



---

**Analisis Kinematik Tendangan T Pencak Silat Melalui Prosedur Kelelahan: Analisis 2D**

**Hawa Delia Pratiwi<sup>1</sup>, Agus Rusdiana<sup>2</sup>, Iman Imanudin<sup>3</sup>, Badruzaman<sup>4</sup>, Iwa Ikhwan Hidayat<sup>5</sup>, Syam Hardwis<sup>6</sup>, Tono Haryono<sup>7</sup>, Unun Umaran<sup>8</sup>, Tian Kurniawan<sup>9</sup>, Surdiniaty Ugelta<sup>10</sup>**

<sup>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</sup> **Jurusan Ilmu Keolahragaan, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Universitas Pendidikan Indonesia, Jawa Barat, Indonesia**

<sup>9</sup> **Jurusan Fisioterapi, Fakultas Kesehatan dan Teknik, Universitas Bandung, Jawa Barat, Indonesia.**

**Email : [hawadeliap@upi.edu](mailto:hawadeliap@upi.edu)**

**Abstrak**

Teknik tendangan T Pencak Silat merupakan salah satu teknik serangan yang dijadikan gaya andalan dalam bertarung. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini untuk menganalisis perubahan parameter kinematika tendangan T sebelum dan sesudah kelelahan. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan bentuk deskriptif. Populasi dalam penelitian ini yaitu 12 atlet pencak silat di SMAN 1 Katapang, Atlet diberikan *treatment test bosco* yaitu, *drop jump*, *counter movement jump* dan *squat jump* masing-masing selama 60 detik. Pengambilan data menggunakan kamera go-pro, kemudian untuk analisis video menggunakan *software kinovea* dan *skill spectator*, lalu analisis data menggunakan spss versi 26.0, uji perbandingan menggunakan paired T-Test. Terdapat 4 parameter yang dianalisis yaitu, *knee joint degree*, *hip Joint degree*, *knee joint angular velocity*, *hip Joint angular velocity*. Dari pengukuran yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa kelelahan akan mempengaruhi sudut tendangan dan kecepatan tendangan, hal tersebut terlihat dari hasil yang didapatkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada fase kuda kuda besar sudut lutut p-0.022, besar sudut lutut pada fase anjang-ancang p-0.033, kemudian pada fase impact sudut hip abduction dominan p-0.021 dan hip abduction non dominan p-0.020, kecepatan sudut lutut pada posisi anjang – anjang p-0.013 dan kecepatan sudut lutut pada fase impact p-0.039. Sedangkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada sudut panggul fase kuda-kuda, anjang-ancang, dan kecepatan sudut panggul pada fase anjang-ancang.

**Kata Kunci:** Kelelahan, Kinematik, Sudut, Tendangan T, Kecepatan

---

**PENDAHULUAN**

Pencak silat adalah salah satu olahraga bela diri yang di wariskan oleh nenek moyang secara turun temurun sebagai budaya bangsa Indonesia yang sudah di akui UNESCO dan perlu dilestarikan, dibina dan dikembangkan (Candra, 2021). Pencak silat merupakan olahraga kontak seluruh badan yang meliputi semua komponen biomotorik seperti daya tahan, kekuatan kecepatan, tenaga, stamina, kekuatan, daya tahan, kelenturan, kelincahan dan koordinasi (Ferdinands et al., 2013; Mun et al., 2015). Dalam pertandingan, pencak silat

dibagi menjadi empat kategori ; (1) kelas tanding, (2) kategori tunggal (3) kategori regu dan (4) kategori ganda (Saputra, 2021). Tatur jatmiko (muhammad dailami, 2018) menyatakan pada prinsipnya kategori kelas tanding pencak silat adalah mendapatkan poin dengan bertahan, pembelaan, menyerang, menangkis dan tetap menerapkan kaidah pencak silat. Nilai serangan dihitung Ketika serangan dengan tangan atau kaki mengenai sasaran tanpa halangan/ terhalang oleh lawan. Untuk menyerang dan bertahan membutuhkan penguasaan keterampilan untuk menerapkan teknik dasar yang diperlukan selama pertandingan berlangsung. Teknik dasar yang diperlukan dalam Pencak silat adalah teknik tangkisan, pukulan, jatuhnya dan tendangan (Nugroho, 2020; Syaifullah & Maghribi, 2023).

