

KINEMATIC COMPARISON BETWEEN NATIONAL AND AMATEUR TAEKWONDO ATHLETES IN THE AP HURIGI (AXE KICK)

Iwa Ikhwan Hidayat^{1*}, Agus Rusdiana¹, Tono Haryono¹, Tian Kurniawan¹, Iman Imanudin¹, Unun Umaran¹, Angga M Syahid¹, Salman²

¹ Ilmu Keolahragaan, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia.

² Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia.

iwai0707@upi.edu, agus.rusdiana@upi.edu, tonoharyono@upi.edu, tiankurniawan@upi.edu, imanudin@upi.edu, ununumaran@upi.edu, angga_syahid@upi.edu, salman@upi.edu

Abstract

Taekwondo is a Korean martial art characterized by rapid kicks. In the combat category, technical ability is the key to success in gaining points. The aphurigi technique (axe kick) is one of the important techniques in taekwondo because the technique gives a point contribution of around 20% in the match. Thus, it is necessary to investigate kinematic analysis to determine the kinematic parameters that contribute to the success of the aphurigi (axe kick) kick technique. 24 athletes were involved in this research, divided into 2 groups, namely the national level group and the regional group. All samples performed aphurigi kicks, then recorded using a camera and analyzed using skill spector software in 2 dimensions. There are 6 parameters analyzed consisting of kick speed, hip position, angular speed, and kick range. From the measurements that have been carried out, the results show that national-level athletes have significant differences compared to regional athletes in kick speed in the upswing phase, $p=0.003$, hip position, $p=0.045$, and knee angle in the upswing phase, $p=0.026$. However, there were no significant differences in other parameters, including kick speed in the upswing phase, kick range, and knee angle in the upswing phase. The results show the importance of a specific training program to train kinematic parameters that can influence aphurigi kick performance, therefore amateur athletes can master effective kick techniques and compete at the national level.

Keywords: taekwondo, aphurigi, biomechanics, kinematics, speed, angle

PERBANDINGAN KINEMATIKA GERAK ANTARA ATLET NASIONAL DAN AMATIR TEKWONDO PADA TENDANGAN AP HURIGI (AXE KICK)

Abstrak

Taekwondo adalah seni bela diri Korea yang bercirikan tendangan cepat. Dalam kategori *combat*, kemampuan teknik menjadi kunci dalam keberhasilan meraih point. Teknik aphurigi (axe kick) merupakan salah satu teknik yang penting dalam olahraga taekwondo, karena teknik tersebut memberikan kontribusi point sekitar 20% dalam pertandingan. Dengan demikian perlunya dilakukan analisis kinematika gerak untuk mengetahui parameter kinematika yang berkontribusi dalam keberhasilan teknik tendangan aphurigi (axe kick). 24 atlet terlibat dalam penelitian ini, terbagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok level nasional dan kelompok regional. Seluruh sampel melakukan teknik tendangan aphurigi, kemudian di rekam menggunakan kamera dan dianalisis menggunakan software skillspector secara 2 dimensi. Ada 6 parameter yang dianalisis dalam penelitian ini, terdiri dari kecepatan tendangan, posisi panggul, kecepatan sudut dan jangkauan tendangan. Dari pengukuran yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa atlet level nasional memiliki perbedaan yang signifikan dibandingkan atlet regional pada kecepatan tendangan fase *upswing* $p=0.003$, posisi panggul $p=0.045$, dan besar sudut lutut pada fase *upswing* $p=0.026$. namun tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada parameter yang lain, yaitu kecepatan tendangan pada fase *downswing*, jangkauan tendangan, dan besar sudut lutut pada

fase *downswing*. Hasil tersebut menunjukkan perlu adanya program latihan yang spesifik melatih parameter kinematika yang mampu mempengaruhi kecepatan tendangan *aphurigi*, agar atlet amatir bisa menguasai Teknik tendangan yang efektif dan mampu bersaing pada level nasional.

