ANALISIS BIOMEKANIKA GERAKAN TENDANGAN LURUS PENCAK SILAT MENGGUNAKAN APLIKASI KINOVEA

Muhammad Jehan[1],Muhammad Faiz[2],Syukur Selamat Ziliwu[3],Dwi Nadia Syafira[4],Aldo Abertua Manik[5],Debora Simanullang[6],Syamsul Gultom[7],Zulaini[8],Silvia Fauziah Nasution[9].
Ilmu Keolahragaan,Fakultas Ilmu Keolahragaan Dan Kesehatan,
Universitas Negeri Medan, Indonesia
[1]muhamadjehan21@gmail.com, [2]muhammdfaiz1945@gmail.com,
[3]ziliwusyukur579@gmail.com, [4]syafiranadia024@gmail.com ,
[5]aldomanik555@gmail.com, [6]deborasimanullang001@gmail.com,
[7]syamsulgultom@unimed.ac.id, [8]zulaini@unimed.ac.id, [9]Silviafnst@unimed.ac.id.

ABSTRACT

This study aims to analyze the biomechanics of the straight kick in pencak silat using the Kinovea application as a kinematic measurement tool. The analysis focused on joint angle changes in four movement phases: initial stance, knee lift, kick, and final stance, to describe body stability and the pattern of energy transfer during the kick. A quantitative descriptive approach was used with one pencak silat athlete as the subject. The movement was recorded from two camera views, and frames representing each phase were measured using the angle and distance tools in Kinovea. The results showed that in the initial stance the knee angles of both legs were 165° and 167°. During the knee lift, the knee angle of the lifted leg decreased to 60° and 48°. In the kicking phase, the hip angle between the trunk and the kicking leg was 103°, while the hip angle of the supporting leg was 155°. In the final stance, the knee angle of the supporting leg returned close to full extension at 171°. This pattern is in line with the proximo-distal principle of movement, but the backward trunk lean during the kick still needs to be corrected. Kinovea can be used as a practical tool to evaluate the straight kick technique.

Keywords: biomechanics; straight kick; pencak silat; kinovea; motion analysis

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis biomekanika gerakan tendangan lurus pencak silat menggunakan aplikasi Kinovea sebagai alat ukur kinematika. Analisis difokuskan pada perubahan sudut sendi pada empat fase gerakan, yaitu sikap awal, pengangkatan lutut, tendangan, dan sikap akhir, untuk melihat kestabilan tubuh dan pola transfer energi selama tendangan berlangsung. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan subjek seorang atlet pencak silat. Gerakan direkam dari dua sudut pandang, kemudian frame yang mewakili tiap fase diukur menggunakan alat ukur sudut dan jarak pada Kinovea. Hasil menunjukkan bahwa pada sikap awal sudut lutut kedua tungkai berada pada 165° dan 167°. Pada fase pengangkatan lutut, sudut lutut tungkai yang diangkat mengecil menjadi 60° dan 48°. Pada fase tendangan, sudut pinggul antara batang tubuh dan tungkai tendang tercatat 103°, sedangkan sudut pinggul tungkai tumpu 155°. Pada sikap akhir, sudut lutut tungkai tumpu kembali mendekati lurus, yaitu 171°. Pola ini sesuai dengan prinsip gerak proximo-distal, tetapi batang tubuh yang condong ke belakang saat

menendang masih perlu diperbaiki. Kinovea dapat digunakan sebagai alat yang praktis untuk mengevaluasi teknik tendangan lurus.

Kata kunci: biomekanika; tendangan lurus; pencak silat; kinovea; analisis gerak

A. Pendahuluan

Pencak silat adalah olahraga beladiri tradisional Indonesia yang di dalamnya terdapat teknik serangan dan teknik bertahan. Menurut (Arrasid & Gumilar, 2024), tendangan merupakan teknik yang paling banyak digunakan atlet selama pertandingan. Salah satu tendangan dasar yang harus dikuasai atlet adalah tendangan lurus, yang dalam beberapa literatur juga disebut tendangan depan. Tendangan ini dilakukan dengan lintasan kaki lurus ke depan dan badan menghadap ke depan, dengan sasaran utama pada bagian ulu hati (Arrasid & Gumilar, 2024).

