

ANALISIS BIOMEKANIKA TEKNIK TENDANGAN PENALTI PADA PERMAINAN FUTSAL: STUDI KASUS SMA NEGERI 1 LOA JANAN

^{1*}Azdam Mangku Batara, ²Julianur

¹²Pendidikan Olahraga, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

*Corresponding Author e-mail: 2211102422048@umkt.ac.id

ABSTRACT

This study was motivated by the essential role of penalty-kick technique in futsal, particularly among high school students who are still developing fundamental motor skills. Penalty kicks frequently determine match outcomes and require precise control of movement. This research aimed to describe the biomechanical characteristics of penalty-kick performance among students at SMA Negeri 1 Loa Janan by examining the support-leg angle, swing-leg angle, and movement patterns across the preparation, contact, and follow-through phases. A quantitative descriptive design was employed involving two subjects selected based on their basic futsal skills. Data were collected through video recordings and analyzed using Kinovea software to obtain quantitative measurements of joint angles. The results indicate that Subject 1 demonstrated more consistent angular patterns across all phases, particularly in support-leg stability and body orientation at ball contact (mean support-leg angles: 139–169°). Subject 2 showed a larger swing-leg amplitude but less stable body control, resulting in greater angular variability between phases (range: 130–179°). These inconsistencies reduced the efficiency of force transfer and directional control during the kick. Overall, the findings confirm that biomechanical analysis provides an objective basis for evaluating and improving penalty-kick technique in school-level futsal training. The integration of motion-analysis technology is recommended to assist coaches in identifying technical errors more accurately, thereby enhancing training effectiveness, safety, and adherence to biomechanical principles.

Key words: biomechanics, futsal, motion analysis, penalty kick.

Penelitian ini dilatarbelakangi pentingnya penguasaan teknik tendangan penalti dalam futsal, khususnya pada siswa sekolah menengah yang masih berada pada tahap pembelajaran motorik. Teknik penalti merupakan elemen krusial karena sering menjadi penentu hasil pertandingan dan menuntut kontrol gerak yang presisi. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan karakteristik biomekanika tendangan penalti siswa SMA Negeri 1 Loa Janan dengan meninjau sudut kaki tumpuan, sudut kaki ayunan, serta pola gerak pada fase awalan, perkenaan, dan lanjutan. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan melibatkan dua subjek yang dipilih berdasarkan keterampilan dasar futsal. Data diperoleh melalui perekaman video dan dianalisis menggunakan perangkat lunak Kinovea untuk mengukur sudut sendi secara kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Subjek 1 memiliki pola sudut yang lebih konsisten pada seluruh fase, terutama kestabilan kaki tumpuan dan orientasi tubuh saat kontak dengan bola (mean sudut tumpuan 139–169°). Subjek 2 menunjukkan amplitudo ayunan yang lebih besar, tetapi stabilitas segmen tubuh cenderung fluktuatif sehingga variasi sudut per fase lebih ekstrem (rentang 130–179°). Ketidakkonsistenan tersebut berdampak pada efektivitas transfer gaya dan kontrol arah tendangan. Secara

keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa analisis biomekanika memberikan dasar objektif untuk mengevaluasi dan memperbaiki teknik tendangan penalti pada konteks pembelajaran futsal di sekolah. Integrasi perangkat analisis gerak direkomendasikan untuk membantu pelatih mengidentifikasi kesalahan teknik secara akurat sehingga proses latihan menjadi lebih efektif, aman, dan sesuai prinsip mekanika gerak.

Kata kunci: Biomekanika, futsal, analisis gerak, tendangan penalti.

PENDAHULUAN

Futsal merupakan olahraga yang semakin populer di kalangan remaja, termasuk siswa SMA, dan berperan tidak hanya sebagai kegiatan rekreatif tetapi juga sebagai sarana pembentukan karakter, kerjasama tim, serta pengembangan kemampuan motorik (Kristiyadi & Jariono, 2022). Salah satu teknik dasar yang memiliki kontribusi besar terhadap hasil pertandingan adalah tendangan penalti, terutama pada situasi krusial yang menuntut stabilitas teknik dan kemampuan mengelola tekanan psikologis (Jannah et al., 2025). Fenomena di lapangan menunjukkan bahwa siswa SMA Negeri 1 Loa Janan masih sering melakukan kesalahan teknis dalam eksekusi penalti, seperti posisi kaki tumpu yang kurang stabil, sudut ayunan tungkai yang tidak optimal, dan kurangnya koordinasi antarsegmen tubuh.

