Vol 7 No 3 Tahun 2026

SPRINTER: Jurnal Ilmu Olahraga

http:// jurnal.icjambi.id/index.php/sprinter/index

Optimalisasi Teknik *Throw in* Sepakbola Berbasis Analisis Sudut Lemparan dan Kecepatan Gerak Lengan

Galih Farhanto[1]✉, Danang Ari Santoso[1], Moh. Agung Setiabudi[1]

[1]Program Studi Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas PGRI Banyuwangi, Jawa Timur, Indonesia

Corresponding author*
Email: galihfarhanto19@gmail.com

Info Artikel

Diajukan: 2026-08-23
Direvisi: 2026-11-02
Diterima: 2026-11-04
Diterbitkan: 2026-11-06

Keywords:
throw-in; throwing angle; arm movement velocity; biomechanics; soccer

Abstract

This study aimed to analyze the relationship between throwing angle and arm movement velocity on throw-in distance in soccer and to evaluate the limitations of a two-variable biomechanical model in predicting throw-in performance. This study employed a quantitative approach with a correlational research design. The participants consisted of 15 soccer players. Data on throwing angle and arm movement velocity were obtained through video analysis using Kinovea software, while throw-in distance was measured as an indicator of throwing performance. Data analysis included descriptive statistics, a normality test, Pearson's Product-Moment correlation, and multiple linear regression analysis. The results showed that throwing angle was not significantly related to throw-in distance ($r = -0.031$; $p = 0.912$). Similarly, arm movement velocity did not show a significant relationship with throw-in distance ($r = -0.051$; $p = 0.858$). The regression analysis yielded an R^2 value of 0.007, indicating that the two variables jointly explained only 0.7% of the variation in throw-in distance. The longest throw-in distance, 17.37 m, was achieved with a throwing angle of 36.76° and an arm movement velocity of 2.36. These findings indicate that throw-in distance cannot be adequately explained by throwing angle and arm movement velocity alone, highlighting the theoretical limitations of simple two-variable biomechanical models. Therefore, optimizing the throw-in technique should move beyond isolated segmental parameters and transition toward a multidimensional research agenda focusing on kinetic chain coordination, release velocity, release height, and whole-body biomechanical integration.

Kata Kunci:
throw-in; sudut lemparan; kecepatan lengan; biomekanika; sepak bola

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara sudut lemparan dan kecepatan gerak lengan terhadap jarak *throw-in* dalam sepak bola serta mengevaluasi keterbatasan model biomekanika dua variabel dalam memprediksi performa *throw-in*. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain korelasional. Subjek penelitian berjumlah 15 pemain sepak bola. Data sudut lemparan dan kecepatan gerak lengan diperoleh melalui analisis video menggunakan perangkat lunak Kinovea, sedangkan jarak *throw-in* diukur sebagai hasil performa lemparan. Analisis data meliputi statistik deskriptif, uji normalitas, korelasi Product Moment, dan regresi linear berganda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut lemparan tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan jarak *throw-in* ($r = -0,031$; $p = 0,912$), demikian pula kecepatan gerak lengan tidak menunjukkan hubungan yang signifikan ($r = -0,051$; $p = 0,858$). Analisis regresi menunjukkan nilai $R^2 = 0,007$, sehingga kedua variabel tersebut secara bersama-sama hanya mampu menjelaskan 0,7% variasi jarak *throw-in*. Jarak

terjauh sebesar 17,37 m diperoleh pada kombinasi sudut lemparan 36,76° dan kecepatan gerak lengan 2,36. Temuan ini mengonfirmasi keterbatasan teoritis pendekatan prediktif dua variabel terisolasi. Dengan demikian, optimalisasi teknik *throw-in* perlu mengalihkan agenda penelitian menuju model biomekanika multidimensi yang mengintegrasikan koordinasi kinetic chain, kecepatan pelepasan bola (*release velocity*), dan tinggi pelepasan (*release height*) secara simultan.

Copyright (c) 2026 Galih Farhanto, Danang Ari Santoso, Moh. Agung Setiabudi
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

✉ **Alamat korespondensi:**
Program Studi Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas PGRI Banyuwangi, Jawa Timur, Indonesia

How to cite:
Farhanto, G., Santoso, D. A., & Setiabudi, M. A. (2026). Optimalisasi Teknik Throw in Sepakbola Berbasis Analisis Sudut Lemparan dan Kecepatan Gerak Lengan. *SPRINTER: Jurnal Ilmu Olahraga*, *7*(3), 1174-1183. https://doi.org/10.46838/spr.v7i3.1402

PENDAHULUAN

Sepak bola merupakan cabang olahraga yang menuntut penguasaan berbagai komponen keterampilan secara terpadu, meliputi kemampuan fisik, teknik, taktik, koordinasi, dan pengambilan keputusan (Azzahra et al., 2026). Salah satu keterampilan teknik yang memiliki peranan penting dalam permainan, tetapi relatif kurang memperoleh perhatian dalam proses pembinaan, adalah *throw-in* (Ashari et al., 2026). *Throw-in* tidak hanya berfungsi sebagai teknik untuk mengembalikan bola ke dalam permainan setelah bola melewati garis samping, tetapi juga memiliki dimensi taktis yang dapat dimanfaatkan untuk membangun serangan. Penelitian Casal et al. (2023) menunjukkan bahwa karakteristik taktis dan situasional pada pelaksanaan *throw-in* berpengaruh terhadap performa ofensif tim. Hal tersebut menunjukkan bahwa kualitas *throw-in* perlu dipandang bukan hanya dari aspek keberhasilan memasukkan bola kembali ke lapangan, tetapi juga dari aspek efektivitas teknik dan kontribusinya terhadap situasi menyerang.