Tendangan lurus terlihat sederhana, tetapi hasilnya sangat dipengaruhi oleh sikap kuda-kuda dan keseimbangan tubuh. (Arrasid & Gumilar, 2024) menjelaskan bahwa apabila sikap kuda-kuda kurang baik dan badan tidak seimbang, maka akurasi, power, dan kecepatan tendangan akan menurun. Karena itu, teknik tendangan lurus perlu dievaluasi secara ilmiah, salah satunya melalui analisis biomekanika.

Dari sisi biomekanika, tendangan lurus termasuk gerakan proximo-distal, yaitu gerakan yang berawal dari segmen dekat pusat tubuh lalu diteruskan ke segmen di bagian ujung (Vagner et al., 2023). Tendangan lurus mengenai target melalui gerakan fleksi pinggul dan ekstensi lutut (Vagner et al., 2023). Selain itu, (Błaszczyszyn et al., 2019) menyebutkan bahwa tendangan depan pada karate menuntut kestabilan postur, tetapi postur juga harus cukup fleksibel agar tungkai dapat ditarik kembali dengan cepat setelah menendang. Artinya, sudut sendi pada tiap fase gerakan dapat menjadi indikator untuk menilai kualitas teknik.

Analisis sudut sendi dapat dilakukan tanpa alat laboratorium yang mahal, yaitu dengan aplikasi Kinovea. Kinovea adalah perangkat lunak analisis gerak 2D yang gratis dan dapat dipakai untuk mengukur sudut dan jarak dari video (Puig-Diví et al., 2019). (Puig-Diví et al., 2019) melaporkan bahwa Kinovea valid dan

reliabel untuk mengukur sudut dan jarak pada jarak kamera hingga 5 m dan sudut pandang 90°–45°, dengan hasil paling optimal pada sudut pandang 90°. (Faizi & Wijaya, 2026) juga menggunakan Kinovea untuk mengukur sudut gerak tendangan depan atlet pencak silat pada fase persiapan, pengangkatan kaki, tendangan, penarikan kaki, dan sikap akhir. Mereka menemukan adanya variasi sudut fleksi dan ekstensi pada fase pengangkatan, tendangan, dan penarikan kaki yang memengaruhi efektivitas dan kemantapan gerakan.

Kajian (Arrasid & Gumilar, 2024) tentang tendangan depan pencak silat berbentuk tinjauan literatur, sehingga tidak menampilkan data sudut sendi hasil pengukuran langsung pada atlet. Penelitian ini mencoba melengkapinya dengan menyajikan sudut sendi tendangan lurus dari sikap awal sampai sikap akhir yang diukur menggunakan Kinovea, sehingga hasilnya dapat menjadi gambaran teknik yang praktis untuk pelatihan.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana karakteristik biomekanika tendangan lurus pencak silat pada tiap fase gerakan, khususnya perubahan sudut sendi yang berkaitan dengan kestabilan tubuh dan transfer energi. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sudut sendi pada fase sikap awal, pengangkatan lutut, tendangan, dan sikap akhir tendangan lurus pencak silat. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan hubungan antara sudut sendi tersebut dengan prinsip biomekanika yang mendasari tendangan lurus. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan interpretasi mengenai efektivitas teknik tendangan lurus yang dilakukan subjek serta hal-hal yang masih perlu diperbaiki.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan fokus pada analisis kinematika gerakan tendangan lurus menggunakan aplikasi Kinovea. Pendekatan deskriptif dipilih karena penelitian ini hanya menggambarkan gerakan sebagaimana adanya tanpa memberikan perlakuan kepada subjek. Data yang diambil berupa sudut sendi dan jarak dari rekaman video.

Subjek penelitian adalah seorang atlet pencak silat berjenis kelamin laki-laki berusia 20 tahun dengan

pengalaman berlatih cukup lama. Subjek berada dalam kondisi sehat dan bersedia mengikuti prosedur penelitian.

Pengambilan data dilakukan di ruang latihan berlantai matras dengan pencahayaan yang cukup. Gerakan direkam menggunakan Handphone dengan kecepatan 20-30 fps pada jarak sekitar 3 meter dari subjek. Perekaman dilakukan dari dua sudut pandang. Pengambilan A direkam dari samping (side view) sehingga gerakan terlihat pada bidang sagital, sedangkan Pengambilan B direkam dari depan-samping sehingga sudut kamera tidak tegak lurus terhadap arah gerak.

