

MENEMBUS BLOK START: ANALISIS BIOMEKANIKA CROUCH START MAHASISWA ILMU KEOLAHRAGAAN BERBASIS SOFTWARE KINOVEA

Aristiyanto^a, Fajar Awang Irawan^b, Guntur Ratih Prestifa Herdinata^c, Nasri Nasri^d, Dixon Emerson Melikheor Taek Bete^e, Muhammad Syaleh^f, Ahmad Kholid^g, Fredy Eko Setiawan^h

^a Universitas Ngudi Waluyo, aristiyanto@unw.ac.id

^b Universitas Negeri Semarang, fajarawang@mail.unnes.ac.id

^c Universitas Ngudi Waluyo, ratihprestifa@unw.ac.id

^d Universitas Ngudi Waluyo, nasri@unw.ac.id

^e Universitas Persatuan Guru 1945 NTT, dixontaek45@gmail.com

^f Sekolah Tinggi Bina Guna Medan, msyaleh3@gmail.com

^g Universitas Ngudi Waluyo, kuecis77@yahoo.com

^h Universitas Ngudi Waluyo, fredyeko@unw.ac.id

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima: 1 Mei 2025

Direvisi: 5 Mei 2025

Disetujui: 10 Mei 2025

Keywords:

Biomekanika, Start jongkok, Kinovea, Analisis gerak, Mahasiswa.

Abstrak

Start jongkok merupakan teknik dasar yang memerlukan analisis biomekanika mendalam untuk optimalisasi performa lari. Penggunaan Kinovea software sebagai teknologi analisis gerak memberikan pendekatan objektif dalam evaluasi teknik start. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik biomekanika start jongkok (bounce start) pada mahasiswa Ilmu Keolahragaan menggunakan analisis video dengan software Kinovea. Metode yang digunakan adalah survei dengan desain deskriptif kuantitatif. Sampel penelitian sebanyak 22 mahasiswa Ilmu Keolahragaan menggunakan teknik purposive sampling. Pengambilan data melalui perekaman video teknik start jongkok dan dianalisis menggunakan software Kinovea untuk mengukur parameter biomekanika meliputi sudut lutut, sudut pinggul, waktu reaksi, dan kecepatan awal. Analisis menunjukkan rata-rata sudut lutut saat posisi "set" sebesar $108.5^{\circ} \pm 12.3^{\circ}$, sudut pinggul $45.2^{\circ} \pm 8.7^{\circ}$, waktu reaksi 0.18 ± 0.04 detik, dan kecepatan keluar blok start 4.2 ± 0.6 m/s. Temuan ini mengindikasikan bahwa software Kinovea efektif digunakan sebagai alat bantu analisis biomekanika start jongkok dan mampu menyediakan data objektif untuk keperluan evaluasi teknik.

Abstract

The crouch start is a fundamental technique in sprinting that requires in-depth biomechanical analysis to optimize performance. The use of Kinovea software as a motion analysis tool provides an objective approach to evaluating start techniques. This study aims to analyze the biomechanical characteristics of the crouch start (bounce start) among Sports Science students using video analysis with Kinovea software. The research employed a survey method with a descriptive quantitative design. The sample consisted of 22 Sports Science students selected through purposive sampling. Data were collected through video recordings of the crouch

start technique and analyzed using Kinovea software to measure biomechanical parameters, including knee angle, hip angle, reaction time, and initial velocity. The analysis revealed an average knee angle of $108.5^\circ \pm 12.3^\circ$ in the "set" position, a hip angle of $45.2^\circ \pm 8.7^\circ$, a reaction time of 0.18 ± 0.04 seconds, and an initial velocity of 4.2 ± 0.6 m/s. These findings indicate that Kinovea software is effective as a tool for biomechanical analysis of the crouch start and provides objective data to support technical evaluation.