Keberhasilan seorang pesilat dapat dilihat dari kemampuan tekniknya. Tendangan adalah suatu usaha atau proses untuk menyerang dan membela diri. Tiga jenis tendangan dalam pencak silat yang sering digunakan yaitu ; depan, sabit, Dan tendangan T (Syaifullah & Maghribi, 2023) salah satu teknik tendangan yang sering dilakukan adalah tendangan T. Tendangan T umumnya dipakai ketika melakukan teknik serang samping yang dapat ditujukan pada seluruh tubuh lawan. Tendangan dilaksanakan dengan memosisikan badan menyamping sejajar dengan lintasan tendangan yang lurus ke samping (menciptakan bentuk huruf "T"). alat serang tendangan T menggunakan pisau kaki. Dalam pelaksanaannya, tendangan T memiliki kelebihan dan kelemahan. Menurut (muhammad dailami, 2018) tendangan T memiliki kelebihan; jangkauan terhadap sasaran lebih leluasa, jarak antara kepala dengan lawan lebih jauh, maka lebih aman, eksplorasi tenaga dapat lebih maksimal. Tendangan T juga cukup banyak dijadikan ciri khas dalam gaya bertarung oleh beberapa pesilat tetapi jika dibandingkan teknik tendangan lain, tendangan T lebih sedikit total pelaksanaannya untuk jumlah keseluruhan pertandingan karena tendangan T sulit dilaksanakan untuk pertarungan jarak pendek, lebih mudah dijatuhkan dengan serangan bawah, posisi menendang kurang menghadap lawan sehingga dapat kehilangan pandangan.

Kondisi fisik seperti daya ledak, daya tahan, kekuatan dan kelincahan merupakan satu faktor penting dalam melakukan olahraga terutama teknik dalam pencak silat (Cooper et al., 2020; Romadona et al., 2022). Di dalam pertandingan tendangan merupakan poin penting yang dapat menghasilkan nilai besar dan membuat lawan terjatuh. Pada saat melakukan tendangan atlet melakukan gerak yang dihasilkan dari kontraksi dan rileksasi otot rangka. Dan untuk dapat bekerja, otot rangka maka memerlukan energi. Tidak banyak

atlet yang kelelahan saat pertandingan, ketika tubuh mengalami kelelahan yang tinggi maka akan mempengaruhi kerja system saraf pusat (nurul ihsan, 2015). Kelelahan dapat didefinisikan sebagai penurunan kapasitas ketegangan atau keluaran gaya setelah kontraksi otot yang berulang – ulang. Hal ini dapat berdampak negative pada kinerja atlet. Oleh karena itu, untuk dapat melakukan teknik tendangan T yang efektif hingga akhir pertandingan tanpa mengalami penurunan kemampuan yang cukup berat, dibutuhkan dukungan kemampuan fisik yang baik. Oleh karena itu sangat penting seorang atlet memiliki derajat kondisi fisik yang prima, melalui proses pelatihan fisik yang baik (Hidayat & Kadir, 2020).

Untuk melakukan gerakan yang efektif dan optimal perlu dilakukan analisis mekanika gerak. Analisis kinematika yaitu suatu analisis untuk mengetahui dan mengevaluasi suatu teknik gerakan melalui pendekatan analisis video. (Ferdinands et al., 2013) menjelaskan bahwa biomekanika yaitu ilmu yang mengkaji struktur dan fungsi system biologis manusia di tinjau dari system gerak atau mekanika yang disebut biomekanik. Penerapan biomekanika dalam dunia olahraga memiliki peran positif dan dapat dilakukan dengan cara observasi dengan bantuan aplikasi yang dapat menganalisis gerakan melalui analisis 2D dan 3D serta analisis kerja otot atlet yang diamati. Analisis juga dapat dipilih berdasarkan kesiapan alat dan detail analisis yang akan dilakukan (Syaifullah & Maghribi, 2023). Analisis Gerakan sering digunakan dalam kebutuhan olahraga dan dapat dilakukan menggunakan satu kamera dan aplikasi analisis Gerakan seperti kinovea dan skill spector.