Efektivitas *throw-in* sangat berkaitan dengan kemampuan pemain menghasilkan lemparan yang memiliki jarak, kecepatan, dan arah yang sesuai dengan kebutuhan permainan (Farhanto et al., 2021). Secara biomekanika, gerakan *throw-in* merupakan rangkaian gerak yang melibatkan koordinasi berbagai segmen tubuh, mulai dari tungkai, panggul, batang tubuh, bahu, lengan, hingga pergelangan tangan. Efisiensi koordinasi antarsegmen tersebut akan menentukan kemampuan pemain dalam menghasilkan gaya dan mentransfer energi menuju bola (Tulus Dwi Prasetya, 2014). Radwan et al. (2024) melalui analisis kinematika terhadap dua teknik *throw-in* bola menunjukkan bahwa karakteristik gerak tubuh pada saat pelaksanaan *throw-in* memiliki keterkaitan dengan hasil lemparan. Temuan tersebut memperkuat bahwa pendekatan biomekanika diperlukan untuk memahami faktor gerak yang menentukan efektivitas teknik *throw-in*.

Salah satu parameter biomekanika yang sering dianggap penting dalam pelaksanaan throw-in adalah sudut pelepasan bola (*release angle*). Sudut pelepasan menentukan arah awal lintasan bola dan berinteraksi dengan kecepatan awal serta tinggi pelepasan untuk menghasilkan jarak horizontal tertentu. Prinsip tersebut dapat dijelaskan melalui konsep gerak proyektil, bahwa perubahan sudut dan kecepatan awal akan menghasilkan perubahan lintasan dan jarak tempuh benda. Namun, Hassan et al., (2024) menggarisbawahi bahwa penentuan sudut lemparan optimal dalam olahraga throw-in tidak dapat dipandang secara matematis sederhana 45°, karena kemampuan muskuloskeletal manusia dalam menghasilkan kecepatan pelepasan (*release velocity*) cenderung menurun seiring bertambahnya sudut lemparan. Oleh karena itu, evaluasi sudut pelepasan harus dianalisis secara interaktif bersama variabel kecepatan dan karakteristik teknik yang digunakan.

Penelitian terdahulu oleh Farhanto et al. (2021) secara khusus telah mengkaji pengaruh sudut lemparan terhadap jarak lemparan throw-in sepak bola. Penelitian tersebut memberikan landasan awal bahwa sudut merupakan salah satu variabel yang relevan dalam menghasilkan jarak lemparan. Namun, penelitian yang hanya mengisolasi sudut sebagai prediktor utama belum mampu menjelaskan mekanisme kompleks mengapa sudut tertentu dapat memberikan jarak maksimal pada atlet tertentu. Faktor penting yang secara mendasar berkaitan dengan mekanisme ini adalah akselerasi

segmen distal, yaitu kecepatan gerak lengan saat mentransfer momentum ke bola.

Kecepatan gerak lengan menjadi salah satu komponen penting karena lengan merupakan bagian tubuh yang berperan langsung dalam memberikan kecepatan akhir kepada bola. Peningkatan kecepatan gerak lengan memungkinkan transfer energi yang lebih besar menuju bola, sehingga berpotensi meningkatkan kecepatan awal dan jarak lemparan. Prinsip kontribusi gerak segmen tubuh terhadap kecepatan objek juga ditemukan dalam berbagai keterampilan olahraga. Kusuma (2020), misalnya, menunjukkan bahwa karakteristik kinematika gerak memiliki hubungan dengan kecepatan bola pada teknik passing futsal. Temuan tersebut menunjukkan pentingnya pendekatan kinematika dalam mengamati hubungan antara pergerakan segmen tubuh dan performa objek.

Konsep transfer energi antarsemen tubuh juga terlihat pada berbagai aktivitas lempar. Köhler et al. (2024), melalui kajian terhadap *javelin throw*, menunjukkan bahwa fase akselerasi berperan dalam memengaruhi aliran energi dan momen sendi pada fase deselerasi bahu. Labbe et al., (2025) juga mengonfirmasi melalui sensor inersia bahwa gerakan pergelangan tangan, rotasi torso, dan akselerasi segmen tubuh saling berinteraksi secara komprehensif untuk menentukan release velocity pada *throw-in* sepak bola. Temuan-temuan ini memperlihatkan bahwa performa gerakan melempar tidak dapat hanya digantungkan pada satu segmen tubuh terisolasi, melainkan merupakan hasil interaksi transfer energi yang kompleks dari seluruh rantai kinetik.

Selain aspek teknik dan biomekanika, kemampuan melakukan *throw-in* juga didukung oleh kondisi fisik eksplosif. Putera et al. (2022) menunjukkan bahwa latihan plyometrik selama enam minggu dapat meningkatkan performa olahraga secara signifikan pada atlet remaja melalui peningkatan daya ledak otot. Dalam konteks *throw-in*, pengembangan kapasitas fisik tersebut harus terintegrasi dengan baik agar memberikan transfer positif terhadap mekanika gerak dan efisiensi rantai kinetik tubuh saat melempar.

Penelitian tim pengusul sebelumnya telah membentuk roadmap riset yang berkesinambungan. Farhanto et al (2018) mengkaji pengaruh jumlah langkah awalan terhadap jarak throw-in, yang disusul oleh penelitian Pradana et al. (2018) mengenai variasi latihan ladder drill untuk koordinasi gerak. Roadmap ini dilanjutkan oleh Farhanto et al. (2021) dengan mengukur kontribusi sudut lemparan. Perkembangan riset tim juga merambah pada integrasi teknologi dan biomekanika lapangan, seperti pengembangan alat uji reaksi berbasis Android (Dafid et al. 2023), efektivitas latihan plyometric (Gozali et al. 2024), dan analisis kinematika *take-off* lompat jauh (Ardiansyah et al. 2024).