Instrumen penelitian terdiri dari kamera atau smartphone untuk merekam gerakan, aplikasi Kinovea versi 2025.2, laptop untuk menjalankan aplikasi, serta enam gambar hasil ekstraksi frame video yang mewakili empat fase tendangan lurus.

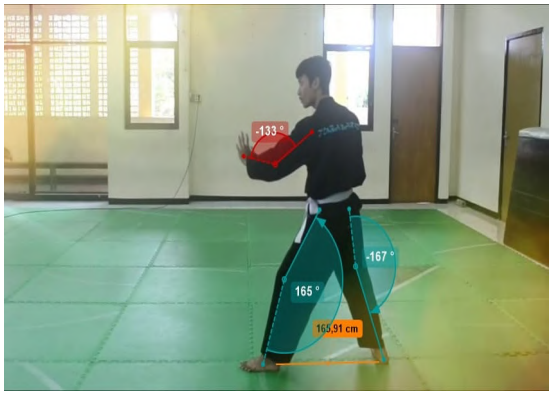
Fase yang dianalisis meliputi: (1) sikap awal, yaitu posisi kuda-kuda sebelum tungkai diangkat; (2) pengangkatan lutut, yaitu saat lutut tungkai tendang terangkat dan tungkai bawah masih terlipat; (3) tendangan, yaitu saat tungkai terjulur ke arah sasaran; dan (4) sikap akhir, yaitu saat tungkai ditarik kembali dan tubuh kembali ke posisi berdiri. Frame tiap fase dipilih dari video yang diputar per frame, kemudian diukur menggunakan alat ukur sudut (angle) untuk sudut siku, pinggul, dan lutut, serta alat ukur garis (line) untuk jarak antar kaki. Tanda negatif pada sebagian nilai sudut merupakan keluaran Kinovea yang menunjukkan arah pengukuran, sehingga pada pembahasan nilai sudut dibaca sebagai nilai mutlak.

Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan sudut sendi antar fase pada tiap pengambilan. Hasilnya diinterpretasikan menggunakan konsep gerak proximo-distal (kinetic chain), kestabilan postur, dan keseimbangan tubuh. Data yang diperoleh hanya digunakan untuk kepentingan penelitian.

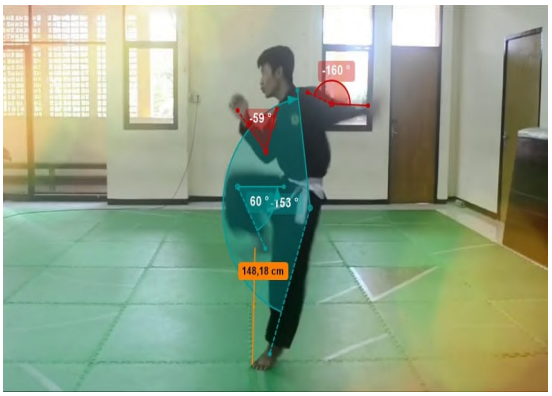
C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil pengukuran Kinovea berupa sudut sendi dan jarak antar kaki pada empat fase tendangan lurus. Pengambilan A (Gambar 1–3) mencakup fase sikap awal sampai tendangan, sedangkan Pengambilan B (Gambar 4–6) mencakup fase pengangkatan lutut sampai sikap akhir.

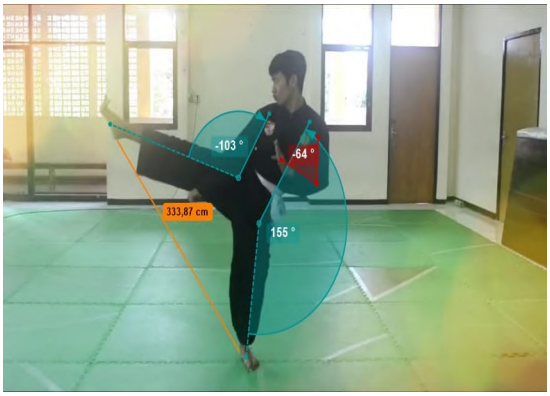
Nilai pengukuran dirangkum pada Tabel 1 dan Tabel 2 dan dibandingkan antar fase dalam satu pengambilan karena sudut pandang dan skala kedua pengambilan berbeda.