Alamat korespondensi:
Jl. Perintis Kemerdekaan III, No 40, Kota Baru, Kupang
E-mail: Jss45@gmail.com

p-ISSN: 2623-1646
e-ISSN: 2986-4038

PENDAHULUAN

Start jongkok dikenal sebagai start crouch, adalah teknik penting yang sangat memengaruhi seberapa baik atlet berlari secara keseluruhan (Harland & Steele, 2017). Teknik start terbaik dapat memberikan keuntungan waktu 0.1-0.2 detik pada 100 meter pertama. Ini sangat penting untuk kompetisi kompetitif (Bezodis et al., 2019).

Tiga fase utama terdiri dari start jongkok: fase penetapan posisi, fase percepatan, dan fase drive (Slawinski et al., 2018). Setiap fase memiliki fitur kinematik dan kinetik tertentu, yang menentukan efektivitas metode start secara keseluruhan. Čoh et al. (2018) menyatakan bahwa parameter biomekanika penting untuk start jongkok secara kinematik adalah sebagai berikut: 1) Sudut lutut dan pinggul saat posisi set; 2) Kecepatan angular sendi selama push-off; 3) Pergeseran pusat massa tubuh; dan 4) Waktu kontak dengan blok start.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Brazil et al. (2017), sudut lutut yang ideal pada posisi "set" adalah $105-115^\circ$ dengan sudut pinggul $40-50^\circ$. Konfigurasi sudut sendi ini memungkinkan untuk menghasilkan gaya propulsif terbaik pada fase awal akselerasi.

Seringkali, analisis biomekanika tradisional yang menggunakan sistem laboratorium yang kompleks dan mahal tidak praktis untuk diterapkan dalam lingkungan pembelajaran atau pelatihan biasa. Munculnya teknologi analisis video berbasis software seperti Kinovea telah membuat analisis gerak menjadi lebih murah dan mudah diakses (Fernández-González et al., 2020). Menurut Puig-Diví et al. (2019), software Kinovea telah divalidasi sebagai alat analisis gerak yang dapat diandalkan dengan akurasi hingga 95% dibandingkan dengan sistem pengambilan gerak profesional. Kemampuan analisis real-time, kemudahan penggunaan, dan harga terjangkau adalah beberapa keuntungan Kinovea. Dalam analisis teknik olahraga, Fernández-González et al. (2020) menunjukkan bahwa Kinovea memiliki reliabilitas test-retest yang tinggi ($ICC > 0.90$) untuk pengukuran sudut sendi dan parameter kinematik lainnya. Penelitian sebelumnya pada mahasiswa olahraga menunjukkan bahwa terdapat variasi yang signifikan dalam teknik start jongkok, dengan sebagian besar mahasiswa belum mencapai parameter biomekanika optimal (Mero et al., 2016).

Pemahaman terhadap aspek biomekanika dalam teknik olahraga merupakan kompetensi esensial bagi mahasiswa Ilmu Keolahragaan sebagai calon praktisi maupun peneliti di bidang olahraga. Meskipun demikian, ketersediaan data empiris mengenai karakteristik biomekanika start jongkok masih terbatas, khususnya pada konteks populasi mahasiswa di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam penyediaan informasi ilmiah yang relevan serta mendorong pengembangan metode analisis biomekanika

yang bersifat praktis, terjangkau, dan aplikatif dalam evaluasi teknik start jongkok secara lebih optimal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode survei dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Desain cross-sectional dipilih untuk memberikan gambaran karakteristik biomekanika start jongkok pada satu titik waktu tertentu.

Sampel penelitian sebanyak 22 mahasiswa yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling dengan kriteria inklusi; 1) Mahasiswa aktif Program Studi Ilmu Keolahragaan, 2) Tidak memiliki riwayat cedera tungkai bawah dalam 6 bulan terakhir, 3) Bersedia berpartisipasi dalam penelitian. Sedangkan kriteria eksklusi meliputi; 1) Mahasiswa dengan keterbatasan fisik yang mempengaruhi kemampuan melakukan start jongkok, 2) Tidak dapat menyelesaikan seluruh prosedur pengambilan data.