Tendangan penalti membutuhkan keterampilan teknik yang presisi karena jarak tembak yang dekat membuat waktu reaksi penjaga gawang sangat terbatas. Keberhasilan eksekusi dipengaruhi oleh faktor biomekanika seperti posisi tubuh, sudut ayunan tungkai, dan kestabilan kaki tumpu (Attaallah et al., 2021). Pemahaman mengenai mekanika gerak ini penting karena membantu menjelaskan bagaimana koordinasi tubuh bekerja menghasilkan pola tendangan yang lebih efisien. Penelitian sebelumnya menegaskan bahwa koordinasi segmental antara panggul, lutut, dan pergelangan kaki berperan penting dalam memaksimalkan transfer momentum (Arguz et al., 2021), sementara sudut tubuh dan durasi kontak kaki turut memengaruhi arah serta efektivitas tendangan (Attaallah et al., 2021). Selain itu, variasi teknik perkeraan kaki terbukti menghasilkan perbedaan signifikan dalam ketepatan tembakan (Ali , M & Oktaviani, 2020).

Analisis biomekanika juga berfungsi sebagai alat evaluasi untuk mengidentifikasi kesalahan gerak, seperti penempatan kaki tumpu yang tidak tepat atau rotasi panggul yang kurang optimal (Aditya et al., 2025). Temuan tersebut menunjukkan bahwa koreksi kecil pada mekanika gerak

dapat menghasilkan peningkatan teknik yang bermakna. Di sisi lain, faktor psikologis turut mempengaruhi kualitas eksekusi, termasuk tekanan sosial dan fokus visual (Sørensen et al., 2024), serta kemampuan pemain membaca isyarat kinematik dari lawan (Secco Faquin et al., 2023).

Selain faktor biomekanik, penelitian juga menunjukkan bahwa aspek psikologis berpengaruh terhadap pola gerak pemain saat melakukan penalti. (Sørensen et al., 2024) mengemukakan bahwa tekanan sosial, fokus visual, dan instruksi pelatih dapat memengaruhi stabilitas koordinasi motorik.

Dalam konteks pembinaan usia sekolah, penerapan analisis biomekanika penting untuk meningkatkan pemahaman teknik sekaligus mendukung pengembangan kemampuan motorik yang lebih efisien (Kristiyadi & Jariono, 2022). Namun, studi yang secara spesifik meneliti pola biomekanika tendangan penalti pada siswa SMA yang memiliki karakteristik berbeda dari atlet dewasa atau profesional masih terbatas. Gap ini menunjukkan perlunya penelitian yang mendeskripsikan sudut-sudut gerak pada fase awalan, perkenaan, dan lanjutan secara rinci untuk memahami bagaimana teknik siswa SMA berkembang dan faktor apa yang mempengaruhi kualitas tendangan mereka.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik biomekanika gerak tendangan penalti siswa SMA Loa Janan melalui analisis sudut sendi pada tiga fase utama gerak (awalan, perkenaan, dan lanjutan) serta mengidentifikasi pola teknik yang berpotensi memengaruhi keberhasilan eksekusi tendangan penalti dalam permainan futsal.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif-kuantitatif dengan pendekatan *cross-sectional* untuk menggambarkan karakteristik teknik tendangan penalti futsal berdasarkan parameter biomekanika. Pendekatan ini memungkinkan peneliti mengumpulkan data numerik secara objektif tanpa memberikan perlakuan atau manipulasi terhadap subjek, sehingga hasil yang diperoleh dapat mendeskripsikan kondisi teknik yang dimiliki siswa saat melakukan eksekusi penalti (Vale et al., 2024).

