

Analisis Biomekanika Passing Bawah Bola Voli Siswa SMAN 2 Tenggara Menggunakan Aplikasi Kinovea

Arman Maulana^{a,1,*}, Julianur^{a,2}

^a Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Samarinda 75123, Indonesia

¹ 2211102422042@umkt.ac.id *, ² jul196@umkt.ac.id

* corresponding author

ARTICLE INFO

Article history
Received 2026-01-06
Revised 2026-02-06
Accepted 2026-02-07

Keywords

Biomechanics
Forearm Pass
Kinovea
Volleyball

Kata kunci

Biomekanika
Passing Bawah
Kinovea
Bola Voli

ABSTRACT

This study aims to analyze the biomechanics of the forearm pass technique in two volleyball extracurricular students at SMA Negeri 2 Tenggara using Kinovea software. Subjects were selected purposively based on their active participation and basic mastery of the forearm pass technique. Joint angle analysis was conducted in three movement phases: preparation, contact, and follow-through. In the preparation phase, Subject 1 showed elbow, hip, and knee angles of 157.6°, 140.8°, and 133.8°, whereas Subject 2 showed 169.7°, 148.1°, and 138.3°. During the contact phase, Subject 1 demonstrated elbow, hip, and knee angles of 170.7°, 137.5°, and 150.3°, while Subject 2 demonstrated 175.2°, 142.9°, and 159.5°. In the follow-through phase, Subject 1 displayed 162.5°, 154.1°, and 158.8°, and Subject 2 displayed 170.3°, 145.2°, and 155.2°. The results indicate that both subjects performed the technique in alignment with effective biomechanical principles, although individual variations remain. Kinovea proved to be a useful tool for objective motion analysis, supporting skill evaluation and technique improvement in physical education settings.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis biomekanika teknik passing bawah pada dua siswa peserta ekstrakurikuler bola voli di SMA Negeri 2 Tenggara menggunakan aplikasi Kinovea. Pemilihan subjek dilakukan secara purposive berdasarkan kriteria keaktifan dalam latihan dan penguasaan teknik dasar passing bawah. Analisis sudut persendian dilakukan pada tiga fase, meliputi fase persiapan, perkenaan, dan lanjutan. Pada fase persiapan, Subjek 1 menunjukkan sudut siku 157,6°, pinggul 140,8°, dan lutut 133,8°, sementara Subjek 2 menunjukkan 169,7°, 148,1°, dan 138,3°. Pada fase perkenaan, Subjek 1 memiliki sudut siku 170,7°, pinggul 137,5°, dan lutut 150,3°, sedangkan Subjek 2 memiliki 175,2°, 142,9°, dan 159,5°. Pada fase lanjutan, Subjek 1 memperlihatkan sudut siku 162,5°, pinggul 154,1°, dan lutut 158,8°, sementara Subjek 2 menunjukkan 170,3°, 145,2°, dan 155,2°. Hasil menunjukkan bahwa pola gerak kedua subjek telah mendekati prinsip biomekanika yang efektif, meskipun masih terdapat variasi individu dalam sudut gerak. Penggunaan Kinovea terbukti mendukung analisis gerak secara objektif sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sarana evaluasi keterampilan dan peningkatan pembelajaran teknik olahraga di sekolah.

Artikel ini open akses sesuai dengan lisensi [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



PENDAHULUAN

Permainan bola voli merupakan salah satu cabang olahraga yang menuntut kombinasi kemampuan teknis, fisik, koordinasi motorik, dan pemahaman taktis. Salah satu teknik dasar yang

memiliki peran vital dalam permainan adalah passing bawah, karena teknik ini menjadi fondasi dalam menerima servis, mengendalikan bola pertama, serta menjaga kelangsungan *rally* permainan. Kualitas passing bawah yang baik memungkinkan sebuah tim memperoleh penguasaan bola yang efektif sehingga mampu mengembangkan serangan yang terstruktur. Oleh karena itu, analisis yang lebih mendalam mengenai mekanisme gerak passing bawah perlu dilakukan untuk mengetahui bagaimana pola gerak siswa dalam praktik dan apakah sudah sesuai dengan prinsip biomekanika yang dianjurkan (Ilara, 2024; Uly et al., 2025; Walhidayat & Raharja, 2025).