Kata kunci : taekwondo, *uphurigi*, biomekanika, kinematika, kecepatan, sudut

PENDAHULUAN

Taekwondo adalah seni bela diri Korea bercirikan tendangan yang cepat, tinggi dan berputar. Dalam kategori *combat*, hasil turnamen ditentukan oleh beberapa factor yang saling terkait antaralain: antropometri, karakteristik motorik, teknik, taktik, ciri psikologis atlet, dan metode wasit (Falco et al., 2009; El Ashker, 2012). Taekwondo terkenal dengan teknik tendangannya yang kuat dan atlet taekwondo memiliki banyak pilihan tendangan, seperti tendangan sabit, *aphurigi*, tendangan berputar, dan tendangan punggung sebagai teknik serangan dasar. Di antara semua tendangan ini, tendangan kapak (*Aphurigi*) sering digunakan oleh sebagian besar atlet taekwondo karena memiliki kekuatan, kecepatan, tinggi titik serang, dan jangkauan yang jauh. Dengan penerapan peraturan taekwondo baru pada tahun 2008, aktif menyerang bagian kepala sudah menjadi faktor kunci dalam menentukan kemenangan dalam sebuah turnamen (Ying, 2009). Pada tahun 2020 Febryota dkk pada penelitiannya menyatakan bahwasanya teknik tendangan *Ap hurigi* memberikan 14% point dalam pertandingan pada kejuaraan *Xuelang Cloud Wuxi 2019 World Taekwondo Grand Slam*, dengan demikian tendangan *aphurigi* memberikan kontribusi yang signifikan dalam perolehan poin dalam pertandingan, oleh karena itu teknik tendangan *aphurigi* menjadi salah satu opsi bagi para atlet taekwondo untuk mendapatkan point dalam pertandingan.

Saat ini masih kurang penelitian yang membahas terkait analisis teknik tendangan *aphurigi*, para peneliti hanya berfokus kepada analisis gerakan tendangan *roundhouse*. Dimana mereka mengungkapkan bahwa tendangan *roundhouse* adalah teknik yang paling sering digunakan (Lee S., 2001; Falco et al., 2009). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa tendangan *roundhouse* menghasilkan kecepatan tendangan kaki dari 9,94 m/s menjadi 16,26 m/s (F. , & P. W. 1995; W. Pieter, 2007) dan gaya tendangan dari 1304 N hingga 2089 N (Lee, 1983). Lebih lanjut, penyelidikan sebelumnya mengungkap bahwa durasi rata-rata waktu tendangan *roundhouse* adalah 0,35 detik dan 0,30 detik masing-masing untuk pria dan wanita profesional Singapura (Boey & Xie, n.d.). Penelitian lebih lanjut juga mengidentifikasi parameter, seperti kecepatan *release* kaki, akselerasi, momentum, kontrol sudut sendi, serta kekuatan otot, yang mempengaruhi durasi tendangan (Lee S., 2001; Wasik, n.d. 2010).

Analisis kinematika merupakan metode yang sangat efektif dalam menganalisa teknik atau suatu gerakan (Gusdernawati & Nasrulloh, 2021; Nurhalizah et al., 2023). Analisis teknik merupakan hal yang sangat penting dalam olahraga taekwondo, karena dalam pertandingan atlet harus mampu melakukan teknik yang efisien dan efektif agar mampu menghasilkan point yang maksimal. Beberapa penelitian telah menentukan karakteristik teknik yang mempengaruhi kecepatan dan kekuatan tendangan. Misalnya, sebuah penelitian menunjukkan bahwa rotasi internal pinggul berkecepatan tinggi dan kecepatan sudut fleksi-ekstensi sendi lutut diperlukan untuk melakukan tendangan cepat (Moreira et al., 2016). Selain itu, sudut maksimum fleksi lutut selama tendangan adalah sekitar 100°, sedangkan sudut maksimum fleksi plantar pergelangan kaki adalah sekitar 45° (Ha, 2009); Kong et al., 2000; (J.-W. Kim et al., 2010). Semakin tinggi derajat fleksi lutut maka semakin cepat dan kuat tendangannya (Hsiao et al., 2010). Alternatifnya, fleksi plantar pada kaki penyerang sekitar 35° menciptakan tendangan terkuat saat mengenai sasaran (Thibordee & Prasartwuth, 2014).

Dengan demikian, perlu dilakukan investigasi terkait parameter kinematika yang berpengaruh dan berkontribusi signifikan terhadap keberhasilan teknik tendangan *aphurigi* (*axe kick*), sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi perbedaan karakteristik kinematik ekstremitas bawah (*lower extrimity*) antara atlet nasional dan amatir taekwondo

Indonesia ketika melakukan teknik tendangan Aphurigi. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menjadi acuan bagi atlet dan pelatih untuk mengembangkan metode latihan yang tepat untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas Teknik tendangan Aphurigi (axe kick).

METODE

Metode dalam penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Tujuan metode deskriptif adalah untuk menyajikan fakta yang sistematis dan akurat tentang masalah yang menjadi fokus perhatian. Dalam metode ini penyajian menggambarkan perbedaan dalam hasil perolehan data (Fraenkel, Wallen, and Hyun 2004). Purposive sampling merupakan teknik yang digunakan untuk perhitungan dan pemilihan sampel. Ini adalah metode di mana sampel dipertimbangkan dalam kondisi tertentu sesuai kebutuhan penelitian. (Junanda, Rusdiana, and Rahayu 2016).