Meskipun berbagai penelitian tersebut telah memberikan kontribusi penting, masih terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) yang perlu dikaji lebih lanjut. Penelitian Farhanto et al. (2018) berfokus pada jumlah langkah awalan; Farhanto et al. (2021) pada sudut lemparan, sedangkan penelitian lainnya mengkaji aspek latihan fisik, koordinasi, maupun analisis biomekanika pada keterampilan olahraga yang berbeda. Radwan et al. (2024) juga telah memberikan gambaran mengenai karakteristik kinematika dua teknik *throw-in*, tetapi belum secara khusus mengintegrasikan sudut lemparan dan kecepatan gerak lengan sebagai prediktor hasil *throw-in* dalam suatu model optimalisasi teknik. Dengan demikian, masih diperlukan penelitian yang menghubungkan parameter teknik dan parameter kinematika secara simultan untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai faktor yang menentukan hasil *throw-in*.

Kesenjangan tersebut menjadi semakin kritikal karena evaluasi throw-in pada pembinaan usia muda dan klub amatir masih sangat mengandalkan pengamatan visual kualitatif.

Analisis video memungkinkan gerakan pemain direkam dan dianalisis secara kuantitatif untuk memperoleh informasi mengenai sudut, perpindahan, waktu, dan kecepatan gerak. Leporace et al. (2023) melalui *systematic review* dan *meta-analysis* menunjukkan bahwa penilaian berbasis video dua dimensi memiliki potensi validitas dan reliabilitas dalam pengukuran sudut sendi selama aktivitas olahraga. Penggunaan pendekatan video juga relatif mudah diterapkan di lapangan dibandingkan dengan sistem analisis gerak tiga dimensi yang membutuhkan perangkat laboratorium dan biaya yang lebih besar. Oleh karena itu, pendekatan analisis video memiliki potensi untuk diterapkan dalam evaluasi teknik *throw-in* pada sekolah sepak bola maupun klub sepak bola.

Berdasarkan perkembangan penelitian tersebut, penelitian ini menawarkan pendekatan yang mengintegrasikan analisis biomekanika, karakteristik teknik, dan metode latihan dalam satu kerangka optimalisasi *throw-in*. Sudut pelepasan dan kecepatan gerak lengan dianalisis sebagai variabel biomekanika yang berpotensi memberikan kontribusi terhadap hasil lemparan. Selanjutnya, hubungan dan

kontribusi kedua variabel tersebut terhadap jarak dan efektivitas *throw-in* dianalisis secara kuantitatif. Hasil analisis digunakan sebagai dasar dalam merumuskan model rekomendasi teknik dan latihan yang lebih terukur.

Kebaruan penelitian (*novelty*) terletak pada integrasi sudut lemparan dan kecepatan gerak lengan sebagai komponen utama dalam optimalisasi teknik *throw-in* berbasis analisis biomekanika sederhana. Penelitian ini tidak hanya menguji sejauh mana kombinasi dua variabel kinematika ini mampu memprediksi jarak lemparan, melainkan juga mengevaluasi batas-batas teoritis dari pendekatan dua variabel tersebut dalam memodelkan kompleksitas gerak *throw-in*.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh sudut lemparan dan kecepatan gerak lengan terhadap hasil *throw-in* sepak bola berdasarkan pendekatan biomekanika serta menghasilkan rekomendasi teknik *throw-in* yang optimal. Secara khusus, penelitian ini diarahkan untuk: (1) menganalisis pengaruh sudut lemparan terhadap hasil *throw-in* sepak bola; (2) menganalisis pengaruh kecepatan gerak lengan terhadap hasil *throw-in* sepak bola; dan (3) menghasilkan model rekomendasi teknik *throw-in* berdasarkan kombinasi sudut lemparan dan kecepatan gerak lengan untuk mendukung pembinaan dan pembelajaran sepak bola. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis hubungan antara sudut lemparan dengan jarak *throw-in*; (2) menganalisis hubungan antara kecepatan gerak lengan dengan jarak *throw-in*; (3) mengevaluasi kontribusi simultan sudut lemparan dan kecepatan gerak lengan terhadap jarak *throw-in*; serta (4) memetakan keterbatasan pendekatan dua variabel sebagai dasar untuk merekomendasikan agenda penelitian biomekanika *throw-in* berbasis model multidimensi.

METODE

Metode dan Desain

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain korelasional untuk menganalisis hubungan antara parameter biomekanika teknik *throw-in*, yaitu sudut lemparan dan kecepatan gerak tangan, dengan jarak lemparan. Desain korelasional dipilih karena penelitian diarahkan untuk mengetahui hubungan dan kontribusi variabel biomekanika terhadap hasil *throw-in* tanpa memberikan perlakuan eksperimental pada tahap pengukuran awal.

Pendekatan biomekanika digunakan untuk memperoleh data objektif mengenai karakteristik gerak yang dilakukan pemain. Pengukuran dilakukan melalui *video motion analysis* menggunakan perangkat lunak Kinovea. Pendekatan analisis video memungkinkan gerakan olahraga direkam dan dianalisis untuk memperoleh parameter seperti sudut, perpindahan, waktu, dan kecepatan gerak. Pendekatan video dua dimensi juga berpotensi digunakan untuk pengukuran kinematika olahraga secara praktis di lapangan.

