

ANALISIS BIOMEKANIKA GERAKAN CROSS DALAM BOXING MENGGUNAKAN APLIKASI KINOVEA

Sahala Sidabutar¹, Silvia Fauziah Nasution², Aditya Immanuel A. Lingga³, Fhisri Hasta Hasani Lubis⁴, Yehezkiel Bakti Simanjuntak⁵, Bagus Aryanata Ramadhan⁶.

Program Studi Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Alamat e-mail : sahalastar26@gmail.com¹

ABSTRACT

This study aims to analyze the biomechanics of the cross punch in boxing using the Kinovea application as a kinematic measurement tool. The analysis is important to understand technical effectiveness, movement efficiency, and the contribution of hip and shoulder rotation as well as core stability to punching force. The study focuses on analyzing the transition and final phases of the cross punch to obtain information on joint angle changes and energy distribution during the movement. The results are expected to provide scientific insight into the biomechanical characteristics of the cross punch, which can serve as a reference for technical training and performance improvement in athletes

Keywords: biomechanics; boxing; cross ; kinovea; motion analysis

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis biomekanika pukulan cross dalam olahraga boxing menggunakan aplikasi Kinovea sebagai alat pengukuran kinematika. Analisis ini penting untuk memahami efektivitas teknik, efisiensi gerakan, serta kontribusi rotasi panggul, bahu, dan kestabilan inti terhadap kekuatan pukulan. Penelitian dilakukan dengan menganalisis fase transisi dan fase akhir pukulan cross, untuk memperoleh informasi tentang perubahan sudut sendi dan distribusi energi dalam gerakan. Hasil penelitian diharapkan memberikan gambaran ilmiah mengenai karakteristik biomekanika pukulan cross, sehingga dapat menjadi acuan dalam pelatihan teknik dan peningkatan performa atlet.

Kata Kunci: biomekanika; boxing; cross; kinovea; analisis gerak

A. Pendahuluan

Tinju adalah olahraga yang menuntut koordinasi tubuh,

kecepatan, dan kekuatan optimal untuk setiap teknik pukulan. Salah satu teknik yang paling penting adalah

pukulan cross, yaitu pukulan lurus dengan tangan belakang, yang efektif apabila setiap segmen tubuh berkontribusi secara tepat dalam kinetic chain. Efektivitas pukulan tergantung pada rotasi panggul, stabilitas inti, dan koordinasi bahu-lengan, yang menentukan kemampuan transfer energi dari kaki ke tangan.

(Cheraghi et al., 2014) menekankan bahwa koordinasi antara ekstremitas bawah dan atas sangat menentukan kekuatan dan kecepatan pukulan lurus. (Mu, N., & Nasrulloh, A. (2020).) menambahkan bahwa sudut sendi pada fase transisi dan fase akhir pukulan berperan penting dalam transfer energi dan efektivitas teknik. (Liu et al., 2022) menunjukkan bahwa variasi kecil pada sudut siku dan bahu dapat memengaruhi output gaya pukulan secara signifikan, sehingga analisis sudut sendi menjadi indikator penting dalam mengevaluasi kualitas teknik. Selanjutnya, (Tong-lam et al., 2017) membuktikan bahwa aplikasi Kinovea efektif untuk menganalisis kinematika dan kinetika pukulan lurus, dengan kemampuan memvisualisasikan fase gerakan

secara rinci tanpa memerlukan alat biomekanika mahal.

Berdasarkan temuan-temuan tersebut, masih terbatas penelitian yang menganalisis pukulan cross secara detail dengan menggunakan Kinovea pada dua fase penting: fase transisi dan fase akhir. Penelitian ini memiliki kebaruan ilmiah karena menggabungkan analisis sudut sendi pada dua fase pukulan menggunakan Kinovea, sehingga dapat memberikan interpretasi biomekanika yang lebih praktis dan aplikatif untuk pelatihan atlet.

