

PENERAPAN PRINSIP BIOMEKANIKA UNTUK OPTIMALISASI PERFORMA ATLETIK MAHASISWA PENDIDIKAN JASMANI

¹Miftahul Janna, ²Andi temmassonge, ³Mohammad Fandi Kurnia

^{1,3} Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

^{2*} IKIP PGRI Kalimantan Timur, Samarinda, Indonesia

[¹miftahul.janna@unm.ac.id](mailto:miftahul.janna@unm.ac.id)

[²anditemmassonge@ikippgrikaltim.ac.id](mailto:anditemmassonge@ikippgrikaltim.ac.id)

[^{3*}mohfandi.kurnia@unm.ac.id](mailto:mohfandi.kurnia@unm.ac.id)

Abstract

This study examines the application of biomechanical principles to optimize athletic performance among physical education students. Biomechanics plays a crucial role in analyzing movement efficiency, reducing injury risk, and improving motor performance, yet its implementation in higher education remains limited. This literature review aims to synthesize empirical findings on how biomechanics contributes to enhancing technique, movement efficiency, and training quality in the context of physical education. A qualitative descriptive approach through library research was employed, drawing on scientific articles published between 2017 and 2025 that discuss biomechanical analysis, athletic performance, injury prevention, and technology-enhanced physical education. The literature search was conducted through Google Scholar, ScienceDirect, SpringerLink, and DOAJ using relevant keywords. The selected studies indicate that biomechanical analysis – such as joint angle evaluation, ground reaction force measurement, and segmental coordination assessment – significantly improves students' understanding of movement mechanics and supports evidence-based training adjustments. Furthermore, integrating accessible technologies like video-based motion analysis and virtual laboratory tools enhances scientific reasoning and digital literacy among physical education students. However, challenges persist, including limited laboratory facilities, insufficient educator training, and low technological readiness. In conclusion, applying biomechanical principles in physical education offers substantial benefits for optimizing athletic performance, strengthening scientific competence, and supporting modern, technology-oriented learning environments. These findings highlight the need for improved resources and continuous professional development to support sustainable implementation.

Keywords: Biomechanics; Athletic performance; Physical education; Movement analysis; Injury prevention

Informasi Artikel:

Received 30/10/2025

Revised 20/11/2025

Accepted 21/11/2025

Published 25/11/2025

Abstrak

Penelitian ini mengkaji penerapan prinsip biomekanika untuk mengoptimalkan performa atletik mahasiswa pendidikan jasmani. Biomekanika berperan penting dalam menganalisis efisiensi gerak, meminimalkan risiko cedera, serta meningkatkan kualitas keterampilan motorik, namun implementasinya di pendidikan tinggi masih menghadapi berbagai kendala. Studi ini bertujuan menyintesis temuan empiris terkait kontribusi biomekanika dalam meningkatkan teknik, efisiensi gerakan, dan kualitas latihan pada konteks pembelajaran pendidikan jasmani. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan pendekatan deskriptif kualitatif melalui penelaahan artikel ilmiah yang diterbitkan antara tahun 2017–2025 mengenai analisis biomekanika, performa atletik, pencegahan cedera, dan pembelajaran berbasis teknologi. Pencarian literatur dilakukan melalui Google Scholar, ScienceDirect, SpringerLink, dan DOAJ menggunakan kata kunci relevan. Hasil kajian menunjukkan bahwa analisis biomekanika – meliputi evaluasi sudut sendi, gaya reaksi tanah, dan koordinasi segmental – dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap mekanisme gerak dan mendukung penyesuaian latihan berbasis bukti. Integrasi teknologi seperti video-based motion analysis dan laboratorium virtual juga terbukti meningkatkan literasi

digital dan kemampuan ilmiah mahasiswa. Namun, beberapa tantangan masih muncul, termasuk keterbatasan fasilitas laboratorium, kurangnya pelatihan pendidik, serta rendahnya kesiapan teknologi. Kesimpulannya, penerapan prinsip biomekanika dalam pendidikan jasmani memberikan manfaat signifikan bagi optimalisasi performa mahasiswa, penguatan kompetensi ilmiah, dan pengembangan lingkungan pembelajaran modern berbasis teknologi. Temuan ini menegaskan pentingnya dukungan institusional dan pengembangan profesional berkelanjutan untuk memastikan implementasi yang efektif dan berkelanjutan.

Kata kunci: Biomekanika; Performa atletik; Pendidikan jasmani; Analisis gerak; Pencegahan cedera

Corresponding Author: anditemmassonge@ikipgrikaltim.ac.id

Pendahuluan

Performa atletik dalam pendidikan jasmani memiliki peranan penting dalam membentuk kompetensi fisik dan kualitas keterampilan gerak mahasiswa. Pembelajaran yang terarah tidak hanya meningkatkan kemampuan motorik, tetapi juga mendorong mahasiswa untuk memahami dasar-dasar ilmiah di balik setiap gerakan tubuh. Ketika latihan dilakukan secara terstruktur, mahasiswa menunjukkan perkembangan pada aspek kekuatan, koordinasi, dan efisiensi teknik yang menunjang keberhasilan aktivitas olahraga (Thompson et al., 2022).