Parameter yang diukur adalah; 1) Sudut lutut saat posisi "set" (derajat), 2) Sudut pinggul saat posisi "set" (derajat), 3) Waktu reaksi (detik), 4) Kecepatan keluar blok start (m/s).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Karakteristik dasar partisipan penelitian (n=22) menunjukkan homogenitas yang baik dalam hal usia dan pengalaman olahraga. Rata-rata usia partisipan adalah 20.4 ± 1.8 tahun dengan rentang 18-24 tahun. Sebanyak 68% partisipan adalah laki-laki dan 32% perempuan.

Hasil pengukuran biomekanika start jongkok pada mahasiswa Ilmu Keolahragaan disajikan pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Deskripsi Parameter Biomekanika Start Jongkok

Parameter	Mean \pm SD	Min	Max	95% CI
Sudut Lutut ($^{\circ}$)	108.5 ± 12.3	89.2	127.8	103.0 - 114.0
Sudut Pinggul ($^{\circ}$)	45.2 ± 8.7	32.1	58.9	41.3 - 49.1
Waktu Reaksi (s)	0.18 ± 0.04	0.12	0.26	0.16 - 0.20
Kecepatan Awal (m/s)	4.2 ± 0.6	3.1	5.3	3.9 - 4.5

Sumber: data pribadi

Analisis Korelasi Parameter Biomekanika pada tabel 2 menunjukkan hasil analisis korelasi terdapat hubungan yang signifikan antara sudut lutut dengan kecepatan awal ($r = 0.72$, $p < 0.01$), hal ini mengindikasikan bahwa konfigurasi sudut lutut yang optimal berkontribusi terhadap performa start yang lebih baik.

Tabel 2. Matriks Korelasi Parameter Biomekanika

	Sudut Lutut	Sudut Pinggul	Waktu Reaksi	Kecepatan Awal
Sudut Lutut	1.00	0.34	-0.28	0.72**

	Sudut Lutut	Sudut Pinggul	Waktu Reaksi	Kecepatan Awal
Sudut Pinggul	0.34	1.00	-0.19	0.43*
Waktu Reaksi	-0.28	-0.19	1.00	-0.56**
Kecepatan Awal	0.72**	0.43*	-0.56**	1.00

Sumber: data pribadi

Kategorisasi Performa Start lari berdasarkan kecepatan awal yang dicapai oleh mahasiswa Ilmu Keolahragaan dapat dilihat pada tabel 3. Dan dikategorikan menjadi tiga kelompok:

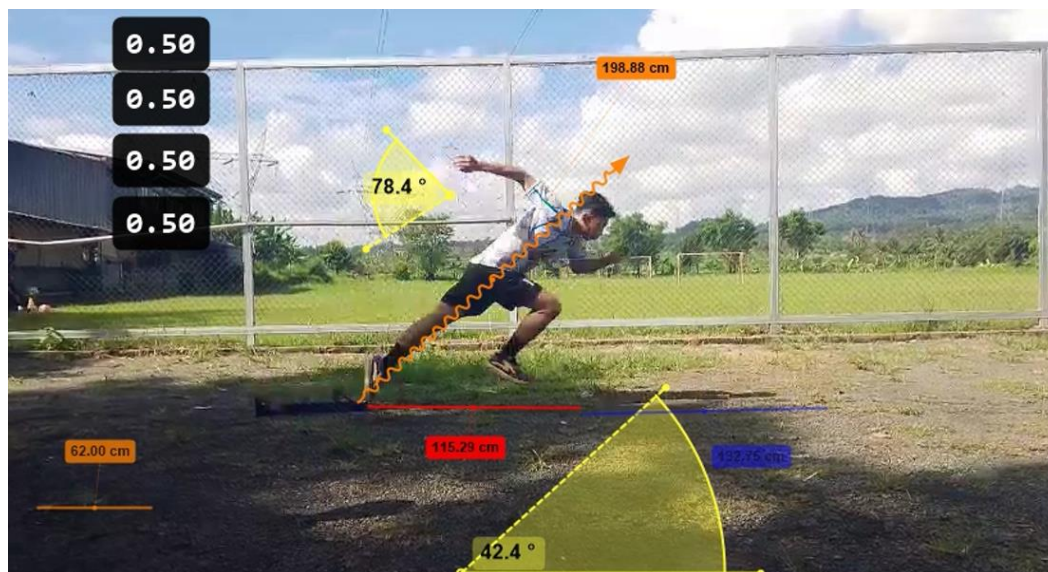
1. Kelompok Tinggi (n=7): Kecepatan > 4.5 m/s
2. Kelompok Sedang (n=10): Kecepatan 3.8-4.5 m/s
3. Kelompok Rendah (n=5): Kecepatan < 3.8 m/s