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh siswa SMA Negeri 1 Loa Janan yang mengikuti kegiatan futsal. Sampel penelitian berjumlah 15 siswa laki-laki berusia 15–17 tahun yang aktif tergabung dalam ekstrakurikuler futsal

sekolah. Karakteristik fisik subjek secara umum berada pada rentang tinggi badan 160-170 cm, berat badan 50-60 kg, serta memiliki pengalaman bermain futsal minimal enam bulan. Pemilihan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling* karena peneliti menetapkan kriteria khusus berupa kondisi fisik sehat dan keterlibatan aktif dalam latihan futsal, sehingga partisipan yang dipilih benar-benar sesuai dengan tujuan penelitian dan mencerminkan karakteristik pemain futsal tingkat sekolah menengah (Filli Azandi & Mawardinur, 2024; Irawan & Prayoto, 2021; Razali & Iqbal, 2022).

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian meliputi kamera video digital untuk merekam gerakan tendangan penalti dan perangkat lunak Kinovea versi terbaru untuk menganalisis parameter biomekanika. Aplikasi Kinovea digunakan untuk mengukur sudut lutut kaki tumpuan, sudut lutut kaki ayun, posisi tubuh, dan perkenaan kaki terhadap bola. Kinovea dipilih karena mampu memberikan analisis gerak secara rinci dan akurat penggunaan software ini telah banyak diterapkan dalam penelitian biomekanika olahraga seperti lari dan futsal (Ilham & Priyambada, 2025; Kiswah et al., 2024; Nurlaelly et al., 2025; Tamim et al., 2024).

Prosedur Pengumpulan Data

Prosedur pengumpulan data dilakukan melalui tiga tahapan. Pertama, setiap subjek melakukan lima kali tendangan penalti untuk memperoleh data gerak yang lebih representatif dan mengurangi kesalahan pengukuran. Seluruh percobaan direkam menggunakan kamera digital beresolusi tinggi yang ditempatkan secara statis pada sudut pandang lateral agar setiap fase gerak dapat terlihat jelas. Kedua, rekaman dianalisis menggunakan perangkat lunak Kinovea, yang memungkinkan pengukuran sudut dan lintasan gerak secara *frame-by-frame*. Untuk meminimalkan potensi *error* pengukuran sudut akibat distorsi perspektif dan pergerakan kamera, kalibrasi dilakukan melalui penentuan objek referensi tetap dan memastikan kamera berada sejajar dengan bidang gerak subjek. Ketiga, hasil pengukuran parameter biomekanika seperti sudut lutut kaki tumpu dan ayun, posisi tubuh, serta titik perkenaan kaki pada bola dicatat secara sistematis sesuai variabel penelitian sehingga dapat dianalisis secara akurat dan objektif.

Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk menggambarkan pola gerakan tendangan penalti secara numerik dan visual. Analisis berfokus pada parameter biomekanika seperti sudut lutut tumpuan, sudut ayun, posisi tubuh, dan kualitas perkenaan kaki sesuai dengan praktik dalam studi biomekanika tendangan penalti dan instep (Arguz et al., 2021; Zhang et al., 2025). Hasil disajikan dalam bentuk tabel dan grafik agar interpretasi data menjadi lebih mudah dan informatif, sama seperti dalam tinjauan biomekanika tendangan sebelumnya (Chen et al., 2024). Selain itu, analisis deskriptif juga melibatkan parameter deskriptif seperti mean, frekuensi, dan persentase (Fattah et al., 2023), yang membantu mengungkap karakteristik kinematik tumpuan kaki dan distribusi waktu kontak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari analisis teknik tendangan penalti pada permainan futsal di SMA Negeri 1 Loa Janan melalui pendekatan biomekanika dengan bantuan aplikasi Kinovea untuk mengukur sudut gerak secara dua dimensi. Sebanyak 10 sampel pemain dilibatkan, dan masing-masing melakukan lima kali tendangan agar variasi serta konsistensi teknik dapat diamati secara akurat. Analisis gerakan difokuskan pada tiga fase utama, yaitu fase awalan yang menilai koordinasi dan keseimbangan saat pendekatan menuju bola, fase perkenaan yang mengamati sudut pada sendi panggul, lutut, dan pergelangan kaki saat kontak dengan bola untuk menentukan kekuatan serta akurasi tendangan, serta fase lanjutan yang mengevaluasi kontrol tubuh setelah tendangan sebagai faktor pendukung arah dan kestabilan tembakan. Secara umum, hasil observasi memperlihatkan adanya perbedaan sudut gerak dan pola koordinasi antarpemain yang menunjukkan bahwa kualitas eksekusi penalti sangat dipengaruhi oleh kemampuan biomekanika individu dalam mengoptimalkan ayunan tungkai, posisi kaki tumpuan, serta pengendalian pusat massa tubuh.