Sampel

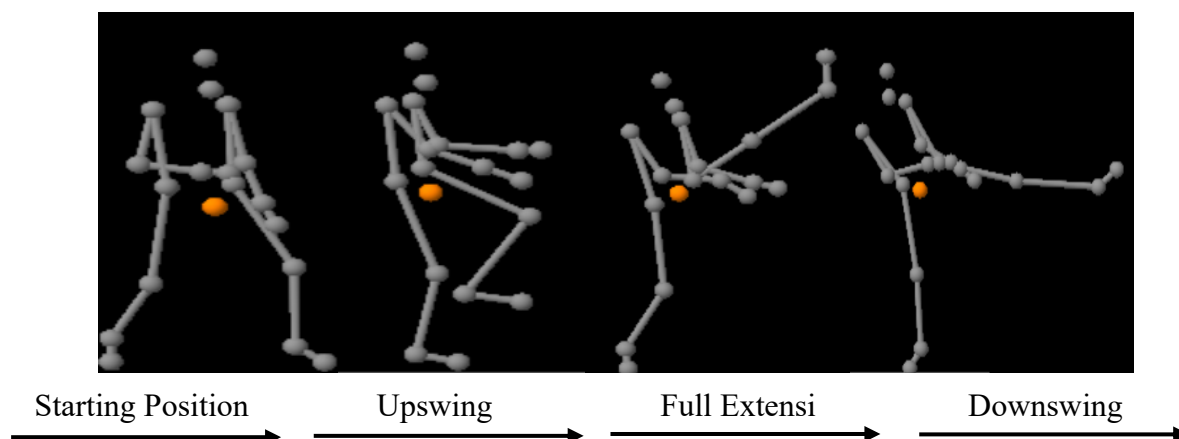
Sampel pada penelitian ini yaitu 12 atlet laki-laki taekwondo level nasional (usia 19 –21 tahun) dan 12 atlet laki-laki level regional direkrut untuk berpartisipasi dalam penelitian ini. Seluruh sampel memiliki pengalaman berkompetisi di level Provinsi. Atlet level nasional berpengalaman dipilih karena memiliki teknik yang konsisten dan mampu menghindari perubahan performa ketika bertanding, dengan demikian diharapkan teknik atlet level nasional bisa dijadikan parameter untuk teknik Aphurigi yang efektif dan efisien.

Tabel 1. Antropometri

No.	Item	Nasional level	Regional level
1	Usia	22,36 ± 2.27	20,72 ± 1.78
2	Tinggi Badan	168,81 ± 3.13	166.25 ± 4.53
3	Berat badan	62 ± 5.16	59 ± 6.74

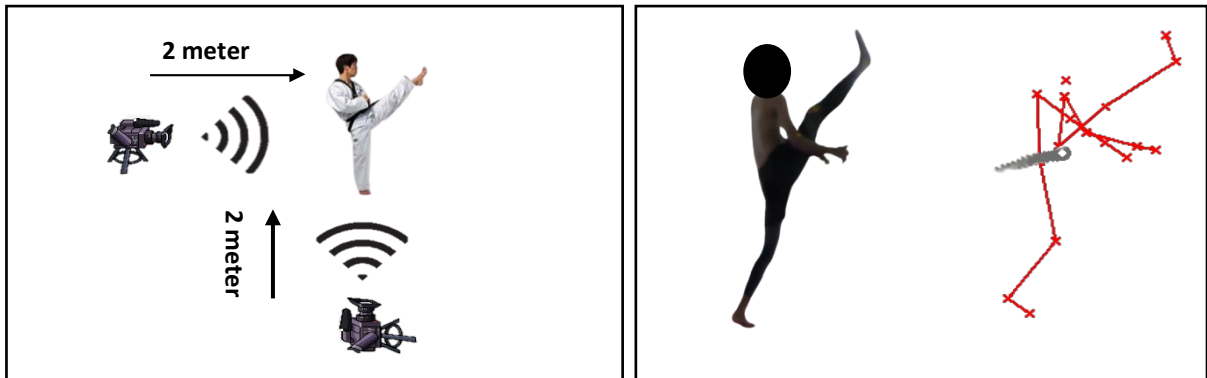
Prosedur

Sampel melakukan pemanasan statis dan dinamis selama 10 menit dan selanjutnya atlet diberikan waktu selama 5 menit untuk melakukan teknik ap hurigi sebelum melakukan pengukuran. Setiap sampel akan menggunakan marker yang berjumlah 18 titik marker, kemudian sampel melakukan 3 kali rangkaian gerak tendangan Ap Hurigi tanpa menggunakan target, Kamera video 1 di tempatkan di samping sampel tegak lurus sesuai kalibrasi.



