

## Kinematika gerak yang mempengaruhi kecepatan bola pada teknik *passing* permainan futsal

### *Motion kinematics affecting ball speed in passing techniques in futsal game*

I Dewa Made Aryananda Wijaya Kusuma

Jurusan Pendidikan Kepelatihan Olahraga, Fakultas Ilmu Olahraga, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Lidah Wetan Surabaya, Jawa Timur, 60213, Indonesia

Received: 1 October 2020; Revised: 8 November 2020; Accepted: 21 November 2020

#### Abstrak

Futsal merupakan cabang olahraga yang membutuhkan kualitas teknik yang baik. Teknik dikatakan baik apabila dilakukan sesuai dengan prinsip biomekanika, sehingga akan menghasilkan efisiensi gerakan. Dalam proses gerakan *passing* terdapat beberapa faktor kinematika yaitu jarak lintasan *forward swing*, *knee angle*, dan *knee angular velocity*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sumbangan kinematika dari jarak lintasan *forward swing*, *knee angle*, dan *knee angular velocity* terhadap kecepatan *passing* pada permainan futsal. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah korelasi, sedangkan teknik analisis data menggunakan uji regresi berganda dan uji determinasi parsial. Sampel dalam penelitian ini berjumlah 10 pemain futsal putra universitas negeri Surabaya. Instrumen dalam pengambilan data menggunakan kamera 60 FPS dan video analysis kinovea. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa jarak lintasan *forward swing*, *knee angle*, dan *knee angular velocity* memiliki hubungan yang signifikan terhadap kecepatan bola dengan nilai signifikansi  $0,000 < 0,05$ . Faktor *knee angular velocity* memiliki kontribusi yang paling besar dengan nilai 61,3%.

**Kata kunci:** kinematika, *passing*, permainan futsal.

#### Abstract

*Futsal is a sport that requires good technical quality. The technique is said to be good if it is carried out by biomechanics' principles to produce movement efficiency. There are several kinematic factors in the passing movement process, namely the forward swing trajectory, knee angle, and knee angular velocity. This study aims to determine the kinematic contribution of the forward swing trajectory distance, knee angle, and knee angular velocity to the futsal game's passing speed. The method used in this research is a correlation, while the data analysis technique uses multiple regression tests and partial determination tests. The sample in this study consisted of 10 male futsal players at the State University of Surabaya. Instruments in data collection using a 60 FPS camera and video analysis Kinovea. This study indicates that the forward swing trajectory, knee angle, and knee angular velocity have a significant relationship with ball velocity with a significance value of  $0.000 < 0.05$ . The knee angular velocity factor has the most significant contribution with a value of 61.3%.*

**Keywords:** kinematics, *passing*, futsal games.

Correspondence author: I Dewa Made Aryananda Wijaya Kusuma, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia.

Email: [dewawijaya@unesa.ac.id](mailto:dewawijaya@unesa.ac.id)



Jurnal SPORTIF: Jurnal Penelitian Pembelajaran is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

## PENDAHULUAN

Permainan futsal merupakan permainan dengan intensitas yang tinggi, dimainkan dilapangan yang berukuran kecil dan dilakukan dengan cepat. Menurut [Mulyono \(2017\)](#) teknik dasar futsal terdiri dari *passing*, *control*, *chipping*, *dribbling*, *shooting*, tendangan ujung kaki, *heading*, teknik menangkap bola, dan melempar bola. Dengan karakter yang cepat, setiap pemain harus mampu memindahkan bola dengan cepat pula sehingga dibutuhkan teknik *passing* yang berkualitas. Pendapat tersebut sesuai dengan penelitian [Prastyo, Sugiyanto, & Doewes \(2017\)](#), yang menyatakan bahwa untuk dapat bermain futsal dengan ritme yang baik dan dapat memenangkan permainan, maka seorang pemain wajib menguasai teknik dasar. Menurut [Irawan \(2009\)](#), teknik *passing* bertujuan untuk memindahkan bola dari satu pemain ke pemain lainnya, sehingga dapat teknik *passing* sangat dibutuhkan pada permainan yang menuntut kerjasama tim.