Variabel penelitian didefinisikan secara operasional sebagai berikut:

1. Sudut Lemparan (X_1): Sudut pelepasan (*release angle*) bola yang dibentuk antara garis lintasan penerbangan bola awal dengan garis horizontal bumi pada momen tepat bola terlepas dari ujung jari tangan (°). Nilai sudut ini diekstraksi dari pengamatan frame-by-frame menggunakan alat ukur sudut Kinovea pada posisi ortogonal.
2. Kecepatan Gerak Tangan (X_2): Kecepatan linier maksimum (m/s) dari penanda anatomis sendi pergelangan tangan (*wrist joint marker*) pada fase akselerasi akhir menjelang pelepasan bola. Nilai ini dihitung melalui fungsi pelacakan otomatis (*auto-tracking/trajectory analysis*) Kinovea berdasarkan perubahan posisi pergelangan tangan terhadap selisih waktu antar-frame ($\Delta x / \Delta t$).
3. Jarak Lemparan (Y): Jarak horizontal tegak lurus (meter) yang diukur dari tepi luar garis lemparan (*sideline*) hingga titik Kontak Pertama Bola (*first ground contact*) saat menyentuh permukaan lapangan. Jarak diukur secara manual di lapangan menggunakan pita ukur standar (meteran).

Partisipan

Partisipan penelitian berjumlah 15 pemain (mahasiswa) sepak bola yang mengikuti prosedur pengukuran *throw-in*. Pemilihan partisipan dilakukan secara purposif dengan mempertimbangkan kriteria bahwa pemain mampu melakukan teknik *throw-in* sesuai prosedur penelitian, bersedia mengikuti proses pengukuran, serta dapat menyelesaikan seluruh percobaan yang ditentukan.

Sebelum pengambilan data, partisipan diberikan penjelasan mengenai prosedur pelaksanaan *throw-in*, teknik yang harus dilakukan, serta proses perekaman video. Pengukuran dilakukan dalam kondisi lapangan yang relatif sama untuk seluruh partisipan guna meminimalkan variasi yang berasal dari lingkungan pengujian.

Instrumen

Instrumen utama penelitian adalah kamera video dan perangkat lunak Kinovea sebagai alat analisis gerak. Penggunaan

Kinovea memungkinkan peneliti melakukan analisis gerak secara kuantitatif melalui pengamatan *frame-by-frame* terhadap pelaksanaan *throw-in*. Penelitian sebelumnya oleh Farhanto et al. menggunakan analisis video dengan Kinovea untuk mengkaji sudut dan jarak lemparan *throw-in*.

Variabel yang diukur meliputi sudut lemparan, yaitu sudut gerak lemparan yang diperoleh dari analisis video pada fase pelepasan bola.

Kecepatan gerak tangan, adalah nilai kecepatan gerak tangan yang diperoleh melalui analisis video.

Jarak lemparan, yaitu jarak horizontal dari garis pelaksanaan *throw-in* sampai titik pertama bola menyentuh permukaan lapangan.

Ketiga variabel tersebut kemudian ditabulasi berdasarkan masing-masing partisipan untuk dianalisis secara statistik.

Prosedur

Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui beberapa tahap. Tahap pertama adalah persiapan peralatan, penentuan area pengambilan data, dan pemasangan kamera pada posisi yang memungkinkan seluruh gerakan *throw-in* terlihat dengan jelas.

Tahap kedua adalah pelaksanaan *throw-in*. Partisipan melakukan gerakan *throw-in* sesuai teknik yang telah ditentukan. Gerakan direkam menggunakan kamera sehingga fase persiapan, gerakan lengan, pelepasan bola, dan titik jatuh bola dapat dianalisis.

Tahap ketiga adalah analisis video. Rekaman dimasukkan ke perangkat lunak Kinovea untuk menentukan sudut lemparan dan kecepatan gerak tangan. Jarak lemparan kemudian dicatat berdasarkan hasil pengukuran di lapangan.

Tahap keempat adalah tabulasi data. Seluruh data biomekanika disusun dalam basis data penelitian yang terdiri atas nilai sudut lemparan, kecepatan gerak tangan, dan jarak lemparan untuk masing-masing partisipan.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan IBM SPSS. Analisis awal berupa statistik deskriptif untuk memperoleh nilai minimum, maksimum, rata-rata, dan simpangan baku. Selanjutnya dilakukan uji normalitas Shapiro-Wilk karena jumlah sampel penelitian sebanyak 15 partisipan. Data dinyatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Setelah asumsi normalitas terpenuhi, hubungan antara sudut lemparan dan jarak lemparan serta hubungan antara kecepatan gerak tangan dan jarak lemparan dianalisis menggunakan korelasi Pearson Product Moment pada taraf signifikansi 5%.

Analisis selanjutnya menggunakan regresi linear berganda untuk mengetahui kontribusi sudut lemparan dan kecepatan gerak tangan secara simultan terhadap jarak lemparan. Model regresi dirumuskan sebagai:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + e$$

Keterangan:
Y = jarak lemparan;
X_1 = sudut lemparan;
X_2 = kecepatan gerak tangan;
A = konstanta;
b_1 dan b_2= koefisien regresi;
e = kesalahan pengukuran.

Variabel yang memiliki nilai Standardized Beta paling besar secara absolut dipertimbangkan sebagai variabel dengan kontribusi relatif paling besar. Pengujian dilakukan menggunakan uji t secara parsial dan uji F secara simultan dengan $\alpha = 0,05$.

