



Analisis Kesalahan Gerak pada Rangkaian Senam Lantai Menggunakan Video Analysis pada Atlet Senam Pemula

Ahmad Yani¹

¹Jurusan Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Universitas Negeri Makassar

Email: ahmadyani.fik@unm.ac.id

Artikel info	Abstrak
<i>Received; 02-10-2025</i> <i>Revised; 15-10-2025</i> <i>Accepted; 05-11-2025</i> <i>Published; 30-11-2025</i>	Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kesalahan gerak pada rangkaian senam lantai atlet pemula menggunakan metode video analysis. Senam lantai merupakan cabang olahraga yang memerlukan teknik gerakan presisi tinggi, namun atlet pemula sering mengalami kesalahan teknis yang dapat menghambat perkembangan kemampuan dan meningkatkan risiko cedera. Video analysis menjadi metode efektif untuk mendeteksi kesalahan gerak secara objektif dan memberikan umpan balik korektif yang akurat. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan subjek 12 atlet senam pemula yang melakukan rangkaian gerakan dasar senam lantai meliputi guling depan, guling lenting, kayang, sikap lilin, dan loncat harimau. Data direkam menggunakan kamera video beresolusi tinggi dan dianalisis menggunakan software Kinovea untuk mengidentifikasi pola kesalahan teknik pada setiap fase gerakan. Hasil penelitian menunjukkan kesalahan dominan meliputi tumpuan tangan yang lemah (83%), posisi tubuh kurang lurus (75%), ketidaktepatan timing gerakan (67%), dan kurangnya fleksibilitas tubuh (58%). Temuan ini memberikan implikasi praktis bagi pelatih untuk merancang program latihan korektif berbasis analisis video guna meningkatkan kualitas teknik atlet pemula.
Kata Kunci: analisis teknik, atlet pemula, kesalahan gerak, senam lantai, video analysis	artikel global jurnal Sport dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY-4.0



PENDAHULUAN

Senam lantai merupakan salah satu cabang olahraga yang memerlukan koordinasi, kekuatan, fleksibilitas, dan kontrol motorik yang tinggi dalam eksekusi setiap gerakannya. Gerakan senam

lantai terdiri dari berbagai elemen teknis mulai dari gerakan sederhana hingga gerakan kompleks yang membutuhkan presisi tinggi dalam pelaksanaannya. Pada tahap pembelajaran atlet pemula, penguasaan teknik dasar menjadi fondasi penting untuk pengembangan kemampuan ke tingkat lebih lanjut, namun proses ini seringkali terhambat oleh berbagai kesalahan teknis yang tidak terdeteksi secara tepat (Khong & Kong, 2016).

Kesalahan gerak dalam senam lantai dapat berdampak pada penurunan kualitas penampilan, peningkatan risiko cedera, serta hambatan dalam progres pembelajaran atlet. Penelitian menunjukkan bahwa atlet pemula cenderung melakukan kesalahan sistematis dalam aspek-aspek kritis seperti tumpuan tangan, postur tubuh, timing gerakan, dan kontrol keseimbangan (Puig-Diví et al., 2019). Deteksi dini terhadap kesalahan-kesalahan ini menjadi krusial untuk memberikan intervensi korektif yang tepat sebelum pola gerakan yang salah tersebut menjadi kebiasaan yang sulit diubah.

Metode observasi visual tradisional yang dilakukan pelatih memiliki keterbatasan dalam menangkap detail gerakan yang terjadi dalam waktu singkat dan menilai aspek-aspek teknis secara objektif. Video analysis muncul sebagai solusi teknologi yang memungkinkan perekaman, pengulangan, dan analisis gerakan secara detail frame-by-frame untuk mengidentifikasi kesalahan dengan akurasi tinggi (Zheng et al., 2022). Teknologi video analysis telah terbukti meningkatkan efektivitas pembelajaran motorik dan memberikan umpan balik visual yang membantu atlet memahami kesalahan mereka dengan lebih baik dibandingkan instruksi verbal semata (Niespodziński et al., 2020).