Dalam rangka mengetahui dan mengevaluasi gerakan teknik *passing* yang benar terdapat suatu analisis gerak yang dinamakan biomekanika olahraga. Menurut [Ferdinands, Kersting, & Marshall \(2013\)](#), ilmu yang mengkaji struktur dan fungsi sistem biologis yang ditinjau dari sistem mekanika dinamakan biomekanika. Selain itu menurut [Knudson \(2007\)](#) biomekanika merupakan studi tentang gaya eksternal dan internal yang dapat mengintervensi tubuh manusia serta dampaknya. Dengan pengaplikasian biomekanika dalam olahraga, dapat meningkatkan performa serta mencegah terjadinya cedera saat olahraga, sehingga prestasi yang maksimal akan tercapai ([Mun, Suh, Park, & Choi, 2015](#)). Dalam pengaplikasian biomekanika olahraga terdapat beberapa jenis analisis yang dapat dilakukan, diantaranya analisis 2D, 3D, dan analisis kerja otot. Pemilihan jenis analisis yang dilakukan sangat bergantung pada kesiapan alat yang dimiliki serta kedalaman analisis yang akan dilakukan. Analisis 2D merupakan analisis yang sering digunakan, karena dapat dilakukan menggunakan satu kamera dan aplikasi *movement analysis*. Agar dapat menganalisis *passing* pada permainan futsal, hal

pertama yang harus dilakukan adalah membagi suatu rangkaian gerakan *passing* menjadi tahapan-tahapan mulai awal gerakan sampai *impact*.

Teknik *passing* terdapat beberapa prinsip biomekanika yang mempengaruhinya, salah satunya adalah momentum. Momentum dan *impuls* merupakan prinsip yang terjadi pada teknik *passing*. Menurut [Huston \(2013\)](#) impuls memiliki nilai yang sama dengan perubahan momentum dari benda, sehingga untuk meningkatkan kecepatan *passing* (momentum) dibutuhkan impuls yang besar. Didalam terjadinya impuls pada teknik *passing* terdapat tiga faktor yang menentukan, yaitu jarak lintasan *forward swing*, *knee angle*, dan *knee angular velocity*. Menurut penelitian [Hidayat & Rusdiana \(2018\)](#), *knee angular velocity* berpengaruh pada kecepatan bola. Jika dilihat dari persamaan rumus impuls dan momentum adalah ( $k \times t = m \times v$ ) ([Sudarmada & Wijaya, 2015](#)), untuk memperbesar momentum *passing* futsal dibutuhkan kekuatan ( $k$ ) dan lamanya pengerahan kekuatan ( $t$ ). Yang dapat mempengaruhi kekuatan adalah kualitas otot saat berkontraksi, sedangkan yang dapat mempengaruhi lamanya pengerahan kekuatan adalah lintasan *forward swing*, dan *knee angle*.

Beberapa penelitian tentang biomekanika teknik futsal telah dilakukan, seperti penelitian [Hidayat & Rusdiana \(2018\)](#) yang meneliti analisis gerak teknik *shooting* dan kecepatan bola yang dihasilkan. [Huang, Lu, & Wu \(2013\)](#) meneliti tentang parameter biomekanik tendangan kaki bagian dalam terhadap target tertentu gawang di Futsal. [Ozaki, Sunami, & Ishii \(2010\)](#) meneliti tentang perbedaan antara gerakan dalam menendang bola futsal dan menendang bola sepak di Jepang. [Fikri, Pradhila, & Dirganta \(2016\)](#) meneliti tentang faktor keakuratan target saat pemain futsal mengoper bola. Penelitian lainnya juga menemukan bahwa untuk mengetahui keberhasilan dalam menendang sangatlah kompleks ([Vieira et al., 2016](#)).