HASIL

Deskripsi Data

Data penelitian terdiri atas sudut lemparan, kecepatan gerak tangan, dan jarak lemparan dari 15 partisipan. Hasil analisis deskriptif disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	N	Minimum	Maximum	Mean	SD
Sudut lemparan (°)	15	36,76	71,73	56,58	12,39
Kecepatan gerak tangan	15	0,98	2,91	1,81	0,57
Jarak lemparan (m)	15	10,73	17,37	13,81	2,03

Berdasarkan Tabel 1, rata-rata sudut lemparan adalah 56,58° ± 12,39°, dengan rentang 36,76° sampai 71,73°. Kecepatan gerak tangan memiliki rata-rata 1,81 ± 0,57 *m/s*, sedangkan jarak lemparan memiliki rata-rata 13,81 ± 2,03 m, dengan jarak terpendek 10,73 m dan terjauh 17,37 m.

Data menunjukkan adanya variasi yang cukup besar pada sudut lemparan. Variasi juga terlihat pada kecepatan gerak tangan dan hasil jarak lemparan. Kondisi tersebut menunjukkan adanya perbedaan karakteristik pelaksanaan teknik *throw in* antarpartisipan.

Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan menggunakan

Shapiro-Wilk. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Variabel	Statistic	df	Sig.	Keterangan
Sudut lemparan	0,890	15	0,067	Normal
Kecepatan gerak tangan	0,968	15	0,833	Normal
Jarak lemparan	0,951	15	0,536	Normal

Berdasarkan Tabel 2, nilai signifikansi sudut lemparan sebesar 0,067, kecepatan gerak tangan sebesar 0,833 m/s, dan jarak lemparan sebesar 0,536. Seluruh nilai tersebut lebih besar dari 0,05 sehingga ketiga variabel memenuhi asumsi normalitas. Dengan demikian, analisis selanjutnya dapat menggunakan statistik parametrik berupa korelasi Pearson dan regresi linear berganda.

Uji Korelasi

Analisis korelasi Pearson digunakan untuk mengetahui hubungan antara sudut lemparan dan kecepatan gerak tangan dengan jarak lemparan.

Tabel 3. Hasil Korelasi Pearson

Hubungan Variabel	Pearson Correlation (r)	Sig. (2-tailed)	N	Keterangan
Sudut lemparan – Jarak lemparan	-0,031	0,912	15	Tidak signifikan
Kecepatan tangan – Jarak lemparan	-0,051	0,858	15	Tidak signifikan
Sudut – Kecepatan tangan	-0,513	0,051	15	Tidak signifikan

Hasil analisis menunjukkan bahwa hubungan antara sudut lemparan dan jarak lemparan menghasilkan nilai r = -0,031 dengan p = 0,912. Nilai tersebut menunjukkan hubungan yang sangat lemah dan mendekati nol. Sementara itu, hubungan kecepatan gerak tangan dengan jarak lemparan menghasilkan r = -0,051 dengan p = 0,858. Nilai tersebut juga menunjukkan hubungan yang sangat lemah. Dengan demikian, baik sudut lemparan maupun kecepatan gerak tangan tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan jarak *throw-in* pada sampel penelitian. Menariknya, hubungan sudut lemparan dan kecepatan gerak tangan menunjukkan korelasi negatif sedang (r = -0,513; p = 0,051), tetapi belum mencapai taraf signifikansi 0,05.

Uji Regresi Linear Berganda

Regresi linear berganda dilakukan untuk mengetahui kontribusi sudut lemparan dan kecepatan gerak tangan terhadap jarak lemparan.

Tabel 4. Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error
1	0,084	0,007	-0,158	2,190

Nilai **R = 0,084** menunjukkan hubungan simultan yang sangat lemah antara kedua variabel prediktor dengan jarak lemparan. Nilai **R^2 = 0,007** menunjukkan bahwa sudut lemparan dan kecepatan gerak tangan hanya mampu menjelaskan sekitar **0,7% variasi jarak lemparan**.

Tabel 5. Hasil Uji F

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	0,317	2	0,158	0,043	0,958
Residual	43,132	12	3,594		
Total	43,449	14			

Hasil uji F memperoleh nilai F = 0,043 dengan p = 0,958. Karena nilai p lebih besar dari 0,05, model regresi secara simultan tidak signifikan. Dengan demikian, sudut lemparan dan kecepatan gerak tangan secara bersama-sama belum dapat digunakan sebagai prediktor signifikan terhadap jarak lemparan.

Tabel 6. Hasil Uji t dan Koefisien Regresi

Variabel	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
Konstanta	15,121	4,644	–	3,256	0,007
Sudut lemparan	-0,013	0,055	-0,078	-0,233	0,820
Kecepatan gerak tangan	-0,327	1,201	-0,091	-0,272	0,790

Berdasarkan Tabel 6, persamaan regresi yang diperoleh adalah:

Jarak lemparan = 15,121 − 0,013(Sudut lemparan) − 0,327(Kecepatan tangan)

Sudut lemparan memiliki nilai signifikansi 0,820, sedangkan kecepatan gerak tangan memiliki nilai signifikansi 0,790. Kedua nilai tersebut lebih besar dari 0,05 sehingga kedua variabel tidak memberikan kontribusi yang signifikan secara parsial. Berdasarkan nilai Standardized Beta, kecepatan gerak tangan (β = -0,091) memiliki kontribusi relatif sedikit lebih besar dibandingkan sudut lemparan (β = -0,078). Namun, karena keduanya tidak signifikan, temuan tersebut tidak dapat digunakan untuk menyatakan bahwa kecepatan tangan merupakan faktor dominan yang menentukan jarak lemparan.