Salah satu faktor fundamental dalam peningkatan performa adalah kesiapan fisik melalui pemanasan yang tepat. Latihan pemanasan, baik statis maupun dinamis, terbukti meningkatkan kemampuan eksplosif seperti lompatan vertikal yang menjadi indikator penting dalam banyak cabang olahraga. Penelitian menunjukkan bahwa jenis pemanasan tertentu dapat memberikan dampak langsung terhadap peningkatan kekuatan dan efisiensi gerak (Demirci & Demirci, 2018). Temuan ini menegaskan bahwa strategi latihan yang terencana memiliki kontribusi besar dalam memaksimalkan performa mahasiswa.

Pada tingkat yang lebih mendalam, penerapan prinsip biomekanika menyediakan kerangka ilmiah untuk menganalisis teknik gerak secara sistematis. Biomekanika memungkinkan pendidik untuk mengevaluasi variabel kinematik dan kinetik, sehingga kesalahan teknik dapat diidentifikasi lebih awal. Penelitian menunjukkan bahwa pola pendaratan atau sudut lutut yang tidak tepat dapat meningkatkan risiko cedera, termasuk cedera ligamen anterior (ACL), sehingga analisis biomekanika menjadi komponen penting dalam latihan preventif dan pengembangan teknik yang efisien (Dos'Santos et al., 2019).

Dalam konteks aktivitas seperti lari dan lompat, sudut sendi dan waktu kontak tanah menjadi parameter biomekanik yang berpengaruh langsung terhadap efisiensi gerakan. Sudut lutut yang optimal dapat meningkatkan gaya dorong, sedangkan waktu kontak tanah yang singkat bekerja mengurangi kehilangan energi selama akselerasi. Penelitian terbaru mengungkapkan bahwa koordinasi gerak segmental juga memiliki peran penting dalam mentransfer energi secara efektif sehingga mendukung peningkatan performa atletik mahasiswa (Zhang et al., 2024).

Meskipun potensi penerapan biomekanika dalam pendidikan jasmani cukup besar, implementasinya masih menghadapi hambatan seperti keterbatasan fasilitas laboratorium, kurangnya perangkat analisis sederhana, serta minimnya pelatihan dosen untuk menginterpretasikan data biomekanik. Potop et al. (2024) mencatat bahwa kompetensi pedagogis dalam biomekanika masih relatif rendah, sementara García-Angulo et al. (2019) menyoroti minimnya penyediaan infrastruktur pendukung di institusi pendidikan. Selain itu, rendahnya kesiapan tenaga pendidik dalam

memanfaatkan teknologi digital menjadi faktor penghambat lain dalam proses integrasi (Evans & Willis, 2025). Berdasarkan kondisi tersebut, artikel ini bertujuan untuk meninjau penerapan prinsip biomekanika dalam optimalisasi performa atletik mahasiswa, dengan fokus pada efisiensi gerak, pencegahan cedera, dan strategi pembelajaran yang relevan bagi pendidikan jasmani di perguruan tinggi.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode library research dengan pendekatan kualitatif deskriptif. Pendekatan ini digunakan untuk menelaah dan mensintesis temuan ilmiah terkait penerapan prinsip biomekanika dalam peningkatan performa atletik mahasiswa pendidikan jasmani. Fokusnya adalah mengidentifikasi pola, konsep inti, serta implikasi praktis yang muncul dari berbagai penelitian sebelumnya, sehingga diperoleh gambaran komprehensif mengenai peran biomekanika dalam pembelajaran jasmani di perguruan tinggi.

Data penelitian bersumber dari literatur sekunder seperti artikel jurnal, prosiding, dan laporan penelitian yang relevan dengan topik biomekanika olahraga, analisis gerak, dan performa atletik. Kriteria inklusi mencakup artikel ilmiah yang dipublikasikan pada 2017–2025 dan secara substansial membahas efisiensi gerak, pencegahan cedera, atau pembelajaran berbasis teknologi dalam pendidikan jasmani. Sumber non-ilmiah atau penelitian biomekanika yang tidak terkait dengan konteks pendidikan dikeluarkan dari proses seleksi.