Permasalahan penelitian ini adalah bagaimana karakteristik biomekanika pukulan cross pada fase transisi dan fase akhir, khususnya terkait perubahan sudut sendi yang memengaruhi transfer energi dan efektivitas teknik. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis sudut sendi pada fase transisi dan fase akhir pukulan cross.
2. Menjelaskan hubungan sudut sendi dengan prinsip biomekanika yang mendasari gerakan pukulan.

3. Memberikan interpretasi ilmiah mengenai efektivitas teknik pukulan cross dalam konteks olahraga boxing.

B. Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan fokus pada analisis kinematika gerakan pukulan cross menggunakan aplikasi Kinovea. Pendekatan deskriptif dipilih karena bertujuan menggambarkan fenomena biomekanika secara objektif tanpa manipulasi variabel. Analisis dilakukan berdasarkan rekaman video yang kemudian diolah menjadi data sudut sendi menggunakan fitur pengukuran sudut pada aplikasi Kinovea.

Subjek penelitian terdiri dari seorang atlet laki-laki berusia 18 tahun. Subjek berada dalam kondisi sehat jasmani dan bersedia mengikuti prosedur penelitian. Pengambilan data dilakukan di area latihan tinju dengan pencahayaan yang memadai, menggunakan kamera yang diposisikan sejajar dengan arah gerakan (side view) pada jarak kurang lebih tiga meter.

Instrumen penelitian meliputi kamera video atau smartphone untuk merekam gerakan, aplikasi Kinovea

versi 0.8.15 sebagai alat analisis sudut, laptop untuk menjalankan perangkat lunak, serta dua gambar hasil ekstraksi frame video yang mewakili dua fase penting dalam pukulan cross: fase transisi (siku 120°) dan fase akhir pukulan (siku 179.7°). Semua instrumen dipilih karena praktis, mudah digunakan, serta mampu menghasilkan data biomekanika yang akurat.

Prosedur penelitian diawali dengan pemanasan subjek selama 10 menit, kemudian subjek melakukan pukulan cross ke samsak sebanyak beberapa kali. Video direkam pada kecepatan 30 fps untuk memastikan kualitas analisis yang baik. Setelah perekaman, peneliti memilih dua frame terbaik yang mewakili fase transisi dan fase akhir pukulan. Frame tersebut kemudian dianalisis di aplikasi Kinovea dengan menggunakan tools pengukuran sudut untuk menentukan sudut bahu, siku, pinggul, serta lutut.

Analisis data dilakukan melalui metode deskriptif kinematika dengan membandingkan perubahan sudut antara kedua fase pukulan, untuk melihat pola rotasi, stabilitas, dan efektivitas transfer energi. Data sudut

kemudian diinterpretasikan menggunakan teori biomekanika seperti kinetic chain, koordinasi intersegmental, serta kinematika rotasi. Pendekatan ini memberikan gambaran komprehensif mengenai efektivitas teknik yang digunakan subjek.

Etika penelitian diperhatikan dengan meminta persetujuan subjek (*informed consent*) serta memastikan bahwa seluruh proses dilakukan dengan aman dan tidak menimbulkan risiko cedera. Data yang diperoleh digunakan hanya untuk tujuan penelitian.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil analisis gerak menggunakan aplikasi Kinovea menghasilkan data kuantitatif berupa sudut sendi pada dua fase utama pukulan cross, yaitu fase transisi dan fase akhir pukulan. Data ini memberikan gambaran mengenai pola rotasi tubuh, kemampuan ekstensi lengan, serta efektivitas transfer energi selama gerakan berlangsung. Kedua fase tersebut dianalisis melalui pengukuran sudut bahu, siku, pinggul, dan lutut untuk memahami karakteristik biomekanika pukulan secara menyeluruh.