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa aspek yang belum diteliti khususnya di Indonesia, yaitu faktor apa yang paling berkontribusi pada saat melakukan gerakan *passing* futsal untuk

menghasilkan kecepatan bola yang maksimal. Diketuinya faktor tersebut akan mempermudah pelatih untuk memfokuskan latihannya sehingga peningkatan kualitas *passing* akan tercapai. Untuk menjawab urgensi diatas maka penelitian ini akan berfokus pada kajian analisis jarak lintasan *forward swing*, *knee angle*, dan *knee angular velocity* terhadap kecepatan bola saat *passing* futsal.

## **METODE**

### **Partisipan**

Pengambilan sampel menggunakan teknik *purpose sampling* (Mahardika, 2015), dengan sampel yang berjumlah berjumlah 10 orang pemain futsal yang tergabung pada Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) cabang olahraga futsal di Universitas Negeri Surabaya.

### **Metode**

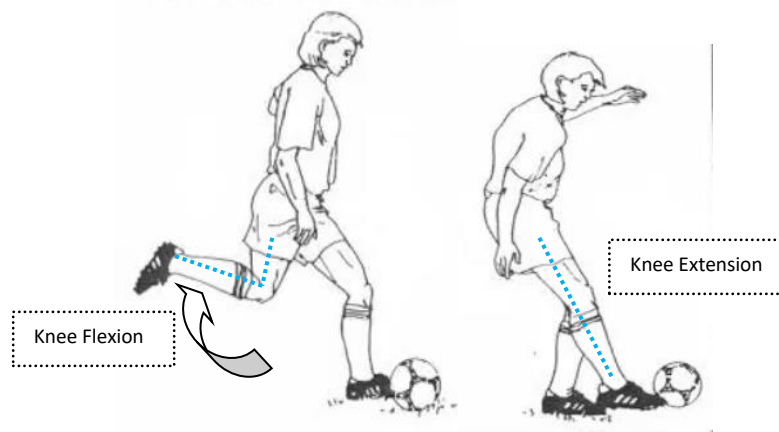
Metode korelasi digunakan pada penelitian ini karena bertujuan untuk mengetahui hubungan antar variabel, teknik analisis data menggunakan uji normalitas, uji regresi berganda, dan perhitungan sumbangan efektif (SE) (Sugiyono, 2016).

### **Instrumen**

Instrumen yang digunakan dalam pengambilan data adalah aplikasi perangkat lunak bernama *Kinovea* versi *0.8.27*, kamera *Digital Single Lens Reflex 600D*, dan *1200D* dengan *frame rate 60 FPS*. Tempat pengambilan data dilaksanakan di lapangan Nisrina Futsal Center Surabaya.

### **Parameter Kinematika Gerak**

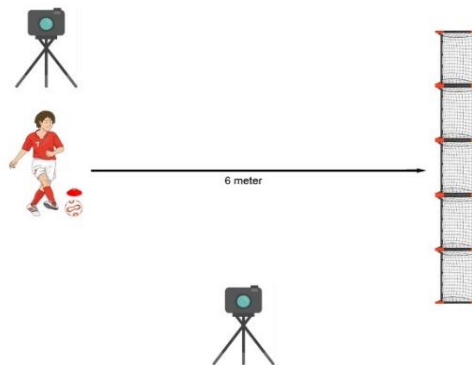
Untuk mengetahui karakteristik mekanika teknik *passing* pada permainan futsal, maka dibuatkan pembuatan model sesuai dengan prinsip anatomi gerak yaitu pada sendi lutut (*hinge joint*). Sendi ini memiliki satu karakteristik gerakan yaitu *flexion* dan *extension*.