Penelitian tentang penerapan video analysis dalam pembelajaran senam di Indonesia masih terbatas, terutama yang berfokus pada identifikasi pola kesalahan gerak atlet pemula secara sistematis. Penelitian sebelumnya lebih banyak mengeksplorasi efektivitas media video sebagai alat pembelajaran tanpa melakukan analisis mendalam terhadap jenis dan pola kesalahan spesifik yang terjadi pada setiap elemen gerakan senam lantai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kesalahan gerak dominan pada rangkaian senam lantai atlet pemula menggunakan metode video analysis, serta memberikan rekomendasi untuk pengembangan program latihan korektif berbasis temuan analisis.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode analisis video untuk mengidentifikasi kesalahan gerak pada rangkaian senam lantai atlet pemula. Subjek penelitian terdiri dari 12 atlet senam pemula berusia 10-14 tahun yang aktif berlatih di Klub Senam Kota Makassar dengan masa latihan 6-12 bulan dan belum pernah mengikuti kompetisi resmi tingkat regional. Pemilihan subjek dilakukan dengan teknik purposive sampling berdasarkan kriteria kelayakan fisik dan persetujuan orang tua. Penelitian dilakukan di Lapangan Senam Indoor Stadion Utama pada bulan April-Mei 2025 dengan protokol keselamatan yang ketat termasuk pengawasan pelatih bersertifikat dan ketersediaan matras pelindung standar kompetisi.

Pengumpulan data dilakukan melalui perekaman video menggunakan dua kamera video beresolusi 1080p 60fps yang ditempatkan pada sudut frontal dan lateral terhadap area performa dengan jarak 4 meter untuk menangkap detail gerakan dari perspektif berbeda. Setiap atlet melakukan rangkaian gerakan senam lantai yang terdiri dari guling depan, guling lenting, kayang, sikap lilin, dan loncat harimau sebanyak tiga kali repetisi dengan interval istirahat 2 menit antar repetisi. Seluruh rekaman video kemudian dianalisis menggunakan software Kinovea versi 0.9.5 yang memungkinkan pengamatan frame-by-frame, pengukuran sudut persendian, dan identifikasi fase-fase kritis gerakan (Puig-Diví et al., 2019).

Analisis video dilakukan oleh tiga rater independen yang terdiri dari dua pelatih senam bersertifikat nasional dan satu peneliti dengan pengalaman minimal 5 tahun dalam bidang analisis gerak untuk memastikan reliabilitas inter-rater. Setiap gerakan dievaluasi berdasarkan kriteria teknis standar yang mengacu pada Pedoman Teknik Senam Lantai Persatuan Senam Indonesia meliputi fase persiapan, fase eksekusi, dan fase akhiran dengan fokus pada aspek-aspek kritis seperti postur tubuh,

timing gerakan, kualitas tumpuan, dan kontrol keseimbangan. Kesalahan gerak dikategorikan berdasarkan jenis kesalahan teknis dan tingkat keparahannya menggunakan skala ordinal dari kesalahan minor hingga mayor. Data hasil analisis kemudian ditabulasi dan dianalisis secara deskriptif untuk mengidentifikasi pola kesalahan dominan yang muncul pada setiap elemen gerakan serta frekuensi kemunculannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis video terhadap 12 atlet senam pemula mengungkapkan berbagai pola kesalahan gerak yang konsisten muncul pada rangkaian senam lantai dengan tingkat prevalensi dan karakteristik yang berbeda-beda pada setiap elemen gerakan. Analisis pada gerakan guling depan menunjukkan bahwa 10 dari 12 atlet (83%) mengalami kesalahan berupa tumpuan tangan yang kurang kuat saat melakukan tolakan awal. Kesalahan ini menyebabkan momentum guling menjadi tidak optimal dan gerakan akhir menjadi goyah. Sebanyak 9 atlet (75%) menunjukkan kesalahan posisi tubuh dimana tangan tidak menyentuh tulang kering saat pinggul sudah menyentuh matras, mengindikasikan kurangnya fleksibilitas dan koordinasi gerakan. Pada fase akhiran, 8 atlet (67%) mengalami ketidakseimbangan pada posisi jongkok dengan tubuh yang goyang-goyang dan tidak stabil.