Gambar 1. Diagram Struktur gerakan Ap Hurigi

Kamera video 2 diletakan di belakang peserta dengan jarak tegak lurus sesuai kalibrasi sampel. Pengambilan data penelitian dilakukan dengan menggunakan 2 kamera video handycam Panasonic HC-V100 Full HD, Jepang. Sistem analisis gerak dan kamera video menggunakan kalibrasi 2 dimensi, lalu data di olah menggunakan perangkat lunak Skillspector untuk menghitung parameter kinematika yang telah ditentukan. Parameter kinematika pada penelitian ini yaitu, tinggi tendangan, kecepatan tendangan, besar sudut dan kecepatan sudut tendangan serta besar perpindahan center of gravity (Miziara, dkk, 2019).



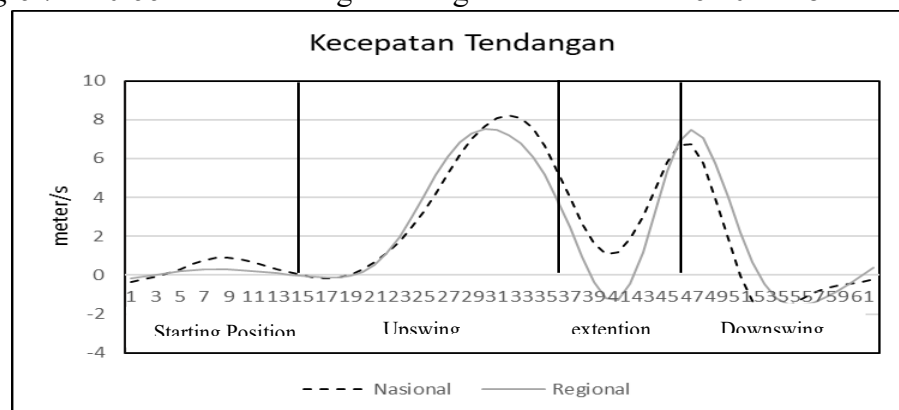
Gambar 2. Skema pengambilan data

Pengolahan data

Semua data yang didapatkan kemudian di analisis menggunakan program komputer SPSS versi 24.0. dilakukan untuk mengetahui pendistribusian normalitas data setiap variabel, lalu dilakukan uji analisis perbandingan. Pengujian homogenitas dan hipotesis, standar deviasi dan rata-rata dihitung sebagai data awal. Untuk menguji hipotesis, digunakan metode analisis perbedaan satu arah.

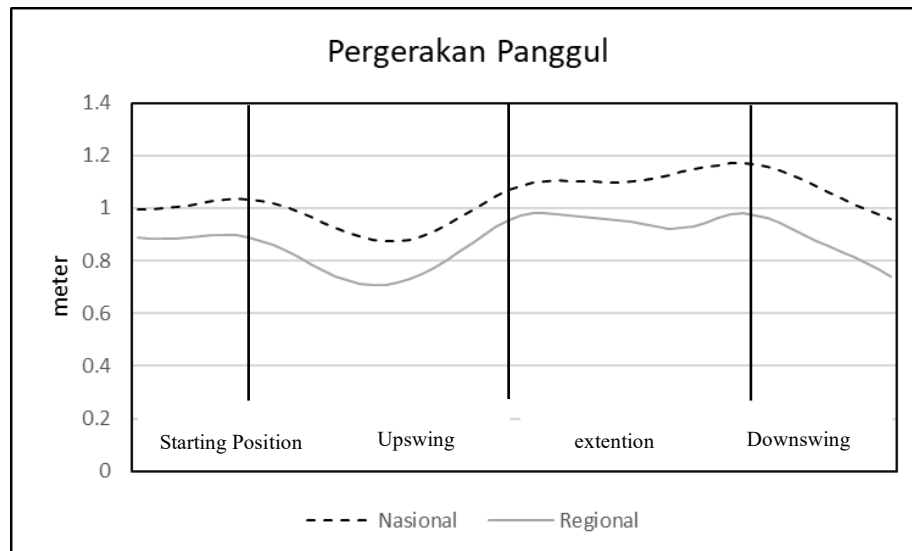
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan data yang digambarkan oleh Grafik 1, menggambarkan bahwa adanya perbedaan kecepatan tendangan pada setiap fase Gerakan tendangan aphyurigi. Dalam 4 fase tendangan aphyurigi *starting position*, *upswing*, *extention* dan *downswing*, kedua kelompok antara kelompok nasional level dan regional level memiliki pola atau distribusi kecepatan yang berbeda pada setiap fasenya. Dimana atlet level nasional memiliki kecepatan tendangan yang lebih tinggi pada fase *Upswing* 8.24 ± 1.03 m/s dibandingkan dengan regional level 7.52 ± 0.73 m/s, sedangkan atlte regional level, memiliki kecepatan yang lebih tinggi pada fase *downswing* 6.71 ± 0.66 m/s dibandingkan dengan nasional level 6.40 ± 1.82 m/s.



