



## Kinematika Performa 100 meter Sprinter Elit Indonesia

Ainun Zulfikar Rizki<sup>1\*</sup>, Nining Widyah Kusnanik<sup>2</sup>, Yusuf Fuad<sup>3</sup>, Nurhasan<sup>4</sup>, Abdul Rachman Syam Tuasikal<sup>5</sup>, Muchamad Arif Al Ardha<sup>6</sup>, Catur Supriyanto<sup>7</sup>, Gede Doddy Tisna MS<sup>8</sup>, Chung Bing Yang<sup>9</sup>, Wei Jhe Lin<sup>10</sup> 

<sup>1,4,5,6</sup> Pendidikan Olahraga, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

<sup>2</sup> Pendidikan Kepelatihan Olahraga, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

<sup>3</sup> Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

<sup>7</sup> Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

<sup>8</sup> Ilmu Keolahragaan, Universitas Pendidikan Ganesha, Bali, Indonesia

<sup>9,10</sup> Physical Education and Kinesiology, National Dong Hwa University, Hualien, Taiwan

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received April 13, 2022

Revised April 17, 2022

Accepted September 14, 2022

Available online October 25, 2022

#### Kata Kunci:

Biomekanika Olahraga,  
Kinematika, Atletik, Sprinter

#### Keywords:

*Sports Biomechanics, Kinematics,  
Athletics, Sprinters*



This is an open access article under the  
[CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2022 by Author.

Published by Universitas Pendidikan  
Ganesha.

### ABSTRAK

Kecepatan lari adalah produk dari panjang langkah dan frekuensi langkah dan oleh karena harus dipahami oleh atlet. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penampilan lari 100 meter atlet sprinter elit Indonesia. Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif-kualitatif. Desain penelitian ini adalah komparasi. Subjek dari penelitian ini adalah Lalu Muhammad Zohri pada saat Kejuaraan Atletik Junior di Finlandia 2018, Asian Games 2018, dan Olimpiade Tokyo 2020. Komponen variabel pada penelitian ini adalah Stride, Arm extension, Elbow flexion, trunk flexion, Knee height. Instrumen dalam penelitian ini menggunakan software kinovea. Hasil dari penelitian ini tidak ada perbedaan yang signifikan antara stride pada ketiga kejuaraan dan ada perbedaan yang signifikan pada komponen arm extension, elbow flexion, trunk flexion, dan knee height pada kejuaraan dunia junior 2018, Asian Games 2018, dan Olimpiade Tokyo 2020. Analisis data menggunakan uji friedman test. Hasil dari penelitian ini adalah tidak ada perbedaan yang signifikan antara stride pada ketiga kejuaraan. Perbedaan signifikan ditemukan pada arm extension, elbow flexion, trunk flexion, dan knee height antara ketiga kejuaraan yang diikuti oleh Lalu Muhammad Zohri. Hasil capaian Lalu Muhammad Zohri pada Kejuaraan dunia Junior 2018 dengan catatan waktu 10.18 detik menunjukkan arm extension ( $100,68 \pm 21,60^\circ$ ) dan trunk flexion ( $117,96 \pm 14,50^\circ$ ) lebih besar dari yang dua kejuaraan lainnya. Sehingga kecepatan maksimum merupakan kombinasi dari kemampuan motorik dan teknik lari sprint yang sangat rasional.

### ABSTRACT

Running speed is the product of stride length and frequency and, therefore, must be understood by athletes. This study aims to analyze the 100-meter running performance of Indonesian elite sprinter athletes. This type of research is quantitative-qualitative descriptive research. The research design is comparative. The subject of this study was Lalu Muhammad Zohri at the 2018 Junior Athletics Championships in Finland, the 2018 Asian Games, and the 2020 Tokyo Olympics. The variable components in this study were Stride, Arm extension, Elbow flexion, trunk flexion, and Knee height. The instrument in this study used the kinovea software. The results of this study are that there is no significant difference between strides in the three championships, and there are significant differences in the components of arm extension, elbow flexion, trunk flexion, and knee height at the 2018 junior world championships, 2018 Asian Games, and the 2020 Tokyo Olympics. Data analysis using the Friedman test. The result of this study is that there is no significant difference between the strides in the three championships. Significant differences were found in arm extension, elbow flexion, trunk flexion, and knee height between the three competitions in which Lalu Muhammad Zohri participated. Lalu Muhammad Zohri's results at the 2018 Junior World Championships, with a record time of 10.18 seconds, showed arm extension ( $100.68 \pm 21.60^\circ$ ) and trunk flexion ( $117.96 \pm 14.50^\circ$ ) was more significant than the other two championships. So that the maximum speed is a combination of motor skills and a very rational sprint technique.

\*Corresponding author.