Tabel 3. Perbandingan Parameter Biomekanika Antar Kelompok Performa

Parameter	Tinggi	Sedang	Rendah	p-value
Sudut Lutut (°)	112.3 ± 8.1	107.8 ± 11.2	101.4 ± 15.6	0.032*
Sudut Pinggul (°)	47.8 ± 6.2	44.9 ± 8.9	42.1 ± 10.8	0.156
Waktu Reaksi (s)	0.15 ± 0.02	0.18 ± 0.03	0.22 ± 0.05	0.001**

Sumber: data pribadi

Analisis komparatif berdasarkan kategori kecepatan awal (tinggi, sedang, dan rendah) menunjukkan perbedaan signifikan pada beberapa parameter biomekanika start jongkok. Sudut lutut menunjukkan perbedaan yang bermakna secara statistik antar kelompok, dengan nilai rata-rata sebesar $112,3^{\circ} \pm 8,1^{\circ}$ pada kelompok kecepatan tinggi, $107,8^{\circ} \pm 11,2^{\circ}$ pada kelompok sedang, dan $101,4^{\circ} \pm 15,6^{\circ}$ pada kelompok rendah ($p = 0.032$). Temuan ini mengindikasikan bahwa sudut lutut yang lebih besar (mendekati ekstensi optimal) berkontribusi terhadap peningkatan kecepatan awal, kemungkinan karena menghasilkan tumpuan dorong yang lebih efisien saat pelepasan dari blok start (lihat pada gambar 1).



Gambar 1. Gerakan Akselerasi pada Start Jongkok

Sementara itu, sudut pinggul tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antar kelompok kecepatan ($p = 0.156$), meskipun terdapat kecenderungan bahwa sudut pinggul yang lebih terbuka ditemukan pada kelompok dengan kecepatan awal lebih tinggi ($47,8^\circ \pm 6,2^\circ$). Hal ini dapat mengindikasikan bahwa meskipun peran sudut pinggul penting secara biomekanis, variabilitasnya belum cukup kuat memengaruhi perbedaan performa kecepatan awal secara signifikan.

Temuan paling mencolok terlihat pada variabel waktu reaksi, yang menunjukkan perbedaan sangat signifikan antar kelompok ($p = 0.001$). Kelompok dengan kecepatan awal tinggi memiliki waktu reaksi tercepat (0.15 ± 0.02 detik), dibandingkan dengan kelompok sedang (0.18 ± 0.03 detik) dan kelompok rendah (0.22 ± 0.05 detik). Hal ini menegaskan bahwa reaksi neuromuskular yang cepat merupakan determinan penting dalam performa start jongkok yang efektif. Secara keseluruhan, hasil ini menekankan pentingnya penguasaan teknik start yang didukung oleh kesiapan reaksi dan sudut biomekanis optimal untuk mencapai kecepatan awal yang optimal.

