



---

## **Analisis Kinematika Gerakan *Track Start* dalam Olahraga Renang**

### *Kinematic Analysis of Track Start Movement In Swimming*

**Agus Rusdiana**

**Faculty of Physical Education and Health, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. DR. Setiabudi No.229, Isola, West Java Province, 40154, Indonesia**

**email: [agus.rusdiana@upi.edu](mailto:agus.rusdiana@upi.edu)**

---

#### **Info Artikel**

*Sejarah Artikel:*

Diterima 06 Februari 2020

Disetujui 09 Juni 2020

Dipublikasikan 11 Juni 2020

*Keywords:*

*Swimming, Track Start, Kinematic Analysis, Sport Biomechanics*

---

#### **Abstrak**

*Sekarang ini teknik start dalam olahraga renang yang banyak digunakan adalah track start baik teknik rear weighted maupun front weighted serta grab start. Perbedaan utama antara kedua teknik start adalah posisi kaki pada papan start block. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis perbedaan kinematika gerak dengan pendekatan analisis tiga dimensi antara atlet putra dan putri dengan menggunakan teknik track start dalam olahraga renang. Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Sampel yang digunakan adalah atlet putra 8 orang dan putri 8 dengan rata-rata usianya 19.5 tahun, tinggi badan 1.72 m dan berat badan 61.4 kg. Proses pengabihan data menggunakan satu buah 3D Force Platform, 3 buah Panasonic Handycam, Frame DIAZ IV 3D motion software dan satu set marker manual. Hasil dari analisis data menunjukkan bahwa dari 21 parameter kinematika gerak yang dianalisis terdapat perbedaan yang signifikan pada kelompok putra yang hasilnya lebih besar daripada kelompok putri khususnya pada 7 parameter yaitu pada flight time, total time, height of take-off, vertical velocity of the CoM at take-off, leg power, force dan time to 15m. Sedangkan peran sumbangan mechanic leg power dan force sesaat sebelum take off merupakan faktor kunci keberhasilan performa start dalam olahraga renang.*

---

#### **Abstract**

*Now this technique of starting in swimming that is widely used is to track both the technique of back weighted, both front weighted and grab start. The main difference between the two start techniques is the position of the feet on the block start. The purpose of this study was to analyze differences in motion kinematics with a three-dimensional analysis between male and female athletes using track start techniques. The method used in this study is descriptive quantitative approach. The samples used were 8 male and 8 female athletes with mean age of 19.5 years, height 1.72 m and weight 61.4 kg. The data collection uses a 3D Force PlatformFrame DIAZ IV 3D motion software and a set of manual markers. The results showed that 21 motion kinematics parameters*

*analyzed there were significant differences in the male group were greater than the female group, especially in the 7 parameters namely flight time, total time, height of take-off, vertical velocity of the CoM at take-off, leg power, force and time to 15m. While the contribution of mechanic leg power and force just before take off is a key factor in the success of the start performance in swimming.*

© 2020 Agus Rusdiana  
Under the license CC BY-SA 4.0

✉ Alamat korespondensi: Jl. DR. Setiabudi No.229, Isola, West Java Province, Indonesia

E-mail : [agus.rusdiana@upi.edu](mailto:agus.rusdiana@upi.edu)

## PENDAHULUAN

Catatan waktu hasil lomba dipengaruhi oleh *starting*, *swimming time*, *turning* dan *finishing phases* dalam olahraga renang (Taladriz et al., 2016). Pada nomor jarak pendek 50m dan 100m kemampuan maksimal *start* merupakan parameter utama dalam mencapai catatan waktu terbaik (Silveira et al., 2018). Waktu tempuh tercepat perenang hingga jarak 15 m dari lompatan *start* awal adalah sebagai prediksi keberhasilan dalam mencapai waktu terbaik dari keseluruhan waktu tempuh pertandingan terutama pada nomor jarak pendek (Barlow et al., 2014). Performa *start* di definisikan oleh beberapa peneliti yaitu interval waktu mulai dari awal *start signal* sampai dengan kepala perenang muncul ke permukaan air (*swimmer's head reaches*) dengan mencapai jarak pada 10m atau 15m (Takeda et al., 2017). Hasil penelitian lainnya memberikan informasi bahwa *start* menyumbang sekitar 11% pada gaya bebas 50 m dan 5% pada nomor 100m gaya bebas dari total catatan waktu perenang (Mour et al., 2015). Oleh karena itu agar dapat mendapatkan catatan waktu terbaik maka salah satu upaya adalah dengan meningkatkan kemampuan *start*.