**Gambar 1.** Parameter Kinematika Gerak pada Sendi Lutut

Pada gerakan yang ditunjukkan pada gambar 1, dapat diambil tiga poin pengukuran kinematika, yaitu panjang lintasan antara *knee flexion* sampai *knee extention* dengan satuan meter (m), kecepatan *angular knee* dengan satuan *radian per second (rad/s)*, dan *knee angle* saat lutut melakukan gerak *flexion* dengan satuan derajat ( $^{\circ}$ )

#### Prosedur Pengambilan Data



**Gambar 2.** Skema Pengambilan Data

Dalam pengambilan data, peneliti menggunakan 2 kamera yang siap untuk merekam (gambar 2). Kamera satu untuk merekam gerakan sampel dan berada sejajar dengan sampel, sedangkan kamera dua berada pada posisi diantara sampel dan target sehingga dapat merekam seluruh gerakan *passing* mulai awal sampai akhir. Untuk mengetahui kecepatan bola, kecepatan sudut, dan sudut, data

video diolah menggunakan aplikasi perangkat lunak bernama *Kinovea*.

## HASIL

Hasil analisis aplikasi perangkat lunak *Kinovea* meliputi jarak lintasan *forward swing*, *knee angle*, dan *knee angular velocity*, serta kecepatan bola yang ditunjukkan pada tabel 1 dibawah ini.

**Tabel 1.** Hasil Analisis Gerak *Passing* pada Permainan Futsal

| Kinematic Parameter Analysis |        |  |                       |                                      |                      |
|------------------------------|--------|--|-----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| No                           | Sampel | Panjang Lintasan <i>Forward Swing</i> Hingga <i>Impact</i> (m) | <i>Knee Angle</i> (°) | <i>Knee Angular Velocity</i> (rad/s) | Kecepatan Bola (m/s) |
| 1                            | RA     | 1.30 m   | 74°                   | 3.6 rad/s                            | 15.3 m/s             |
| 2                            | AT     | 1.24 m   | 80°                   | 3.0 rad/s                            | 14.0 m/s             |
| 3                            | MM     | 1.20 m   | 82°                   | 3.0 rad/s                            | 13.5 m/s             |
| 4                            | AR     | 1.19 m   | 90°                   | 1.5 rad/s                            | 10.5 m/s             |
| 5                            | AA     | 1.21 m   | 74°                   | 3.5 rad/s                            | 15.0 m/s             |
| 6                            | MZJ    | 1.17 m   | 81°                   | 3.2 rad/s                            | 14.0 m/s             |
| 7                            | MIF    | 1.15 m   | 84°                   | 2.6 rad/s                            | 13.5 m/s             |
| 8                            | MD     | 1.14 m   | 86°                   | 2.4 rad/s                            | 12.0 m/s             |
| 9                            | YA     | 1.00 m   | 88°                   | 2.0 rad/s                            | 10.5 m/s             |
| 10                           | AF     | 1.07 m   | 75°                   | 3.2 rad/s                            | 14.5 m/s             |
|                              | Mean   | 1,167 m  | 81,4°                 | 2,8 rad/s                            | 13,28 m/s            |
|                              | SD     | 0,08   | 5,75                  | 0,67                                 | 1,72                 |

Hasil analisis gerak *passing* pada permainan futsal (tabel 1) selanjutnya dilakukan analisis uji regresi berganda dan mencari sumbangan efektif (SE) dari tiap variabel *independent*. Hasil uji korelasi menggunakan uji regresi berganda dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Uji korelasi

| ANOVA <sup>a</sup> |            |                |    |             |        |                   |
|--------------------|------------|----------------|----|-------------|--------|-------------------|
| Model              |            | Sum of Squares | Df | Mean Square | F      | Sig.              |
| 1                  | Regression | 25.643         | 3  | 8.548       | 46.076 | .000 <sup>b</sup> |
|                    | Residual   | 1.113          | 6  | .186        |        |                   |
|                    | Total      | 26.756         | 9  |             |        |                   |

a. Dependent Variable: Kecepatan Bola

b. Predictors: (Constant), *Knee Angular Velocity*, Panjang Lintasan *Forward Swing* Hingga *Impact*, *Knee Angle*