E-mail addresses: [ainunzulfikar1998@gmail.com](mailto:ainunzulfikar1998@gmail.com) (Ainun Zulfikar Rizki)

## 1. PENDAHULUAN

Olahraga merupakan bagian dari kehidupan manusia, dengan berolahraga kebugaran jasmani atau kondisi fisik seseorang dapat ditingkatkan sehingga untuk melaksanakan aktivitas sehari-hari tanpa mengalami kelelahan yang berarti. Kegiatan ini merupakan serangkaian kegiatan fisik dan keterampilan teknik bukan hanya untuk kesehatan jasmani dan rohani saja tetapi juga bertujuan untuk memenangkan suatu pertandingan, meskipun bertujuan menyehatkan jasmanit tetapi olahraga juga memiliki resiko untuk terjadinya cedera olahraga (Apriansyah et al., 2017; Puspitasari, 2019; Wicaksono et al., 2020). Olahraga merupakan kegiatan atau latihan fisik yang luar biasa, tidak perlu, berdasarkan aturan, kompetitif, dan keterampilan (Borge, 2021; Santos et al., 2021). Olahraga memberikan kontribusi penting bagi kesejahteraan fisik, psikologis, dan emosional (Hughes et al., 2020; Nugraha et al., 2021). Kebanyakan orang biasanya hanya mengartikan olahraga berupa kegiatan yang disengaja dilakukan untuk bisa meningkatkan atau menjaga kesehatan tubuh (Ramadhan & Bulqini, 2018; Tomoliyus et al., 2013). Sehingga olahraga dapat diartikan sebagai aktivitas yang dilakukan seseorang untuk memperoleh kesehatan jasmani. Salah satu olahraga yang dapat murah dan mudah dilakukan adalah berlari.

Lari adalah salah satu kegiatan fisik yang populer dimasyarakat dan diyakini berpengaruh besar untuk menjaga kesehatan (De Jonge et al., 2020; Lee et al., 2017). Selain itu, masyarakat dapat merasakan manfaat latihan berlari dalam melaksanakan kegiatan kesehariannya (De Jonge et al., 2020). Berlari dikaitkan dengan risiko cedera berlebihan yang lebih tinggi daripada bentuk latihan aerobik lainnya seperti berjalan, berenang, dan bersepeda (Francis et al., 2019; Rottier & Allen, 2021). Kecepatan lari adalah produk dari panjang langkah dan frekuensi langkah dan oleh karena itu kecepatan yang lebih cepat dapat dicapai dengan peningkatan salah satu atau keduanya (Bartlett & Drust, 2021; Rottier & Allen, 2021). Maka perlu adanya pengetahuan lebih terkait lari berdasarkan sport science atau ilmu keolahragaan. Sport science atau ilmu keolahragaan dianggap sebagai studi penerapan prinsip dan teknik ilmiah untuk meningkatkan kinerja olahraga (Bartlett & Drust, 2021). Salah satu cara untuk memanfaatkan sport science adalah dengan menggunakan teknologi olahraga. Industri olahraga semakin dipengaruhi oleh inovasi teknologi untuk daya saing globalnya (Ratten, 2020). Berbagai alat digunakan untuk meningkatkan kemampuan seseorang atlet. Peningkatan kemampuan tersebut dapat menggunakan perspektif biomekanika.

Biomekanika pada dasarnya berasal dari dua disiplin ilmu, mekanika dan biologi (Vigotsky et al., 2019). Biomekanika merupakan ilmu yang menjelaskan tentang aspek mekanik dari pergerakan tubuh manusia (Kurniawati et al., 2019; Papageorgiou, 2020). Dalam olahraga, Biomekanika adalah salah satu disiplin ilmu yang paling menarik dan formal dalam ilmu olahraga (Papageorgiou, 2020). Dalam 40 tahun terakhir, biomekanik telah berkembang secara signifikan sebagai subdisiplin dalam kinesiologi (Hamill et al., 2021). Sehingga sudah sejak lama biomekanika dipercaya sebagai cara untuk meningkatkan performa atau kemampuan atlet. Pada penelitian ini, peneliti ingin mengetahui analisis biomekanika seorang pelari sprinter elit Indonesia. Hasil analisis ini dapat digunakan untuk mengembangkan kriteria baru, mengevaluasi efektivitas pemecahan masalah gerakan, menilai kebenaran teknik gerakan, dan mengidentifikasi kesalahan yang dapat menyebabkan cedera (Davydova et al., 2020).

Sprinter melakukan sprint 100 m dengan usaha maksimal agar mencapai hasil yang baik (Singh et al., 2021; Takahashi et al., 2021). Kemampuan berlari sangat penting untuk keberhasilan kinerja dalam olahraga (Singh et al., 2021). Pada saat berlari, start harus dilakukan dengan baik dan sprinter harus cepat berakselerasi dan mengatur posisi tubuh sebaik mungkin. Hal ini merupakan salah satu faktor penentu performa terbaik dalam berlari (Batra et al., 2021; Singh et al., 2021). Performa sprint yang superior dicapai dengan menggunakan torsi besar sendi ekstremitas bawah (Tomita et al., 2021). Proyeksi atlet saat lepas landas dengan batang tubuh yang condong ke depan dan pemisahan paha yang besar merupakan karakteristik, oleh karena itu, kinerja akselerasi awal yang sangat baik dan ini akan menjadi hasil yang baik (Walker et al., 2021). Sehingga peran posisi tubuh pada saat melakukan gerakan sangat membantu pelari melakukan gerakan terbaiknya. Peran biomekanika dalam hal ini sangat membantu untuk menganalisis gerakan pelari. Dengan demikian, pelari dapat mengerti dan memahami pada saat tertentu kelemahan atau penurunan gerakan sehingga pelari bisa berlatih untuk meningkatkannya.

