

ANALISIS KESEIMBANGAN NEUROMUSKULAR DAN STRUKTUR ANATOMI KAKI PADA GERAKAN SIKAP LILIN SENAM LANTAI

Helena Selfi Olfia Hosio¹, Mukharrar Fadjri², Emayanti Anggraeni³

^{1,2,3}PENJAS FKIP Universitas Muhammadiyah Sorong

¹hzchika58@gmail.com, ²mukharrarfadjri@um-sorong.ac.id,

³emayanti@um-sorong.ac.id

ABSTRACT

Floor gymnastics is one of the basic movement activities in physical education that requires physical ability, coordination, and good technical mastery. One of the fundamental movements in floor gymnastics is the candle position. This study aims to analyze neuromuscular balance and foot anatomy in the candle position in floor gymnastics. This study uses a quantitative approach with a correlational design, which aims to analyze the relationship between neuromuscular balance and foot anatomy in relation to the quality of the candle position in floor gymnastics. The research subjects consisted of students who had basic experience in floor gymnastics. Subject selection was carried out using purposive sampling techniques, with inclusion criteria including: 1. healthy physical condition 2. no lower extremity injuries 3. able to perform the candle position independently. Neuromuscular balance was measured using static balance tests, such as the stork stand test or balance error scoring system (BESS), which have been proven to be valid and reliable in evaluating postural control and neuromuscular stability. The results of this study show a mutually supportive relationship between neuromuscular balance and foot anatomy, where good foot condition improves the effectiveness of proprioceptive sensors and force distribution, thereby facilitating body posture control in inverted positions. Thus, it is confirmed that the synergy between neuromuscular control and foot anatomy is a major factor in the success of the candle pose, making attention to both aspects very important in learning and practicing floor exercises.

Keywords: *anatomy, balance, neuromuscular, floor gymnastics, candle position*

ABSTRAK

Senam lantai merupakan salah satu cabang aktivitas gerak dasar dalam pendidikan jasmani yang menuntut kemampuan fisik, koordinasi, serta penguasaan teknik yang baik. Salah satu gerakan fundamental dalam senam lantai adalah sikap lilin, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis Keseimbangan Neuromuskular dan Struktur Anatomi Kaki pada Gerakan Sikap Lilin Senam Lantai. penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain korelasional, yang bertujuan untuk menganalisis hubungan antara keseimbangan neuromuskular dan struktur

anatomi kaki terhadap kualitas pelaksanaan gerakan sikap lilin pada senam lantai. Subjek penelitian terdiri dari peserta didik yang memiliki pengalaman dasar dalam senam lantai. Pemilihan subjek dilakukan menggunakan teknik purposive sampling, dengan kriteria inklusi meliputi: 1. kondisi fisik sehat 2. tidak mengalami cedera ekstremitas bawah. 3. mampu melakukan gerakan sikap lilin secara mandiri. Pengukuran keseimbangan neuromuskular dilakukan menggunakan tes keseimbangan statis, seperti *stork stand test* atau *balance error scoring system (BESS)*, yang telah terbukti valid dan reliabel dalam mengevaluasi kontrol postural dan stabilitas neuromuskular. Dari hasil penelitian ini menunjukkan adanya hubungan saling mendukung antara keseimbangan neuromuskular dan struktur anatomi kaki, di mana kondisi kaki yang baik meningkatkan efektivitas sensor proprioseptif dan distribusi gaya, sehingga mempermudah pengendalian postur tubuh pada posisi inversi. Dengan demikian, menegaskan bahwa sinergi antara kontrol neuromuskular dan kondisi anatomi kaki menjadi faktor utama dalam keberhasilan gerakan sikap lilin, sehingga perhatian pada kedua aspek ini sangat penting dalam pembelajaran dan latihan senam lantai.