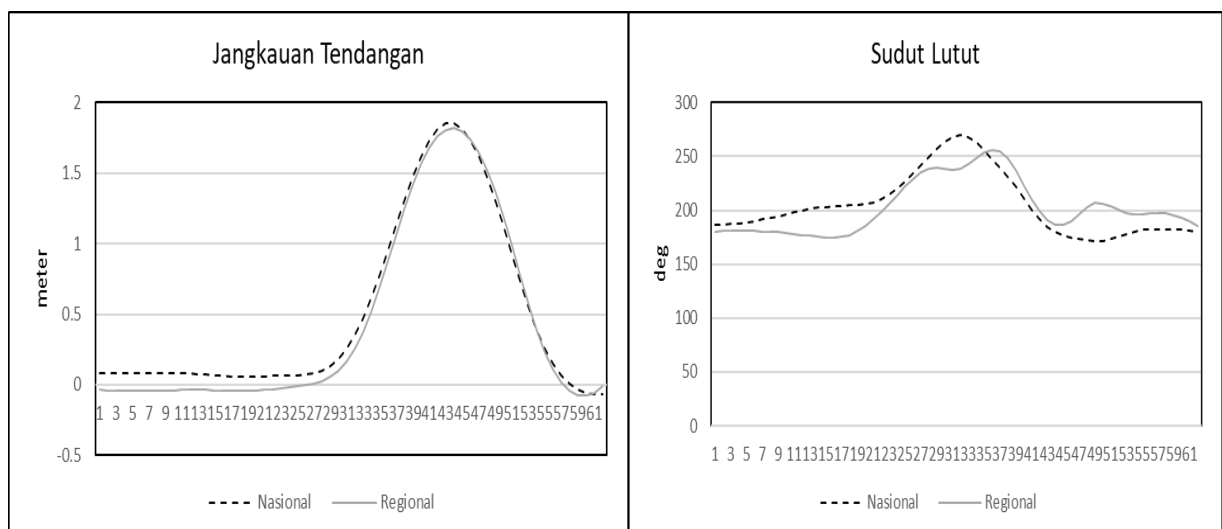
Grafik 1. Kecepatan tendangan

Pada Grafik 2, menunjukkan adanya perbedaan posisi panggul pada setiap fase Gerakan tendangan aphurigi antara 2 kelompok. Kelompok level nasional secara konsisten memiliki nilai perpindahan posisi panggul yang lebih tinggi dibandingkan kelompok regional, bisa dilihat bahwa kelompok level nasional memiliki perpindahan paksimal panggul sebesar 1.17 ± 0.12 m dibandingkan level regional sebesar 0.98 ± 0.44 m.



Grafik 2. Pergerakan panggul

Pada grafik 3, menggambarkan data terkait jangkauan tendangan dan sudut lutut pada saat melakukan Teknik tendangan. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara 2 kelompok pada jangkauan tendangan, Dimana pemain level nasional memiliki tinggi tendangan dengan nilai rata-rata sebesar 1.85 ± 0.76 m dan pemain level regional sebesar 1.82 ± 0.67 . sedangkan pada data rata rata besar sudut lutut pada saat melakukan tendangan Teknik aphurigi terdapat perbedaan pada saat fase *upswing*, Dimana pemain level nasional memiliki besar sudut lutut yang lebih besar 267.74 ± 3.23 deg dibandingkan level regional 241.39 ± 7.84 deg.



Grafik 3. Jangkauan tendangan dan besar sudut tendangan

Kemudian pada Tabel 2., terdapat perbedaan pada beberapa parameter kinematika antara atlet level nasional dan level regional. Dalam data tersebut bisa dilihat bahwa perbedaan berada pada kecepatan tendangan, Dimana atlet level nasional memiliki rata-rata kecepatan tendangan yang lebih besar dibandingkan level regional dengan nilai signifikansi sebesar *p-value* 0.003. Perbedaan selanjutnya terlihat pada jarak perpindahan panggul Dimana atlet level nasional memiliki ketinggian panggul yang lebih besar dibandingkan level nasional dengan nilai *p-value* 0.045. dan perbedaan terakhir terlihat pada besar sudut lutut pada saat fase *upswing* yang menunjukkan bahwa atlet nasional memiliki sudut lutut yang lebih besar dibandingkan atlet regional dengan nilai *p-value* 0.026. Sedangkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada 3 parameterlainnya antarain kecepatan tendangan pada fase *downswing*, posisi jangkauan tendangan dan besar sudut pada posisi *full extention*.