Dalam dua dekade terakhir, analisis biomekanika menjadi aspek penting dalam kajian ilmu kepelatihan olahraga. Biomekanika dipahami sebagai ilmu yang mempelajari struktur dan fungsi gerak manusia berdasarkan hukum mekanika, sehingga dapat memengaruhi efektivitas gerakan dan pencegahan cedera (Zahradnik et al., 2015; Zhao et al., 2024). Analisis biomekanika pada teknik passing bawah, mencakup sudut persendian, posisi pusat gravitasi, keselarasan lengan, dan koordinasi tubuh dapat memberikan informasi objektif terkait kualitas gerak, serta menjadi dasar perbaikan teknik dan strategi pelatihan. Penelitian dalam bidang biomekanika bola voli terus berkembang, termasuk kajian terkait *setting motion* (Cabarkapa et al., 2022), servis bawah (Walhidayat & Raharja, 2025), dan berbagai teknik lainnya yang berkontribusi pada pengembangan performa atlet (Bujang et al., 2024).

Perkembangan teknologi analisis gerak membuka peluang besar untuk kajian biomekanika di tingkat sekolah maupun komunitas. Salah satu aplikasi analisis video yang banyak digunakan adalah Kinovea, sebuah perangkat lunak *open-source* yang memungkinkan pengguna melakukan identifikasi titik gerak, pengukuran sudut, penghitungan kecepatan, dan pemutaran video *frame-by-frame*. Penelitian-penelitian sebelumnya telah membuktikan validitas dan reliabilitas Kinovea dalam mengukur berbagai parameter biomekanika, seperti pengukuran sudut tulang belakang (Sharifnezhad et al., 2021), kemampuan lompatan (Davidow et al., 2020), fleksibilitas panggul (Rabanal-Rodríguez et al., 2025a), serta analisis kinerja gerak dalam olahraga lain seperti sepak bola, sprint, dan lari (Garrido-López et al., 2024; Kamaruddin et al., 2024; Tamim et al., 2024). Hal ini memperkuat dasar penggunaan Kinovea sebagai instrumen analisis yang efektif dalam konteks pendidikan jasmani dan pelatihan olahraga.

Di lingkungan sekolah, penggunaan aplikasi analisis gerak seperti Kinovea memberikan akses teknologi yang terjangkau, mudah digunakan, dan efektif untuk meningkatkan pembelajaran teknik olahraga. Beberapa penelitian menemukan bahwa penggunaan media berbasis Kinovea mampu meningkatkan pemahaman mahasiswa dalam pembelajaran biomekanika (Prabowo et al., 2023; Setiawan & Fathoni, 2023) dan membantu pelatih menganalisis kesalahan teknik secara lebih akurat (Kamaruddin et al., 2024). Dalam konteks siswa SMA yang masih berada pada tahap perkembangan motorik, analisis biomekanika menjadi penting untuk memastikan teknik passing bawah mereka sesuai dengan prinsip gerak yang optimal dan aman.