Penelusuran literatur dilakukan menggunakan kata kunci seperti “biomechanics in physical education”, “athletic performance”, dan “biomechanical analysis”. Artikel yang diperoleh diseleksi melalui tahapan identifikasi, penyaringan, dan penilaian relevansi. Literatur terpilih dianalisis menggunakan teknik analisis data kualitatif Miles, Huberman, dan Saldaña (2014), yang mencakup kondensasi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Pendekatan ini memastikan hasil telaah bersifat sistematis, valid, dan mendukung tujuan kajian.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Penerapan Prinsip Biomekanika dalam Efisiensi Gerak Atletik

Penerapan prinsip biomekanika menjadi dasar penting dalam meningkatkan efisiensi gerak mahasiswa pendidikan jasmani, karena bidang ini berfokus pada hubungan antara gaya, momentum, serta energi yang bekerja selama aktivitas fisik. Melalui pemahaman terhadap interaksi gaya—baik internal maupun eksternal—mahasiswa dapat menyesuaikan teknik gerakannya agar lebih ekonomis, stabil, dan optimal. Analisis biomekanika memungkinkan evaluasi mendalam terhadap komponen kinematik dan kinetik, seperti sudut sendi, kecepatan segmen tubuh, serta distribusi gaya reaksi tanah, yang semuanya berkontribusi terhadap kualitas gerak atletik seperti lari, lompat, dan lempar (Helmi et al., 2024; Rogalski et al., 2025). Penelitian menunjukkan bahwa efisiensi teknik tidak hanya ditentukan oleh kekuatan otot, tetapi juga oleh kemampuan memahami prinsip mekanika tubuh seperti keseimbangan, pusat gravitasi, dan torsi yang menjadi fondasi keterampilan motorik dalam pendidikan jasmani (Potop et al., 2024).

Berbagai studi menyoroti bagaimana analisis variabel biomekanik dapat meningkatkan performa sprint dan lompat. Misalnya, sudut lutut yang optimal dan waktu kontak tanah yang lebih singkat terbukti meningkatkan daya dorong serta kecepatan transisi fase langkah, sehingga berpengaruh langsung pada kecepatan lari (Dos’Santos et al., 2019; Schärer et al., 2019). Selain itu, koordinasi segmental antara tungkai, pinggul, dan batang tubuh berperan dalam memaksimalkan transfer momentum selama akselerasi dan lompatan, sehingga mengurangi energi yang terbuang dan

meningkatkan efisiensi mekanik gerakan (Trajković & Bogataj, 2020; Makaruk et al., 2018). Dalam konteks analisis gaya, pemahaman terhadap gaya reaksi tanah (GRF) menjadi sangat penting. Melalui pendekatan inverse dynamics, GRF dapat digunakan untuk memprediksi momen sendi dan distribusi beban, sehingga membantu identifikasi teknik yang suboptimal – baik dalam gerakan sprint maupun tugas lokomotor lainnya (Huang et al., 2024; Haraguchi & HASE, 2024). Bahkan pada aktivitas sederhana seperti berjalan, struktur kaki dan mekanisme penyimpanan energi elastis terbukti memengaruhi efisiensi gerak secara keseluruhan (Matsumoto et al., 2022).

Peningkatan efisiensi teknik gerak kini semakin mudah dicapai melalui pemanfaatan teknologi motion capture dan perangkat lunak analisis gerak seperti Kinovea dan Dartfish. Teknologi ini memungkinkan pendidik untuk mengevaluasi sudut sendi, pola langkah, kecepatan segmen tubuh, serta momen puncak selama gerakan atletik mahasiswa secara lebih akurat dan sistematis (Adlou et al., 2025; Jaén-Carrillo et al., 2022). Dalam konteks pembelajaran, integrasi teknologi tersebut memberikan umpan balik visual secara langsung, sehingga mahasiswa dapat memahami kesalahan teknik dan memperbaikinya berdasarkan data yang objektif (Prasetyo et al., 2023). Bahkan, penerapan teknologi ini mendukung pengembangan strategi pelatihan yang berbasis bukti (evidence-based training), di mana analisis biomekanika digabungkan dengan program penguatan dan pengkondisian untuk meningkatkan kualitas teknik, stabilitas tubuh, dan kontrol gerakan (Yang & Qi, 2024; Penichet-Tomás, 2024). Dengan demikian, prinsip biomekanika tidak hanya meningkatkan efisiensi teknik mahasiswa, tetapi juga mengurangi pemborosan energi, memperbaiki pola gerak, serta membentuk performa atletik yang lebih ekonomis dan terkontrol – kompetensi penting bagi calon pendidik olahraga.