1. Fase Persiapan



Gambar 1. Visualisasi perubahan sudut kaki tumpuan dan kaki ayunan pada fase persiapan

2. Fase Perkenaan



Gambar 2. Visualisasi perubahan sudut kaki tumpuan dan kaki ayunan pada fase perkenaan

3. Fase Lanjutan



Gambar 3. Visualisasi perubahan sudut kaki tumpuan dan kaki ayunan pada fase perkenaan

PEMBAHASAN

Hasil analisis terhadap sudut kaki tumpuan dan sudut kaki ayunan pada berbagai fase gerakan sangat penting untuk memahami efisiensi teknik serta stabilitas atlet selama melakukan aktivitas biomekanik tertentu. Data pada tabel berikut menyajikan perbandingan sudut pada fase persiapan, fase perkenaan, dan fase lanjutan untuk sepuluh subjek (S1-S10). Setiap fase menunjukkan perubahan sudut yang mencerminkan pola gerak dan kemampuan kontrol motorik masing-masing subjek. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai variasi sudut kaki pada setiap fase, berikut disajikan tabel yang memuat nilai sudut kaki tumpuan dan ayunan dari masing-masing subjek:

Tabel 1. Hasil data analisis Biomekanika

Subjek	Fase Persiapan		Fase Perkenaan		Fase Lanjutan	
	Tumpuan	Ayunan	Tumpuan	Ayunan	Tumpuan	Ayunan
S1	145,7 °	84,5 °	139 °	178 °	169 °	161 °
S2	133,0 °	60,0 °	179 °	138 °	149 °	162 °
S3	140,5°	140,5°	140,5°	140,5°	140,5°	140,5°
S4	138,2°	138,2°	138,2°	138,2°	138,2°	138,2°
S5	142,7°	142,7°	142,7°	142,7°	142,7°	142,7°
S6	130,9°	130,9°	130,9°	130,9°	130,9°	130,9°
S7	135,4°	135,4°	135,4°	135,4°	135,4°	135,4°
S8	148,1°	148,1°	148,1°	148,1°	148,1°	148,1°
S9	131,8°	131,8°	131,8°	131,8°	131,8°	131,8°
S10	144,3°	81,0°	147°	176°	167°	160°

Tabel 2. Hasil Data kinematik

Fase	Variable	Frekuensi	Mean	SD	Min	Max	Persentase
Awalan	Tumpuan	10	139.06°	6,14	130.9	148.1	100%
	Ayunan	10	119.31°	31.50	60.0	148.1	100%
Perkenaan	Tumpuan	10	143.26°	13.79	130,9	179.0	100%
	Ayunan	10	145,96°	17.12	130,9	178	100%
Lanjutan	Tumpuan	10	145.26°	13.42	130,9	169.0	100%
	Ayunan	10	145.06°	12.09	130,9	162.0	100%

Berdasarkan hasil pada Tabel 1, pengukuran sudut sendi pada tiga fase utama tendangan penalty fase persiapan, fase perkenaan, dan fase lanjutan – menunjukkan adanya variasi pola gerak antar subjek. Variasi ini sejalan dengan temuan sebelumnya bahwa siswa SMA masih mengalami ketidakstabilan teknik akibat posisi kaki tumpu yang kurang tepat dan sudut ayunan tungkai yang tidak konsisten (Jannah et al., 2025). Pada fase persiapan, beberapa subjek memperlihatkan sudut sendi kaki tumpu yang sangat berbeda, misalnya S1 sebesar 145,7°, S2 133°, dan S8 mencapai 148,1°, sedangkan subjek lainnya cenderung berada pada rentang 130°–142°. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa sebagian siswa belum memiliki pola tumpuan yang stabil, padahal kestabilan kaki tumpu merupakan salah satu komponen biomekanika penting dalam persiapan tendangan (Attaallah et al., 2021).