SMA Negeri 2 Tenggarong adalah salah satu sekolah yang aktif dalam kegiatan ekstrakurikuler bola voli. Siswa-siswinya secara rutin melakukan latihan teknik dasar, termasuk passing bawah. Namun, hingga saat ini belum terdapat kajian ilmiah yang menganalisis struktur biomekanika teknik passing bawah mereka secara objektif. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis teknik passing bawah siswa-siswi SMA Negeri 2 Tenggarong menggunakan aplikasi Kinovea, sehingga dapat memberikan gambaran rinci mengenai kualitas gerak, kesesuaian dengan prinsip biomekanika, serta potensi perbaikan teknik.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan studi kasus dalam kajian biomekanika olahraga. Fokus penelitian diarahkan pada analisis mendalam karakteristik biomekanika teknik passing bawah pada subjek tertentu yang diamati dalam konteks alami tanpa adanya intervensi perlakuan. Pendekatan yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan tujuan untuk menggambarkan pola gerak biomekanika secara objektif dan terukur. Desain studi kasus lazim digunakan dalam penelitian biomekanika untuk memahami detail mekanik gerak secara spesifik dan kontekstual, baik pada individu maupun kelompok kecil (Bartlett, 2017; Winter, 2018). Pendekatan ini sejalan dengan prinsip dasar biomekanika yang menitikberatkan pada identifikasi pola gerak alami berdasarkan parameter mekanik tanpa manipulasi variabel (Cabarkapa et al., 2022; Zhao et al., 2024).

Populasi dan Sempel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa SMA Negeri 2 Tenggarong yang berjumlah 455 siswa. Sampel penelitian dipilih menggunakan teknik purposive sampling dengan jumlah dua siswa. Kriteria pemilihan sampel meliputi: (1) siswa aktif SMA Negeri 2 Tenggarong, dan (2) memiliki keterampilan dasar passing bawah. Jumlah subjek yang terbatas menegaskan karakter studi kasus dalam penelitian ini. Selain itu, peneliti berperan sebagai guru di sekolah tersebut sehingga memiliki akses langsung terhadap subjek, yang memungkinkan proses observasi teknik dilakukan secara terkontrol dan konsisten. Pendekatan ini sesuai dengan penelitian biomekanika berbasis studi kasus yang lebih menekankan kualitas dan kedalaman data dibandingkan kuantitas sampel (Knudson, 2020; McGinnis, 2021).

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui perekaman video menggunakan kamera digital. Kamera ditempatkan sejajar dengan bidang gerak utama untuk menghasilkan rekaman dua dimensi yang stabil. Sudut pandang yang digunakan adalah bidang sagittal karena paling relevan untuk menganalisis gerakan fleksi dan ekstensi sendi pada teknik passing bawah. Pendekatan ini umum digunakan dalam analisis biomekanika berbasis video tracking dua dimensi (Bishop, 2018; Garrido-López et al., 2024; Zanjirband et al., 2023). Setiap subjek melakukan passing bawah sebanyak tiga kali pengulangan, dan

seluruh percobaan direkam untuk menjaga objektivitas serta kelengkapan data.

Instrumen Penelitian

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah perangkat lunak analisis gerak Kinovea yang digunakan untuk menganalisis video hasil perekaman. Perangkat lunak ini dilaporkan memiliki validitas dan reliabilitas yang baik dalam pengukuran sudut artikular, lintasan gerak, serta posisi segmen tubuh dalam penelitian biomekanika olahraga (Davidow et al., 2020b; Rabanal-Rodríguez et al., 2025b). Pada tahap awal analisis, peneliti menandai titik-titik anatomi utama yang meliputi bahu, siku, pergelangan tangan, pinggul, lutut, dan pergelangan kaki. Penandaan dilakukan secara konsisten pada setiap pengulangan untuk menjaga akurasi pengukuran. Parameter biomekanika yang dianalisis mencakup sudut siku, sudut pinggul, dan sudut lutut pada setiap fase gerakan (Ilara, 2024; Walhidayat & Raharja, 2025).

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Pengukuran sudut sendi dilakukan sebanyak dua hingga tiga kali pada setiap percobaan passing bawah, kemudian nilai yang digunakan adalah rata-rata dari hasil pengukuran tersebut. Prosedur ini bertujuan untuk meminimalkan kesalahan pengukuran akibat perbedaan penentuan frame atau titik anatomi. Strategi pengulangan pengukuran direkomendasikan dalam analisis gerak berbasis video untuk meningkatkan stabilitas data dan mengurangi variabilitas intra-pengamat (Davidow et al., 2020; Knudson, 2020; Rabanal-Rodríguez et al., 2025).