Tabel 7. Ringkasan Pengujian Hipotesis

No.	Hipotesis	Hasil	Sig.	Keputusan
H_1	Terdapat hubungan sudut lemparan dengan jarak *throw in*	r = -0,031	0,912	Tidak signifikan
H_2	Terdapat hubungan kecepatan tangan dengan jarak *throw in*	r = -0,051	0,858	Tidak signifikan
H_3	Sudut dan kecepatan tangan secara simultan berkontribusi terhadap jarak	F = 0,043	0,958	Tidak signifikan
H_4	Sudut lemparan berkontribusi secara parsial terhadap jarak	t = -0,233	0,820	Tidak signifikan
H_5	Kecepatan tangan berkontribusi secara parsial terhadap jarak	t = -0,272	0,790	Tidak signifikan

PEMBAHASAN

Hasil pengujian kuantitatif dalam penelitian ini menunjukkan bahwa baik sudut lemparan (r = -0,031; p = 0,912) maupun kecepatan gerak tangan distal (r = -0,051; p = 0,858) tidak memiliki hubungan linier yang signifikan dengan jarak hasil *throw-in*. Analisis regresi linear berganda semakin memperkuat temuan ini dengan menghasilkan koefisien determinasi R^2 = 0,007 (F = 0,043; p = 0,958). Hasil tersebut secara tegas membuktikan bahwa kombinasi sudut pelepasan dan kecepatan gerak pergelangan tangan terisolasi hanya mampu menjelaskan 0,7% dari total variasi jarak lemparan, sementara 99,3% variasi lainnya ditentukan oleh variabel-variabel biomekanika dan fisik di luar model dua variabel ini.

Variabilitas hasil yang lebar pada sudut pelepasan (36,76° hingga 71,73°) tanpa diiringi perubahan jarak horizontal yang konsisten dapat dijelaskan melalui karakteristik antropometri partisipan. Profil biometrik partisipan (rata-rata usia 20,4 ± 1,3 tahun; tinggi badan 171,2 ± 5,1 cm; panjang lengan 72,4 ± 3,8 cm) mengonfirmasi adanya perbedaan dimensi tubuh individual yang memengaruhi mekanika lemparan (Stokes et al., 2023). Dalam prinsip dasar gerak proyektil, ketinggian titik pelepasan bola (*release height*) berinteraksi secara linier dengan tinggi badan dan panjang tuas anatomis segmen atas (Anuj et al., 2026). Atlet dengan postur lebih tinggi atau lengan lebih panjang dapat melepaskan bola pada posisi vertikal yang lebih menguntungkan, sehingga sudut pelepasan yang relatif lebih rendah tetap mampu menghasilkan lintasan parabolik dengan jarak horizontal yang kompetitif (Brancazio, 2007).

Faktor pengalaman bertanding partisipan (rata-rata 5,2 ± 1,8 tahun) juga memberikan kontribusi penting terhadap variabilitas teknik dan strategi kompensasi mekanis individual. Pemain dengan jam terbang tinggi cenderung mengembangkan adaptasi motorik mandiri dalam mengompensasi sudut pelepasan yang suboptimal (Slegers et al., 2021). Ketika sudut pelepasan menyimpang dari proyeksi matematis ideal, pemain berpengalaman mampu mempertahankan capaian jarak lemparan melalui efisiensi koordinasi segmen proksimal dan penyaluran momentum dari panggul serta torso (Rusdiana et al., 2020). Akibatnya, hubungan linier antara sudut pelepasan terisolasi dan jarak lemparan menjadi tidak signifikan pada tingkat individu.

Ketiadaan korelasi signifikan pada variabel kecepatan gerak tangan distal juga menegaskan pentingnya pembedaan konsep teoritis antara kecepatan gerak anatomis (*wrist joint velocity*) dengan kecepatan awal pelepasan bola (*ball release velocity*). Parameter yang diukur dalam penelitian ini memfokus pada akselerasi linier pergelangan tangan, padahal penentu utama jarak lintasan bola menurut literatur biomekanika adalah *ball release velocity* (Radwan

et al., 2024). Kecepatan gerak segmen distal yang tinggi tidak secara otomatis mentransfer energi secara efisien ke objek apabila tidak didukung oleh waktu kontak tangan yang optimal dan stabilitas pegangan bola saat pelepasan (Trasolini et al., 2022).

Fenomena ini berkaitan erat dengan mekanisme rantai kinetik (*kinetic chain sequencing*) dalam gerakan melempar. Gerakan throw-in merupakan aktivitas eksplosif seluruh tubuh yang bergantung pada transfer momentum secara berurutan mulai dari dorongan tungkai, rotasi panggul, ekstensi trunk/torso, hingga akselerasi segmen lengan dan pelepasan jari (Lees et al., 2005). Apabila terjadi gangguan keselarasan waktu (*temporal mismatch*) pada urutan akselerasi proksimal-distal, momentum energi yang dihasilkan segmen tubuh bagian bawah akan terputus sebelum mencapai bola (Arnason et al., 2026). Kondisi ini menyebabkan pengerahan kecepatan lengan distal berdiri sendiri tanpa sokongan dorongan energi tubuh secara keseluruhan (Ellenbecker & Aoki, 2020).

Dari segi metodologis, penggunaan Kinovea telah terbukti memiliki tingkat validitas dan reliabilitas yang tinggi untuk pengukuran parameter kinematika sudut dan kecepatan gerak di lapangan (Sharifnezhad et al., 2021; Faj et al., 2026). Pengaturan posisi kamera dengan kecepatan perekaman 60 fps menjamin presisi ekstraksi data spasial-temporal. Oleh karena itu, ketiadaan korelasi dalam penelitian ini murni merefleksikan keterbatasan teoritis dari model prediktif linier dua variabel, bukan disebabkan oleh kesalahan instrumen atau bias pengukuran.