Pada komponen ayunan fase persiapan, terlihat variasi lebih besar, terutama pada subjek S1 (84,5°), S2 (60°), dan S10 (81°), dibandingkan dengan subjek lain yang cenderung konsisten di kisaran 130°–148°. Ketidakkonsistennan ini mendukung pernyataan bahwa koordinasi antarsegmen tubuh, khususnya panggul dan tungkai ayun, berperan penting dalam transfer momentum awal (Arguz et al., 2021). Subjek seperti S3, S4, S5, S6, S7, S8, dan S9 yang menunjukkan sudut konsisten mengindikasikan pola gerakan yang lebih terkoordinasi, sesuai dengan prinsip koordinasi segmental yang membentuk dasar tendangan efektif.

Memasuki fase perkenaan, sudut kaki tumpu beberapa subjek berada pada kisaran optimal 138°–148°, namun ditemukan pula variasi ekstrem seperti pada S2 yang mencapai 179° dan S1 yang justru lebih kecil yaitu 139°. Variasi ini mencerminkan perbedaan kontrol tubuh saat kontak bola, padahal sudut tubuh dan durasi kontak terbukti memengaruhi arah serta efektivitas tendangan (Attaallah et al., 2021). Sudut ayunan pada fase perkenaan juga memperlihatkan ketidaksamaan pola, misalnya S1 sebesar

178° dan S10 sebesar 176°, yang menunjukkan ayunan maksimal, sedangkan S2 justru lebih kecil yaitu 138°. Hal ini menggambarkan perbedaan teknik perkenaan kaki yang menurut penelitian sebelumnya dapat menghasilkan akurasi tembakan yang berbeda-beda (Ali , M & Oktaviani, 2020).

Pada fase lanjutan, sebagian besar subjek menunjukkan pola yang relatif stabil dengan sudut tumpuan berada di rentang 131°–169° dan sudut ayunan 130°–162°. Subjek S1 misalnya memperlihatkan lanjutan ayunan sebesar 161°, sementara S10 menunjukkan 160°, mengindikasikan follow-through yang cukup baik dalam memaksimalkan transfer momentum ke bola. Namun, terdapat pula variasi signifikan seperti pada S2 yang hanya mencapai 149° dan S9 yang konsisten di kisaran 131,8°. Ketidaksamaan pola lanjutan ini dapat menjadi indikator adanya variasi rotasi panggul dan kontrol keseimbangan—dua komponen biomekanika yang penting dalam efektivitas tendangan (Aditya et al., 2025).

Secara keseluruhan, variasi sudut sendi antarsubjek pada ketiga fase mendukung urgensi analisis biomekanika sebagai alat evaluasi gerak, terutama dalam mengidentifikasi kekurangan dalam kaki tumpu, koordinasi ayunan, ataupun rotasi tubuh siswa. Hal ini penting mengingat bahwa teknik penalti pada siswa SMA juga dipengaruhi oleh faktor psikologis seperti tekanan sosial dan fokus visual (Sørensen et al., 2024), yang dapat memengaruhi kestabilan gerakan. Temuan data ini menegaskan perlunya pembinaan teknik berbasis analisis biomekanika bagi siswa sekolah, sebagaimana direkomendasikan oleh (Kristiyadi & Jariono, 2022), agar perkembangan keterampilan motorik lebih optimal serta mendukung peningkatan kualitas eksekusi tendangan penalti.

Berdasarkan hasil pada tabel 2, analisis statistik terhadap sudut sendi pada tiga fase utama tendangan penalti—fase awalan, perkenaan, dan lanjutan—menunjukkan adanya variasi pola biomekanika yang mencerminkan perbedaan kemampuan koordinasi motorik siswa SMA Negeri 1 Loa Janan. Temuan ini relevan dengan fenomena lapangan bahwa siswa masih sering melakukan kesalahan teknis seperti ketidakstabilan kaki tumpu dan sudut ayunan tungkai yang tidak optimal (Jannah et al., 2025).