Pada cabang olahraga atletik lari nomor 100 meter, prestasi terbaik sekaligus pemegang rekor nasional Indonesia dimiliki oleh Lalu Muhammad Zohri dari Provinsi Nusa Tenggara Barat dengan catatan waktu 10.03 detik. Peluang Indonesia cukup besar untuk menjadikan Lalu Muhammad Zohri sebagai ujung tombak atletik nomor 100 meter. Pada kejuaraan dunia atletik Junior 2018 di Finlandia, Lalu Muhammad Zohri berhasil mendapatkan posisi pertama dan mendapatkan emas dengan catatan waktu 10,18 detik. Catatan waktu itu sekaligus memecahkan rekor nasional junior atas namanya sendiri 10,25 detik. Rekor waktu 10,18 detik itu juga mendekati rekor nasional senior atas nama Suryo Agung Wibowo 10,17 detik. pencapaiannya dalam Kejuaraan Dunia Atletik U-20 atau sebelumnya disebut Kejuaraan Dunia Junior sebagai bagian dari persiapan mengikuti perlombaan atletik Asian Games 2018 di Jakarta. Akan tetapi Lalu Muhammad Zohri harus tersingkir pada saat mengikut kejuaraan Olimpiade Tokyo 2020 pada babak

penyisihan dengan posisi kelima dengan catatan waktu 10,2 detik. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penampilan lari 100 meter atlet Lalu Muhammad Zohri pada tiga kejuaraan dunia tersebut. Evaluasi kinematika dilakukan dengan membandingkan variabel Stride atau langkah, Arm extension, Elbow flexion, trunk flexion, dan Knee height.

## 2. METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif-kualitatif dengan analisis gerakan yang menghasilkan data kuantitatif yang kemudian hasilnya dideskripsikan dan dianalisis secara statistik. Penelitian deskriptif memusatkan perhatian kepada pemecahan masalah masalah aktual sebagaimana adanya pada saat penelitian dilaksanakan. Data dari pengamatan rekaman video yang bersumber dari youtube juga dalam bentuk data kualitatif untuk dideskripsikan secara ilmiah. Subjek dari penelitian ini adalah pelari 100 meter elit Indonesia yaitu Lalu Muhammad Zohri dengan memilih 3 kejuaraan dunia yang diikutinya antara lain Kejuaraan Atletik Dunia Junior 2018, Asian Games 2018, dan Olimpiade Tokyo 2020.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa aplikasi kinovea versi 0.8.15. Dalam pemilihan rekaman video bersumber dari youtube diperlukan penentuan kategori antara lain sebagai berikut. video sesuai dengan judul penelitian, gambar jernih, rekaman video tidak terganggu, sangat stabil, tidak ada obyek/subyek lain yang mengganggu dari awal sampai selesai rangkaian lari sprint, tinggi video tetap atau konsisten dan stabil, video memungkinkan dianalisis dengan aplikasi kinovea versi 0.8.15, link youtube termasuk open akses dan dipublikasikan untuk umum, apakah subyek cukup jelas diamati dalam sprint sejak awal sampai akhir, ketika atlet pada posisi start block, posisi tubuh atlet termasuk ideal, ketika atlet berlari pada 0–20 meter sejak dari start block, posisi tubuh termasuk ideal, ketika atlet berlari pada 20–60 meter sejak dari start block, posisi tubuh termasuk ideal, ketika atlet berlari pada 60–80 meter sejak dari start block, posisi tubuh termasuk ideal, ketika atlet berlari pada 80–100 meter sejak dari start block, posisi tubuh termasuk ideal, hasil rekaman video termasuk layak untuk dianalisis secara saintifik. dalam pemilihan rekaman video yang bersumber dari youtube, peneliti mendapatkan 28 rekaman video untuk Kejuaraan Atletik Dunia Junior 2018, 12 rekaman video untuk Asian Games 2018, dan 4 untuk Olimpiade Tokyo 2020. Berdasarkan rekaman video yang tersedia, peneliti memilih rekaman video sesuai dengan kategori yang ditentukan.

Desain penelitian ini adalah komparasi hal ini dikarenakan peneliti akan melakukan perbandingan antara kejuaraan yang diikuti oleh Lalu Muhammad Zohri. Komponen variabel pada penelitian ini adalah Stride atau langkah, Arm extension, Elbow flexion, trunk flexion, Knee height. Stride atau langkah adalah waktu perlangkah dengan menggunakan indikator waktu pada di setiap langkah. Arm extension adalah sudut yang diambil dengan menggunakan indikator tulang humerus dan garis vertikal imajiner. Trunk flexion diukur dengan menggunakan trunk dan tulang femur saat mencapai ketinggian maksimal. Elbow flexion adalah sudut yang diambil dengan indikator tulang humerus dan tulang ulna saat mencapai lekukan maksimal. Knee height adalah ketinggian lutut yang diambil dengan indikator ketinggian lutut dengan tanah pada saat mencapai ketinggian maksimal.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Berdasarkan uji normalitas oleh Kolmogorov Smirnov, ada beberapa data tidak terdistribusi normal, yaitu *stride* pada ketiga kejuaraan, *arm extension* pada kejuaraan dunia junior 2018 dan Olimpiade tokyo 2020, *knee height* pada kejuaraan dunia junior 2018 dan asian games 2018. Sehingga pada uji beda selanjutnya dilakukan dengan menggunakan non-parametrik. Hasil one-Sample Kolmogorov-Smirnov Test disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Analisis komponen gerakan	Mean ± SD	Sig
Stride Kejuaraan dunia Junior 2018	0,217 ± 0,03 detik	.000
Stride Asian Games 2018	0,223 ± 0,03 detik	.000
Stride Olimpiade Tokyo 2020	0,215 ± 0,04 detik	.004
Arm Extension Kejuaraan dunia junior 2018	100,68 ± 21,60 °	.006
Arm Extension Asian Games 2018	90,783 ± 11,23 °	.200*
Arm Extension Olimpiade Tokyo 2020	83,292 ± 14,28 °	.031
Elbow Flexion Kejuaraan dunia junior 2018	40,409 ± 10,03 °	.200*
Elbow Flexion Asian Games 2018	56,7 ± 7,41 °	.200*
Elbow Flexion Olimpiade Tokyo 2020	39,545 ± 6,44 °	.200*