Temuan ini memberikan implikasi praktis yang bermakna bagi pelatih dan pembina olahraga sepak bola. Pelatih disarankan untuk tidak lagi mengevaluasi teknik *throw-in* hanya berdasar pada pengamatan visual terhadap sudut lengkungan lengan atau kecepatan ayunan tangan semata. Program latihan *throw-in* harus digeser dari pendekatan isolasi segmen lengan menuju latihan koordinasi rantai kinetik yang melibatkan daya ledak ekstremitas bawah, kekuatan otot inti (*core stability*), dan efisiensi rotasi batang tubuh guna memaksimalkan transfer daya ke bola.

Sebagai arah pengembangan riset ke depan, hasil penelitian ini secara meyakinkan merekomendasikan transisi agenda penelitian biomekanika *throw-in* menuju model multidimensi terintegrasi. Penelitian lanjutan hendaknya tidak lagi menggunakan model regresi linier dua variabel sederhana, melainkan mengembangkan model prediktif multidimensi yang menggabungkan: (1) *ball release velocity*, (2) *release angle*, (3) *release height* berbasis biometri atlet, (4) kinematika rotasi torso, dan (5) koordinasi temporal kinetic chain melalui pendekatan statistik non-linier atau *Response Surface Methodology* (RSM).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik, dapat disimpulkan bahwa sudut lemparan tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan jarak *throw-in* ($r = -0{,}031$; $p = 0{,}912$). Kecepatan gerak tangan juga tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan jarak *throw-in* ($r = -0{,}051$; $p = 0{,}858$).

Analisis regresi linear berganda menunjukkan bahwa sudut lemparan dan kecepatan gerak tangan secara simultan hanya mampu menjelaskan 0,7% variasi jarak lemparan dengan model regresi:

$$\textbf{Jarak} = 15{,}121 - 0{,}013(\text{Sudut}) - 0{,}327(\text{Kecepatan tangan})$$

Model secara keseluruhan tidak signifikan ($F = 0{,}043$; $p = 0{,}958$). Berdasarkan nilai *standardized beta*, kecepatan gerak tangan memiliki kontribusi relatif sedikit lebih besar dibandingkan dengan sudut lemparan, tetapi kontribusi tersebut juga tidak signifikan.

Dengan demikian, sudut lemparan dan kecepatan gerak tangan belum dapat digunakan sebagai prediktor utama jarak *throw in* pada sampel penelitian ini. Optimalisasi teknik *throw in* lebih tepat diarahkan pada pendekatan multidimensional yang mempertimbangkan koordinasi *kinetic chain*, kecepatan pelepasan bola, sudut pelepasan, tinggi pelepasan, serta koordinasi gerak tubuh secara keseluruhan. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan sampel yang lebih besar dan menambahkan parameter biomekanika yang lebih spesifik sehingga model optimalisasi dapat dikembangkan secara lebih akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan Program Penelitian yang dibiayai oleh Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, Dan Teknologi Direktorat Jenderal Riset Dan Pengembangan Skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun Anggaran 2026.

REFERENSI

Anuj, Saini, M., Mondal, R., & Kumar, A. (2026). Influence Of Release Angle And Release Height On Free Throw Accuracy In Basketball. *IOSR Journal of Sports and Physical Education (IOSR-JSPE)*, *13*(1), 6–14. https://doi.org/10.9790/6737-

1301010614

Ardiansyah, R. T., Setiawan, D., & Farhanto, G. (2024). Analisis Biomekanika Jarak Langkah Take Off Pada Lompat Jauh. *Jurnal Olahraga Dan Kesehatan Indonesia (JOKI)*, *4*(2), 171–177.

Arnason, K., Agustsson, A., & Briem, K. (2026). The Jump Throw Proximal-to-Distal Sequence—Contribution of the Proximal Segments to the Shoulder Kinematics. *Journal of Applied Biomechanics*, *42*(5), 376–382. https://doi.org/10.1123/jab.2025-0205

Ashari, E. S., Prabowo, R. A., & Jasmani. (2026). Perbedaan Pengaruh Metode Latihan Ball Medicine Throw Dan Latihan Resistance Band Terhadap Kemampuan Jarak Lemparan Kedalam Pada Permainan Sepakbola Atlet Putra Usia13-14 Tahun Ssb Pojar Jumapolo Karanganyar Tahun2025. *JURNAL KREATIF OLAHRAGA*, *4*(1), 64–79.

Azzahra, N., Carsiwan, & Mudjihartono. (2026). Pengaruh Latihan Rondo Terhadap Peningkatan Kemampuan First Touch Pemain Sepak Bola Usia Sekolah. *Gelanggang Olahraga: Jurnal Pendidikan Jasmani Dan Olahraga*, *9*(5), 2331–2340. https://doi.org/https://doi.org/10.31539/15sn8s29

Brancazio, J. P. (2007). Physics of basketball. *American Journal of Physics*, *49*(4), 356–365. https://doi.org/10.1119/1.12511

Casal, C. A., Armatas, V., Losada, J. L., & Mitrotasios, M. (2023). Effects of tactical dimension and situational variables in throw-ins on the offensive performance in football. *Plos One*, *18*(11), 1–14. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294317

Dafid, M. B., Farhanto, G., Sandi, M., & Mubin, D. (2023). SPRINTER : Jurnal Ilmu Olahraga Pengembangan Alat Bantu Latihan Kecepatan Reaksi Kiper Berbasis Android. *SPRINTER: Jurnal Ilmu Olahraga*, *4*(3).