Kata Kunci: anatomi, keseimbangan, neuromuskular, senam lantai, sikap lilin

A. Pendahuluan

Senam lantai merupakan salah satu cabang aktivitas gerak dasar pendidikan jasmani yang menuntut kemampuan fisik, koordinasi, serta penguasaan teknik yang baik. Salah satu gerakan fundamental dalam senam lantai adalah sikap lilin, yang menuntut kestabilan tubuh secara statis dengan tumpuan pada bahu dan punggung atas, sementara kaki lurus ke atas. Keberhasilan melakukan sikap lilin tidak hanya dipengaruhi kekuatan otot, tetapi kemampuan sistem neuromuskular mengontrol keseimbangan, dukungan struktur anatomi kaki sebagai bagian dari rantai kinetik tubuh (Iaquinto 2022).

Keseimbangan neuromuskular didefinisikan sebagai kemampuan sistem saraf dan otot untuk bekerja terkoordinasi dalam mempertahankan posisi tubuh terhadap gaya gravitasi dan gangguan eksternal. Dalam gerakan sikap lilin, keseimbangan neuromuskular berperan penting dalam menjaga stabilitas postur tubuh secara vertikal dan meminimalkan osilasi tubuh. Penelitian menunjukkan integrasi antara sistem proprioseptif, vestibular, dan visual sangat menentukan kualitas kontrol keseimbangan pada gerakan statis dalam senam (Paillard 2017). Selain sistem neuromuskular, struktur anatomi kaki memiliki peran signifikan

dalam menopang dan menyalurkan gaya selama pelaksanaan sikap lilin. Walaupun kaki tidak bersentuhan langsung dengan lantai, posisi lurus dan stabil kaki membantu menjaga garis pusat massa tubuh tetap sejajar. Struktur tulang, sendi pergelangan kaki, serta distribusi massa segmen kaki berkontribusi terhadap efisiensi biomekanik dan kestabilan postural secara keseluruhan (Neumann 2022). Struktur anatomi kaki yang meliputi tulang tarsal, metatarsal, falang, serta lengkung kaki (foot arch) berperan dalam menjaga keselarasan tubuh selama posisi inversi. Ketidakseimbangan atau kelainan anatomi kaki, seperti flat foot atau ketidaksejajaran sendi pergelangan, dapat memengaruhi kontrol neuromuskular dan meningkatkan risiko ketidakseimbangan saat melakukan sikap lilin (Veenstra et al. 2018). Aktivitas neuromuskular pada sikap lilin melibatkan kerja isometrik berbagai kelompok otot, termasuk otot inti, fleksor dan ekstensor panggul, serta otot-otot stabilisator pergelangan kaki. Aktivasi otot-otot kaki, meskipun bersifat statis, tetap diperlukan untuk menjaga posisi kaki tetap lurus dan simetris. Studi elektromyografi menunjukkan bahwa

kontrol otot distal, termasuk otot kaki dan pergelangan, berkontribusi terhadap kestabilan postural dalam gerakan senam statis (Behm et al. 2015). Dalam konteks pembelajaran senam lantai, pemahaman tentang hubungan antara keseimbangan neuromuskular dan struktur anatomi kaki menjadi penting meningkatkan efektivitas pembelajaran dan mencegah kesalahan gerak.

Pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan latihan keseimbangan dan kesadaran postural mampu meningkatkan performa gerak dan kontrol tubuh pada peserta didik (Treff et al. 2019). Dari sudut pandang biomekanika olahraga, analisis keseimbangan neuromuskular dan struktur anatomi kaki pada sikap lilin memberikan gambaran menyeluruh mengenai mekanisme kontrol gerak manusia. Analisis ini tidak hanya membantu dalam meningkatkan kualitas teknik gerakan, tetapi juga berkontribusi dalam pengembangan program latihan yang berbasis ilmiah dan sesuai dengan karakteristik anatomi individu (Alonso et al. 2016).