Adapun faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jarak lompatan pada *start* salah satunya adalah pada *take off*. Untuk mendapatkan awalan *start* yang lebih cepat maka pada saat *take off* perenang harus segera memindahkan titik pusat massa tubuh (*center of mass*) yang lebih cepat ke arah depan, memaksimalkan gaya yang bekerja melalui

kedua kaki ke arah belakang serta memaksimalkan gaya yang bekerja melalui kedua tangan terhadap *start block* ke arah depan (Julien Vantorre et al., 2014). Selain itu, menurut (Barlow et al., 2014) faktor penting yang menentukan keberhasilan *start* adalah *reaction time*, *leg force vertical and horizontal* yang diterapkan pada *block start* serta rendahnya resistansi tubuh selama meluncur di bawah air. Kemudian, menurut beberapa penelitian juga menemukan bahwa *peak horizontal force* (Tomazin et al., 2016), *peak vertical force* (J Vantorre et al., 2010), *resultant take-off velocity* (Mour et al., 2015), *horizontal take-off velocity and take-off angle* (Beretić et al., 2013), *block time*, *movement time*, *vertical impulse horizontal impulse* (Alptekin, 2014), *average horizontal acceleration* dan *peak horizontal acceleration* (Taladriz et al., 2016) merupakan indikator pendukung utama dalam mencapai performa *start* maksimal perenang. Kemudian menurut (Takeda et al., 2017) dalam hasil penelitiannya menunjukkan bahwa dengan sudut kemiringan tubuh antara 40°-45° akan menghasilkan waktu maksimal di udara serta meningkatkan kecepatan horisontal tubuh lebih jauh.

Sekarang ini teknik *start* dalam olahraga renang yang banyak digunakan adalah *track start* baik teknik *rear weighted* maupun *front weighted* serta *grab start* (Beretić et al., 2013). Masing-masing teknik tersebut mempunyai kekurangan dan kelebihan tergantung karakteristik nomor pertandingan dan kemampuan perenang. Perbedaan utama antara kedua teknik *start* adalah posisi kaki pada papan *start block*. Dalam melakukan teknik

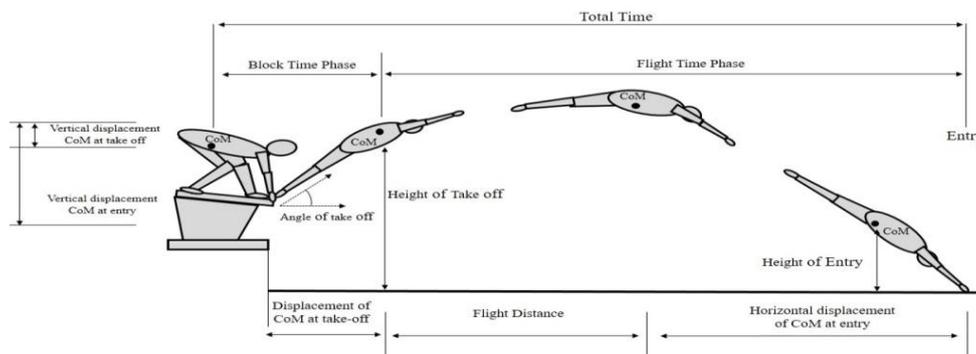
*grab start* kedua kaki diposisikan sejajar pada bagian depan *start block* dengan jari kaki menekan kuat pada tepi depan permukaan papan *start block*. Perenang harus bereaksi cepat dan memindahkan berat badan ke depan setelah *signal start* dengan posisi tubuh dan kaki harus sejajar sehingga kekuatan maksimal dapat distribusikan dengan menolak pada papan *start block*. (Blanksby et al., 2007). Sedangkan pada *track start* posisi salah satu kaki ditempatkan di depan dengan jari-jari kaki menekan kuat pada bagian depan papan *start block*, sementara itu kaki yang lain ada di bagian belakang *start block* (Julien Vantorre et al., 2014). Penggunaan teknik *track start* ini memiliki keuntungan antara lain waktu reaksi awal yang lebih cepat sehingga memiliki waktu tempuh yang lebih pendek dan posisi titik pusat massa tubuh perenang lebih ke arah belakang dari papan *start block* yang menyebabkan impuls perenang jauh lebih besar dengan menghasilkan momentum lompatan tubuh lebih jauh (Galbraith et al., 2008). Menurut hasil penelitian yang sudah dilakukan oleh ((Blanksby et al., 2007) menunjukkan bahwa penggunaan teknik *track start* menghasilkan jarak lompatan yang lebih jauh di dibandingkan dengan teknik *grab start*. Hal tersebut disebabkan oleh adanya sumbangan dari kedua kaki yang secara bergantian menolak pada papan *blok start* yang menghasilkan kecepatan horisontal maksimal serta kekuatan kedua tangan yang menarik