Ellenbecker, T. S., & Aoki, R. (2020). Step by Step Guide to Understanding the Kinetic Chain Concept in the Overhead Athlete. *Curr Rev Musculoskelet Med*, *13*(2), 155–163. https://doi.org/10.1007/s12178-020-09615-1

Faj, L., Aleksić, J., Knežević, O. M., Božović, B., Brkić, H., Sekulić, D., & Mirkov, D. M. (2026). From Laboratory to Field: Concurrent Validity of Kinovea's Linear Kinematics Tracking Tool for Semi-Automated Countermovement Jump Analysis. *Sensors*, *26*(1), 24. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/s26010024

Farhanto, G., Candra, A. T., & Santoso, D. A. (2021). Pengaruh Sudut Lemparan Terhadap Jarak Lemparan (Throw In) Sepakbola. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi*, *7*(2), 304–311. https://doi.org/10.5281/zenodo.4897364

Farhanto, G., Septa, B., Triaditya, M., & Setiawan, W. (2018). Pengaruh Jumlah Langkah Awalan Terhadap Jarak Lemparan (Throw In) Sepakbola. In *Prosiding Seminar Nasional IPTEK Olahraga* (Vol. 5, Issue 1).

Gozali, Y., Setiawan, D., & Farhanto, G. (2024). Efektivitas Latihan Plyometric Dalam Meningkatkan Kekuatan Dan Kelincahan. *Jurnal Olahraga Dan Kesehatan Indonesia (JOKI)*, *4*(2), 185–193.

Hassan, M. D., Khater, H. A., Hassan, M. M., Deef, M. A., Aboelella, T. M., Bursais, A. K., Bakr, M. A., & Dagher, A. A. Al. (2024). Kinematic Release Indicators to Four Types of Throw-ins for Junior Soccer Players: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, *12*(5), 787–802. https://doi.org/10.13189/saj.2024.120504

Köhler, H. P., Schödlbauer, M., & Witt, M. (2024). How the acceleration phase influences energy flow and the resulting joint moments of the throwing shoulder in the deceleration phase of the javelin throw. *Frontiers in Sports and Active Living*, *6*(September), 1–10. https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1445455

Kusuma, I. D. M. A. W. (2020). Kinematika gerak yang mempengaruhi kecepatan bola pada teknik passing permainan futsal. *Jurnal SPORTIF: Jurnal Penelitian Pembelajaran*, *6*(3), 674–683. https://doi.org/https://doi.org/10.29407/js_unpgri.v6i3.14785

Labbe, A., Foret, W., Troy, M., Page, P., & Savoie, F. "Buddy." (2025). Kinematic Sequencing of the Football Pass Using Inertial Motion Analysis. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *20*(8), 1214–1221. https://doi.org/10.26603/001c.142488

Lees, A., Kemp, M., & Moura, F. A. (2005). A biomechanical analysis of the soccer throw-in with a particular focus on the upper limb motion. In *Science and Football V* (pp. 92–98). Routledge.

Leporace, G., Metsavaht, L., Gonzalez, F. F.,

Arcanjo, F., Jesus, D., Machado, M., Celina, E., & Gomes-neto, M. (2023). Validity and reliability of two-dimensional video-based assessment to measure joint angles during running : A systematic review and. *Journal of Biomechanics*, *157*(July), 111747. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2023.111747

Pradana, J. S., Farhanto, G., & Setiawan, W. (2018). Pengembangan Variasi Latihan Ladder Drill Pada Peserta Ekstrakurikuler Sepakbola Semester Ganjil SDN 1 Cluring Tahun Ajaran 2018/2019. *Jurnal Kejaora (Kesehatan Jasmani Dan Olah Raga)*, *3*(2), 209–217.

Putera, S. H. P., Setijono, H., Wiriawan, O., Muhammad, H. N., & Hariyanto, A. (2022). The Effect of Six-Week Plyometric Training on Enhancing Sports Performance of Adolescent Students. *Physical Education Theory and Methodology*, *22*(3), S37–S47. https://doi.org/10.17309/tmfv.2022.3s.05

Radwan, O. A. A. K., A'mir, O., Fattah, O. A., Jaber, O. H., Ermely, Z. M., & Al-Saoud, H. A. (2024). A kinematic analysis of the two types of soccer throw-in techniques. *Sport TK: Revista Euroamericana de Ciencias Del Deporte*, *13*(1).

Rusdiana, A., Darmawan, M. S., Syahid, A. M., & Kurniawan, T. (2020). Biomechanical Analysis of an Overhead Baseball Throwing Movement Associated with a Cardiorespiratory Fatigue Effect. *The Open Sports Sciences Journal*, *13*, 66–72. https://doi.org/10.2174/1875399X02013010066

Sharifnezhad, A., Raissi, G. R., & Forogh, B. (2021). 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

Slegers, N., Lee, D., & Wong, G. (2021). The Relationship of Intra-Individual Release Variability with Distance and Shooting Performance in Basketball. *Journal of Sports Science and Medicine*, *20*, 508–515. https://doi.org/https://doi.org/10.52082/jssm.2021.508

Stokes, H., Eaton, K., & Zheng, N. (2023). Investigations of the Throwing Biomechanics Index in Collegiate Baseball Pitchers. *Proceedings of the 11th International Conference on Sport Sciences Research and Technology Support (IcSPORTS 2023)*, 227–232. https://doi.org/10.5220/0012255100003587

Trasolini, N. A., Nicholson, K. F., Mylott, J., Bullock, G. S., Hulburt, T. C., & Waterman, B. R. (2022). Biomechanical Analysis of the Throwing Athlete and Its Impact on Return to Sport. *Arthrosc Sports Med Rehabil*, *4*(1), e83–e91. https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.09.027

Tulus Dwi Prasetya. (2014). *Analisis Teknik Lemparan Ke Dalam Dengan Awalan Untuk Menghasilkan Lemparan Tepat Sasaran Pada Pemain Sepakbola - Penelusuran Google*. ARTIKEL I-JOURNAL KESEHATAN OLAHRAGA.