Tabel 2. Data perbandingan variabel antara atlet level nasional dan regional

No	Variabels	National Level average ± sd	Regional Level average ± sd	Signifikansi [perbedaan]
1	V_x [m/s] Kecepatan tendangan terhadap sumbu x (<i>upswing</i>)	8.24 ± 1.03	7.52 ± 0.73	0.003*
2	V_x [m/s] Kecepatan tendangan terhadap sumbu x (<i>downswing</i>)	6.40 ± 1.82	6.71 ± 0.66	0.076
3	$posisi_y$ [m] Jarak perpindahan maksimal panggul kanan terhadap sumbu y	1.17 ± 0.12	0.98 ± 0.44	0.045*
4	$posisi_y$ [m] jangkauan tendangan terhadap sumbu y (<i>full extention</i>)	1.85 ± 0.76	1.82 ± 0.67	0.096
5	a [deg] besar sudut lutut pada posisi (<i>full extension</i>)	179.32 ± 4.84	178.76 ± 6.34	0.062
6	a [deg] besar sudut lutut pada posisi (<i>upswing</i>)	267.74 ± 3.23	241.39 ± 7.84	0.026*

*Signifikan berbeda $P < 0.05$

Dari hasil yang di dapatkan terlihat bahawa ada tiga perbedaan pada parameter analisis kinematika teknik tendangan *aphurigi*, yaitu pada kecepatan tendangan, jarak perpindahan panggul dan sudut lutut pada fase *upswing*, sedangkan tidak terdapat perbedaan pada tiga parameter lainnya yaitu kecepatan tendangan pada fase *downswing*, jangkauan tendangan dan sudut lutut pada fase *full extention*.

Kecepatan tendangan yang lebih tinggi pada atlet level nasional dibandingkan dengan regional pada saat melakukan tendangan *aphurigi* tentunya dipengaruhi oleh beberapa faktor. Dalam beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan terkait kecepatan tendangan pada olahraga taekwondo menyatakan bahwa taekwondo adalah olahraga *combat* asal Korea dimana kecepatan tendangan menjadi kemampuan motorik utama yang harus dimiliki oleh para atletnya (P. V. S. Moreira et al., 2016) Kecepatan ini bergantung pada gaya di produksi oleh otot (P. , F. E. , E. U. , G. M. , C. A. , & G. M. Moreira, 2018). Liu juga telah (M. Q. Liu et al., 2008) mempelajari efek kecepatan pada jalur kinematika dan kekuatan otot selama performa motorik dasar berjalan dan mereka menemukan struktur makro jalur kinematik yang serupa selama berjalan lambat jika dibandingkan dengan berjalan cepat. Namun, analisis terhadap beberapa detail gerakan menunjukkan bahwa a) terdapat perbedaan kecepatan berjalan pada posisi sudut selama lintasan miring panggul dan pada puncak pertama fleksi lutut; b) ada perbedaan yang bergantung pada

kecepatan. Dengan demikian lintasan panggul dan gerakan fleksi pada saat melakukan teknik tendangan *aphurigi* menjadi skunci utama dalam meningkatkan kecepatan tendangan.

Analisis rotasi panggul atlet level nasional pada bidang vertikal menunjukkan bahwa rentang rotasi panggul di bagian kaki kanan memiliki kurva lebih besar dibandingkan rentang rotasi kelompok regional. Rotasi panggul pada tahap *full extention* pada atlet nasional menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan dibanding atlet regional, hal ini menjadi faktor yang mempengaruhi ketinggian tendangan seorang atlet. Selain itu, berdasarkan analisis kurva, rentang putaran panggul yang relatif besar, berpengaruh terhadap jarak tendangan secara horisotal yang cukup besar. Akibatnya, jangkauan putaran meningkat dan jangkauan serangan lawan relatif kecil (Miziara et al., 2019; Jung & Park, 2018) Dengan demikian jika seorang atlet ingin memiliki tinggi tendangan yang maksimal serta jangkauan tendangan yang lebih jauh, seorang atlet harus mampu memiliki rotasi panggul yang maksimal pada saat melakukan gerakan *Aphurigi*.