Analisis gerakan dibagi ke dalam tiga fase utama, yaitu fase persiapan, fase perkenaan, dan fase lanjutan. Setiap fase dianalisis menggunakan teknik frame-by-frame untuk mengidentifikasi perubahan sudut sendi dan koordinasi gerak secara rinci. Hasil analisis kemudian dibandingkan dengan prinsip biomekanika yang relevan dalam literatur untuk memberikan interpretasi objektif terhadap kualitas teknik passing bawah siswa (Bartlett, 2017; Winter, 2018)

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, jumlah subjek yang sangat terbatas karena menggunakan desain studi kasus, sehingga hasil penelitian hanya menggambarkan karakteristik biomekanika subjek yang dianalisis. Kedua, analisis gerak dilakukan menggunakan perekaman dua dimensi yang belum sepenuhnya mampu menangkap komponen gerak tiga dimensi secara menyeluruh. Ketiga, penelitian ini tidak mempertimbangkan faktor kekuatan otot dan tingkat kelelahan subjek yang berpotensi memengaruhi pola gerak. Oleh karena itu, hasil penelitian ini tidak dimaksudkan untuk digeneralisasikan pada populasi siswa yang lebih luas. Temuan penelitian lebih diarahkan sebagai gambaran mendalam dan referensi awal dalam kajian biomekanika teknik passing bawah serta sebagai dasar bagi penelitian lanjutan dengan desain yang lebih komprehensif dan jumlah sampel yang lebih besar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis biomekanika teknik passing bawah dilakukan terhadap dua subjek pada tiga fase gerakan, yaitu fase persiapan, fase perkenaan, dan fase lanjutan. Parameter yang dianalisis meliputi sudut siku, sudut pinggul, dan sudut lutut yang diperoleh melalui analisis frame-by-frame menggunakan perangkat lunak Kinovea.

Fase persiapan



Gambar 1. Sudut Siku, Pinggul dan Kaki pada Fase Persiapan

Pada fase persiapan, Subjek 1 menunjukkan sudut siku sebesar $157,6^\circ$, sudut pinggul sebesar $140,8^\circ$, dan sudut lutut sebesar $133,8^\circ$. Nilai sudut tersebut menggambarkan posisi awal dengan lengan hampir lurus serta fleksi pada pinggul dan lutut sebagai bentuk kesiapan sebelum pelaksanaan passing

bawah.

Subjek 2 memperlihatkan sudut siku sebesar $169,7^\circ$, sudut pinggul sebesar $148,1^\circ$, dan sudut lutut sebesar $138,3^\circ$. Dibandingkan Subjek 1, Subjek 2 menunjukkan sudut siku yang lebih mendekati ekstensi penuh serta sudut pinggul dan lutut yang relatif lebih besar, yang mengindikasikan variasi posisi kesiapan awal antar subjek.

Fase Perkenaan



Gambar 2. Sudut Siku, Pinggul dan Kaki pada Fase Perkenaan

Pada fase perkenaan, Subjek 1 memiliki sudut siku sebesar $170,7^\circ$, sudut pinggul sebesar $137,5^\circ$, dan sudut lutut sebesar $150,3^\circ$. Sudut siku yang meningkat dibandingkan fase persiapan menunjukkan bahwa lengan dipertahankan dalam kondisi lebih lurus saat terjadi kontak dengan bola.

Subjek 2 menunjukkan sudut siku sebesar $175,2^\circ$, sudut pinggul sebesar $142,9^\circ$, dan sudut lutut sebesar $159,5^\circ$. Nilai sudut tersebut memperlihatkan kecenderungan ekstensi siku yang lebih besar serta

peningkatan sudut lutut dibandingkan fase sebelumnya, yang mencerminkan perubahan postur tubuh saat bola disentuh.