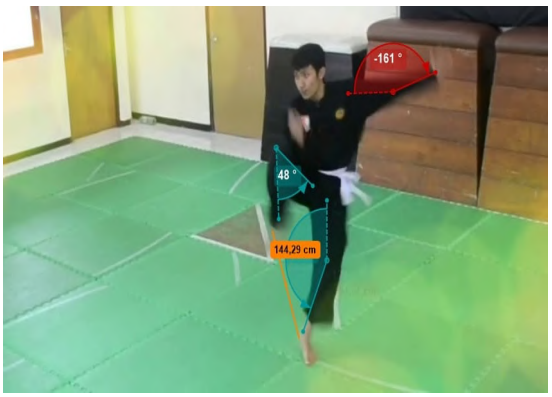
Gambar 1 Fase Sikap Awal
(Pengambilan A, Tampak Samping)



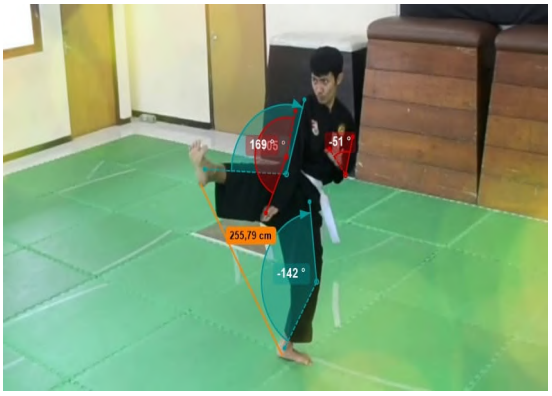
Gambar 2 Fase Pengangkatan Lutut
(Pengambilan A, Tampak Samping)



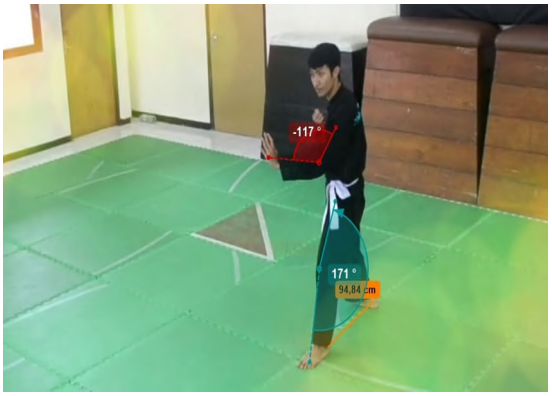
Gambar 3 Fase Tendangan
(Pengambilan A, Tampak Samping)



Gambar 4 Fase Pengangkatan Lutut
(Pengambilan B, Tampak depan-samping)



Gambar 5 Fase Tendangan
(Pengambilan B, Tampak depan-samping)



Gambar 6 Fase Sikap Akhir (Pengambilan B, Tampak depan-samping)

Tabel 1 Hasil pengukuran sudut sendi dan jarak antar kaki pada Pengambilan A (tampak samping)

Sendi / variabel	Sikap awal	Pengangkatan lutut	Tendangan
Siku(lengan guard)	133°	59°	64°
Siku(Lengan belakang)	–	160°	–
Lutut tungai depan	165°	–	–
Lutut tungkai belakang	167°	–	–
Lutut tungkai angkat	–	60°	–
Pinggul(tungkai tumpu)	–	153°	155°
Pinggul(tungkai tendang)	–	–	103°
Jarak antar kaki	165,91	–	333,87

Tabel 2. Hasil pengukuran sudut sendi dan jarak antar kaki pada Pengambilan B (tampak depan-samping)

Sendi / variabel	Pengangkatan lutut	Tendangan	Sikap akhir
Siku (lengan guard)	–	51°	117°
Siku (lengan belakang)	161°	–	–
Lutut tungkai angkat	48°	–	–
Lutut tungkai tumpu	–	142°	171°
Jarak antar kaki*	–	255,79	94,84

Fase Sikap Awal

Pada Gambar 1, sudut lutut tungkai depan tercatat 165° dan tungkai belakang 167°. Nilai ini menunjukkan kedua lutut hanya sedikit menekuk dan hampir mencapai ekstensi penuh (180°), dengan jarak antar kaki 165,91. Sudut siku lengan guard sebesar 133° menunjukkan lengan terangkat di depan tubuh dalam posisi siap. Sikap ini membuat tubuh bertumpu pada dua kaki dengan dasar tumpuan yang cukup lebar sehingga stabil sebelum tendangan dimulai. (Faizi & Wijaya, 2026) melaporkan bahwa atlet yang mereka amati memiliki sikap awal dan sikap akhir yang stabil dengan sudut 180°,

sehingga sikap awal subjek pada penelitian ini mendekati kondisi tersebut walaupun lututnya masih sedikit menekuk.