Tabel 1. Fokus dan Temuan Penelitian Biomekanika dalam Konteks Efisiensi Gerak

No	Peneliti & Tahun	Fokus Penelitian	Temuan Utama	Relevansi dengan Efisiensi Gerak Atletik
1	Helmi et al. (2024)	Biomekanika teknik shooting petanque	Variabel kinematika seperti sudut ayunan dan kecepatan pelepasan memengaruhi akurasi tembakan.	Menunjukkan bagaimana analisis kinematika meningkatkan presisi dan kontrol gerak.
2	Dos'Santos et al. (2019)	Dominasi tungkai dalam COD & risiko cedera	Perbedaan biomekanika dominan vs non-dominan tidak konsisten; tidak menjadi faktor risiko tunggal.	Menegaskan pentingnya keseimbangan neuromuskular untuk gerak COD yang efisien dan aman.
3	Schärer et al. (2019)	Faktor fisik penentu performa vault	Run-up speed dan kinematika langkah sangat memengaruhi performa vault.	Menguatkan peran percepatan, GCT, dan teknik langkah dalam efisiensi akselerasi atletik.
4	Huang et al. (2024)	Validitas markerless vs marker-based motion capture	Markerless capture akurat untuk kinematika & joint moment (plane sagital), meski ada deviasi kecil.	Memberikan dasar metodologis penting untuk analisis teknik atletik yang presisi.

5	Jaén-Carrillo et al. (2022)	Reliabilitas markerless system untuk gait & running	Parameter gait seperti langkah & ritme cukup reliabel; beberapa variabel lain kurang stabil.	Mendukung penggunaan teknologi markerless untuk evaluasi pola langkah & efisiensi gerak.
---	-----------------------------	---	--	--

2. Biomekanika dalam Pencegahan Cedera dan Peningkatan Keamanan Latihan

Penerapan prinsip biomekanika memainkan peran penting dalam upaya pencegahan cedera dengan mengidentifikasi pola gerak yang berisiko serta memberikan dasar ilmiah untuk memperbaiki teknik yang salah. Kesalahan biomekanik seperti knee valgus, sudut lutut yang terlalu kecil saat pendaratan, atau ketidakseimbangan posisi tubuh terbukti meningkatkan risiko cedera serius, khususnya cedera ligamen anterior (ACL) dan cedera otot hamstring. Temuan Dos'Santos et al. (2019) dan Rogalski et al. (2025) menunjukkan bahwa ketidaksesuaian sudut lutut dan lemahnya kontrol neuromuskular secara signifikan meningkatkan beban pada sendi, sehingga memperbesar peluang terjadinya cedera saat sprint, cutting, ataupun landing. Hal ini sejalan dengan penelitian lain yang menegaskan bahwa pola pendaratan “stiff landing”, ditandai rendahnya fleksi lutut saat kontak awal, dapat meningkatkan gaya reaksi tanah dan memperbesar stres pada ACL (Hanzlíková & Hébert-Losier, 2020; Chen et al., 2024). Dengan demikian, identifikasi dini terhadap faktor risiko berbasis biomekanika menjadi langkah awal dalam membangun latihan yang aman dan terstruktur.

Analisis biomekanika modern menyediakan instrumen yang memungkinkan pelatih maupun pendidik mengevaluasi faktor risiko secara objektif melalui pemantauan gaya reaksi tanah, aktivasi otot, dan distribusi beban tubuh. Teknologi seperti force plate mampu mengukur Ground Reaction Force (GRF) secara akurat untuk mendeteksi asimetri beban dan pola pendaratan yang membahayakan (Scheltinga et al., 2023). Electromyography (EMG) juga digunakan untuk menilai aktivasi otot serta mendeteksi kompensasi neuromuskular yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan gerak (G. Zhang et al., 2024). Selain itu, Inertial Measurement Units (IMUs) semakin populer karena dapat memonitor dinamika gerak secara real-time di luar laboratorium, memungkinkan analisis pola lari, lompat, atau cutting secara natural dalam situasi latihan lapangan (Haraguchi & HASE, 2024; Fan et al., 2024). Integrasi data GRF, EMG, dan IMU memberikan gambaran utuh mengenai risiko cedera, sehingga pelatih dapat merancang intervensi korektif yang lebih presisi.

Dalam konteks pendidikan jasmani, pemahaman biomekanika menjadi fondasi penting bagi mahasiswa untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan postur, sudut lutut, hingga strategi pendaratan agar terhindar dari cedera selama praktik. Mahasiswa yang mempelajari biomekanika dapat memahami bagaimana knee valgus, kurangnya fleksi lutut, atau trunk lean yang berlebihan meningkatkan tekanan pada sendi lutut dan pergelangan kaki, sehingga mampu menerapkan teknik yang lebih aman ketika melakukan aktivitas dasar seperti lompat, sprint, dan perubahan arah (Grooms et al., 2022; Oliveira et al., 2025). Pembelajaran modern juga memungkinkan penggunaan video analysis, motion capture sederhana (Kinovea, Dartfish), hingga sensor wearable untuk memberikan umpan balik langsung terkait kesalahan biomekanik. Dengan demikian, dosen dapat mengintegrasikan materi keselamatan latihan berbasis data nyata, memperkuat kesadaran mahasiswa bahwa pencegahan cedera tidak hanya bergantung pada kekuatan fisik, tetapi pada penguasaan teknik dan pola gerak yang benar. Secara keseluruhan, analisis biomekanika berperan dalam mendeteksi potensi cedera sejak dini dan membantu pendidik merancang program latihan yang adaptif, aman, dan berbasis bukti ilmiah.