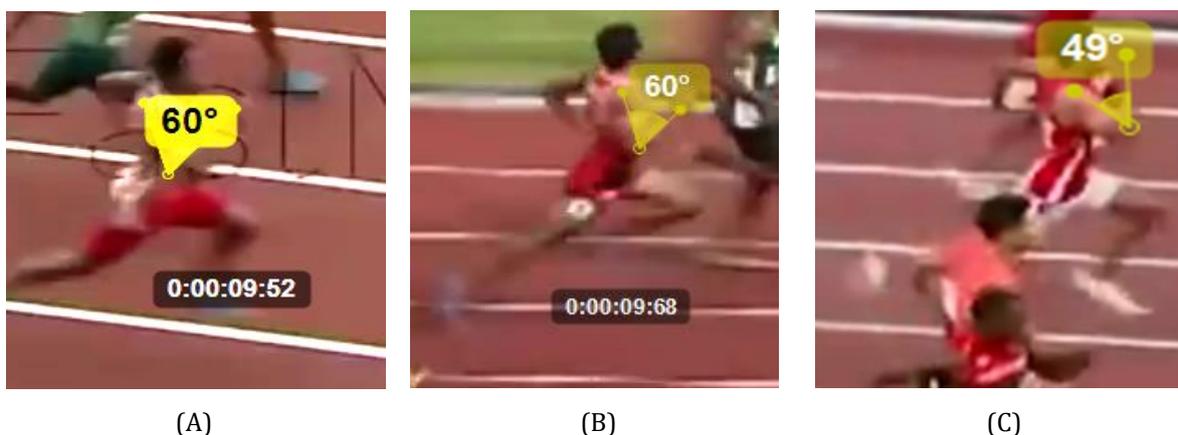
Analisis komponen gerakan	Mean ± SD	Sig
Trunk Flexion Kejuaraan dunia Junior 2018	117,96 ± 14,50 °	.200*
Trunk Flexion Asian Games 2018	104,173 ± 8,37 °	.200*
Trunk Flexion Olimpiade Tokyo 2020	109,041 ± 9,46 °	.200*
Knee Height Kejuaraan dunia Junior 2018	62,739 ± 4,37 cm	.030
Knee Height Asian Games 2018	60,956 ± 6,91 cm	.017
Knee Height Olimpiade Tokyo 2020	89,551 ± 13,53 cm	.200*

Berdasarkan uji Friedman, maka tidak ada perbedaan yang signifikan antara stride pada ketiga kejuaraan (Sign. >0.05). Perbedaan signifikan ditemukan pada arm extension, elbow flexion, trunk flexion, dan knee height antara ketiga kejuaraan yang diikuti oleh Lalu Muhammad Zohri. Hasil capaian Lalu Muhammad Zohri pada Kejuaraan dunia Junior 2018 dengan catatan waktu 10.18 detik menunjukkan arm extension (100,68 ± 21,60°) dan trunk flexion (117,96 ± 14,50°) lebih besar dari yang dua kejuaraan lainnya. Hasil Friedman test disajikan pada [Tabel 2](#).

**Tabel 2.** Friedman Test

Analisis komponen gerakan	Mean Rank	Chi-Square	Sig.
Stride Kejuaraan dunia Junior 2018	0,217 detik		
Stride Asian Games 2018	0,223 detik	1,660	0,436
Stride Olimpiade Tokyo 2020	0,21 detik		
Arm Extension Kejuaraan dunia junior 2018	100,68 °		
Arm Extension Asian Games 2018	90,783 °	22,051	0,000*
Arm Extension Olimpiade Tokyo 2020	83,292 °		
Elbow Flexion Kejuaraan dunia junior 2018	40,409 °		
Elbow Flexion Asian Games 2018	56,7 °	16,202	0,000*
Elbow Flexion Olimpiade Tokyo 2020	39,545 °		
Trunk Flexion Kejuaraan dunia Junior 2018	117,96 °		
Trunk Flexion Asian Games 2018	104,173 °	25,209	0,000*
Trunk Flexion Olimpiade Tokyo 2020	109,041 °		
Knee Height Kejuaraan dunia Junior 2018	62,739 cm		
Knee Height Asian Games 2018	60,956 cm	37,130	0,000*
Knee Height Olimpiade Tokyo 2020	89,551 cm		