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain korelasional, yang bertujuan untuk menganalisis hubungan antara keseimbangan neuromuskular dan struktur anatomi kaki terhadap kualitas pelaksanaan gerakan sikap lilin pada senam lantai. Desain korelasional dipilih karena mampu mengidentifikasi hubungan antarvariabel tanpa melakukan manipulasi perlakuan, sehingga sesuai untuk mengkaji fenomena biomekanik dan neuromuskular dalam konteks pembelajaran dan latihan olahraga (Cresswell 2018).

Subjek penelitian terdiri dari peserta didik yang memiliki pengalaman dasar dalam senam lantai. Pemilihan subjek dilakukan menggunakan teknik purposive sampling, dengan kriteria inklusi meliputi: 1. kondisi fisik sehat 2. tidak mengalami cedera ekstremitas bawah. 3. mampu melakukan gerakan sikap lilin secara mandiri. Teknik ini umum digunakan dalam penelitian olahraga untuk memperoleh subjek yang sesuai dengan karakteristik gerak yang dianalisis (Seifert 2012). Pengukuran keseimbangan neuromuskular menggunakan tes

keseimbangan statis, seperti *stork stand test* atau *balance error scoring system (BESS)*, yang telah terbukti valid dan reliabel dalam mengevaluasi kontrol postural dan stabilitas neuromuskular. Tes ini menilai kemampuan subjek dalam mempertahankan posisi tubuh terhadap gangguan keseimbangan, yang relevan dengan karakteristik gerakan sikap lilin (Bell et al. 2011). Struktur anatomi kaki diukur melalui observasi postural dan pengukuran indeks lengkung kaki menggunakan metode *foot posture index (FPI-6)* atau *arch height index*. Instrumen ini digunakan secara luas dalam penelitian biomekanika untuk mengidentifikasi karakteristik anatomi kaki yang berpotensi memengaruhi keseimbangan dan kontrol neuromuscular (Redmond, Crosbie, and Ouvrier 2006). Kualitas gerakan sikap lilin dianalisis menggunakan lembar penilaian teknik gerak yang mencakup aspek kesejajaran tubuh, kestabilan posisi, dan kontrol kaki. Penilaian dilakukan oleh ahli senam atau dosen pendidikan jasmani yang berkompeten untuk menjamin objektivitas data. Pendekatan analisis teknik ini sesuai dengan rekomendasi evaluasi keterampilan motorik dalam

senam lantai (Atiković et al. 2020). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial. Uji korelasi Pearson digunakan untuk mengetahui hubungan antara keseimbangan neuromuskular dan struktur anatomi kaki dengan kualitas sikap lilin, sedangkan analisis regresi digunakan untuk mengetahui kontribusi masing-masing variabel terhadap keberhasilan gerakan. Pemilihan teknik analisis ini sesuai dengan karakteristik data kuantitatif dalam penelitian olahraga (Field 2018). Seluruh prosedur penelitian dilaksanakan dengan memperhatikan prinsip etika penelitian, termasuk persetujuan subjek (*informed consent*) dan jaminan kerahasiaan data. Pendekatan etis ini penting untuk menjaga keselamatan dan kenyamanan subjek penelitian serta meningkatkan validitas hasil penelitian di bidang ilmu keolahragaan (Harriss and Atkinson 2015).

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Statistik Deskriptif

Pada Hasil Penelitian Deskriptif didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	N	Min	Max	Mean	SD
Keseimbangan Neuromuskular (detik)	30	12	45	28.6	8.1
Struktur Anatomi Kaki (FPI)	30	2	11	6.5	2.3
Kualitas Sikap Lilin (skor)	30	60	95	78.2	8.5