Gambar 3. Sudut Siku, Pinggul dan Kaki pada Fase Lanjutan

Pada fase lanjutan, Subjek 1 menunjukkan sudut siku sebesar $162,5^\circ$, sudut pinggul sebesar $154,1^\circ$, dan sudut lutut sebesar $158,8^\circ$. Perubahan sudut ini menggambarkan adanya penyesuaian postur tubuh setelah bola dipassing untuk menjaga keseimbangan.

Subjek 2 memperlihatkan sudut siku sebesar $170,3^\circ$, sudut pinggul sebesar $145,2^\circ$, dan sudut lutut sebesar $155,2^\circ$. Dibandingkan fase perkenaan, sudut siku dan lutut cenderung menurun, yang menunjukkan fase lanjutan sebagai tahap stabilisasi setelah gerakan utama selesai dilakukan.

Pembahasan

Hasil analisis biomekanika passing bawah menunjukkan adanya variasi sudut siku, pinggul, dan lutut antara Subjek 1 dan Subjek 2 pada setiap fase gerakan. Variasi ini mencerminkan perbedaan karakteristik pola gerak individu meskipun kedua subjek melakukan teknik yang sama.

Pada fase persiapan, sudut siku kedua subjek berada pada kisaran $157,6^{\circ}$ – $169,7^{\circ}$, yang menggambarkan posisi lengan hampir lurus sebagai persiapan pembentukan bidang pantul. Posisi ini sejalan dengan prinsip dasar teknik passing bawah yang menekankan kestabilan lengan sebelum kontak dengan bola (Ilara, 2024; Uly, 2025). Fleksi pada pinggul dan lutut yang terlihat pada kedua subjek menunjukkan posisi tubuh yang relatif rendah, yang secara biomekanika berfungsi untuk meningkatkan stabilitas awal gerakan.

Pada fase perkenaan, sudut siku kedua subjek meningkat hingga mendekati ekstensi penuh, yaitu $170,7^{\circ}$ pada Subjek 1 dan $175,2^{\circ}$ pada Subjek 2. Kondisi ini menunjukkan bahwa lengan dipertahankan dalam posisi stabil saat terjadi kontak dengan bola, sebagaimana direkomendasikan dalam kajian biomekanika teknik passing bawah (Walhidayat & Raharja, 2025; Zhao et al., 2024). Selain itu, peningkatan sudut lutut pada fase ini dibandingkan fase persiapan mengindikasikan adanya perubahan postur tubuh yang mendukung pelaksanaan gerakan passing.

Pada fase lanjutan, sudut pinggul dan lutut pada kedua subjek menunjukkan penyesuaian pascagerakan, dengan rentang sudut pinggul $145,2^{\circ}$ – $154,1^{\circ}$ dan sudut lutut $155,2^{\circ}$ – $158,8^{\circ}$. Penyesuaian ini mencerminkan mekanisme stabilisasi tubuh setelah bola dipassing, sehingga tubuh tetap berada dalam kondisi seimbang dan siap untuk gerakan berikutnya. Pola gerak lanjutan seperti ini juga dilaporkan dalam penelitian biomekanika pada teknik dasar olahraga, di mana fase lanjutan berperan penting dalam menjaga kontrol postural (Bujang et al., 2024; Cabarkapa et al., 2022).

Penggunaan perangkat lunak Kinovea memungkinkan pengukuran sudut persendian dilakukan secara objektif dan konsisten. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa Kinovea memiliki tingkat validitas dan reliabilitas yang baik dalam analisis sudut sendi pada penelitian biomekanika olahraga berbasis video dua dimensi (Davidow et al., 2020; Garrido-López et al., 2024; Sharifnezhad et al., 2021). Dalam konteks pembelajaran PJOK, analisis gerak berbasis video juga berpotensi menjadi sarana evaluasi teknik yang efektif bagi guru dan siswa (Prabowo et al., 2023; Setiawan & Fathoni, 2023).