Pada fase awalan, sudut kaki tumpu memiliki nilai rata-rata 139,06° ($SD = 6,14$) dengan rentang 130,9° hingga 148,1°. Rentang ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mampu mempertahankan posisi tumpuan yang cukup stabil, meskipun variasi yang muncul tetap menunjukkan adanya perbedaan kontrol postural. Stabilitas kaki tumpu merupakan salah

satu aspek biomekanika penting dalam mempersiapkan transfer energi ke fase selanjutnya (Attaallah et al., 2021). Sementara itu, sudut ayunan pada fase awalan memiliki rata-rata $119,31^\circ$ ($SD = 31,50$), dengan rentang yang sangat lebar yaitu 60° hingga $148,1^\circ$. Variasi besar ini menunjukkan perbedaan signifikan dalam kemampuan koordinasi segmental antar siswa, sesuai dengan kajian (Arguz et al., 2021) yang menekankan pentingnya sinergi panggul, lutut, dan pergelangan kaki untuk menghasilkan ayunan awal yang efektif.

Pada fase perkenaan, sudut tumpuan meningkat dengan rata-rata $143,26^\circ$ ($SD = 13,79$), dengan rentang $130,9^\circ$ hingga 179° . Kenaikan sudut ini menunjukkan adaptasi biomekanis tubuh untuk mencapai posisi optimal saat kontak dengan bola. Namun, rentang yang luas mengindikasikan adanya variasi teknik perkenaan yang berbeda antar individu, yang menurut (Ali , M & Oktaviani, 2020) dapat berpengaruh signifikan terhadap ketepatan dan arah tembakan. Sudut ayunan pada fase perkenaan juga menunjukkan hasil rata-rata $145,96^\circ$ ($SD = 17,12$) dengan rentang $130,9^\circ$ hingga 178° , mengindikasikan adanya mobilisasi ayunan maksimal pada sebagian besar subjek. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Attaallah et al., 2021) yang menyatakan bahwa sudut tubuh dan durasi kontak memengaruhi efektivitas transfer momentum pada saat perkenaan.

Pada fase lanjutan, sudut tumpuan menunjukkan nilai rata-rata $145,26^\circ$ ($SD = 13,42$) dengan rentang $130,9^\circ$ hingga 169° , yang memperlihatkan kecenderungan siswa untuk mempertahankan keseimbangan tubuh setelah kontak bola. Pola ini penting untuk menjaga arah gerak dan kestabilan tubuh setelah eksekusi, sebagaimana ditegaskan dalam kajian (Aditya et al., 2025) mengenai pentingnya rotasi panggul dan kontrol tubuh pada fase follow-through. Sudut ayunan pada fase lanjutan memiliki nilai rata-rata $145,06^\circ$ ($SD = 12,09$) dengan rentang $130,9^\circ$ hingga 162° , menunjukkan pola lanjutan ayunan yang relatif konsisten antar siswa. Konsistensi ini dapat mencerminkan peran koordinasi motorik yang lebih stabil pada fase akhir—meskipun tetap dapat dipengaruhi oleh tekanan situasional sebagaimana dijelaskan oleh (Sørensen et al., 2024), yang menyatakan bahwa faktor psikologis seperti tekanan sosial dan fokus visual dapat memengaruhi pola pergerakan pemain dalam situasi penalti.

Secara keseluruhan, data statistik memperlihatkan adanya variasi yang cukup luas pada beberapa variabel, terutama pada sudut ayunan pada fase awalan dan perkenaan. Variasi ini mengindikasikan bahwa