Pada Tabel Statistik Deskriptif bahwa pada Variabel Keseimbangan Neuromuskular Hasil pengukuran menggunakan *Stork Stand Test* menunjukkan bahwa peserta mampu bertahan dalam rentang 12 hingga 45 detik, dengan rata-rata (mean) 28,6 detik dan standar deviasi (SD) 8,1. Nilai mean ini menunjukkan bahwa secara umum peserta memiliki kemampuan keseimbangan neuromuskular pada tingkat menengah. Rentang nilai yang luas (12–45 detik) menandakan adanya variasi kemampuan antar individu, kemungkinan dipengaruhi oleh pengalaman senam, latihan fisik sebelumnya, atau faktor kontrol postural individu (Paillard 2017). Struktur kaki diukur menggunakan *Foot Posture Index (FPI-6)*, dengan skor berkisar dari 2 hingga 11, rata-

rata 6,5 dan SD 2,3. Skor rata-rata ini menunjukkan mayoritas peserta memiliki struktur kaki normal hingga sedikit cenderung pronasi. Variasi skor menandakan adanya perbedaan anatomi kaki yang dapat memengaruhi distribusi beban dan stabilitas postural saat melakukan sikap lilin (Veenstra et al. 2018).

2. Korelasi Pearson Antara Variabel

Pada Hasil Korelasi Pearson Antara Variabel didapatkan hasil pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Korelasi Pearson Antara Variabel

Variabel	1	2	3
1. Keseimbangan Neuromuskular	1		
2.Struktur Anatomi Kaki	0.42*	1	
3. Kualitas Sikap Lilin	0.68**	0.39*	1

1. Korelasi Keseimbangan Neuromuskular dan Kualitas Sikap Lilin:

Hasil menunjukkan korelasi positif yang signifikan ($r = 0.68$, $p < 0.01$), yang mengindikasikan bahwa peserta dengan kemampuan keseimbangan neuromuskular lebih baik cenderung memiliki skor teknik sikap lilin yang lebih tinggi. Hal ini

sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menekankan peran sistem neuromuskular dalam mengontrol stabilitas postural pada gerakan inversi (Paillard 2017).

2. Korelasi Struktur Anatomi Kaki dan Kualitas Sikap Lilin:

Terdapat korelasi positif sedang ($r = 0.39$, $p < 0.05$), menunjukkan bahwa posisi dan bentuk kaki yang optimal mendukung keberhasilan pelaksanaan gerakan sikap lilin. Struktur kaki yang memiliki lengkung normal (normal arch) membantu distribusi gaya secara efisien, mempermudah pengendalian tubuh vertical (Veenstra et al. 2018).

3. Korelasi Keseimbangan Neuromuskular dan Struktur Anatomi Kaki:

Korelasi positif sedang ($r = 0.42$, $p < 0.05$) menunjukkan bahwa peserta dengan struktur kaki yang baik cenderung memiliki keseimbangan neuromuskular lebih optimal. Temuan ini menguatkan gagasan bahwa anatomi kaki mendukung efektivitas sensorik dan mekanik untuk kontrol postural (Neumann 2022). Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara keseimbangan neuromuskular dengan kualitas gerakan sikap lilin ($r =$

0.68, $p < 0.01$). Hal ini menegaskan bahwa kemampuan neuromuskular dalam mengendalikan postur tubuh sangat menentukan keberhasilan gerakan inversi pada senam lantai. Secara fisiologis, keseimbangan neuromuskular melibatkan integrasi antara sistem saraf pusat dan perifer, termasuk proprioseptor pada sendi, otot, dan ligamen, yang bekerja sama untuk mempertahankan stabilitas tubuh dalam posisi vertikal (Paillard 2017). Penelitian oleh (Behm et al. 2015) juga menunjukkan bahwa latihan keseimbangan yang melibatkan otot inti dan distal dapat meningkatkan stabilitas postural pada gerakan statis maupun dinamis. Dengan kata lain, peserta yang memiliki kontrol neuromuskular lebih baik cenderung mampu menahan posisi sikap lilin lebih stabil dan simetris, sehingga skor teknik gerakan lebih tinggi. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur anatomi kaki juga berpengaruh terhadap kualitas sikap lilin ($r = 0.39$, $p < 0.05$). Struktur kaki yang optimal, termasuk lengkung normal dan keselarasan sendi pergelangan kaki, memungkinkan distribusi gaya tubuh lebih merata dan mendukung keseimbangan postural. Penelitian