tubuh sesaat sebelum meluncur ke udara (Taylor et al., 2015).

Masih kurangnya informasi kajian ilmiah terkait analisis gerak 3 dimensi dengan kajian variabel parameter kinematika (Tomazin et al., 2016) pada analisis *start* dalam olahraga renang khususnya di Indonesia, maka peneliti tertarik untuk melakukan pengkajian pendalaman tema tersebut dengan dikaitkan *gender* pada kelompok putra dan putri. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis perbedaan kinematika gerak dengan pendekatan analisis tiga dimensi antara atlet putra dan putri dengan menggunakan teknik *track start* dalam olahraga renang.

## METODE PENELITIAN

Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Partisipan dalam penelitian ini adalah mahasiswa Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Universitas Pendidikan Indonesia yang berjumlah 56 orang. Sedangkan teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling* dengan jumlah mahasiswa putra 8 orang dan putri 8 engan rata-rata usianya  $19.5 \pm 1.6$  tahun, tinggi badan  $1.72 \pm 0.32$  m dan berat badan  $61.4 \pm 2.9$  kg dengan jumlah keseluruhan 16 orang. Untuk memudahkan proses analisis perhitungan mekanika gerak perenang, maka ditentukan limitasi parameter pada gerakan *start* dalam olahraga renang.



Gambar 1. Parameter kinematika gerak pada gerakan *start* dalam olahraga renang (Sumber: Vantorre, et al 2014)

Adapun parameter tersebut antara lain *block time, flight time, flight distance, total time, total distance, vertical displacement of center of mass (CoM) at take-off, horizontal - vertical displacement of CoM at entry, height of take-off, height of entry, horizontal velocity of the CoM at take-off, vertical velocity of the CoM at take-off, horizontal velocity of the CoM at entry, Vertical velocity of the CM at entry dan aAngle of entry* sesuai dengan gambar 1.

Instrument pengambilan data lapangan yaitu menggunakan satu buah 3D *Force Platform Device* (AMTI OR6), 3 buah Panasonic Handycam HC-V100 Full HD, satu set kalibrasi 3 dimensi (teknik pengukuran

kalibrasi menggunakan kubus ukuran volume 1m x 1m x 1m dengan 8 titik poin yang view nya dapat terekam oleh kamera yang kemudian dimasukan ke dalam software 3D *Frame Diaz IV Japan rame DIAZ IV 3D motion software analysis system* dan satu set *manual marker* (marker manual ditempelkan pada setiap persendian tubuh dari bahan lakban berwarna putih). Sedangkan untuk memudahkan dalam menentukan definisi batasan kinematika gerak secara komperhensif pada gerakan start berikut ini penjelasannya pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Definisi parameter kinematika gerak *start* pada olahraga renang