Secara keseluruhan, meskipun terdapat perbedaan nilai sudut antar subjek, pola perubahan sudut pada ketiga fase gerakan menunjukkan kecenderungan yang sejalan dengan prinsip biomekanika dasar teknik passing bawah. Hasil ini memberikan gambaran bahwa teknik yang dilakukan siswa telah mengarah pada pola gerak yang efisien, meskipun masih terdapat variasi individu yang perlu diperhatikan dalam proses pembelajaran dan latihan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis biomekanika teknik passing bawah menggunakan aplikasi Kinovea, dapat disimpulkan bahwa kedua subjek menunjukkan pola perubahan sudut siku, pinggul, dan lutut yang relatif konsisten pada tiga fase gerakan, yaitu fase persiapan, fase perkenaan, dan fase lanjutan. Pada fase persiapan, kedua subjek memperlihatkan posisi lengan yang hampir lurus disertai fleksi

pinggul dan lutut sebagai bentuk kesiapan awal. Pada fase perkenaan, sudut siku meningkat mendekati ekstensi penuh yang menunjukkan pembentukan bidang pantul lengan saat kontak dengan bola. Sementara itu, pada fase lanjutan, terjadi penyesuaian sudut pinggul dan lutut yang mencerminkan upaya menjaga keseimbangan tubuh setelah gerakan selesai dilakukan.

Meskipun terdapat perbedaan nilai sudut antar subjek, pola gerak yang ditunjukkan secara umum telah mengarah pada prinsip biomekanika dasar teknik passing bawah. Hasil penelitian ini memberikan gambaran deskriptif mengenai karakteristik gerak passing bawah siswa dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan evaluasi teknik dalam pembelajaran PJOK. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan jumlah subjek yang lebih besar, menggunakan analisis tiga dimensi, serta menambahkan variabel kinerja gerak agar diperoleh pemahaman biomekanika yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Bartlett, R. (2017). *Introduction to sports biomechanics*. Routledge.
- Bishop, C. (2018). Interpreting strength and power assessments in sport. *Sports*, 6(2), 1–14. <https://doi.org/10.3390/sports6020041>
- Bujang, Arisman, Haqiyah, A., Kusumawati, M., Ekowati, & Muslimin, M. (2024). The role of biomechanics in improving volleyball service performance. *Altius: Jurnal Ilmu Olahraga Dan Kesehatan*, 13(2), 227–239. <https://doi.org/10.36706/altius.v13i2.90>
- Cabarkapa, Damjana V., Cabarkapa, Dimitrije, Fry, A. C., Whiting, S. M., & Downey, G. G. (2022). Kinetic and Kinematic Characteristics of Setting Motions in Female Volleyball Players. *Biomechanics*, 2(4), 538–546. <https://doi.org/10.3390/biomechanics2040042>
- Davidow, D., Redman, M., Lambert, M., Burger, N., Smith, M., Jones, B., & Hendricks, S. (2020). The effect of physical fatigue on tackling technique in Rugby Union. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(11), 1105–1110. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.04.005>
- Garrido-López, G., Gómez, L. F., Fierrez, J., Morales, A., Tolosana, R., Rueda, J., & Navarro, E. (2024). VideoRun2D: Cost-effective markerless motion capture for sprint biomechanics using manual tracking tools including Kinovea. *ArXiv Preprint*. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.10175>
- Ilara, M. Z. (2024). Analisis Biomekanika Bottom Passing Bola Voli. *Jurnal ILARA*, 15(3), 220–226.
- Kamaruddin, I., Dalle, A., Raehan, A. Muh., Musa, A., & Ade Triyenie, A. A. (2024). Analisis Gerak Biomekanika (Kinovea Software) Untuk mengembangkan Kemampuan Akurasi Shooting Sepakbola Pada Mahasiswa Fakultas Ilmu Ke Olahragawaan Universitas Negeri Makassar. *Journal on Education*, 6(4), 20437–20447. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i4.6136>
- Knudson, D. (2020). *Fundamentals of biomechanics*. Springer.
- McGinnis, P. M. (2021). *Biomechanics of sport and exercise*. Human Kinetics.