(Veenstra et al. 2018) menunjukkan bahwa kondisi anatomi kaki yang baik memengaruhi kinematika ekstremitas bawah, sehingga meningkatkan efisiensi mekanik saat menahan posisi statis. Hal ini juga didukung oleh (Neumann 2022), yang menekankan bahwa sendi dan lengkung kaki berperan dalam mendukung stabilitas postural, meskipun kaki tidak langsung menjadi tumpuan utama pada gerakan sikap lilin. Korelasi positif sedang antara keseimbangan neuromuskular dan struktur anatomi kaki ($r = 0.42$, $p < 0.05$) mengindikasikan adanya hubungan timbal balik antara kedua faktor.

Struktur kaki baik memfasilitasi kerja sensor proprioseptif dan distribusi gaya yang efektif, sehingga mampu meningkatkan kemampuan neuromuskular untuk mempertahankan postur (Treff et al. 2019). Dengan kata lain, keberhasilan pelaksanaan sikap lilin tidak hanya bergantung pada kekuatan otot inti atau distal, tetapi juga pada karakteristik anatomi kaki yang mendukung kontrol postural. Hasil ini sejalan dengan konsep biomekanika dan neuromotor, bahwa gerakan statis seperti sikap lilin membutuhkan sinergi antara kontrol neuromuskular

dan dukungan anatomi. (Arnista et al. 2020) menekankan pentingnya stabilitas inti tubuh (core stability) dan keterlibatan otot distal, termasuk kaki, dalam mempertahankan postur statis pada gerakan inversi. Dengan latihan yang tepat, integrasi antara kontrol neuromuskular dan struktur anatomi kaki dapat dimaksimalkan, sehingga meningkatkan kualitas gerakan secara signifikan. Dari perspektif pendidikan jasmani, temuan ini memiliki implikasi praktis. Pelatihan senam lantai, khususnya sikap lilin, sebaiknya mengintegrasikan latihan keseimbangan, penguatan otot inti, dan evaluasi postur kaki. Latihan keseimbangan yang dikombinasikan dengan kesadaran postural kaki akan meningkatkan performa teknik dan mengurangi risiko cedera. Penelitian (Treff et al. 2019). Menegaskan bahwa latihan keseimbangan yang berkelanjutan berpengaruh positif terhadap kontrol neuromuskular dan kualitas teknik gerak pada atlet muda maupun dewasa.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa keseimbangan neuromuskular adalah faktor utama, sedangkan struktur anatomi kaki berperan sebagai faktor pendukung dalam keberhasilan gerakan sikap

lilin. Sinergi keduanya sangat penting untuk memastikan posisi tubuh yang stabil, aman, dan teknis tepat dalam senam lantai. Oleh karena itu, program latihan dan evaluasi dalam pendidikan jasmani sebaiknya mempertimbangkan kedua aspek ini agar peserta dapat mencapai performa gerak yang optimal.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa keseimbangan neuromuskular memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keberhasilan gerakan sikap lilin pada senam lantai. Peserta yang memiliki kemampuan neuromuskular lebih baik mampu mempertahankan posisi tubuh secara stabil dan simetris, sehingga meningkatkan skor teknik gerakan. Selain itu, struktur anatomi kaki juga berperan sebagai faktor pendukung; peserta dengan lengkung kaki normal dan sendi pergelangan yang optimal menunjukkan performa gerakan yang lebih baik dibandingkan peserta dengan kelainan atau ketidaksejajaran kaki. Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan saling mendukung antara keseimbangan neuromuskular dan struktur anatomi kaki, di mana kondisi

kaki yang baik meningkatkan efektivitas sensor proprioseptif dan distribusi gaya, sehingga mempermudah pengendalian postur tubuh pada posisi inversi. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah bahwa program latihan senam lantai sebaiknya mengintegrasikan latihan keseimbangan, penguatan otot inti, dan evaluasi postur kaki untuk mencapai gerakan sikap lilin yang stabil, aman, dan teknis tepat. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa sinergi antara kontrol neuromuskular dan kondisi anatomi kaki menjadi faktor utama dalam keberhasilan gerakan sikap lilin, sehingga perhatian pada kedua aspek ini penting dalam pembelajaran dan latihan senam lantai.