<b>Analisis Parameter</b>	<b>Definisi</b>
<i>Block time (s)</i>	Catatan waktu mulai dari <i>start signal</i> sampai dengan <i>take off</i> dari papan <i>start block</i>
<i>Flight time (s)</i>	Durasi waktu di udara ketika kaki tolakan meninggalkan papan <i>start block</i> sampai dengan tangan menyentuh permukaan air
<i>Flight distance (m)</i>	Jarak tempuh dari mulai kaki tolakan meninggalkan papan <i>start block</i> sampai dengan tangan menyentuh permukaan air
<i>Total time (s)</i>	Durasi waktu dari mulai gerakan <i>start</i> sampai dengan tangan menyentuh permukaan air
<i>Total distance (m)</i>	Jarak tempuh dari mulai gerakan <i>start</i> sampai dengan tangan menyentuh permukaan air
<i>Vertical displacement of CoM at take-off (m)</i>	Perpindahan titik berat masa tubuh secara <i>vertical</i> dari mulai gerakan <i>start</i> sampai dengan kaki terakhir meninggalkan papan <i>start block</i>
<i>Horizontal displacement of the CoM at entry (m)</i>	Perpindahan titik berat masa tubuh secara <i>horizontal</i> dari mulai gerakan <i>start</i> sampai dengan kedua tangan menyentuh permukaan air
<i>Vertical displacement of the CoM at entry (m)</i>	Perpindahan titik berat masa tubuh secara <i>vertical</i> dari mulai gerakan <i>start</i> sampai dengan kedua tangan menyentuh permukaan air
<i>Height of take-off (m)</i>	Ketinggian titik berat masa tubuh pada saat <i>take off</i>
<i>Height of entry (m)</i>	Ketinggian titik berat masa tubuh pada saat <i>entry</i>
<i>Horizontal velocity of the CoM at take-off (m/s)</i>	Kecepatan gerak <i>horizontal</i> tubuh pada saat kaki terakhir meninggalkan permukaan papan <i>start block</i>
<i>Vertical velocity of the CoM at take-off (m/s)</i>	Kecepatan gerak <i>vertical</i> tubuh pada saat kaki terakhir meninggalkan permukaan papan <i>start block</i>
<i>Horizontal velocity of the CoM at entry (m/s)</i>	Kecepatan gerak <i>horizontal</i> tubuh pada saat kedua tangan menyentuh permukaan air

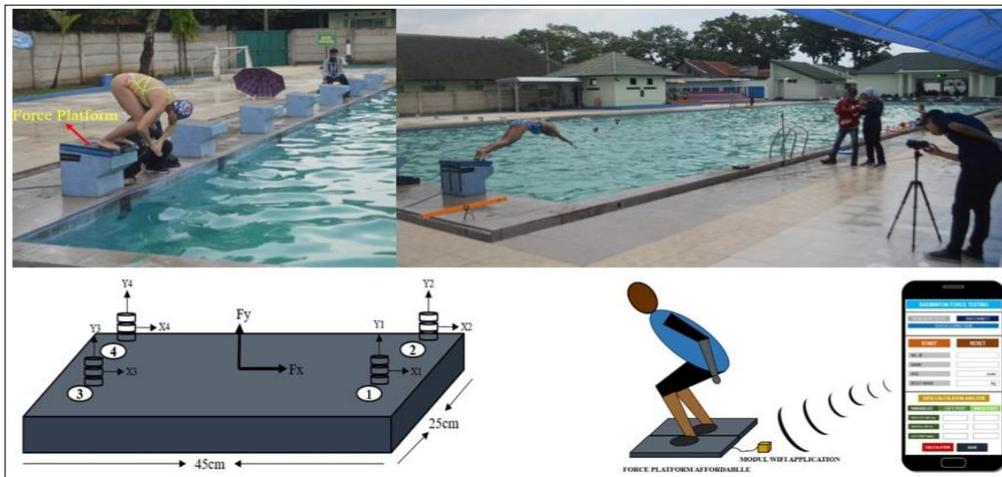
Lanjutan Tabel 1. Definisi parameter kinematika gerak start pada olahraga renang

<i>Vertical velocity of the CM at entry (m/s)</i>	Kecepatan gerak <i>vertical</i> tubuh pada saat kedua tangan menyentuh permukaan air
<i>Angle of entry (degree)</i>	Sudut kemiringan tubuh ketika tangan menyentuh permukaan air

Setelah melakukan pemanasan sampel diberikan kesempatan melakukan gerakan teknik *track start* sebanyak 6 kali secara bergantian dengan tujuan untuk menghindari kelelahan otot pada saat pengambilan data.