Gerakan guling lenting menampilkan pola kesalahan yang lebih kompleks dibandingkan guling depan. Kesalahan dominan yang teridentifikasi adalah kedua kaki dalam posisi bengkok saat dilontarkan ke depan yang terjadi pada 11 atlet (92%), serta posisi kaki yang tidak rapat atau terbuka yang ditemukan pada 9 atlet (75%). Sebanyak 8 atlet (67%) menunjukkan kesalahan berupa tubuh yang kurang melenting atau justru terlalu melenting sehingga membentuk posisi busur yang tidak proporsional. Tolakan tangan yang kurang kuat juga menjadi permasalahan kritis yang dialami 10 atlet (83%), mengakibatkan lontaran tubuh ke depan tidak maksimal dan pendaratan yang kurang terkontrol.

Pada gerakan kayang, kesalahan paling dominan adalah posisi tangan yang kurang ke belakang saat menjatuhkan badan yang ditemukan pada 10 atlet (83%), menyebabkan lengkungan tubuh tidak optimal. Sebanyak 9 atlet (75%) menunjukkan kesalahan berupa bagian punggung yang kurang menekuk tinggi sehingga posisi kayang tidak mencapai lengkungan ideal. Ketidakstabilan juga menjadi isu krusial dimana 8 atlet (67%) mengalami goyangan pada posisi kaki saat tangan sudah menyentuh matras, mengindikasikan lemahnya kekuatan core dan kontrol keseimbangan. Temuan menarik adalah 7 atlet (58%) masih sangat bergantung pada bantuan teman untuk mempertahankan posisi kayang, dimana teman yang membantu terus memegang pinggang dan tidak melepaskan tangannya selama gerakan berlangsung.

Analisis gerakan sikap lilin mengungkap bahwa 9 atlet (75%) tidak mampu mempertahankan posisi tubuh secara keseluruhan tegak dan lurus, dengan kaki yang condong ke belakang. Kesalahan teknis kritis teridentifikasi pada 10 atlet (83%) berupa penempatan pinggul yang terlalu condong ke depan, menyebabkan tangan yang menumpu menjadi goyah dan tidak kokoh. Sebanyak 8 atlet (67%) melakukan kesalahan fundamental dimana pinggul hanya ditumpu oleh jari-jari tangan bukan seluruh telapak tangan, mengakibatkan gerakan semakin tidak stabil. Penempatan siku-siku tangan yang terlalu keluar dari garis lebar badan juga ditemukan pada 7 atlet (58%), mengurangi efektivitas tumpuan dan stabilitas posisi.

Gerakan loncat harimau menampilkan kesalahan yang paling beragam dengan kompleksitas teknis tertinggi. Kesalahan paling serius adalah 11 atlet (92%) tidak melakukan gerakan lompat yang sebenarnya, melainkan hanya melakukan ancang-ancang tanpa fase melayang yang jelas. Lompatan

yang dihasilkan cenderung datar dan tidak membentuk lengkungan melainkan cenderung hanya meluncur horizontal (Sedayu, 2017). Sebanyak 9 atlet (75%) menunjukkan kesalahan kaki yang tidak menekuk dengan rapat saat fase udara, mengurangi estetika dan kontrol gerakan. Pada fase pendaratan, 10 atlet (83%) mengalami ketidakstabilan dengan gerakan akhir berupa posisi jongkok yang sangat goyah dan memerlukan waktu lama untuk mencapai keseimbangan.

Analisis lintas gerakan mengidentifikasi beberapa pola kesalahan umum yang muncul konsisten pada berbagai elemen senam lantai. Tumpuan tangan yang lemah menjadi kesalahan paling dominan dengan prevalensi rata-rata 83% pada semua gerakan yang melibatkan support tangan. Ketidakmampuan mempertahankan postur tubuh lurus dan stabil ditemukan pada 75% atlet dengan variasi manifestasi pada setiap gerakan. Kurangnya fleksibilitas tubuh terutama pada area punggung dan pinggul teridentifikasi pada 67% atlet, mempengaruhi kualitas lengkungan dan rentang gerak. Masalah timing dan koordinasi gerakan yang buruk ditemukan pada 58% atlet, khususnya pada transisi antar fase gerakan yang memerlukan sinkronisasi neuromuskular tinggi.