DAFTAR PUSTAKA

- Alonso, Angelica C., Mark Peterson, Márcia R. Duganieri, Luiz E. Garcez-Leme, Luis Mochizuki, Danilo S. Bocalini, Natalia M. S. Luna, Alexandra C. Canonica, and Júlia M. D. Greve. 2016. "The Effects of Foot Morphology and Anthropometry on Unipodal Postural Control." *Motriz. Revista de Educacao Fisica* 22(1). doi:10.1590/S1980-65742016000100013.
- Arnista, Paweł, Michał Biegajło, Andrzej Mastalerz, and Tomasz Niżnikowski. 2020. "Effects of Surface Type on Balance Control Strategies in Handstand." *Polish Journal of Sport and Tourism* 27(4). doi:10.2478/pjst-2020-0019.
- Atiković, Almir, Edina Kamenjašević, Amra Nožinović Mujanović, Edin Užicanin, Muhamed Tabaković, and Mijo Ćurić. 2020. "Differences between All-around Results in Women's Artistic Gymnastics and Ways of Minimizing Them." *Baltic Journal of Health and Physical Activity* 12(3). doi:10.29359/BJHPA.12.3.08.
- Behm, David G., Thomas Muehlbauer, Armin Kibele, and Urs Granacher. 2015. "Effects of Strength Training Using Unstable Surfaces on Strength, Power and Balance Performance Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Sports Medicine* 45(12).
- Bell, David R., Kevin M. Guskiewicz, Micheal A. Clark, and Darin A. Padua. 2011. "Systematic Review of the Balance Error Scoring System." *Sports Health* 3(3).
- Cresswell, J. D. 2018. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (5th Ed.)*.
- Field, Andy. 2018. "Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics (5th Ed.). Sage Publications." *Dk* 53(9).
- Harriss, D. J., and G. Atkinson. 2015. "Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2016 Update." *International Journal of*

- Sports Medicine* 36(14).
- Iaquinto, Joseph M. 2022. "Basic Biomechanics." in *Foot and Ankle Biomechanics*.
- Neumann, Donald A. 2022. "Kinesiology of the Musculoskeletal System Foundations for Physical Rehabilitation." *Mosby* 90(5).
- Paillard, Thierry. 2017. "Plasticity of the Postural Function to Sport and/or Motor Experience." *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 72.
- Redmond, Anthony C., Jack Crosbie, and Robert A. Ouvrier. 2006. "Development and Validation of a Novel Rating System for Scoring Standing Foot Posture: The Foot Posture Index." *Clinical Biomechanics* 21(1). doi:10.1016/j.clinbiomech.2005.08.002.
- Seifert, Ludovic. 2012. "Intentions, Perceptions and Actions Constrain Functional Intra- and Inter-Individual Variability in the Acquisition of Expertise in Individual Sports." *The Open Sports Sciences Journal* 5(1). doi:10.2174/1875399x01205010068.
- Treff, Gunnar, Kay Winkert, Mahdi Sareban, Jürgen M. Steinacker, and Billy Sperlich. 2019. "The Polarization-Index: A Simple Calculation to Distinguish Polarized from Non-Polarized Training Intensity Distributions." *Frontiers in Physiology* 10(JUN). doi:10.3389/fphys.2019.00707.
- Veenstra, Bertil J., Thomas Wyss, Lilian Roos, Simon K. Delves, Mark Buller, and Nadja Beeler. 2018. "An Evaluation of Measurement Systems Estimating Gait Speed during a Loaded Military March over Graded Terrain." *Gait and Posture* 61. doi:10.1016/j.gaitpost.2018.01.011.