Pembahasan

Hasil analisis deskriptif terhadap parameter biomekanika start jongkok menunjukkan variasi yang mencerminkan pentingnya optimalisasi teknik untuk mendukung performa lari yang maksimal. Rata-rata sudut lutut saat posisi "set" tercatat sebesar $108,5^\circ \pm 12,3^\circ$, dengan rentang antara $89,2^\circ$ hingga $127,8^\circ$, dan interval kepercayaan 95% berada pada kisaran $103,0^\circ$ hingga $114,0^\circ$. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta memiliki fleksibilitas sendi lutut yang mendekati nilai ideal, yang secara biomekanis mendukung daya dorong awal yang lebih kuat. Sementara itu, sudut pinggul menunjukkan nilai rata-rata $45,2^\circ \pm 8,7^\circ$, dengan batas minimum dan maksimum masing-masing $32,1^\circ$ dan $58,9^\circ$, serta interval kepercayaan $41,3^\circ$ – $49,1^\circ$. Rentang ini mengindikasikan adanya perbedaan kemampuan mobilitas pinggul antar partisipan yang dapat memengaruhi efektivitas posisi tubuh saat start. Waktu reaksi menunjukkan rerata $0,18 \pm 0,04$ detik, dengan nilai tercepat $0,12$ detik dan terlambat $0,26$ detik; ini mencerminkan respons neuromuskular yang kompetitif, dengan

interval kepercayaan yang cukup sempit (0,16–0,20 detik), menandakan konsistensi performa antar individu. Adapun kecepatan awal yang dicapai pasca keluar dari blok start berkisar antara 3,1 m/s hingga 5,3 m/s, dengan nilai rata-rata $4,2 \pm 0,6$ m/s dan 95% CI antara 3,9 m/s hingga 4,5 m/s. Temuan ini memperkuat hipotesis bahwa parameter biomekanika seperti sudut lutut dan waktu reaksi berkontribusi signifikan terhadap pencapaian kecepatan maksimal sejak fase awal lari (Aristiyanto et al., 2021). Dengan demikian, penguasaan teknik start jongkok yang presisi berdasarkan analisis biomekanika terbukti menjadi kunci penting dalam pembentukan keunggulan performa sprint.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa Ilmu Keolahragaan memiliki variasi yang cukup besar dalam parameter biomekanika start jongkok. Rata-rata sudut lutut $108,5^\circ$ berada dalam rentang optimal yang dilaporkan oleh Brazil et al. (2017), namun standar deviasi yang tinggi ($12,3^\circ$) mengindikasikan inkonsistensi teknik antar individu.

Sudut pinggul rata-rata $45,2^\circ$ sesuai dengan rekomendasi literatur untuk optimalisasi generasi gaya horizontal (Čoh et al., 2018). Namun, korelasi yang relatif lemah dengan kecepatan awal ($r = 0,43$) menunjukkan bahwa faktor lain seperti koordinasi dan timing mungkin lebih berpengaruh.

Korelasi kuat antara sudut lutut dengan kecepatan awal ($r = 0,72$) sejalan dengan penelitian Slawinski et al. (2018) yang menekankan pentingnya konfigurasi lutut dalam mengoptimalkan length-tension relationship otot quadriceps. Mahasiswa dengan sudut lutut mendekati $110-115^\circ$ menunjukkan kemampuan menghasilkan kecepatan awal yang lebih tinggi. Temuan ini memiliki implikasi praktis bahwa pelatihan teknik start jongkok harus menekankan pada pencapaian sudut lutut optimal melalui penyesuaian posisi blok start dan postur tubuh.

Rata-rata waktu reaksi 0.18 detik berada dalam rentang normal untuk populasi non-atlet elit (Mero et al., 2016). Korelasi negatif dengan kecepatan awal ($r = -0,56$) mengkonfirmasi bahwa kemampuan respon cepat terhadap sinyal start berkontribusi signifikan terhadap performa keseluruhan.

Perbedaan waktu reaksi yang signifikan antar kelompok performa menunjukkan bahwa aspek neuromuskular dan konsentrasi merupakan faktor penting yang perlu dilatih secara spesifik.