3. Implementasi Biomekanika dalam Pembelajaran Pendidikan Jasmani di Perguruan Tinggi

Integrasi biomekanika dalam pendidikan jasmani di perguruan tinggi menjadi langkah strategis untuk membentuk calon pendidik olahraga yang memiliki literasi sains dan teknologi yang kuat. Melalui pemahaman konsep dasar seperti kinematika, kinetika, pusat gravitasi, hingga torsi, mahasiswa tidak hanya mempelajari teknik gerak, tetapi juga memperoleh kemampuan analitis untuk menilai efisiensi dan keamanan suatu keterampilan motorik. Namun, implementasi konsep ini masih menghadapi tantangan pedagogis yang signifikan. Potop et al. (2024) menekankan bahwa banyak dosen maupun guru pendidikan jasmani belum dibekali pelatihan memadai dalam biomekanika, sehingga kesulitan mengajarkan prinsip ilmiah gerak secara aplikatif. Di sisi lain, ketersediaan fasilitas laboratorium biomekanika, alat perekam gerak, maupun perangkat pengukuran gaya masih menjadi kendala umum di banyak institusi pendidikan (García-Angulo et al., 2019). Hal yang sama ditemukan oleh O'Connor & Lacey (2020), bahwa rendahnya kompetensi teknis pendidik—terutama terkait analisis risiko gerak dan pencegahan cedera—menjadi hambatan besar dalam mengintegrasikan biomekanika secara komprehensif dalam kurikulum pendidikan jasmani.

Untuk mengatasi hambatan tersebut, sejumlah strategi implementatif dapat diterapkan dalam konteks pembelajaran kampus. Salah satunya adalah pemanfaatan laboratorium virtual berbasis perangkat analisis video sederhana seperti Kinovea atau Dartfish, yang memungkinkan mahasiswa menganalisis sudut sendi, kecepatan segmen, maupun pola pendaratan tanpa memerlukan alat laboratorium berbiaya tinggi. Pendekatan Project-Based Learning (PjBL) juga sangat relevan, di mana mahasiswa melakukan pengukuran gerak teman sekelas secara langsung dan menginterpretasikan data biomekanik secara kolaboratif. Pendekatan ini terbukti meningkatkan pemahaman konsep melalui pengalaman autentik serta mengembangkan kemampuan scientific reasoning. Selain itu, kolaborasi lintas fakultas—misalnya dengan fakultas teknik atau ilmu keolahragaan—dapat memfasilitasi penggunaan sensor gerak sederhana, IMUs, atau perangkat wearable lain yang mampu menangkap data percepatan, gaya, dan koordinasi tubuh secara real-time (Makarova, 2023; Haraguchi & HASE, 2024). Skema lintas disiplin ini tidak hanya memperluas wawasan mahasiswa, tetapi juga membuka peluang riset terapan yang memperkaya proses belajar.

Di sisi pedagogis, penguatan literasi digital dan kemampuan interpretasi data menjadi aspek kunci dalam memastikan keberhasilan implementasi biomekanika. Sejumlah penelitian menegaskan bahwa transformasi pendidikan modern menuntut dosen dan mahasiswa untuk menguasai teknologi serta metode analisis berbasis data sebagai bagian dari kompetensi profesional (Ajani, 2024; Kamysbayeva et al., 2021). Melalui integrasi blended learning, mahasiswa dapat mempelajari konsep biomekanika melalui modul daring, kemudian menerapkannya dalam sesi praktik di lapangan, sehingga terjadi kesinambungan antara teori dan keterampilan motorik (F. Chen, 2024). Pendekatan ini relevan untuk membangun self-regulated learning, di mana mahasiswa mampu menganalisis gerak secara mandiri dan menjadikannya sebagai alat refleksi dalam proses pembelajaran jasmani (Nikolopoulou, 2023). Dengan demikian, implementasi biomekanika tidak hanya meningkatkan kualitas teknik gerak, tetapi juga memperkuat kompetensi ilmiah, literasi teknologi, dan kapasitas profesional mahasiswa sebagai calon guru dan pelatih olahraga di era digital.