Berdasarkan kurva pada Gambar 3, bisa dilihat bahwa sudut lutut atlet level nasional memiliki nilai sudut lutut yang lebih besar pada fase *upswing* dibandingkan atlet level regional. Pada fase *upswing*, besar sudut lutut sangat berperan dalam meningkatnya kecepatan tendangan, hal tersebut dipengaruhi oleh kecepatan sudut yang lebih besar. Kecepatan sudut sangat dipengaruhi oleh panjang lintasan suatu objek, dengan demikian sangat penting bagi atlet untuk memiliki sudut lutut yang besar pada saat fase *upswing* atau pada posisi *full flexion*. Menurut (Buško & Nikolaidis, 2018), analisis lengkap tentang sudut sendi lutut sangat penting untuk memahami eksekusi tendangan performa tinggi. Tendangan *roundhouse* terdiri dari perubahan gerakan pinggul yang sederhana dan monoton (fleksi pinggul, rotasi internal, dan abduksi) dikombinasikan dengan fleksi dan ekstensi lutut (Y. K. Kim et al., 2011; T.-T. Liu et al., 2021). selaras dengan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh (Vieira et al., 2018), bahwa penurunan sudut fleksi lutut dan pinggul secara berurutan disebabkan oleh pola tendangan pada arah proksimal ke distal yang diamati pada penelitian ini. Menurut (Putnam, 1991) dan (Lee S., 2001), jika sudut fleksi lutut semakin rendah maka luas putaran tungkai akan menjadi kecil. Situasi ini memungkinkan inersia selama rotasi menjadi kecil dan tendangan memiliki kecepatan lebih rendah dengan menggunakan kekuatan otot sendi panggul (Wasik et al., 2022; Vieira et al., 2018).

SIMPULAN

Atlet level nasional memiliki kecepatan tendangan yang lebih tinggi dibandingkan atlet level regional, selanjutnya atlet level nasional memiliki nilai yang lebih tinggi pada posisi panggul saat melakukan teknik tendangan. Selain itu atlet level nasional memiliki sudut lutut yang lebih besar pada saat fase *upswing*, dimana hal tersebut sangat berkontribusi terhadap kecepatan tendangan seorang atlet. Dengan demikian perlu disusun program latihan yang sesuai untuk meningkatkan parameter-parameter yang memiliki kontribusi besar dalam teknik tendangan *aphurigi* antara lain, rotasi panggul dan besar sudut lutut pada fase *upswing*, karena kedua parameter tersebut sangat berkontribusi terhadap kecepatan dan jangkauan teknik tendangan *aphurigi*.

DAFTAR PUSTAKA

- Boey, L. W., & Xie, W. (n.d.). *EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF TURNING KICK PERFORMANCE OF SINGAPORE NATIONAL TAEKWONDO PLAYERS*.
- Buško, K., & Nikolaidis, P. T. (2018). Biomechanical characteristics of Taekwondo athletes: Kicks and punches vs. Laboratory tests. *Biomedical Human Kinetics*, 10(1), 81–88. <https://doi.org/10.1515/bhk-2018-0013>