Validitas pengukuran Kinovea yang tinggi ($r = 0,94$) dengan sistem referensi manual mengkonfirmasi bahwa software ini dapat diandalkan untuk analisis biomekanika dalam setting pendidikan dan penelitian. Kemudahan penggunaan dan aksesibilitas Kinovea menjadikannya alat yang valuable untuk mahasiswa dan dosen dalam pembelajaran praktis biomekanika olahraga. bahwa teknologi analisis video berbasis software dapat memberikan data objektif yang mendekati akurasi sistem laboratorium yang mahal (Fernández-González et al., 2020) (Ardha et al., 2021).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi karakteristik biomekanika start jongkok pada mahasiswa Ilmu Keolahragaan dengan temuan utama sebagai berikut: 1) Parameter Biomekanika: Mahasiswa menunjukkan rata-rata sudut lutut $108,5^\circ$, sudut pinggul $45,2^\circ$, waktu reaksi 0.18 detik, dan kecepatan awal 4.2 m/s dengan variasi yang cukup tinggi antar

individu. 2) Sudut lutut optimal (mendekati 110°) dan waktu reaksi yang cepat merupakan faktor paling berpengaruh terhadap kecepatan awal start jongkok. 3) Software Kinovea terbukti efektif dan reliabel untuk analisis biomekanika start jongkok dengan akurasi tinggi ($r = 0.94$).

Saran

Saran bagi peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian komparatif dengan menggunakan populasi atlet sebagai perbandingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardha, M. A. Al, Yang, C. B., Nurhasan, Kartiko, D. C., Kuntjoro, B. F. T., Ristanto, K. O., Wijaya, A., Adhe, K. R., Putra, K. P., Irawan, F. A., Nevangga, R. P., Sasmita, N. S., & Rizki, A. Z. (2021). Biomechanics Analysis of Elementary School Students' Fundamental Movement Skill (FMS). *Proceedings of the International Joint Conference on Arts and Humanities 2021 (IJCAH 2021)*.
<https://doi.org/10.2991/assehr.k.211223.082>
- Aristiyanto, A., Herdinata, G. R. P., & Prasojo, S. (2021). Pengaruh Latihan Athletic Basic Coordination (ABC) Running Terhadap Keterampilan Lari Pelajar. *Sporta Saintika*, 6(1), 95–107. <https://doi.org/https://doi.org/10.24036/sporta.v6i1.168>
- Bezodis, N. E., Willwacher, S., & Salo, A. I. T. (2019). The biomechanics of the track and field sprint start: A narrative review. *Sports Medicine*, 49(9), 1345–1364.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40279-019-01138-1>
- Brazil, A., Exell, T., Wilson, C., Willwacher, S., Bezodis, I., & Irwin, G. (2017). Lower limb joint kinetics in the starting blocks and first stance in athletic sprinting. *Journal of Sports Sciences*, 35(16), 1629–1635.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1227466>
- Čoh, M., Jost, B., Škof, B., Tomažin, K., & Dolenc, A. (2018). Kinematic and kinetic parameters related to sprint start technique performance. *Journal of Human Kinetics*, 62(1), 33–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0158>
- Fernández-González, P., Koutsou, A., Cuesta-Gómez, A., Carratalá-Tejada, M., Miangolarra-Page, J. C., & Molina-Rueda, F. (2020). Reliability of Kinovea® software and agreement with a three-dimensional motion system for gait analysis in healthy subjects. *Sensors*, 20(11), 3154. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/s20113154>
- Harland, M. J., & Steele, J. R. (2017). Biomechanics of the sprint start. *Sports Medicine*, 23(1), 11–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.2165/00007256-199723010-00002>
- Mero, A., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (2016). A biomechanical study of the sprint start. *Scandinavian Journal of Sports Sciences*, 5(2), 20–28.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1983.tb00485.x>

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). <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216448>

Slawinski, J., Termoz, N., Rabita, G., Guilhem, G., Dorel, S., Morin, J. B., & Samozino, P. (2018). How 100-m event analyses improve our understanding of world-class men's and women's sprint performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *28*(4), 1469–1480. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/sms.13018>