Kinematika adalah salah satu cabang ilmu fisika yang mempelajari gerak suatu benda tanpa mempertimbangkan sebab-sebab gerak tersebut, misalnya gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda (Ishac & Eager, 2021). Efisiensi mekanis gerakan tendangan seringkali menentukan keberhasilan seorang atlet olahraga. Oleh karena itu, penelitian terkait analisis kinematik Tendangan T ini membantu memahami aspek keilmuan terkait teknik gerak dan juga membantu meningkatkan performa atlet secara optimal (Sunku Kwon , \* Robin Pfister , \* Ronald L. Hager , \* Iain Hunter, 2017; Syaifullah & Maghribi, 2023). Kinematika meliputi analisis posisi, kecepatan, dan percepatan bagian tubuh yang terlibat dalam gerakan (Syaifullah & Maghribi, 2023). Analisis kinematik dapat memberikan informasi tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan, keakuratan dan efektivitas berbagai teknik.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan parameter dan membandingkan parameter kinematic sebelum dan sesudah kelelahan, khususnya pada teknik tendangan T pencak silat dengan pendekatan analisis kinematika gerak teknik pencak silat. Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi atlet dan pelatih untuk meningkatkan efisiensi performa atlet pada teknik tendangan T.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif untuk memperoleh gambaran, deskripsi atau uraian penjelasan mengenai sebuah fenomena atau kejadian yang tidak memperhatikan mengapa peristiwa terjadi, hanya fokus pada apa yang terjadi (Nugroho, 2020). Subjek dalam penelitian ini yaitu atlet pencak silat. Adapun untuk pengambilan sampel berdasarkan tujuannya yaitu menggunakan teknik *purposive sampling*, teknik pengukuran sampel dengan pertimbangan atau ciri - ciri khusus yang sesuai dengan kriteria tertentu (Junanda et al., 2016). Populasi dalam penelitian ialah atlet pencak silat di SMAN 1 Katapang, penelitian ini dilakukan di laboratorium Ilmu keolahragaan FPOK Universitas Pendidikan Indonesia dengan jumlah sampel yaitu 12 orang atlet perempuan, sampel diuji dengan melakukan teknik tendangan T sebelum kelelahan dan sesudah kelelahan, kemudian tes dimaksudkan untuk menganalisis biomekanika dari teknik tendangan T dengan tujuan untuk menghasilkan bentuk gerakan dengan nilai efisiensi dan efektifitas yang baik dalam tendangan.

Pengambilan video menggunakan kamera go-pro untuk melakukan analisis gerakan. Instrument penelitian menggunakan software kinovea 0.9.4 dan skill spectator, aplikasi Kinovea dapat membantu menganalisis variasi gerakan dua dimensi, kemudian skill spectator dapat membantu membuat animasi dan *trajectory* gerakan dengan merekonstruksi koordinat 3D dari video 2D. Software Kinovea dan skill spectator layak digunakan pada penelitian ini karena mampu mendukung implementasi analisis biomekanik tendangan T sebelum kelelahan dan sesudah kelelahan (Ali et al., 2021; Aritonang et al., 2023; Putra et al., 2023).



Gambar 1,



gambar 2.



Gambar 3.

kuda - kuda/start position    ancang - ancang/upswing    tendang/impact

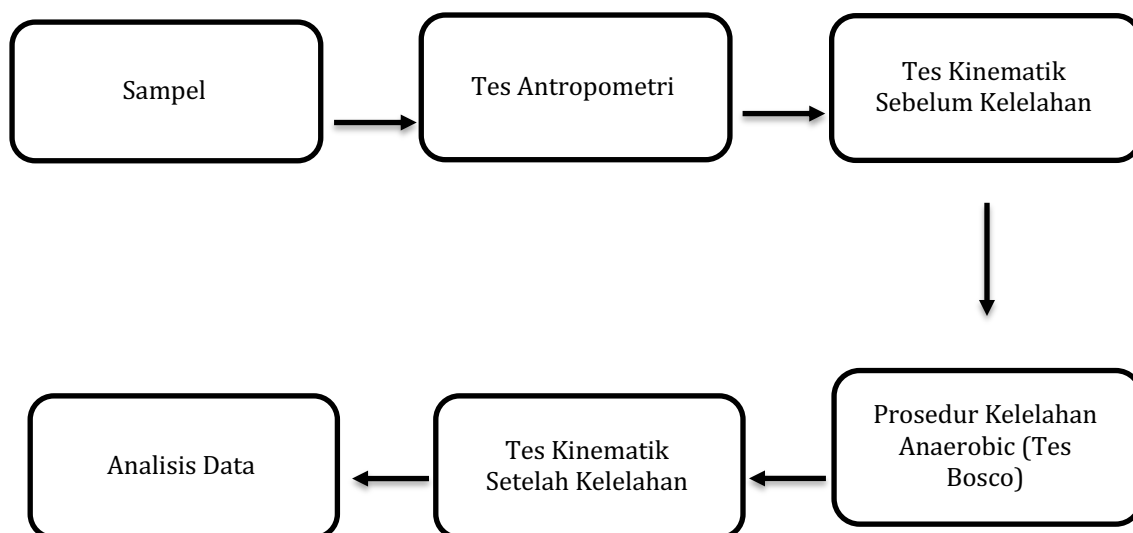
Kelelahan otot biasanya terjadi setelah latihan dengan intensitas yang tinggi atau aktivitas fisik yang berkepanjangan. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa salah satu cara untuk menyebabkan kelelahan otot anaerobik adalah melalui protocol test Bosco (Cooper et al., 2020; Nikolaidis et al., 2016). Protokol Bosco terdiri dari squat jump (SJ), counter movement jump (CMJ), drop jump (DJ) (Harty et al., 2020) yang dilakukan terus menerus selama 60 detik dan melibatkan SSC ekstremitas bawah. Tes Bosco dilakukan dengan cara atlet diinstruksikan untuk melompat setinggi mungkin selama 60 detik, atlet diharuskan mencoba mempertahankan waktu kontak dengan tanah dengan waktu singkat, atlet juga diminta untuk tetap meletakkan tangan di pinggang selama tes guna untuk mempertahankan keseimbangan. Kekuatan rata-rata selama pengujian 60 detik dinyatakan dalam  $W \cdot kg^{-1}$  (Nikolaidis et al., 2016).