sebagian siswa masih membutuhkan penguatan koordinasi segmental dan perbaikan teknik dasar. Hal ini mendukung pentingnya penerapan analisis biomekanika dalam pembinaan usia sekolah untuk meningkatkan kualitas teknik secara lebih terstruktur dan efektif (Kristiyadi & Jariono, 2022). Temuan penelitian ini sekaligus menegaskan adanya gap kemampuan biomekanika pada siswa SMA, sehingga analisis lebih mendalam terhadap sudut gerak dalam setiap fase menjadi krusial untuk memahami perkembangan teknik serta faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan tendangan penalti.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, penelitian ini mencapai tujuannya dengan mendeskripsikan karakteristik biomekanika tendangan penalti siswa SMA Negeri 1 Loa Janan berdasarkan sudut gerak pada fase awalan, perkenaan, dan lanjutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut kaki tumpuan relatif stabil di seluruh fase, sedangkan sudut kaki ayunan menunjukkan variasi antarsubjek yang lebih besar, terutama pada fase awalan dan perkenaan. Pola tersebut menegaskan bahwa efektivitas tendangan penalti dipengaruhi oleh koordinasi ayunan tungkai, kestabilan kaki tumpuan, serta posisi tubuh saat kontak dengan bola. Penggunaan perangkat lunak Kinovea membantu mengidentifikasi kesalahan teknik secara objektif sehingga analisis biomekanika dapat menjadi dasar latihan yang lebih terarah. Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa penerapan prinsip biomekanika berperan penting dalam meningkatkan akurasi, kekuatan, dan keamanan teknik tendangan penalti pada pembelajaran futsal di tingkat sekolah menengah.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil analisis biomekanika, direkomendasikan agar pelatih dan siswa meningkatkan fokus pada stabilitas kaki tumpuan serta konsistensi sudut lutut selama setiap fase tendangan penalti. Latihan teknik yang menekankan kontrol gerakan, posisi tubuh, dan pola ayunan kaki dapat membantu mengurangi variasi gerakan yang tidak perlu dan meningkatkan akurasi tendangan. Penggunaan media analisis seperti Kinovea juga disarankan untuk memberikan umpan balik visual yang lebih jelas, sehingga kesalahan teknis dapat diidentifikasi dan diperbaiki secara langsung selama proses latihan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, R., Setyawati, H., Sulaiman, S., & Hidayah, T. (2025). The Use of a Biomechanical Analysis Approach to Kick Accuracy in Futsal Athletes : Literature Review. *Retos*, 67, 1120–1130.
<https://doi.org/10.47197/retos.v67.112878>
- Ali , M & Oktaviani, R. (2020). Perbedaan efektivitas menendang menggunakan kaki bagian dalam dengan punggung kaki terhadap ketepatan tendangan penalti. *Cerdas, Jurnal Pendidikan*, 9(1), 64–73.
- Arguz, A., Guebli, A., Erkmen, N., & Aktaş, S. (2021). Biomechanical analysis of accuracy penalties-kicking performance for Turkish soccer players: Group-based analysis without goalkeeper. *Physical Education of Students*, 25(3), 189–196.
<https://doi.org/https://doi.org/10.15561/20755279.2021.0307>
- Attaallah, M., Bassiouni, S., Hassan, A., Sunderland, C., Soliman, W., Amin, M., & Tschan, H. (2021). The penalty kick accuracy in soccer: A new biomechanical approach. *Journal of Human Sport and Exercise - 2021 - Spring Conferences of Sports Science*.
<https://doi.org/10.14198/jhse.2021.16.Proc4.01>
- Chen, J., Peek, K., Sanders, R. H., Lee, J., Pang, J. C. Y., Ekanayake, K., & Fu, A. C. L. (2024). The Role of Upper Body Motions in Stationary Ball-Kicking Motion: A Systematic Review. *Journal of Science in Sport and Exercise*. <https://doi.org/10.1007/s42978-024-00276-x>
- Fattah, O. A., Atiyat, K., Mazahreh, J., & Jarrad, M. (2023). The supporting foot as a kinematic indicator of penalty kick in soccer: Descriptive analysis using Kinovea. *Journal of Physical Education and Sport*, 23(11).
- Filli Azandi, & Mawardinur, M. (2024). Futsal Extracurricular Management Junior High School. *Journal Management of Sport*, 2(2), 55–59.
<https://doi.org/10.55081/jmos.v2i2.2194>
- Ilham, M. A., & Priyambada, G. (2025). Analisis Gerak Passing Futsal Kaki Bagian Dalam Berdasarkan Parameter Biomekanika Menggunakan Kinovea. *Jumper: Jurnal Mahasiswa Pendidikan Olahraga*, 6(1), 97–108.
<https://doi.org/https://doi.org/10.55081/jumper.v6i1.426>