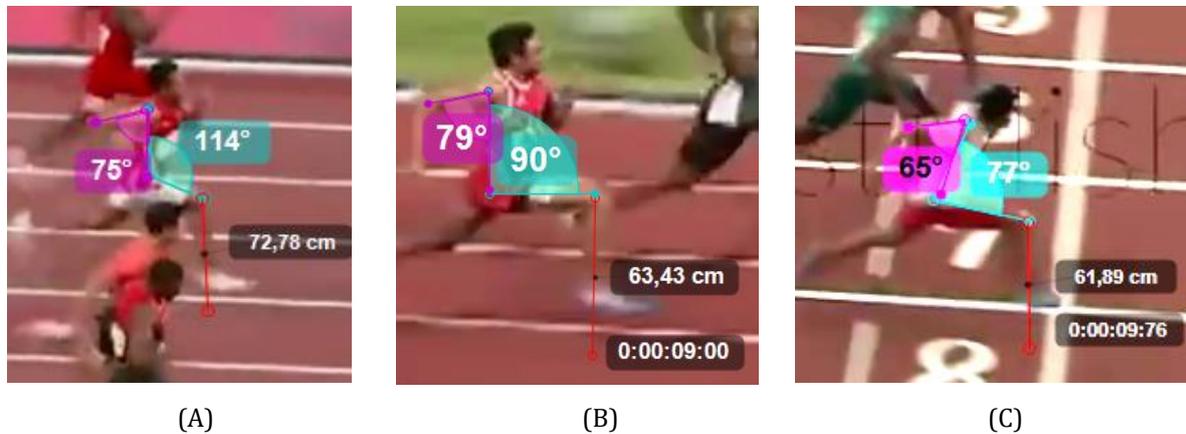
Pada penelitian ini pada saat kejuaraan dunia junior Lalu Muhammad Zohri melakukan gerakan elbow flexion dengan rata-rata 40,409°. Kemudian pada Asian Games 2018 Lalu Muhammad Zohri mampu melakukan gerakan elbow flexion dengan rata-rata 56,7 °. Pada Olimpiade Tokyo 2020 Lalu Muhammad Zohri mampu melakukan gerakan elbow flexion dengan rata-rata 39,545°. Analisis gerakan elbow flexion pada Kejuaraan Dunia Junior 2018 disajikan pada [Gambar 1](#).



**Gambar 1** Analisis Gerakan Elbow Flexion pada Kejuaraan Dunia Junior 2018 (A), Asian Games 2018 (B), dan Olimpiade Tokyo 2020 (C)

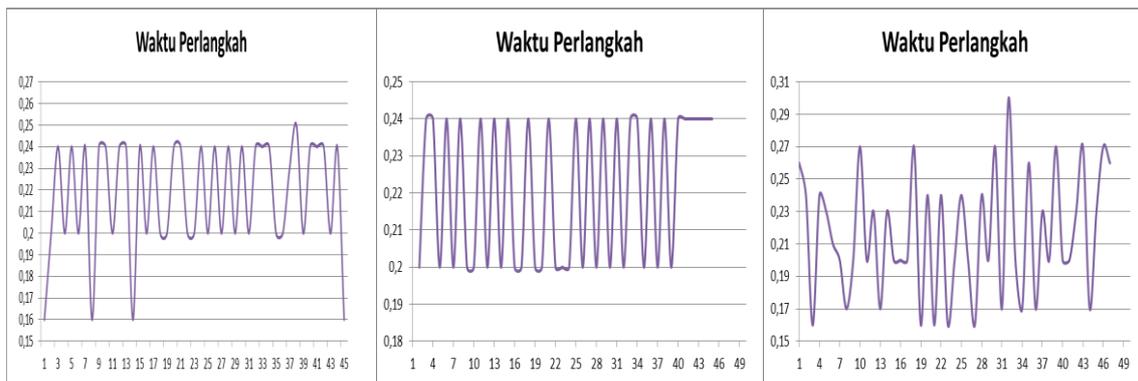
Pada kejuaraan dunia junior 2018 Lalu Muhammad Zori melakukan gerakan arm extension atau ekstensi lengan dengan rata-rata 100,68 ° dan 83,292 ° pada Olimpiade Tokyo 2020. Pada Kejuaraan Dunia

Junior 2018, Lalu Muhammad Zohri melakukan gerakan trunk flexion rata-rata 117,96, kemudian pada Asian Games melakukan gerakan rata-rata 104,173 °, dan pada saat Olimpiade Tokyo 2020 melakukan gerakan rata-rata 109,041 °. Pada kejuaraan dunia junior 2018, Lalu Muhammad Zohri mampu melakukan gerakan knee height dengan rata-rata 62,739 cm, kemudian pada saat Asian Games 2018 melakukan gerakan knee height dengan rata-rata 60,956 cm, dan pada saat Olimpiade Tokyo 2020 mampu melakukan gerakan knee height dengan rata-rata 89,551 cm. Hasil Analisis Arm extension, Trunk Flexion, dan Knee Height pada Kejuaraan Dunia disajikan pada Gambar 2.