Fase Pengangkatan Lutut

Pada fase ini sudut lutut tungkai yang diangkat mengecil menjadi 60° pada Gambar 2 dan 48° pada Gambar 4. Tungkai bawah terlipat rapat ke arah paha sehingga tungkai menjadi lebih pendek dan lebih mudah dipercepat ketika nanti diluruskan ke arah sasaran. Kondisi ini sejalan dengan gerak tendangan lurus yang mengandalkan fleksi pinggul dan ekstensi lutut (Vagner et al., 2023).

Sudut pinggul antara batang tubuh dan tungkai tumpu pada Gambar 2 sebesar 153°, artinya batang tubuh condong ke belakang sekitar 27° dari posisi lurus. Condong ke belakang saat lutut diangkat masih wajar karena tubuh perlu menjaga titik berat tetap berada di atas kaki tumpu. Lengan yang lain terentang dengan sudut siku 160° (Gambar 2) dan 161° (Gambar 4). Posisi ini kemungkinan berfungsi sebagai penyeimbang ketika tubuh bertumpu pada satu kaki, sedangkan siku lengan guard pada Gambar 2 sebesar 59° menunjukkan lengan tetap terlipat di depan tubuh.

Fase Tendangan

Pada Gambar 3, tungkai tendang terlihat terjulur hampir lurus dan kaki berada kira-kira setinggi dada. Ketinggian ini sesuai dengan sasaran tendangan lurus, yaitu ulu hati (Arrasid & Gumilar, 2024). Sudut pinggul antara batang tubuh dan tungkai tendang tercatat 103°, sedangkan jarak antar kaki mencapai 333,87. Angka ini sekitar dua kali jarak antar kaki pada sikap awal (165,91) pada pengambilan yang sama, walaupun tidak sepenuhnya sebanding karena jarak pada (Gambar 3)juga memuat selisih tinggi kaki.

Sudut pinggul tungkai tumpu sebesar 155° menunjukkan batang tubuh masih condong ke belakang sekitar 25°. Pada Gambar 5 (Pengambilan B), sudut lutut tungkai tumpu tercatat 142°, artinya lutut tumpu menekuk sekitar 38° dan kemungkinan berfungsi menjaga keseimbangan selama tungkai lain bergerak ke depan. Siku lengan guard tetap terlipat, yaitu 64° pada Gambar 3 dan 51° pada Gambar 5, sehingga tangan tetap berada di depan badan untuk melindungi diri saat menendang.

Fase Sikap Akhir

Pada Gambar 6, sudut lutut tungkai tumpu kembali ke 171° dan

jarak antar kaki turun dari 255,79 pada fase tendangan (Gambar 5) menjadi 94,84. Artinya tungkai tendang sudah ditarik kembali dan kedua kaki berdekatan lagi dengan lutut yang hampir lurus, sedangkan siku lengan guard tercatat 117°. Penarikan tungkai yang cepat penting agar atlet siap bertahan atau menyerang kembali, karena postur harus tetap fleksibel untuk penarikan kembali, sikap bertahan, maupun teknik serangan berikutnya (Błaszczyszyn et al., 2019).

Kinetic Chain dan Evaluasi Teknik

Jika seluruh fase dilihat berurutan, perubahan sudut yang terukur konsisten dengan prinsip gerak proximo-distal. Gerakan bertumpu pada batang tubuh dan pinggul, kemudian tungkai bawah dilipat pada fase pengangkatan lutut dan diluruskan menuju sasaran pada fase tendangan (Vagner et al., 2023). (Vagner et al., 2023) juga menyebutkan bahwa untuk mencapai kecepatan kaki maksimal pada tendangan lurus, atlet perlu meningkatkan kecepatan lutut ke arah target. Dengan demikian, pengangkatan lutut yang rapat pada subjek (60° dan 48°) dapat menjadi modal yang baik untuk menghasilkan percepatan tungkai bawah.