- El Ashker, S. (2012). Technical performance effectiveness subsequent to complex motor skills training in young boxers. *European Journal of Sport Science*, 12(6), 475–484. <https://doi.org/10.1080/17461391.2011.606976>
- Falco, C., Alvarez, O., Castillo, I., Estevan, I., Martos, J., Mugarra, F., & Iradi, A. (2009). Influence of the distance in a roundhouse kick's execution time and impact force in Taekwondo. *Journal of Biomechanics*, 42(3), 242–248. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.10.041>
- Gusdernawati, A., & Nasrulloh, A. (2021). Biomechanical analysis of topspin techniques in table tennis games. *MEDIKORA*, 20(2), 125–133.
- Ha, C. S. , C. M. H. , & K. B. G. (2009). The Kinematicall Anallysis of the Taekwondo Sparring Players' Bandal Chagi in Kinematics. *International Journal of Applied Sports Sciences*, Vol 21, 115.
- Hsiao, C.-T., Lin, J.-S., & Chang, K.-P. (2010). Taekwondo sport development: The case of Taiwan. *OR Insight*, 23(3), 154–171. <https://doi.org/10.1057/ori.2010.7>
- Jung, T., & Park, H. (2018). THE EFFECTS OF DEFENSIVE FOOTWORK ON THE KINEMATICS OF TAEKWONDO ROUNDHOUSE KICKS. In *European Journal of Human Movement*.
- Kim, J.-W., Kwon, M.-S., Yenuga, S. S., & Kwon, Y.-H. (2010). The effects of target distance on pivot hip, trunk, pelvis, and kicking leg kinematics in Taekwondo roundhouse kicks. *Sports Biomechanics*, 9(2), 98–114. <https://doi.org/10.1080/14763141003799459>
- Kim, Y. K., Kim, Y. H., & Im, S. J. (2011). Inter-joint coordination in producing kicking velocity of taekwondo kicks. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10(1), 31–38.
- Kong, P.-W., Luk, T.-C., & Hong, Y. (2000). DIFFERENCE BETWEEN TAEKWONDO ROUNDHOUSE KICK EXECUTED BY THE FRONT AND BACK LEG-A BIOMECHANICAL STUDY. In *Isas*.
- Lee S., J. C. , S. S. , L. D. ., (2001). An analysis of the angular momentum of dolyeo chagi in taekwondo. *International Journal of Applied Sports Sciences*, Vol. 13, 18–32.
- Lee, S. K. (1983). Frequency analysis of the Taekwondo techniques used in a tournament. *Journal of Taekwondo*, 46, 122-130. *Journal of Taekwondo*, Vol. 46, 122–130.
- Liu, M. Q., Anderson, F. C., Schwartz, M. H., & Delp, S. L. (2008). Muscle contributions to support and progression over a range of walking speeds. *Journal of Biomechanics*, 41(15), 3243–3252. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.07.031>
- Liu, T.-T., Lin, Y.-C., Tang, W.-T., Hamill, J., & Chang, J.-S. (2021). Lower-limb kinematic characteristics of Taekwondo kicks at different attack angles. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 21(4), 519–531. <https://doi.org/10.1080/24748668.2021.1924526>
- Miziara, I. M., da Silva, B. G., Marques, I. A., de Sá, A. A. R., Oliveira, I. M., Pereira, A. A., & Naves, E. L. M. (2019). Analysis of the biomechanical parameters of high-performance of the roundhouse kicks in Taekwondo athletes. *Research on Biomedical Engineering*, 35(3), 193–201. <https://doi.org/10.1007/s42600-019-00022-1>
- Moreira, P. , F. E. , E. U. , G. M. , C. A. , & G. M. (2018). Relationships of the expertise level of taekwondo athletes with electromyographic, kinematic and ground reaction force performance indicators during the dollyo chagui kick. *Archives of Budo*, 14(59), 1–11.

- Moreira, P. V. S., Goethel, M. F., & Gonçalves, M. (2016). Neuromuscular performance of Bandal Chagui: Comparison of subelite and elite taekwondo athletes. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 30, 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2016.06.001>
- Nurhalizah, S., Syafaruddin, D., Jasmani, P., Kesehatan, D., Keguruan, F., Pendidikan, I., Sriwijaya, U., & Raya, J. (2023). THE EFFECT OF LADDER DRILL ON FEMALE'S FRONT STRAIGHT KICK IN PENCAK SILAT. *MEDIKORA*, 22(1), 33–42.
- Pieter, F. , & P. W. (1995). (1995). Speed and force in selected taekwondo techniques. *Biology of sport*, . *Biol. Sport*, Vol. 12, 257–266.
- Pieter, W. (2007). Modeling velocity and force of selected taekwondo techniques, . *1st International Symposium for Taekwondo Studies, Beijing: Capital Institute of Physical Education*, 65–71.
- Putnam, C. A. (1991). A segment interaction analysis of proximal-to-distal sequential segment motion patterns. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(1), 130–144. <http://europepmc.org/abstract/MED/1997807>
- Thibordee, S., & Prasartwuth, O. (2014). Effectiveness of roundhouse kick in elite Taekwondo athletes. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24(3), 353–358. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.02.002>
- Vieira, P., Moreira, S., Vinhas De Paula, L., Veloso, A., Vinhas, L., 3cd, P., Prieto, A., & 2ad, V. (2018). *The user has requested enhancement of the downloaded file* (Vol. 11). www.archbudo.com
- Wąsik, J. (n.d.). *The structure of the roundhouse kick on the example of a European Champion of taekwon-do*. www.archbudo.com
- Wasik, J., Mosler, D., Gora, T., Ortenburger, D., Chalimoniuk, M., & Langfort, J. (2022). Kinematic Differences between Traditional and Sport Version of Roundhouse Kick Executed by Male Taekwon-do Masters. *Journal of Men's Health*, 18(6). <https://doi.org/10.31083/j.jomh1806138>
- Ying, F. , & H. S. (2009). he analysis and research of the competition rules of the taekwondo in 2008. *Martial Arts and Professional Boxing Teaching*, 9, 86.