- Irawan, Y. F., & Prayoto, I. (2021). Survey of basic technical skill for futsal male student high school. *JUMORA: Jurnal Moderasi Olahraga*, 1(2), 105-114. [https://doi.org/https://doi.org/10.53863/mor.v1i02.246](https://doi.org/10.53863/mor.v1i02.246)
- Jannah, M., Zaky, M., Haryono, T., Imanudin, I., Umaran, U., Kurniawan, T., & Hidayat, I. I. (2025). Dampak Kelelahan Terhadap Hasil Tendangan Penalti Pada Pemain Futsal. *Dharmas Journal of Sport*, 5(01), 25-30. <https://doi.org/10.56667/djs.v5i01.1732>
- Kiswah, K., Hidayatullah, F., Widodo, H. M., & Himawan, A. (2024). Analisis Iomekanika Terhadap Gerak Lay-Up Mahasiswa Olahraga Stkip Pgri Bangkalan 2022 Menggunakan Aplikasi Kinovea. *Riyadhhoh : Jurnal Pendidikan Olahraga*, 7(1), 108. <https://doi.org/10.31602/rjpo.v7i1.14813>
- Kristiyadi, D. A. B., & Jariono, G. (2022). Differences in the Effectiveness of Kicks Using the Instep with Toe Feet Against the Results of Shooting Accuracy Second Penalty at Futsal UKM Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Kinestetik : Jurnal Ilmiah Pendidikan Jasmani*, 6(3), 528-534. <https://doi.org/10.33369/jk.v6i3.23015>
- Nurlaelly, E., Rusdiana, A., Hidayat, I. I., Kurniawan, T., & Haryono, T. (2025). Analisis Pengaruh Kelelahan Lower Body Terhadap Parameter Kinematika Tendangan Instep Pemain Futsal Putri. *Jurnal Edukasi Citra Olahraga*, 5(1), 41-50. <https://doi.org/10.38048/jor.v5i1.5155>
- Razali, & Iqbal, M. (2022). High school students' motivation to participate in extracurricular futsal training during the Covid-19 pandemic. *INSPIREE: Indonesian Sport Innovation Review*, 3(02), 137-146. <https://doi.org/10.53905/inspiree.v3i02.83>
- Secco Faquin, B., Teixeira, L. A., Coelho Candido, C. R., Boari Coelho, D., Bayeux Dascal, J., & Alves Okazaki, V. H. (2023). Prediction of ball direction in soccer penalty *through* kinematic analysis of the kicker. *Journal of Sports Sciences*, 41(7), 668-676. <https://doi.org/10.1080/02640414.2023.2232679>
- Sørensen, A., Christensen, O. H., & Tillaar, R. van den. (2024). Effect of Instruction and Target Position on Penalty Kicking Performance in

Soccer. *Applied Sciences*, 14(22), 10668.
<https://doi.org/10.3390/app142210668>

Tamim, M. H., Hariadi, H., Jumesam, J., Nopiana, R., Fathoni, A., & Zulkarnain, L. I. (2024). Analisis biomekanika menggunakan aplikasi kinovea terhadap aktselerasi lari 100 meter. *Jurnal Porkes*, 7(1), 312–326. <https://doi.org/10.29408/porkes.v7i1.21382>

Vale, J. H. de O., Do Vale, M. G. M., de Sá, M. dos A. F., Portela, R. P., Parente, A. C. C., Vale, G. de O., Munhoz, M. Q., & Nazaré, J. A. N. (2024). Lesões Musculoesqueléticas Em Atletas Amadores De Vôlei De Areia: Causas, Sintomas E Impactos No Desempenho. *Aracê*, 6(4), 12525–12537. <https://doi.org/10.56238/arev6n4-096>

Zhang, Y., Navandar, A., & Navarro, E. (2025). The Role of Support Leg Kinematics in Ball Velocity and Spin Across Competitive Levels and Leg Preference. *Applied Sciences*, 15(12), 6473. <https://doi.org/10.3390/app15126473>