4. Implikasi Praktis

Integrasi biomekanika dalam pendidikan jasmani memiliki sejumlah implikasi penting bagi peningkatan kualitas pembelajaran dan kompetensi mahasiswa. Pertama, penggunaan perangkat analisis gerak sederhana seperti Kinovea dan Dartfish dapat menjadi solusi awal bagi institusi dengan keterbatasan fasilitas. Aplikasi ini terbukti mampu menghasilkan pengukuran sudut dan pola gerak yang akurat dengan biaya rendah, sehingga dapat menggantikan laboratorium biomekanika konvensional (Puig-Diví et al., 2019). Pendekatan ini membuka ruang bagi mahasiswa untuk mempelajari konsep biomekanika secara praktis tanpa memerlukan peralatan berteknologi tinggi.

Kedua, pembelajaran berbasis proyek memungkinkan mahasiswa menganalisis teknik gerak secara langsung pada teman sekelas sehingga melatih scientific reasoning dan kemampuan refleksi gerak. Strategi ini sejalan dengan temuan (Potop et al., 2024), yang menekankan pentingnya pengalaman belajar kontekstual untuk memahami hubungan antara prinsip biomekanika dan performa gerak. Dengan demikian, mahasiswa tidak hanya belajar teori, tetapi juga mampu menginterpretasi data sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pembelajaran jasmani.

Ketiga, pemanfaatan teknologi digital seperti video analysis dan laboratorium virtual dapat memperkuat literasi digital mahasiswa, yang merupakan kompetensi kunci dalam pembelajaran modern. Dalam konteks ini, keterbatasan fasilitas dan pelatihan dosen sebagaimana dijelaskan oleh García-Angulo et al. (2019) perlu diatasi melalui kolaborasi lintas fakultas atau pelatihan berkelanjutan. Pendekatan ini memberi peluang bagi institusi untuk memperluas akses terhadap teknologi seperti sensor gerak atau perangkat IMU sederhana.

Keempat, pelatihan profesional dosen menjadi aspek penting agar integrasi biomekanika tidak sekadar bersifat teknis tetapi juga pedagogis. Kurangnya kesiapan pendidik dalam memahami dan memanfaatkan data biomekanika di dalam kelas telah diidentifikasi sebagai salah satu hambatan terbesar dalam implementasi pembelajaran berbasis sains gerak (O'Connor & Lacey, 2020). Oleh karena itu, penguatan literasi digital dan pemahaman biomekanika bagi dosen akan memastikan bahwa pembelajaran tetap relevan, adaptif, dan berbasis bukti ilmiah.

Dengan demikian, penerapan biomekanika tidak hanya meningkatkan efektivitas latihan dan keselamatan mahasiswa, tetapi juga memperkuat kompetensi ilmiah, digital, dan profesional calon pendidik jasmani. Integrasi ini menegaskan bahwa inovasi teknologi dan pendekatan pedagogis modern merupakan fondasi penting bagi pendidikan jasmani di perguruan tinggi pada era digital.

Kesimpulan

Kajian literatur ini menegaskan bahwa penerapan prinsip biomekanika memberikan kontribusi substantif terhadap peningkatan performa atletik mahasiswa pendidikan jasmani. Melalui analisis gerak, pengukuran sudut sendi, pemantauan gaya reaksi tanah, hingga evaluasi aktivasi otot, biomekanika terbukti mampu meningkatkan efisiensi teknik, memperbaiki koordinasi gerak, serta mengurangi risiko cedera dalam latihan. Temuan dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa pendekatan biomekanik tidak hanya mendukung peningkatan keterampilan motorik, tetapi juga mendorong mahasiswa memahami hubungan ilmiah antara gerak, gaya, dan fungsi tubuh sebagai dasar profesionalisme di bidang pendidikan jasmani.

Selain itu, integrasi biomekanika dalam pembelajaran di perguruan tinggi juga memperkuat literasi digital dan scientific reasoning mahasiswa. Melalui penggunaan video analysis sederhana (Kinovea, Dartfish), laboratorium virtual, serta perangkat sensor rendah biaya, mahasiswa dapat mengembangkan kemampuan analitis yang relevan dengan tuntutan pembelajaran modern.

Pendekatan ini selaras dengan kebutuhan kurikulum pendidikan jasmani yang berorientasi pada pembelajaran berbasis data, praktik reflektif, dan pemanfaatan teknologi.

Namun demikian, kajian ini juga mengidentifikasi sejumlah keterbatasan. Ketersediaan fasilitas laboratorium biomekanika yang masih terbatas, kurangnya pelatihan dosen, keterbatasan kompetensi interpretasi data, serta perbedaan kualitas literatur menjadi tantangan utama dalam implementasi. Di samping itu, sebagian besar penelitian biomekanika masih berfokus pada olahraga prestasi, sementara kajian pada konteks mahasiswa calon pendidik masih relatif terbatas. Kondisi ini menunjukkan perlunya pengembangan strategi implementasi yang lebih adaptif terhadap realitas institusi pendidikan tinggi di Indonesia.