**Gambar 2** Hasil Analisis Arm Extension, Trunk Flexion, dan Knee Height pada Kejuaraan Dunia Junior 2018 (A), Asian Games 2018 (B), dan Olimpiade Tokyo 2020 (C)

Pada komponen stride di kejuaraan dunia junior 2018, Lalu Muhammad Zohri melakukan 45 langkah pada saat berlari dengan rata-rata waktu 0,217 detik dan mampu mencatatkan waktu 10,18 detik dan dapat dilihat pada grafik di bawah sisi kiri. Pada Asian Games 2018 Lalu Muhammad Zohri mampu melakukan 45 langkah pada saat berlari dengan rata-rata waktu 0,223 detik dan mampu mencatatkan waktu berlari 10,21 detik dapat dilihat grafik waktu perlangkah pada saat berlari di bawah sisi tengah. Pada Olimpiade Tokyo 2020 Lalu Muhammad Zohri mampu melakukan 47 langkah pada saat berlari dengan rata-rata waktu 0,21 detik dan mampu mencatatkan waktu berlari 10,26 detik dapat dilihat grafik waktu perlangkah pada saat berlari di bawah sisi kanan.



**Grafik 1.** Hasil Analisis Waktu Perlangkah Berlari pada Kejuaraan Dunia Junior 2018, Asian Games 2018, dan Olimpiade Tokyo 2020

**Pembahasan**

Berdasarkan hasil analisis kinematika gerakan dari Lalu Muhammad Zohri pada ketiga kejuaraan dunia yang diikuti, Pada komponen stride tercepat adalah 45 langkah dan rata-rata waktu perlangkah 0,217 detik di kejuaraan dunia junior 2018. Catatan ini juga merupakan catatan waktu terbaik dibandingkan dengan ketiga kejuaraan lainnya. Jika dibandingkan dengan usain bold manusia tercepat di dunia pada masanya yang mampu melakukan gerakan 41 langkah pada saat berlari 100 meter, maka stride yang ditempuh hanya terpaut 4 langkah. Kemampuan untuk menghasilkan gaya secara cepat berpotensi mempengaruhi performa lari sprint secara langsung melalui perubahan panjang langkah dan frekuensi langkah (Batra et al., 2021; Singh et al., 2021). Panjang langkah dan frekuensi rata-rata ditentukan dengan

menggunakan jumlah langkah dalam hubungannya dengan waktu berlari (Bezodis et al., 2018; Hobara et al., 2017). Pentingnya frekuensi langkah dibandingkan panjang langkah terhadap perubahan kinerja dalam satu tahun pelatihan jelas terlihat bagi sprinter (Bezodis et al., 2018). Sehingga waktu perlangkah dan juga jumlah langkah sangat mempengaruhi hasil berlari.

Rata-rata sudut arm extension pada kejuaraan Dunia Junior 2018 juga merupakan yang terlebar ( $100,68^\circ$ ). Hasil tersebut mendukung penelitian dari (Macadam et al., 2018) bahwa Gerakan lengan selama sprint memiliki nilai yang lebih besar berfungsi daripada hanya menjaga keseimbangan atau mengkompensasi gangguan kecil pada postur tubuh. Sehingga bukaan sudut dari arm extension yang lebih besar akan memberi nilai lebih pada saat berlari. akan tetapi tetap dengan keadaan yang normal dan tidak berlebihan.

Rata-rata gerakan Elbow Flexion terbesar ada di Asian Games 2018 yang mencapai  $56,7^\circ$ . Elbow flexion merupakan gerakan yang dilakukan dengan menggunakan otot sinergis seperti brachialis, brachioradialis dan otot antagonis seperti triceps brachii memberi kontribusi pada kekuatan fleksi siku (Ye et al., 2021). Hasil tersebut terbilang kecil dibandingkan dengan sudut elbow flexion yang direkomendasikan mencapai 90 derajat pada upswing serta backswing (Abdullah & Low Fook Lee, 2021; Wilps et al., 2020). Siku memposisikan tangan secara stabil relatif terhadap batang tubuh memungkinkan fleksi dan ekstensi serta rotasi lengan bawah pada berbagai posisi bahu (Wilps et al., 2020). Rata-rata sudut Trunk Flexion terkecil adalah pada Asian Games 2018 ( $104,173^\circ$ ) dan terbesar pada Kejuaraan Dunia Junior 2018 ( $117,96^\circ$ ). Trunk Flexion mengacu pada sudut di mana seorang pelari membungkuk ke depan dari pinggul (Anderer, 2021). Trunk Flexion mempengaruhi aerodinamik dan juga efektifitas gerakan pada saat berlari (Folland et al., 2017). Trunk Flexion yang berubah dapat mempengaruhi momen sendi dan pola otot (Preece et al., 2019).