Untuk mengukur *leg power* dan *force* digunakan sebuah alat yaitu “AMTI 3D *force platform*” itempatan diatas permukaan papan start block yang terhubung dengan aplikasi

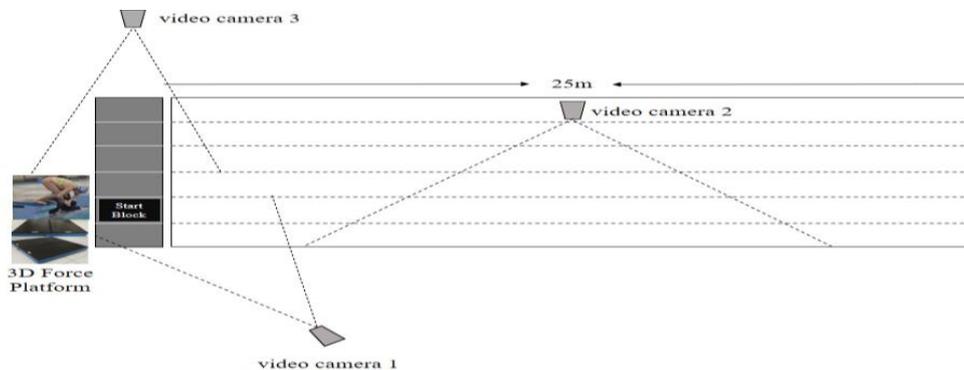
android untuk memudahkan pengambilan data secara digital. Kemudian video camera 1 diposisikan disamping kanan papan start block dengan jarak  $\pm 4m$  dengan tujuan untuk menganalisis *flight distance*, *height of take-off*, *height of entry*, *horizontal velocity of the CoM at entry* dan *horizontal displacement of the CoM at entry*.



Gambar 2. Proses pengambilan data dengan menggunakan 3D *force platform*

Video camera 2 ditempatkan tegak lurus disamping kiri *start block* pada jarak  $\pm 4m$  dengan tujuan mendapatkan variable analisis pada *block time* dan *total time* sedangkan video camera 3 berada pada posisi tegak lurus

di samping kanan start block dengan jarak  $\pm 3m$  tujuannya yaitu untuk menganalisis jarak yang ditempuh perenang mulai dari tangan menyentuh air pada saat start sampai kepala muncul kepermukaan air.



Gambar 3. Skema pengambilan data lapangan

Uji-t Mann Whitney U untuk sampel independen digunakan untuk menganalisis perbedaan parameter kinematik gerak antara kelompok putra dan putri pada saat melakukan teknik *track start* dalam olahraga renang. Sedangkan perhitungan koefisien korelasi pearson digunakan dalam mengidentifikasi hubungan antara parameter kinematika yang dipilih dengan fase gerakan teknik gerakan *track start*. Tingkat signifikansi dalam penelitian ini ditetapkan pada  $p < 0.05$  dengan menggunakan software SPSS versi 22.0.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tabel 2. Nilai rata-rata dan standar deviasi dari hasil pengolahan data (mean ± SD)

Analisis Variabel	Putra	Putri	Sig.
<i>Block time (s)</i>	0.68 ± 0.08	0.67 ± 0.08	0.542
<i>Flight time (s)</i>	0.37 ± 0.08	0.33 ± 0.07	0.021*
<i>Flight distance (m)</i>	2.85 ± 0.09	2.65 ± 0.09	0.087
<i>Total time (s)</i>	2.89 ± 0.18	2.21 ± 0.35	0.018*
<i>Total distance (m)</i>	0.99 ± 0.10	0.87 ± 0.13	0.095
<i>Horizontal displacement of the CoM at take-off (m)</i>	0.81 ± 0.08	0.77 ± 0.13	0.221
<i>Vertical displacement of CoM at take-off (m)</i>	0.81 ± 0.08	0.68 ± 0.23	0.088
<i>Horizontal displacement of the CoM at entry (m)</i>	1.09 ± 0.21	1.08 ± 0.11	0.125
<i>Vertical displacement of the CoM at entry (m)</i>	0.54 ± 0.09	0.63 ± 0.11	0.076
<i>Height of take-off (m)</i>	1.45 ± 0.09	1.08 ± 0.08	0.008*
<i>Height of entry (m)</i>	0.71 ± 0.09	0.63 ± 0.09	0.123
<i>Horizontal velocity of the CoM at take-off (m/s)</i>	3.32 ± 0.23	2.99 ± 0.51	0.089
<i>Vertical velocity of the CoM at take-off (m/s)</i>	0.12 ± 0.64	0.64 ± 0.61	0.038*
<i>Horizontal velocity of the CoM at entry (m/s)</i>	0.71 ± 0.07	0.64 ± 0.37	0.187
<i>Vertical velocity of the CM at entry (m/s)</i>	0.67 ± 0.08	0.62 ± 0.07	0.076