Dari hasil interpretasi tersebut, beberapa kelebihan teknik subjek adalah sikap awal dan sikap akhir yang stabil (sudut lutut 165°–171°), lipatan lutut yang rapat saat pengangkatan, tungkai tendang yang terjulur pada ketinggian sesuai sasaran, serta lengan guard yang tetap terlipat selama gerakan. Namun, masih ada beberapa hal yang dapat diperbaiki. Pertama, batang tubuh condong ke belakang sekitar 25°–27° (sudut pinggul 153° dan 155°) saat lutut diangkat dan saat menendang. Kemiringan ini dapat membuat berat badan tidak sepenuhnya mengarah ke sasaran sehingga dorongan ke depan berkurang dan penarikan kembali menjadi lebih lambat. Kedua, lutut tungkai tumpu yang menekuk sampai 142° (Gambar 5) perlu dijaga tetap terkendali karena tungkai tumpu menahan seluruh berat badan saat tungkai lain menendang. Latihan penguatan tungkai dan core dapat membantu memperbaiki hal tersebut (Vagner et al., 2023).

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Subjek hanya satu orang sehingga hasilnya tidak dapat digeneralisasi. Analisis memakai frame diam, sehingga urutan waktu,

kecepatan, dan gaya pada tiap segmen belum dapat diketahui, dan kinetic chain hanya dibahas dari perubahan sudut. Analisis Kinovea juga bersifat dua dimensi. Sudut pandang Pengambilan B tidak tegak lurus terhadap bidang gerak, padahal hasil pengukuran paling optimal pada sudut pandang 90° (Puig-Diví et al., 2019), dan nilai jarak dibaca sebagai perbandingan relatif antar fase, bukan ukuran absolut. Penelitian berikutnya disarankan menggunakan lebih banyak subjek, kamera dengan fps yang lebih tinggi, dan sudut pandang yang tegak lurus terhadap bidang gerak.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan Kinovea, tendangan lurus subjek menunjukkan pola gerak yang sesuai dengan prinsip proximo-distal. Sikap awal dan sikap akhir cukup stabil dengan sudut lutut 165°–167° dan 171°. Pada fase pengangkatan lutut, sudut lutut tungkai angkat mengecil menjadi 60° dan 48°. Pada fase tendangan, tungkai terjulur dengan sudut pinggul tendang 103° dan sudut pinggul tungkai tumpu 155°. Batang tubuh yang condong ke belakang sekitar 25°–27° menjadi bagian teknik yang perlu diperbaiki, di samping penguatan tungkai tumpu dan core untuk menjaga keseimbangan. Kinovea dapat digunakan sebagai alat yang praktis dan murah untuk menganalisis tendangan lurus secara kuantitatif, dan hasilnya dapat menjadi dasar evaluasi teknik atlet. Penelitian selanjutnya perlu menambah jumlah subjek dan data kecepatan gerak agar kerja tiap segmen tubuh dapat dianalisis lebih rinci.

DAFTAR PUSTAKA

Arrasid, M. F., & Gumilar, A. (2024). Analisis Biomekanika Terhadap Efektivitas Tendangan Depan Dalam Olahraga Pencaksilat. *Jambura Sports Coaching Academic Journal*, *3*(1), 41–48.

Błaszczyszyn, M., Szczęsna, A., Pawlyta, M., Marszałek, M., & Karczmit, D. (2019). Kinematic analysis of Mae-Geri kicks in beginner and advanced Kyokushin karate athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(17). https://doi.org/10.3390/ijerph16173155

Faizi, A. N., & Wijaya, fransisca januarumi marhaendra. (2026). ANALISIS BIOMEKANIKA GERAKAN TENDANGAN DEPAN PADA ATLET PENCAK SILAT PAGAR NUSA DI PADEPOKAN KARUNASANKARA. *Jurnal Prestasi Olahraga*, *vol 9*, *no*. https://ejournal.unesa.ac.id/index.

php/jurnal-prestasi-olahraga/article/view/75116

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), 1–14. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216448

Vagner, M., Cleather, D. J., Olah, V., Vacek, J., & Stastny, P. (2023). A Systematic Review of Dynamic Forces and Kinematic Conditions and Participant Experience. *Sports*, *11*(141), 1–21.