Ketinggian Knee Height mencapai 62,739 cm pada Kejuaraan Dunia Junior 2018 yang juga merupakan performa terbaik yang pernah dicapai. Atlet dewasa mengandalkan pembangkit tenaga lutut yang lebih tinggi selama sikap pertama untuk menginduksi panjang langkah yang lebih panjang dan oleh karena itu kecepatan yang lebih tinggi. Pada atlet yang lebih muda, pembangkit tenaga pinggul lebih dominan (Debaere et al., 2017). Lalu Muhammad Zohri merupakan atlet yang muda, sehingga perlu evaluasi bagian lutut, tidak perlu terlalu tinggi ketika mengangkat lutut, karena hal tersebut akan memakan waktu pada saat melangkah. Analisis biomekanika gerakan berlari Lalu Muhammad Zohri merupakan hasil yang bermanfaat dalam mengembangkan kemampuan dan prestasi dalam kejuaraan yang diikuti dikemudian hari. Selain itu, hasil penelitian dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengetahuan dan peningkatan gerakan berlari seorang pelatih untuk melatih siswa atletnya.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa analisis kinematika performa 100 m sprinter elit indonesia dengan subjek Lalu Muhammad Zohri pada ketiga kejuaraan dunia yang diikuti, tidak ada perbedaan yang signifikan antara stride pada ketiga kejuaraan. Perbedaan signifikan ditemukan pada arm extension, elbow flexion, trunk flexion, dan knee height antara ketiga kejuaraan yang diikuti oleh Lalu Muhammad Zohri. Hasil capaian Lalu Muhammad Zohri pada Kejuaraan dunia Junior 2018 dengan catatan waktu 10.18 detik menunjukkan arm extension ( $100,68 \pm 21,60^\circ$ ) dan trunk flexion ( $117,96 \pm 14,50^\circ$ ) lebih besar dari yang dua kejuaraan lainnya. Sehingga kecepatan maksimum merupakan kombinasi dari kemampuan motorik dan teknik lari sprint yang sangat rasional.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, H., & Low Fook Lee, J. (2021). The Effects Of Analogy Instructions On Sprint Performance And Kinematics. *Malaysian Journal of Sport Science and Recreation (MJSSR)*, 17(1). <https://doi.org/10.24191/mjssr.v17i1.12723>.
- Anderer, J. (2021). *Runners should stop leaning forward so much to avoid overuse injuries*. Study Finds.
- Apriansyah, B., Sulaiman, & Mukarromah, S. B. (2017). Kontribusi Motivasi, Kerjasama, Kepercayaan Diri terhadap Prestasi Atlet Sekolah Sepakbola Pati Training Center di Kabupaten Pati. *Journal of Physical Education and Sports*, 6(2), 101–107. <https://doi.org/10.15294/jpes.v6i2.17358>.
- Bartlett, J. D., & Drust, B. (2021). A framework for effective knowledge translation and performance delivery of Sport Scientists in professional sport. In *European Journal of Sport Science* (Vol 21, Number 11). <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1842511>.
- Batra, A., Wetmore, A. B., Hornsby, W. G., Lipinska, P., Staniak, Z., Surala, O., & Stone, M. H. (2021). Strength, endocrine, and body composition alterations across four blocks of training in an elite 400 m sprinter. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(1).

- <https://doi.org/10.3390/jfmk6010025>.
- Bezodis, I. N., Kerwin, D. G., Stephen-Mark, C., & Salo, A. I. T. (2018). Sprint running performance and technique changes in athletes during periodized training: An elite training group case study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(6). <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0378>.
- Borge, S. (2021). What Is Sport? *Sport, Ethics and Philosophy*, 15(3). <https://doi.org/10.1080/17511321.2020.1760922>.
- Davydova, N. S., Vasiuk, V. E., Paramonova, N. A., Mezhennaya, M. M., & Guseinov, D. I. (2020). Algorithm for the analysis of kinematic characteristics of running. *Doklady BGUIR*, 18(8). <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2020-18-8-37-45>.
- De Jonge, J., Balk, Y. A., & Taris, T. W. (2020). Mental recovery and running-related injuries in recreational runners: The moderating role of passion for running. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 1044. <https://doi.org/10.3390/ijerph17031044>.
- Debaere, S., Vanwanseele, B., Delecluse, C., Aerenhouts, D., Hagman, F., & Jonkers, I. (2017). Joint power generation differentiates young and adult sprinters during the transition from block start into acceleration: a cross-sectional study. *Sports Biomechanics*, 16(4), 452-462. <https://doi.org/10.1080/14763141.2016.1234639>.
- Folland, J. P., Allen, S. J., Black, M. I., Handsaker, J. C., & Forrester, S. E. (2017). Running Technique is an Important Component of Running Economy and Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(7). <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001245>.
- Francis, P., Whatman, C., Sheerin, K., Hume, P., & Johnson, M. I. (2019). The proportion of lower limb running injuries by gender, anatomical location and specific pathology: A systematic review. In *Journal of Sports Science and Medicine* (Vol 18, Number 1).
- Hamill, J., Knutzen, K. M., & Derrick, T. R. (2021). Biomechanics: 40 years on. In *Kinesiology Review* (Vol 10, Number 3). <https://doi.org/10.1123/KR.2021-0015>.
- Hobara, H., Potthast, W., Müller, R., Kobayashi, Y., Hashizume, S., Herdoorn, T. A., & Mochimaru, M. (2017). Relationship between body height and spatiotemporal parameters during a 100-m sprint in able-bodied and unilateral transtibial sprinters. *Prosthetics and Orthotics International*, 41(5). <https://doi.org/10.1177/0309364616684164>.
- Hughes, D., Saw, R., Perera, N. K. P., Mooney, M., Wallett, A., Cooke, J., Coatsworth, N., & Broderick, C. (2020). The Australian Institute of Sport framework for rebooting sport in a COVID-19 environment. In *Journal of Science and Medicine in Sport* (Vol 23, Number 7). <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.05.004>.
- Kurniawati, H. A., Kuswanto, H., Kimianti, F., & Pamungkas, W. (2019). Pengaruh Berat Beban pada Lengan terhadap Gaya Otot Bisep Sebagai Media Pembelajaran IPA Konsep Bioekanika. *Indonesian Journal Of Applied Physics*, 9(01), 16. <https://doi.org/10.13057/ijap.v9i01.25544>.
- Lee, D. chul, Brellenthin, A. G., Thompson, P. D., Sui, X., Lee, I. M., & Lavie, C. J. (2017). Running as a Key Lifestyle Medicine for Longevity. In *Progress in Cardiovascular Diseases* (Vol 60, Number 1, bll 45-55). <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2017.03.005>.
- Macadam, P., Cronin, J., Uthoff, A., Johnston, M., & Knicker, A. (2018). The role of arm mechanics during sprint-running: a review of the literature and practical applications. *Strength and Conditioning Journal*, 40, 1. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000391>.
- Nugraha, B., Dimiyati, A., & Gustiawati, R. (2021). Minat Belajar Siswa Dalam Mempraktekkan Pembelajaran Penjas di Rumah Pada Masa Covid-19. *Journal Coaching Education Sports*, 2(1). <https://doi.org/10.31599/jces.v2i1.446>.
- Papageorgiou, K. (2020). On Sports Biomechanics Methodology. *Epistēmēs Metron Logos*, 4. <https://doi.org/10.12681/eml.24289>.
- Preece, S. J., Algarni, A. S., & Jones, R. K. (2019). Trunk flexion during walking in people with knee osteoarthritis. *Gait and Posture*, 72. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.06.012>.
- Puspitasari, N. (2019). Faktor Kondisi Fisik Terhadap Resiko Cedera Olahraga Pada Permainan Sepakbola. *Jurnal Fisioterapi dan Rehabilitasi*, 3(1). <https://doi.org/10.33660/jfrwhs.v3i1.34>.
- Ramadhan, A., & Bulqini, A. (2018). Analisis Receive pada Pertandingan Final Sepak Takraw Pomda Jatim 2017. *JSES: Journal of Sport and Exercise Science*, 1(1). <https://doi.org/10.26740/jses.v1n1.p13-19>.
- Ratten, V. (2020). Sport technology: A commentary. *Journal of High Technology Management Research*, 31(1). <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2020.100383>.
- Rottier, T. D., & Allen, S. J. (2021). The influence of swing leg technique on maximum running speed. *Journal of Biomechanics*, 126. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2021.110640>.
- Santos, M. H. Dos, Harliawan, & Ismail. (2021). Pengaruh Game Online Terhadap Minat Belajar Penjas Siswa