Temuan penelitian ini mengkonfirmasi bahwa atlet senam pemula mengalami kesalahan teknis sistematis yang berakar pada keterbatasan kapasitas fisik dan penguasaan skill motorik dasar. Dominasi kesalahan pada aspek tumpuan tangan dan kontrol postur tubuh sejalan dengan penelitian Niespodziński et al. (2020) yang menunjukkan bahwa gymnast pemula memiliki pola aktivasi otot yang kurang optimal dibandingkan atlet berpengalaman, terutama pada otot stabilisator core dan ekstremitas atas. Ketidakmampuan mempertahankan posisi tubuh yang stabil dan lurus mengindikasikan lemahnya kekuatan otot inti dan propriosepsi yang merupakan fondasi penting dalam senam (Pavlasová et al., 2025).

Kesalahan tumpuan tangan yang ditemukan pada 83% atlet pemula merupakan manifestasi dari kelemahan fundamental pada kekuatan upper body dan kurangnya pemahaman tentang mekanika tumpuan yang efektif. Tumpuan tangan yang lemah bukan hanya berdampak pada kualitas eksekusi gerakan, namun juga meningkatkan risiko cedera pada pergelangan tangan, siku, dan bahu akibat distribusi beban yang tidak tepat. Penelitian biomechanical menunjukkan bahwa tumpuan tangan yang optimal memerlukan aktivasi simultan otot-otot stabilizer scapula, rotator cuff, dan core muscles untuk menciptakan basis support yang kokoh (Khong & Kong, 2016). Pada atlet pemula, koordinasi neuromuskular antar kelompok otot ini belum berkembang optimal sehingga tumpuan menjadi tidak stabil.

Selain aspek kekuatan, kesalahan tumpuan juga berkaitan dengan aspek teknis seperti penempatan tangan yang terlalu lebar atau terlalu sempit, serta sudut pergelangan tangan yang kurang tepat. Hal ini sejalan dengan temuan pada literatur yang menunjukkan bahwa kesalahan penempatan tangan merupakan kesalahan paling umum dalam gerakan guling depan dan berpengaruh signifikan terhadap momentum gulungan dan stabilitas akhir gerakan (Sedayu, 2017). Program latihan korektif perlu mengintegrasikan latihan penguatan progresif seperti push-up variations, plank holds, handstand progressions, dan wrist conditioning exercises untuk membangun kekuatan dan stabilitas yang diperlukan.

Kurangnya fleksibilitas tubuh yang teridentifikasi pada 67% atlet menjadi penghambat utama dalam mencapai posisi optimal pada gerakan-gerakan yang memerlukan lengkungan tubuh seperti kayang dan guling lenting. Fleksibilitas yang terbatas pada area punggung, bahu, dan pinggul menyebabkan atlet tidak mampu membentuk busur tubuh yang ideal, mengakibatkan posisi kayang yang rendah dan kurang estetik, serta gerakan guling lenting yang datar tanpa lentingan yang jelas. Penelitian menunjukkan bahwa fleksibilitas merupakan komponen fitness yang sangat spesifik untuk

senam dan memerlukan latihan konsisten dengan metode static stretching, dynamic stretching, dan PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) untuk mencapai peningkatan optimal (Puig-Divi et al., 2019).

Keterbatasan fleksibilitas juga berkaitan erat dengan kekakuan jaringan ikat dan kurangnya mobilitas sendi yang pada atlet pemula masih dapat ditingkatkan secara signifikan melalui program peregangan terstruktur. Namun, penting untuk memahami bahwa peningkatan fleksibilitas harus diimbangi dengan peningkatan kekuatan pada range of motion yang baru tercapai untuk menghindari instabilitas sendi. Konsep "active flexibility" dimana atlet tidak hanya mampu mencapai posisi ekstrem secara pasif namun juga mampu mengontrol posisi tersebut dengan kekuatan otot menjadi kunci dalam pengembangan fleksibilitas fungsional untuk senam.

Ketidaktepatan timing gerakan yang muncul pada 67% atlet mengindikasikan belum matangnya sistem kontrol motorik dan kurangnya pengalaman gerak dalam domain spesifik senam. Timing yang tepat dalam senam melibatkan koordinasi kompleks antara sistem vestibular, proprioseptif, dan visual untuk mengatur kapan dan seberapa kuat kontraksi otot harus dilakukan pada setiap fase gerakan. Pada gerakan seperti guling lenting dan loncat harimau, timing yang buruk mengakibatkan fase transisi yang tidak mulus dan hilangnya momentum yang diperlukan untuk fase berikutnya.