Gambar 1

Fase Transisi Pukulan Cross

Pada fase transisi, sudut siku tercatat sebesar 120° , yang menunjukkan bahwa atlet sedang memasuki fase percepatan namun belum mencapai ekstensi maksimal. Fase ini merupakan tahapan penting dalam mempersiapkan transfer energi dari tubuh bagian bawah menuju lengan.

Sudut bahu 120° pada fase ini menandakan bahwa rotasi bahu sudah dimulai tetapi belum sepenuhnya terbuka. Hal ini lazim terjadi pada pukulan cross karena gerakan dimulai dari rotasi pinggul dan bahu secara simultan namun bertahap. Sementara itu, sudut pinggul 154.5° menunjukkan adanya rotasi awal yang berfungsi sebagai dasar pembentukan momentum rotasional (angular momentum).

Sudut lutut 150.7° menggambarkan posisi yang stabil untuk menopang tubuh dan memberi ruang bagi pinggul untuk berotasi. Stabilitas lutut dengan sedikit fleksi juga berfungsi meredam gaya lantai sambil mempersiapkan dorongan kaki belakang. Secara biomekanika, fase ini merupakan fase akselerasi rotasional di mana energi sedang dibangun melalui koordinasi segmen tubuh. Prinsip kinetic chain mulai bekerja dari kaki, pinggul, bahu, kemudian lengan.



Gambar 2 Fase Akhir Pukulan Cross

Fase akhir pukulan ditandai oleh sudut siku 179.7° , yang menunjukkan ekstensi hampir sempurna. Ekstensi ini penting untuk memaksimalkan momentum linier yang diciptakan oleh lengan. Selain itu, rotasi bahu yang hampir mencapai 179° menunjukkan bahwa atlet

berhasil memaksimalkan rotasi tubuh bagian atas.

Sudut pinggul meningkat menjadi 161.5° , menandakan terjadinya peningkatan rotasi yang signifikan. Rotasi pinggul adalah salah satu komponen biomekanika paling penting dalam menciptakan tenaga pukulan. Semakin besar rotasi pinggul, semakin besar energi yang ditransfer ke lengan melalui bahu.

Pada fase akhir pukulan, postur tubuh tampak lebih terbuka, stabil, dan berada pada posisi ideal untuk menghasilkan tenaga maksimal. Hal ini sejalan dengan teori biomekanika bahwa fase akhir pukulan harus memberikan garis lurus dari bahu ke kepalan tangan untuk meningkatkan efisiensi transfer energi.

Hasil Analisis Gambar 1 dan Gambar 2

Sendi	Fase Transisi (Gambar 1)	Fase Akhir (Gambar 2)
Bahu	120°	179.7°
Siku	120°	179.7°
Pinggul	154.5°	161.5°
Lutut	150.7°	-

Perbandingan antara dua fase pukulan menunjukkan perubahan sudut yang signifikan pada bahu, siku, dan pinggul. Sudut siku meningkat dari 120° pada fase transisi menjadi 179.7° pada fase akhir, menunjukkan adanya ekstensi lengan yang optimal untuk menghasilkan momentum pukulan yang lebih besar. Sudut bahu juga bergerak dari 120° menjadi sekitar 179° , yang menandakan peningkatan rotasi tubuh bagian atas secara maksimal. Selain itu, sudut pinggul meningkat dari 154.5° menjadi 161.5° , memperlihatkan peningkatan kontribusi rotasi pinggul dalam mendukung transfer energi. Perubahan-perubahan ini mengindikasikan bahwa subjek mampu melakukan pola gerakan yang efisien melalui koordinasi antar segmen tubuh dari fase persiapan menuju fase eksekusi pukulan.