Tabel 3. Hasil uji korelasi antara parameter kinematika gerak yang dipilih dengan fase pada saat gerakan *track start* dalam olahraga renang

	<i>Height of take-off (m)</i>	<i>Angle of entry (deg)</i>	<i>Block time (s)</i>	<i>Total time (s)</i>
<i>Flight distance (m)</i>	0.761*	0.268	0.096	0.286
<i>Horizontal displacement of the CoM at take-off (m)</i>	0.137	0.461	0.174	0.461
<i>Horizontal displacement of the CoM at entry (m)</i>	0.124	0.277	0.134	0.221
<i>Horizontal velocity of the CoM at take-off (m/s)</i>	0.035	0.291	0.063	0.798*
<i>Vertical velocity of the CoM at take-off (m/s)</i>	0.288	0.391	0.186	0.242
<i>Vertical displacement of CoM at take-off (m)</i>	0.348	0.868*	0.273	0.294
<i>Vertical velocity of the CoM at entry (m)</i>	0.188	0.236	0.231	0.165

Lanjutan Tabel 3. Hasil uji korelasi antara parameter kinematika gerak yang dipilih dengan fase pada saat gerakan track start dalam olahraga renang.

	Height of take-off (m)	Angle of entry (deg)	Block time (s)	Total time (s)
Angle of entry (deg)	0.338	0.089	0.294	0.484
Leg Power (watt/kg)	0.137	0.460	0.774*	0.361
Force (Newton)	0.245	0.168	0.243	0.694*

Significant correlations: \* $p < 0.05$

Hasil perhitungan dari nilai koefisien korelasi antara *height of take-off*, *angle of entry*, *total distance*, *block time* dengan *flight distance*, *horizontal displacement of CoM at take-off*, *horizontal displacement of CoM at entry*, *horizontal velocity of CoM at entry*, *vertical velocity of CoM at take-off*, *horizontal velocity of CoM at take-off*, *vertical velocity of CoM at entry* dan *angle of entry* di sajikan pada tabel 3.

### Pembahasan

*Flight distance* mempunyai hubungan yang kuat dengan *height of take-off* pada saat fase *take off* ( $r = 0.761$ ), hasil ini menunjukkan bahwa jarak yang ditempuh perenang pada saat *start* dipengaruhi oleh kontribusi dari momentum gerakan pada saat *height of take-off*, semakin besar kekuatan *take off* maka semakin jauh jarak yang dicapai oleh perenang.

Berikutnya parameter lain yang mempunyai nilai korelasi yang signifikan yaitu antara *horizontal velocity of the CoM at take-off* dengan *total time* ( $r = 0.798$ ). hasil ini menunjukkan bahwa *total time* pada gerakan *track start* salah satu nya dipengaruhi oleh faktor kecepatan horizontal titik pusat masa tubuh pada saat dorongan tolakan kedua kaki dan tangan.

Keberhasilan dalam melakukan start dipengaruhi oleh beberapa parameter indikator kinematika gerak antara lain *flight distance*, *horizontal velocity of the com at take-off*, *vertical displacement of com at take-off*, *leg power* dan *force*. Sedangkan Peran Sumbangan *Mechanic Leg Power* Dan *Force*

Sesaat Sebelum *Take Off* Merupakan Faktor Kunci Keberhasilan Performa *Start* Dalam Olahraga Renang.

Tolakan kaki yang bergantian satu sama lain dan tarikan maksimal dari kedua tangan pada papan *start block* menyebabkan kecepatan horizontal tubuh meningkat yang berdampak kepada hasil jarak lompatan yang lebih jauh. Hasil penelitian ini sejalan dengan kajian yang dilakukan oleh (Taylor et al., 2015) bahwa salah satu parameter kinematika gerak yang berkontribusi besar terhadap hasil lompatan maksimal *start* adalah *force of the CoM at take-off*.