Penelitian tentang pembelajaran skill motorik menunjukkan bahwa timing dan koordinasi merupakan aspek yang sangat bergantung pada repetisi berkualitas dan feedback yang tepat (Niespodziński et al., 2020). Atlet pemula memerlukan ratusan hingga ribuan repetisi untuk mengembangkan "motor engrams" atau pola gerakan otomatis yang memungkinkan eksekusi skill dengan timing yang tepat tanpa harus berpikir secara conscious tentang setiap detail gerakan. Video analysis berperan krusial dalam mempercepat proses pembelajaran ini dengan memberikan external feedback yang membantu atlet membandingkan eksekusi mereka dengan model teknik yang ideal.

Kesalahan pada fase landing dan kontrol keseimbangan akhir yang ditemukan pada mayoritas atlet pemula memiliki implikasi serius tidak hanya untuk performa namun juga untuk keselamatan atlet. Landing yang tidak terkontrol dengan posisi yang goyah merupakan faktor risiko utama untuk cedera ankle sprain, knee injuries, dan bahkan cedera tulang belakang pada kasus yang lebih serius. Penelitian biomechanical tentang landing dalam senam menunjukkan bahwa pola landing yang aman memerlukan strategi penyerapan impact yang melibatkan ankle dorsiflexion, knee flexion, dan hip flexion secara terkoordinasi untuk mendistribusikan ground reaction force secara merata (Pavlasová et al., 2025).

Pada atlet pemula, ketidakstabilan landing seringkali disebabkan oleh kombinasi faktor: kekuatan lower body yang belum memadai untuk menyerap impact, kontrol neuromuskular yang kurang untuk mempertahankan alignment yang tepat, dan antisipasi timing kontak dengan matras yang belum akurat. Program latihan harus mengintegrasikan landing drills yang progresif mulai dari landing dari ketinggian rendah dengan fokus pada teknik, kemudian secara bertahap meningkatkan tingkat kesulitan seiring dengan peningkatan kapasitas fisik dan skill atlet.

Penggunaan video analysis dalam penelitian ini terbukti efektif mengidentifikasi kesalahan detail yang sulit diamati dengan mata telanjang, sejalan dengan temuan Khong dan Kong (2016) tentang reliabilitas tinggi analisis video 2D dalam mengukur sudut persendian dan mengidentifikasi kejadian kunci pada gerakan senam dinamis. Metode ini memberikan objectivity tinggi dan memungkinkan evaluasi berulang untuk memastikan konsistensi identifikasi kesalahan. Keunggulan video analysis terletak pada kemampuannya untuk memberikan bukti visual konkret kepada atlet

tentang kesalahan mereka, yang seringkali tidak disadari karena kecepatan gerakan dan kurangnya kesadaran kinestetik pada pemula (Zheng et al., 2022).

Video analysis juga memfasilitasi pendekatan coaching yang lebih individualized karena memungkinkan pelatih untuk mengidentifikasi pola kesalahan spesifik setiap atlet dan merancang intervensi yang targeted. Penggunaan software seperti Kinovea yang dapat melakukan slow-motion playback, frame-by-frame analysis, dan pengukuran sudut memberikan dimensi kuantitatif pada evaluasi yang sebelumnya bersifat subjektif. Namun, penting untuk dicatat bahwa efektivitas video analysis sangat bergantung pada kemampuan pelatih dalam menginterpretasi data visual dan menerjemahkannya menjadi cues dan drill yang dapat dipahami dan dieksekusi oleh atlet.

Pola kesalahan yang teridentifikasi menunjukkan perlunya program latihan korektif yang berfokus pada penguatan otot core, peningkatan fleksibilitas tubuh, dan pengembangan kontrol neuromuskular melalui drill progresif. Pendekatan berbasis video feedback dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman atlet terhadap aspek teknis yang harus diperbaiki, sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian tentang dampak video feedback terhadap pembelajaran skill motorik dan motivasi dalam senam acrobatic (Dewi, 2020). Program latihan sebaiknya dirancang dengan mempertimbangkan hierarki kesalahan berdasarkan prevalensi dan dampaknya terhadap progres pembelajaran serta risiko cedera.

