 1) Kelompok Postur kaki Normal 2) Kelompok Postur kaki Pes planus 3) Kelompok Postur kaki pes cavus. | Outcome: perbedaan terbesar terdapat pada kelompok kaki planus dan cavus dalam hal tekanan dan gaya kaki depan. Secara khusus, tekanan puncak pada MTPJ ke-4 dan ke-5 pada kelompok kaki planus lebih rendah dibandingkan dengan kelompok kaki normal dan cavus, dan menunjukkan ukuran efek terbesar Measurement : 1) <i>Foot Posture Index</i> (FPI) 6 item 2) <i>Arch Index</i> (AI) 3) <i>Normalised Navicular Height Truncated</i> (NNHt) |

| Judul Pengarang dan tahun | Populasi | Intervensi | Comparison | Outcome/Measurement |
|--|--|--|--|--|
| | kelompok pes planus. 3) 26 peserta (12 laki-laki, 14 perempuan) ke kelompok pes cavus. | | | Ketiga alat ukur tersebut digunakan untuk menetapkan peserta ke dalam kelompok postur kaki normal, pes planus, atau pes cavus. |
| <i>Lower Extremity Muscle Performance and Foot Pressure in Patients Who Have Plantar Fasciitis with and without Flat Foot Posture</i> (Lee et al., 2023) | 70 pasien (37 pasien yang menderita PF dengan <i>plat foot</i> vs. 33 pasien yang menderita PF dengan <i>normal foot</i>) | Membandingkan performa otot ekstremitas bawah dan tekanan kaki pada penderita plantar fasciitis dengan dan tanpa postur <i>flat foot</i> | 1) Kelompok Plantar Fasciitis dengan <i>flat foot</i> . 2) Kelompok Plantar Fasciitis dengan <i>normal foot</i> . | Outcome: Kekuatan otot <i>fleksor plantar</i> jauh lebih rendah (P=0,008), sedangkan waktu reaksi otot fleksor plantar jauh lebih cepat (P= 0,007) untuk kaki yang terlibat pada pasien PF dengan <i>flat foot</i> dibandingkan pada pasien <i>normal foot</i> . Sehingga adanya perbedaan kinerja otot antara pasien yang menderita PF dengan postur kaki yang berbeda Measurement : 1) Parameter tekanan kaki dinilai menggunakan pedobarograf dengan kriteria <i>flat foot</i> (sudut cakupan talonavicular > 7.°, sudut metatarsal talo-pertama lateral > 5°, dan sudut kemiringan kalkanealis <18). 2) Alat isokinetik (Biodex Multi-Joint System 4, Biodex Medical Systems, Inc., Shirley, NY, USA) digunakan untuk Kekuatan otot ekstremitas bawah, termasuk otot paha depan (ICC=0,88) , hamstring (ICC=0,83), dan fleksor plantar (ICC= 0,81). 3) Dinamometer digital genggam (Hoggan Health Industries, Inc., West Jordan, UT, USA) digunakan untuk Kekuatan Otot Pinggul Isometri dengan (ICC= 0,91). |

| Judul Pengarang dan tahun | Populasi | Intervensi | Comparison | Outcome/Measurement |
|---|--|--|--|---|
| <i>Comparison of plantar pressure between flat and normal feet when crossing an obstacle at different heights</i> (Han et al., 2015) | 19 responden (10 normal feet dan 8 flat feet), 1 subyek dikeluarkan karena memiliki masalah muskuloskeletal atau neurologis yang dapat menghambat pendirian normal (misalnya osteoarthritis, kelainan bentuk pergelangan kaki/kaki, defisit saraf, atau cedera otak) | Melintasi rintangan pada ketinggian berbeda | 1) Kelompok normal feet 2) Kelompok flat foot | Outcome: Hilangnya <i>logituginal arch</i> dapat mengalami perubahan jalur COP dan tekanan pada bagian plantar (<i>phalang, metatarsal, dan heel region</i>) antara <i>flat feet</i> dengan normal feet ketika berjalan melintasi rintangan dengan ketinggian berbeda. Measurement : 1) Tape measure dan goniometer untuk mengukur tinggi navicular dan sudut kaki belakang subjek masing-masing. 2) Matscan system (Tekscan, USA). |
| <i>Predictors of the Biomechanical Effects of Customized Foot Orthoses in Adults With Flat-Arched Feet</i> (Arnold, May and Bishop, 2017) | 18 orang dewasa dengan flat feet (11 laki-laki dan 7 perempuan, serta usia rata-rata 25,1 tahun) | Efek Biomekanik Orthosis Kaki selama berjalan sepanjang 10 m | 1) Memakai alas kaki (ASICS Gel-Pulse 3, ASICS Corporation, Kobe, Jepang) 2) Memakai alas kaki plus ortosis kaki yang disesuaikan, seperti polipropilena setebal 4 mm dengan tiang tumit EVA dan penutup atas multibentuk 1,5 mm. | Outcome: Individu dengan peningkatan pronasi kaki dinamis lebih cenderung menunjukkan respons biomekanik yang baik terhadap ortosis yang disesuaikan, memberikan bukti awal yang mendukung penggunaan ortosis kaki bertingkat untuk mengoptimalkan efektivitasnya. Measurement : - |

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan pada COP antara penderita *flat foot* dan normal *foot* disebabkan oleh perubahan pada struktur anatomi kaki yang mempengaruhi biomekanik dan postur tubuh. Penurunan medial longitudinal arch (MLA) pada penderita flat foot mengakibatkan perubahan distribusi tekanan plantar, body postural, dan biomekanika. Hal ini, dapat berpotensi meningkatkan risiko cedera pada sistem muskuloskeletal.