Interpretasi biomekanika dari perubahan sudut ini menunjukkan bahwa mekanisme kinetic chain bekerja secara efektif selama pukulan dilakukan. Peningkatan rotasi pinggul berturut diikuti oleh rotasi bahu dan ekstensi siku, yang merupakan rangkaian gerakan utama dalam

menghasilkan pukulan cross yang bertenaga. Pada fase akhir, ekstensi siku yang hampir mencapai 180° berperan dalam memperpanjang tuas gerak sehingga momentum linier lebih besar dapat ditransfer ke kepalan tangan saat pukulan mengenai target. Rotasi bahu yang maksimal juga memberikan dukungan pada kecepatan pukulan, sehingga lintasan pukulan menjadi lebih lurus dan stabil. Temuan ini sesuai dengan prinsip biomekanika bahwa semakin baik koordinasi segmental antar bagian tubuh, semakin tinggi efisiensi transfer energi yang dihasilkan selama gerakan cepat seperti pukulan.

Dari hasil interpretasi tersebut, terlihat bahwa teknik pukulan subjek memiliki beberapa kekuatan penting, seperti penggunaan rotasi pinggul yang baik untuk membangun tenaga, ekstensi siku yang optimal untuk memaksimalkan jarak jangkauan pukulan, serta stabilitas lutut yang membantu mempertahankan keseimbangan tubuh selama gerakan. Rotasi bahu dan pinggul yang selaras juga menunjukkan bahwa transfer energi dari tubuh bagian bawah ke bagian atas berlangsung secara efektif. Namun demikian, terdapat

beberapa aspek teknis yang dapat ditingkatkan, seperti penggunaan rotasi bahu yang sedikit lebih besar pada fase transisi untuk memungkinkan percepatan pukulan yang lebih kuat. Selain itu, posisi kepala yang cenderung sedikit condong ke depan dapat dikoreksi agar keseimbangan tubuh lebih terjaga dan risiko terkena serangan balik lebih rendah. Penguanan dorongan pada kaki belakang juga dapat membantu memperbesar kontribusi gaya dari lantai sehingga tenaga pukulan dapat meningkat secara keseluruhan.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan Kinovea, pukulan cross menunjukkan pola biomekanika yang optimal, dengan sudut siku mencapai 120° pada fase transisi dan $179,7^\circ$ pada fase akhir, rotasi panggul $154,5^\circ - 161,5^\circ$, serta stabilitas lutut yang baik. Perbedaan sudut sendi antara fase transisi dan akhir menegaskan pentingnya koordinasi antarsegment tubuh dalam transfer energi dan efektivitas pukulan. Analisis kinematika dan kinetika juga menunjukkan bahwa rotasi panggul dan bahu berperan signifikan dalam

meningkatkan momentum linier lengan, mendukung prinsip kinetic chain. Hasil ini membuktikan bahwa Kinovea efektif untuk menganalisis gerakan pukulan secara kuantitatif, sekaligus memberikan informasi rinci yang dapat digunakan sebagai dasar pengembangan teknik dan peningkatan performa atlet boxing.

DAFTAR PUSTAKA

Cheraghi, M., Alinejad, H. A., Arshi, A. R., & Shirzad, E. (2014). Kinematics of Straight Right Punch in Boxing. In Annals of Applied Sport Science (Vol. 2, Issue 2).

Liu, Y., Zhu, Z., Chen, X., Deng, C., Ma, X., & Zhao, B. (2022). Biomechanics of the lead straight punch of different level boxers. *Frontiers in Physiology*, 13.

<https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1015154>

Mu, N., Nasrulloh, A., Magister Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, P., Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, F., Negeri Yogyakarta, U., & kunci, K. (n.d.). Tinjauan Pustaka Biomekanika Pukulan Straight Dalam Cabang Olahraga Tinju.

<https://ejurnal.rokania.ac.id/index.php/jsr>

Tong-lam, R., Rachanavy, P., & Lawsirirat, C. (2017). Kinematic and kinetic analysis of throwing a straight punch: The role of trunk rotation in

delivering a powerful straight punch.
Journal of Physical Education and
Sport, 17(4), 2538- 2543.
<https://doi.org/10.7752/jpes.2017.04287>