- SMP Frater Makassar. *Tadulako Journal Sport Sciences And Physical Education*, 9(1). <https://doi.org/10.22487/tjsspe.v9i1.969>.
- Singh, U., Ramachandran, A. K., Baxter, B. A., & Allen, S. J. (2021). The correlation of force-velocity-power relationship of a whole-body movement with 20 m and 60 m sprint performance. *Sports Biomechanics*. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1951344>.
- Takahashi, K., Kamibayashi, K., & Wakahara, T. (2021). Muscle size of individual hip extensors in sprint runners: Its relation to spatiotemporal variables and sprint velocity during maximal velocity sprinting. *PLoS ONE*, 16(4 April). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249670>.
- Tomita, D., Suga, T., Ueno, H., Miyake, Y., Tanaka, T., Terada, M., Otsuka, M., Nagano, A., & Isaka, T. (2021). Achilles tendon length is not related to 100-m sprint time in sprinters. *Journal of Applied Biomechanics*, 37(1). <https://doi.org/10.1123/JAB.2020-0125>.
- Tomoliyus, Margono, & Sujarwo. (2013). Kemampuan guru tentang pendidikan jasmani dan penilaian berbasis kinerja. *Cakrawala Pendidikan*, 32(2), 231–239. <https://doi.org/10.21831/cp.v0i2.1481>.
- Vigotsky, A. D., Zelik, K. E., Lake, J., & Hinrichs, R. N. (2019). Mechanical misconceptions: Have we lost the “mechanics” in “sports biomechanics”? In *Journal of Biomechanics* (Vol 93). <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.07.005>.
- Walker, J., Bissas, A., Paradisis, G. P., Hanley, B., Tucker, C. B., Jongerius, N., Thomas, A., von Lieres und Wilkau, H. C., Brazil, A., Wood, M. A., Merlino, S., Vazel, P. J., & Bezodis, I. N. (2021). Kinematic factors associated with start performance in World-class male sprinters. *Journal of Biomechanics*, 124. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2021.110554>.
- Wicaksono, P. N., Kusuma, I. J., Festiawan, R., Widanita, N., & Anggraeni, D. (2020). Evaluasi penerapan pendekatan saintifik pada pembelajaran pendidikan jasmani materi teknik dasar passing sepak bola. *Jurnal Pendidikan Jasmani Indonesia*, 16(1), 41–54. <https://doi.org/10.21831/jpji.v16i1.29774>.
- Wilps, T., Kaufmann, R. A., Yamakawa, S., & Fowler, J. R. (2020). Elbow Biomechanics: Bony and Dynamic Stabilizers. In *Journal of Hand Surgery* (Vol 45, Number 6). <https://doi.org/10.1016/j.jhssa.2020.01.016>.
- Ye, X., Benton, R. J., Miller, W. M., Jeon, S., & Song, J. S. (2021). Downhill running impairs peripheral but not central neuromuscular indices in elbow flexor muscles. *Sports Medicine and Health Science*, 3(2). <https://doi.org/10.1016/j.smhs.2021.03.001>.