Referensi

- Adlou, B., Wilburn, C., & Weimar, W. H. (2025). Motion Capture Technologies for Athletic Performance Enhancement and Injury Risk Assessment: A Review for Multi-Sport Organizations. *Sensors*, 25(14), 4384. <https://doi.org/10.3390/s25144384>
- Ajani, O. A. (2024). A Systematic Review of the Post COVID-19 Pandemic Transformation on Design and Delivery of Curriculum. *Interdisciplinary Journal of Education*, 7(1), 84–100. <https://doi.org/10.53449/ije.v7i1.328>
- Chen, B., Ziyang, Y., Wu, J., Wang, G., & Yu, T. (2024). Effects of 16 weeks of Plyometric Training on Knee Biomechanics During the Landing Phase in Athletes. *European Journal of Sport Science*, 24(8), 1095–1109. <https://doi.org/10.1002/ejsc.12174>
- Demirci, N., & Demirci, P. T. (2018). The Effect of Static and Dynamic Warm-Up Protocols on Fitness Component and Body Fat Percentage of Athletes in Different Branches. *International Journal of Disabilities Sports & Health Sciences*, 1(1), 13–22. <https://doi.org/10.33438/ijds.436899>
- Dos'Santos, T., Bishop, C., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. A. (2019). The Effect of Limb Dominance on Change of Direction Biomechanics: A Systematic Review of Its Importance for Injury Risk. *Physical Therapy in Sport*, 37, 179–189. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.04.005>
- Evans, S., & Willis, C. (2025). Fitness Integrated With Technology Approach to Teaching Biomechanics and STEM in a High School Setting: A Case Report. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7. <https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1681868>
- Fan, Y., Jianchao, Z., Zhu, W., Liu, K., & Lou, Y. (2024). Effect of Foot Strike Patterns and Angles on the Biomechanics of Side-Step Cutting. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2024.1461247>
- García-Angulo, A., García-Angulo, F. J., Torres-Luque, G., & Ortega, E. (2019). Applying the New Teaching Methodologies in Youth Football Players: Toward a Healthier Sport. *Frontiers in Physiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00121>
- Grooms, D. R., Diekfuss, J. A., Criss, C. R., Anand, M., Slutsky-Ganesh, A. B., DiCesare, C. A., & Myer, G. D. (2022). Preliminary Brain-Behavioral Neural Correlates of Anterior Cruciate Ligament Injury Risk Landing Biomechanics using a Novel bilateral Leg Press Neuroimaging Paradigm. *Plos One*, 17(8), e0272578. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272578>
- Hanzlíková, I., & Hébert-Losier, K. (2020). Is the Landing Error Scoring System Reliable and Valid? A Systematic Review. *Sports Health a Multidisciplinary Approach*, 12(2), 181–188. <https://doi.org/10.1177/1941738119886593>
- Haraguchi, N., & HASE, K. (2024). Prediction of Ground Reaction Forces and Moments and Joint Kinematics and Kinetics by Inertial Measurement Units Using 3D Forward Dynamics Model. *Journal of Biomechanical Science and Engineering*, 19(1), 23–130. <https://doi.org/10.1299/jbse.23-00130>
- Helmi, B., Hidayah, T., Pramono, H., Hartono, M., & Iskandar, T. (2024). Using a Biomechanical Analysis Approach to the Accuracy of Shooting Throws in Petanque Sport: Literature Review. *Teoriâ Ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ*, 24(1), 130–135. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2024.1.16>
- Huang, T., Ruan, M., Huang, S., Fan, L., & Wu, X. (2024). Comparison of Kinematics and Joint Moments