Tabel 1. Hasil Antropometri

<b>Nama Sampel</b>	<b>Usia</b>	<b>Berat Badan(kg)</b>	<b>Tinggi Badan (cm)</b>	<b>Fat(%)</b>	<b>BMI(Kg/m<sup>2</sup>)</b>
A	17	49,7	151	19,1	21
B	17	46,3	156	22,5	19
C	16	53,9	166	22	19,6
D	17	46	158	22,3	18,4
E	17	47,5	145	25,7	22,6
F	17	69,8	180	16,4	21,5

Nama Sampel	Usia	Berat Badan(kg)	Tinggi Badan (cm)	Fat(%)	BMI(Kg/m <sup>2</sup> )
G	18	56,1	154	27,4	23,7
H	17	63,9	164	27,2	23,8
I	17	70,4	160	30,9	27,5
J	16	57,2	155	26,8	23,8
K	16	45,9	151	28,2	20,1
L	16	45,7	147	28,1	21,1
Mean	17	54,37	157,3	24,72	21,84

Prosedur pengambilan data diawali dengan; (1) Melaksanakan pengukuran antropometri pada sampel terdiri dari tinggi badan, berat badan, kadar lemak dan BMI, (2) kemudian melakukan pengecekan kadar asam laktat (mmol) dalam darah sebelum melakukan pengujian, metode yang digunakan dengan cara mengambil sampel melalui ujung jari sampel, (3) lalu atlet melakukan pemanasan, (4) setelah itu atlet melakukan kalibrasi, (5) selanjutnya atlet melakukan tes awal tendangan T sebelum diberikan *treatment test bosco*, (6) setelah melakukan tes awal, atlet melakukan *treatment test bosco* [*squat jump (SJ)*, *counter movement jump (CMJ)*, *drop jump (DJ)*], (7) lalu atlet melakukan pengecekan kadar asam laktat darah setelah diberikan *treatment test bosco*, (8) setelah itu, atlet melakukan kembali pengambilan data tendangan T.



Grafik 1. Design Penelitian

Proses pengambilan video tendangan T diawali dengan gerakan menendang, tes awal tendangan T sebelum kelelahan dilakukan oleh atlet, subjek berdiri di wilayah yang sudah disiapkan. Kemudian atlet melakukan test Bosco hingga terasa lelah, setelah itu atlet diambil sampel darah untuk mengukur kadar asam laktat, yang menjadi salah satu parameter kelelahan. Kemudian atlet melakukan tendangan T Kembali di wilayah yang sudah disiapkan sebelumnya. Posisi video kamera diletakkan pada sisi samping atau sisi lapangan dengan jarak 2,5 meter dengan posisi subjek berdiri.