Tabel 2 menunjukkan bahwa uji korelasi secara simultan diperoleh nilai sebesar  $0,000 < 0,05$ , sehingga dapat diartikan terdapat hubungan yang signifikan antara panjang lintasan *forward swing* hingga *impact*, *knee angle*, dan *knee angular velocity* terhadap kecepatan bola. Selanjutnya

untuk mengetahui kontribusi yang paling dominan antara ketiga *variable* tersebut, maka dilakukan perhitungan sumbangan efektif (SE) yang ditunjukkan pada tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Sumbangan Efektif

| Variabel   | Prosentase |
|--|------------|
| Sumbangan efektif panjang lintasan <i>forward swing</i> hingga <i>impact</i> | 7 %        |
| Sumbangan efektif <i>knee angle</i>  | 27,6 %     |
| Sumbangan efektif <i>knee angular velocity</i>                               | 61,3 %     |

Berdasarkan analisis sumbangan efekti (tabel 3) maka dapat diketahui bahwa sumbangan efektif (SE) *variable* panjang lintasan *forward swing* hingga *impact* terhadap Kecepatan bola adalah sebesar 7%, sumbangan efektif (SE) *variable knee angle* terhadap kecepatan bola adalah sebesar 27,6%, dan sumbangan efektif (SE) *variable knee angular velocity* terhadap kecepatan bola adalah sebesar 61,3%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa *variable knee angular velocity* memiliki pengaruh lebih dominan terhadap kecepatan bola pada *passing* permainan futsal.

## PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang didapatkan menunjukkan bahwa panjang lintasan *forward swing* hingga *impact*, *knee angle*, *knee angular velocity*, secara simultan memberi kontribusi pada kecepatan bola dalam permainan futsal. Apabila dikaitkan dengan prinsip *impuls*, maka untuk menghasilkan *impuls* yang besar dibutuhkan perkalian antara kekuatan (K) dan lamanya waktu pengerahan kekuatan/awalan (t). Untuk meningkatkan *impuls* pada gerakan mengayun, maka yang diperbesar adalah t (Sudarmada & Wijaya, 2015). Lamanya waktu pengerahan kekuatan dapat dihasilkan dari *knee angel* yang kecil sehingga, ketika atlet *knee angel* menunjukkan sudut yang kecil, maka akan terbentuk lintasan *forward swing* yang relatif lebih panjang. Dengan perpaduan kedua komponen tersebut, maka akan meningkatkan lamanya waktu pengerahan kekuatan. Pernyataan tentang *knee angel* didukung oleh penelitian Ulum, Rubiono, & Sartika (2019) yang menemukan bahwa

sudut kaki mempengaruhi kecepatan bola. Penelitian yang dilakukan oleh [Barbieri, Gobbi, Santiago, & Cunha, \(2010\)](#), juga menggunakan komponen *knee angel* dan *angular velocity* yang menunjukkan bahwa dua komponen tersebut berpengaruh pada teknik *passing*.

Panjang lintasan *forward swing* hingga *impact*, *knee angle*, *knee angular velocity* memiliki hubungan yang sangat kuat terhadap kecepatan bola, namun *knee angular velocity* memberi kontribusi yang besar terhadap kecepatan bola pada teknik *passing* dalam permainan futsal. *Knee angular velocity* merupakan kecepatan ayunan kaki sebelum mengenai bola. Kesimpulan tersebut sejalan dengan pendapat [Huang et al., \(2013\)](#) dan [Kellis & Katis \(2007\)](#) yang menyatakann bahwa kecepatan kaki mempengaruhi kecepatan bola sebelum kontak dengan bola.

Pada penelitian ini, terdapat beberapa keterbatasan, salah satunya dalam analisis tidak dapat mengukur kecepatan maksimal. Sebagai saran untuk penelitian selanjutnya agar dapat mengukur kecepatan maksimal serta menambahkan variabel *fatigue* karena faktor tersebut merupakan salah satu yang dapat mempengaruhi hasil tendangan teknik *passing* futsal.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini yaitu panjang lintasan *forward swing* hingga *impact*, *knee angle*, dan *knee angular velocity* memiliki kontribusi yang sangat kuat terhadap kecepatan bola pada teknik *passing*, namun komponen *knee angular velocity* yang memiliki kontribusi yang paling besar.