Penurunan tekanan puncak di beberapa area kaki planus menunjukkan adanya redistribusi beban yang mungkin disebabkan oleh runtuhnya *medial logituginal arch* (MLA). Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Buldt et al. (2018) yang menunjukkan bahwa kaki planus memiliki tekanan

puncak dan gaya maksimum yang lebih rendah di kaki depan lateral dibandingkan kaki normal dan cavus. Temuan oleh Lee *et al.* (2023) menjelaskan bahwa penurunan kekuatan otot plantar fleksor pada pasien PF dengan *flat foot* menunjukkan bahwa kelemahan otot dapat berkontribusi pada perubahan biomekanik yang terlihat pada *flat foot*. Akan tetapi, terjadinya juga waktu reaksi otot yang lebih lambat pada pasien PF tanpa *flat foot* yang dapat menunjukkan bahwa faktor-faktor lain selain postur kaki juga berperan dalam kinerja otot.

Penelitian oleh Han *et al.* (2015) menambah pemahaman tentang bagaimana tekanan plantar puncak dan integral tekanan-waktu bervariasi di antara individu dengan postur kaki yang berbeda. Penemuan ini penting untuk pengembangan intervensi yang lebih efektif, seperti ortosis kaki dapat membantu mengelola distribusi tekanan dan mengurangi risiko cedera. Penelitian oleh Arnold, May, dan Bishop (2017) memperkuat pendapat Han *et al.* (2015) yang menyoroti pentingnya penyesuaian ortosis kaki untuk individu dengan *flat foot* dan pronasi kaki dinamis. Penurunan puncak eversi kalkanealis menunjukkan bahwa ortosis yang disesuaikan dapat membantu mengoptimalkan fungsi biomekanik selama berjalan, yang berpotensi mengurangi risiko cedera.

SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa perbedaan postur kaki mempengaruhi distribusi tekanan plantar dan kinerja otot yang dapat berimplikasi terhadap peningkatan risiko cedera pada sistem muskuloskeletal. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan intervensi yang disesuaikan, seperti salah satunya ortosis kaki yang dapat digunakan untuk mengelola distribusi tekanan dan mengurangi risiko cedera. Penelitian ini dapat memberikan pemahaman lebih baik tentang bagaimana postur kaki mempengaruhi biomekanik tubuh dan menyoroti perlunya pendekatan yang dipersonalisasi dalam penanganan kondisi kaki.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnold, J. B., May, T. and Bishop, C. (2017) 'Predictors of the Biomechanical Effects of Customized Foot Orthoses in Adults With Flat-Arched Feet', *Clinical Journal of Sport Medicine*, 28(4), pp. 398–400. doi: 10.1097/JSM.0000000000000461.
- Buldt, A. K. *et al.* (2018) 'Foot posture is associated with plantar pressure during gait: A comparison of normal, planus and cavus feet', *Gait and Posture*, 62(March), pp. 235–240. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.03.005.
- Halabchi, F. *et al.* (2013) 'Pediatric flexible flatfoot; Clinical aspects and algorithmic approach', *Iranian Journal of Pediatrics*, 23(3), pp. 247–260.
- Han, J. T. *et al.* (2015) 'Comparison of plantar pressure between flat and normal feet when crossing an obstacle at different heights', *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 28(4), pp. 629–633. doi: 10.3233/BMR-130449.
- Lee, J. H. *et al.* (2023) 'Lower Extremity Muscle Performance and Foot Pressure in Patients Who Have Plantar Fasciitis with and without Flat Foot Posture', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1). doi: 10.3390/ijerph20010087.
- Neal, B. S. *et al.* (2014) 'Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: A systematic review and meta-analysis', *Journal of Foot and Ankle Research*, pp. 1–13. doi: 10.1186/s13047-014-0055-4.
- Quijoux, F. *et al.* (2021) 'A review of center of pressure (COP) variables to quantify standing balance in elderly people: Algorithms and open-access code*', *Physiological Reports*, pp. 1–32. doi: 10.14814/phy2.15067.
- Safitri, B. A., Wibawa, A. and Sugiritama, I. W. (2019) 'Hubungan Antara Flat Foot Dengan Q-Angle Pada Anak – Anak Usia 9-12 Tahun Dengan Imt Normal Di Sekolah Dasar Negeri Denpasar Barat', *Majalah Ilmiah Fisioterapi Indonesia*, 2(2), pp. 25–32.
- Wibowo, D. B., Umardani, Y. and Mustadzanah, N. K. (2022) 'Rancang Bangun Sol Sepatu Orthotic Untuk Penderita Flatfoot', *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 10(3), pp. 357–366.
- Xu, L. *et al.* (2022) 'Risk Factors of Flatfoot in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(14). doi: 10.3390/ijerph19148247.