Intervensi efektif harus mengadopsi pendekatan multilevel yang meliputi: (1) pengembangan kapasitas fisik fundamental melalui strength and conditioning program yang spesifik untuk senam, (2) latihan teknik dengan progression yang terstruktur dari gerakan sederhana ke kompleks dengan emphasis pada kualitas eksekusi, (3) integrasi video feedback sebagai bagian rutin dalam sesi latihan untuk memberikan knowledge of performance kepada atlet, dan (4) assessment berkala untuk monitoring progres dan adjustment program sesuai kebutuhan individual atlet. Pendekatan holistik ini diharapkan dapat mempercepat kurva pembelajaran atlet pemula dan meminimalkan risiko pengembangan pola gerakan yang salah yang dapat menghambat progres jangka panjang.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi pola kesalahan gerak dominan pada rangkaian senam lantai atlet pemula menggunakan metode video analysis, dengan temuan utama berupa kesalahan tumpuan tangan yang lemah (83%), posisi tubuh kurang lurus (75%), ketidaktepatan timing gerakan (67%), dan kurangnya fleksibilitas tubuh (58%) yang muncul secara konsisten pada berbagai elemen gerakan. Video analysis terbukti menjadi metode efektif untuk mendeteksi kesalahan teknis secara objektif dan detail, memberikan basis data empiris untuk merancang program latihan korektif yang spesifik dan terukur. Temuan ini memiliki implikasi praktis penting bagi pelatih senam dalam merancang intervensi pelatihan yang tepat sasaran untuk meningkatkan kualitas teknik atlet pemula serta meminimalisir risiko cedera akibat kesalahan gerak yang berulang.

Berdasarkan temuan penelitian ini, disarankan agar pelatih senam mengintegrasikan video analysis sebagai bagian rutin dalam proses evaluasi dan pemberian feedback kepada atlet pemula, dengan fokus khusus pada pengembangan program latihan korektif yang memprioritaskan penguatan otot core, peningkatan fleksibilitas tubuh, dan pengembangan kontrol neuromuskular melalui drill progresif yang disesuaikan dengan pola kesalahan individual setiap atlet. Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengeksplorasi efektivitas program intervensi berbasis temuan video analysis terhadap peningkatan kualitas teknik dan reduksi kesalahan gerak dalam jangka waktu tertentu, serta membandingkan efektivitas berbagai software video analysis dalam konteks pembelajaran senam di

Indonesia dengan mempertimbangkan aspek aksesibilitas dan kemudahan penggunaan bagi pelatih di tingkat grassroot.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, R. K. (2020). Penggunaan media video dalam meningkatkan hasil belajar senam pada pendidikan jasmani. *Jurnal Pendidikan Olahraga*, 9(2), 145-158.
- DTB. (2001). *Judgment guidelines for young gymnastics talents*. German Gymnastics Federation.
- Khong, T. K., & Kong, P. W. (2016). Reliability of 2D video-based method for assessing knee and ankle joint angles during dynamic movements in gymnastics. *Sports Biomechanics*, 15(4), 460-472.
- Niespodziński, B., Kochanowicz, A., Mieszkowski, J., Piskorska, E., & Żychowska, M. (2020). Relationship between joint position sense, force sense, and muscle strength and the impact of gymnastic training on proprioception. *BioMed Research International*, 2020, 5353284.
- Pavlasová, K., Přidalová, M., & Zahradník, D. (2025). Biomechanics of landing in gymnasts: A scoping review. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7, 1602058.
- Persatuan Senam Indonesia. (2018). *Pedoman teknik senam lantai*. Jakarta: PB PERSANI.
- Puig-Diví, A., Escalona-Marfil, C., Padullés-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.
- Sedayu, A. (2017). Pengaruh media karet ban terhadap keterampilan tiger sprong dalam pembelajaran senam lantai. *Jurnal Pendidikan Jasmani dan Olahraga*, 2(2), 118-126.
- Zheng, Y., Yang, J., Zhang, J., & Wu, J. (2022). Video analysis in sports by lightweight object detection and tracking. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, 9149371.