Dari perbedaan kinematika gerak pada kelompok putra terutama *mechanic leg power* ( $p = 0.046$ ), dan *force* ( $p = 0.048$ ) hasilnya lebih besar dibandingkan dengan kelompok putri, hasil ini menunjukkan bahwa *leg power* dan *force* memiliki peran yang signifikan terhadap tolakan pada saat melakukan teknik *track start* pada olahraga renang. Tolakan kaki yang bergantian satu sama lain dan tarikan maksimal dari kedua tangan pada papan *start block* menyebabkan kecepatan horizontal tubuh meningkat yang berdampak kepada hasil jarak lompatan yang lebih jauh. Hasil penelitian ini sejalan dengan kajian yang dilakukan oleh (Taylor et al., 2015) bahwa salah satu parameter kinematika gerak yang berkontribusi besar terhadap hasil lompatan maksimal *start* adalah *force of the CoM at take-off*

### SIMPULAN

Kesimpulan hasil dari penelitian ini bahwa dari 21 parameter kinematika gerak

yang dianalisis terdapat perbedaan yang signifikan pada kelompok putra yang hasilnya lebih besar daripada kelompok putri khususnya pada 7 parameter yaitu pada *flight time, total time, height of take-off, vertical velocity of the com at take-off*.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih banyak kepada Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan UPI atas bantuan dana terlaksananya kegiatan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alptekin, A. (2014). *Body Composition and Kinematic Analysis of the Grab Start in Youth Swimmers*. 42(September), 15–26. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0057>
- Barlow, H., Halaki, M., Stuelcken, M., Greene, A., & Sinclair, P. J. (2014). Human Movement Science The effect of different kick start positions on OMEGA OSB11 blocks on free swimming time to 15 m in developmental level swimmers. *Human Movement Science*, 34, 178–186. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.02.002>
- Beretić, I., Đurovic, M., Okičić, T., & Dopsaj, M. (2013). *Relations between Lower Body Isometric Muscle Force Characteristics and Start Performance in Elite Male Sprint Swimmers*. December, 639–645.
- Blanksby, B., Nicholson, L., Elliott, B., Blanksby, B., Nicholson, L. E. E., & Elliott, B. (2007). *Sports Biomechanics Swimming Biomechanical Analysis of the Grab, Track and Handle Swimming Starts: An Intervention Study*. December 2012, 37–41.
- Galbraith, H., Scurr, J., Hencken, C., & Wood, L. (2008). *Biomechanical Comparison of the Track Start and the Modified One-Handed Track Start in Competitive Swimming: An Intervention Study*. 307–315.
- Mour, L., Jesus, K. De, Roesler, H., & Machado, L. J. (2015). *Effective Swimmer's Action during the Grab Start Technique*. 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123001>
- Silveira, R. P., Stergiou, P., Figueiredo, P., Castro, F. D. S., Katz, L., & Stefanyshyn, D. J. (2018). Key determinants of time to 5 m in different ventral swimming start techniques. *European Journal of Sport Science*, 0(0), 1–10. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1486460>
- Takeda, T., Sakai, S., Takagi, H., & Okuno, K. (2017). Contribution of hand and foot force to take-off velocity for the kick-start in competitive swimming. *Journal of Sports Sciences*, 35(6), 565–571. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1180417>
- Taladriz, S., Fuente-caynzos, B. De, & Arellano, R. (2016). Analysis of angular momentum effect on swimming kick-start performance. *Journal of Biomechanics*, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2016.04.012>
- Taylor, P., García-ramos, A., Feriche, B., Fuente, B. De, Argüelles-cienfuegos, J., Strojnik, V., Strumbelj, B., & Štirn, I. (2015). *European Journal of Sport Science Relationship between different push-off variables and start performance in experienced swimmers*. August. <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1063699>
- Tomazin, K., Strojnik, V., & Strumbelj, B. (2016). *The Relationship Between the Lower-Body Muscular Profile and Swimming Start Performance*. 50, 157–165. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0152>
- Vantorre, J., Seifert, L., Fernandes, R. J., Boas, J. P. V., Chollet, D., & Aignan, M. Saint. (2010). *Comparison of Grab Start between Elite and Trained Swimmers*. 887–893.
- Vantorre, Julien, Chollet, D., & Seifert, L. (2014). *Biomechanical Analysis of the Swim-Start: A Review*. December 2012, 223–231.