## REFERENSI

- Charmant, (2018) Kinovea (Version 0.8.27) [Computer software]. Available from <http://www.kinovea.org/>
- Barbieri, Fabio A., Gobbi, L. T. B., Santiago, P. R. P., & Cunha, S. A. (2010). Performance comparisons of the kicking of stationary and rolling balls in a futsal context. *Sports Biomechanics*. <https://doi.org/10.1080/14763141003690211>
- Ferdinands, R. E. D., Kersting, U. G., & Marshall, R. N. (2013). A twenty-segment kinematics and kinetics model for analysing golf swing



mechanics. *Sports Technology*.  
<https://doi.org/10.1080/19346182.2013.854799>

Fikri, S., Pradhila, F., & Dirganta, D. (2016). Biomechanical Analysis With Optimal Combination By Using Foot and Distance When The Futsal Player Passing The Ball Against The Accuracy of The Target. *British Journal of Sports Medicine*.  
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096952.20>

Hidayat, I., & Rusdiana, A. (2018). Analisis Biomekanik Tendangan Shooting Pada Atlet Futsal Putra UKM Futsal Universitas Pendidikan Indonesia. *Jurnal Sains Keolahragaan Dan Kesehatan*. <https://doi.org/10.5614/jskk.2018.3.2.3>

Huang, C.-F., Lu, K.-H., & Wu, H.-W. (2013). Biomechanics of Accurate Instep Kick In Futsal. *National Taiwan University of Physical Education and Sport*. <https://doi.org/P03-21 ID214>

Huston, R. L. (2013). Fundamentals of biomechanics. In *Fundamentals of Biomechanics*. <https://doi.org/10.1201/b14767>

Irawan, A. (2009). *Teknik Dasar Modern Futsal*. Jakarta: Pena Pundi Aksara.

Kellis, E., & Katis, A. (2007). Biomechanical characteristics and determinants of instep soccer kick. *Journal of Sports Science and Medicine*.

Knudson, D. (2007). Fundamentals of Biomechanics, Second Edition. In *Fundamentals of Biomechanics*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-5298-4>

Mahardika, I. M. S. (2015). *Metodologi Penelitian*. Surabaya: Unesa University Press.

Mulyono, M. A. (2017). *Buku Pintar Futsal*. Jakarta: Anugrah.

Mun, F., Suh, S. W., Park, H. J., & Choi, A. (2015). Kinematic relationship between rotation of lumbar spine and hip joints during golf swing in professional golfers. *BioMedical Engineering Online*.  
<https://doi.org/10.1186/s12938-015-0041-5>

Ozaki, H., Sunami, S., & Ishii, H. (2010). Kinematic Analysis of Lower Limb in Futsal Ball Kicking. *International Symposium on Biomechanics in Sports: Conference Proceedings Archive*.

Prastyo, B. W., Sugiyanto, & Doewes, M. (2017). The Development Model of The Basic Techniques of Exercise And Physical Exercise on Futsal Players Level Intermediate. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 2(3), 50–58.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.376857>

Sudarmada, I. N., & Wijaya, I. M. K. (2015). *Biomekanika Olahraga*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Sugiyono, P. D. metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D. ,

Alfabeta, cv. (2016).

- Ulum, M. M., Rubiono, G., & Sartika, D. (2019). Pengaruh Sudut Kaki Terhadap Kecepatan dan Sudut Simpangan Bola. *V-MAC (Virtual of Mechanical Engineering Article)*, 4(2), 21–24. Retrieved from <https://ejournal.unibabwi.ac.id/index.php/vmac/article/view/643>
- Vieira, L. H. P., De Souza Serenza, F., De Andrade, V. L., De Paula Oliveira, L., Mariano, F. P., Santana, J. E., & Santiago, P. R. P. (2016). Kicking performance and muscular strength parameters with dominant and nondominant lower limbs in Brazilian elite professional futsal players. *Journal of Applied Biomechanics*. <https://doi.org/10.1123/jab.2016-0125>