- Calculations for Lower Limbs During Gait Using Markerless and Marker-Based Motion Capture. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2024.1280363>
- Jaén-Carrillo, D., Ruiz-Alias, S. A., Chicano-Gutiérrez, J. M., Ruiz-Malagón, E. J., Roche-Seruendo, L. E., & García-Pinillos, F. (2022). Test-Retest Reliability of the MotionMetrix Software for the Analysis of Walking and Running Gait Parameters. *Sensors*, 22(9), 3201. <https://doi.org/10.3390/s22093201>
- Kamysbayeva, A., Koryakov, A., Garnova, N., Glushkov, S., & Klimenkova, S. (2021). E-Learning Challenge Studying the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Educational Management*, 35(7), 1492–1503. <https://doi.org/10.1108/ijem-06-2021-0257>
- Makarova, E. L. (2023). Digitalization of Education: Analysis of Engagement and Socio-Demographic Features of Online Learning Participants. *Media Education (Mediaobrazovanie)*, 19(3). <https://doi.org/10.13187/me.2023.3.443>
- Makaruk, B., Sozański, H., Makaruk, H., & Sacewicz, T. (2018). The Effects of Resisted Sprint Training on Speed Performance in Women. *Human Movement*, 14(2), 116–122. <https://doi.org/10.2478/humo-2013-0013>
- Matsumoto, Y., Ogihara, N., Hanawa, H., Kokubun, T., & Kanemura, N. (2022). Novel Multi-Segment Foot Model Incorporating Plantar Aponeurosis for Detailed Kinematic and Kinetic Analyses of the Foot With Application to Gait Studies. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.894731>
- Nikolopoulou. (2023). Self-Regulated and Mobile-Mediated Learning in Blended Tertiary Education Environments: Student Insights From a Pilot Study. *Sustainability*, 15(16), 12284. <https://doi.org/10.3390/su151612284>
- O'Connor, S., & Lacey, P. (2020). Can We Improve Coaches' Injury Prevention Views and Implementation Practices in the Community Female Gaelic Sport of Camogie? *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 6(1), e000732. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000732>
- Oliveira, J. P. P., Lins, L. C., Guimarães, T. M., & Kos, P. (2025). The Influence of Postural Pattern on the Incidence of Orthopedic Injuries in Athletes. *Orthopedic Reviews*, 17. <https://doi.org/10.52965/001c.142602>
- Penichet-Tomás, A. (2024). Applied Biomechanics in Sports Performance, Injury Prevention, and Rehabilitation. *Applied Sciences*, 14(24), 11623. <https://doi.org/10.3390/app142411623>
- Potop, V., Mihailescu, L., Mahaila, I., Zawadka-Kunikowska, M., Jagiełło, W., Чернозуб, A., Baican, M. -. S., Timnea, O. C., Ene-Voiculescu, C., & Ascinte, A. (2024). Applied Biomechanics Within the Kinesiology Discipline in Higher Education. *Physical Education of Students*, 28(2), 106–119. <https://doi.org/10.15561/20755279.2024.0208>
- Prasetyo, R., Yunarta, A., & Andrianto, J. R. (2023). Outdoor Games Activities Model to Improve Students' Basic Movement and Creative Thinking Skills. *Bravo S Journal of Physical Education and Sport Science*, 11(4), 452. <https://doi.org/10.32682/bravos.v11i4.3432>
- Puig-Diví, A., Escalona-Marfil, C., Riu, J. M., Busquets, A., Padullés-Chando, X., & Marcos-Ruiz, D. (2019). Validity and Reliability of the Kinovea Program in Obtaining Angles and Distances Using Coordinates in 4 Perspectives. *Plos One*, 14(6), e0216448. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216448>
- Rogalski, A., Moiroux-Sahraoui, A., Stergiou, M., Pieulhet, M., Maurice, D. M., & Forelli, F. (2025). Can Unilateral Strength Training Optimize Change of Direction Mechanics and Mitigate Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Soccer Players? A Preliminary Pre-Post Intervention Study. *Sports*, 13(5), 135. <https://doi.org/10.3390/sports13050135>
- Schärer, C., Haller, N., Taube, W., & Hübner, K. (2019). Physical Determinants of Vault Performance and Their Age-Related Differences Across Male Junior and Elite Top-Level Gymnasts. *Plos One*, 14(12), e0225975. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225975>
- Schellinga, B. L., Kok, J. N., Buurke, J. H., & Reenalda, J. (2023). Estimating 3D Ground Reaction Forces in Running Using Three Inertial Measurement Units. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1176466>

- Thompson, F., Rongen, F., Cowburn, I., & Till, K. (2022). A Case Study of the Features and Holistic Athlete Impacts of a UK Sports-Friendly School: Student-Athlete, Coach and Teacher Perspectives. *Plos One*, 17(11), e0278401. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278401>
- Trajković, N., & Bogataj, Š. (2020). Effects of Neuromuscular Training on Motor Competence and Physical Performance in Young Female Volleyball Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5), 1755. <https://doi.org/10.3390/ijerph17051755>
- Yang, X., & Qi, S. (2024). Research on Optimization and Design of Sports Teaching Actions Based on Biomechanics. *Molecular & Cellular Biomechanics*, 21(4), 495. <https://doi.org/10.62617/mcb495>
- Zhang, G., Tao, P., Chen, J., Wang, Z., & Xu, R. (2024). The Injury Risk Prediction of Firefighters With Biomechanical Parameters During Single- And Double-Leg Jumps. *Applied Sciences*, 14(11), 4636. <https://doi.org/10.3390/app14114636>
- Zhang, W., Liu, C. Z., BAI, Y., Liu, Q., & Cui, C. (2024). Joint Mechanical Characteristics of Vertical Jumping in Elite Sprinters. *Molecular & Cellular Biomechanics*, 21(3), 700. <https://doi.org/10.62617/mcb700>