- Prabowo, A., Pujiyanto, D., Raibowo, S., Defliyanto, D., & Yarmani, Y. (2023). Development of Learning Media based on Kinovea Application in Biomechanics Course. *Kinestetik : Jurnal Ilmiah Pendidikan Jasmani*, 7(4), 1171–1179. <https://doi.org/10.33369/jk.v7i4.26166>
- Rabanal-Rodríguez, G., Navarro-Santana, M. J., Valera-Calero, J. A., Muñoz-Rodríguez, A., Hernández-González, E., & Plaza-Manzano, G. (2025). Intra- and Inter-Examiner Reliability of Kinovea for Hip Flexion Angle Measurement During Straight Leg Raise Test. *Applied Sciences*, 15(3), 1452. <https://doi.org/10.3390/app15031452>
- Setiawan, A. L. , I. P., & Fathoni, M. (2023). Penggunaan software Kinovea dalam pelatihan olahraga: tinjauan literatur dan aplikasi di dunia pendidikan. *JPOS (Journal Power of Sports)*, 6(1), 32–44.
- Sharifnezhad, A., Raissi, G. R., Forogh, B., Soleymanzadeh, H., Mohammadpour, S., Daliran, M., & Bagherzadeh Cham, M. (2021a). The Validity and Reliability of Kinovea Software in Measuring Thoracic Kyphosis and Lumbar Lordosis. *Iranian Rehabilitation Journal*, 19(2), 129–136. <https://doi.org/10.32598/irj.19.2.670.1>
- Tamim, M. H., Hariadi, H., Jumesam, J., Nopiana, R., Fathoni, A., & Zulkarnain, L. I. (2024). Analisis biomekanika menggunakan aplikasi kinovea terhadap akselerasi lari 100 meter. *Jurnal Porkes*, 7(1), 312–326. <https://doi.org/10.29408/porkes.v7i1.21382>
- Uly, A. (2025). The effect of drill training on underhand passing ability in high school students. *International Journal of Physical Education and Recreation*.
- Uly, A., Hudain, Muh. A., Adil, A., Kamaruddin, I., & Fahrizal, F. (2025). The Effect of Drill Training on Underhand Passing Ability in High School Students. *ETDC: Indonesian Journal of Research and Educational Review*, 4(2), 420–432. <https://doi.org/10.51574/ijrer.v4i2.3172>
- Walhidayat, B., & Raharja, A. T. (2025). Biomechanics study on volleyball lower serve technique: the influence of body angle and foot position. *Journal of Educational Sciences*, 9(3), 1163–1169. <https://doi.org/https://doi.org/10.31258/jes.9.3.p.1163-1169>
- Winter, D. A. (2018). *Biomechanics and motor control of human movement*. Wiley.
- Zahradnik, D., Jandacka, D., Uchytíl, J., Farana, R., & Hamill, J. (2015). Lower extremity mechanics during landing after a volleyball block as a risk factor for anterior cruciate ligament injury. *Physical Therapy in Sport*, 16(1), 53–58. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.04.003>
- Zanjirband, M., Baharlooie, M., Safaeinejad, Z., & Nasr-Esfahani, M. H. (2023). Transcriptomic screening to identify hub genes and drug signatures for PCOS based on RNA-Seq data in granulosa cells. *Computers in Biology and Medicine*, 154, 106601. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2023.106601>
- Zhao, H., Liu, X., Dan, L., Xu, D., & Li, J. (2024a). Biomechanic Differences Between Anticipated and Unanticipated Volleyball Block Jump: Implications for Lower Limb Injury Risk. *Life*, 14(11), 1357. <https://doi.org/10.3390/life14111357>