Terdapat parameter kinematic pada penelitian ini yaitu (1) knee joint degree (2) Hip Joint degree (3) knee joint angular velocity (4) Hip Joint angular velocity (SYAHID, 2022). Untuk menguji normalitas dan hipotesis. Dan untuk membandingkan hasil dari data yang akan di olah menggunakan SPSS versi 26.0. Uji perbandingan menggunakan uji PAIRED T TEST untuk mengetahui perbedaan terkait parameter kelelahan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil**

Berdasarkan data yang digambarkan pada tabel 2, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar asam laktat sebelum dan sesudah kelelahan dengan nilai sig,  $0.00 < 0.05$ .

Tabel 2. Tabel asam laktat sebelum kelelahan dan sesudah kelelahan

<b>No</b>	<b>Variable</b>	<b>Average Before <math>\pm</math> SD</b>	<b>Average After <math>\pm</math> SD</b>	<b>Signifikansi (Perbedaan)</b>
<b>1</b>	Asam Laktat (mmol/L)	2.1 $\pm$ 0.7	6.7 $\pm$ 1.0	0.000*

Dapat dilihat dari data pada tabel 3, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan sudut sendi pada fase kuda – kuda, fase anjang – anjang dan fase impact sebelum kelelahan dan sesudah kelelahan. Pada sudut knee kuda - kuda terdapat perbedaan signifikan sudut sendi lutut dengan nilai sig.  $0.022 < 0.05$ . Pada sudut hip kuda - kuda sebelum dan sesudah kelelahan tidak terdapat perbedaan sudut sendi panggul dengan nilai sig.  $0.438 > 0.05$ . Pada fase anjang – anjang sebelum dan sesudah kelelahan terdapat perbedaan sudut sendi lutut dengan nilai sig.  $0.033 < 0.05$  sedangkan, pada fase anjang - anjang sebelum dan sesudah kelelahan tidak terdapat perbedaan sudut sendi panggul dengan nilai sig.  $0.464 > 0.05$ ,

kemudian pada fase *impact hip dominan (Impact)* dan *hip non dominan (Impact)* sebelum dan sesudah kelelahan terdapat perbedaan sudut panggul dengan nilai sig.  $0,021 < 0,05$  dan  $0,020 < 0,05$ .

Tabel 3. Sudut Kuda – Kuda (start position) dan Ancang – Ancang (Upswing)

No	Variable	Average Before $\pm$ SD	Average After $\pm$ SD	Signifika nsi (Perbeda an)
Sudut Kuda - Kuda				
1	<i>Knee Kuda-Kuda ( Kaki Dominan ) [Degree]</i>	16.8 $\pm$ 5.9	21.7 $\pm$ 6.1	0.022*
2	<i>Hip Kuda – Kuda [Degree]</i>	14.2 $\pm$ 3.3	11.8 $\pm$ 1.9	0.438
Sudut Ancang - Ancang				
1	<i>Knee Ancang – Ancang [Degree]</i>	56.1 $\pm$ 12.5	50 $\pm$ 9.9	0.033*
2	<i>Hip Ancang – Ancang [Degree]</i>	46.3 $\pm$ 6.9	48.2 $\pm$ 7.4	0.464
Impact / Full Extensi				
1	<i>Hip Abduction Dominan (Impact) [Degree]</i>	41,4 $\pm$ 8,2	47.3 $\pm$ 6.2	0,021*
2	<i>Hip Abduction Non Dominan (Impact) [Degree]</i>	43.1 $\pm$ 2,3	39.4 $\pm$ 3.4	0,020*

Dari data pada tabel 4, dilihat adanya perbedaan kecepatan ancang – ancang dan kecepatan impact sebelum kelelahan dan sesudah kelelahan. Dari hasil data dibawah *Avg Velocity Knee* memiliki perbedaan kecepatan dengan nilai sig.  $0.013 < 0.05$ , kemudian hasil data *Avg Velocity Hip* tidak terdapat perbedaan kecepatan dengan nilai sig.  $0.431 > 0.05$ , Lalu dari data Kecepatan *Impact*, terdapat perbedaan kecepatan pada *Avg Velocity Knee* dengan nilai sig.  $0.039 < 0.05$ .

Tabel 4. Kecepatan Ancang – ancang (Upswing)

No	Variable	Average Before $\pm$ SD	Average After $\pm$ SD	Signifikansi (Perbedaan)
Kecepatan Ancang-Ancang				
1	<i>Avg Velocity Knee [Deg/S]</i>	191.2 $\pm$ 24,3	215.1 $\pm$ 11,5	0,013*
2	<i>Avg Velocity Hip [Deg/S]</i>	130.5 $\pm$ 16,5	123,1 $\pm$ 27,3	0,431
Kecepatan Impact				
1	<i>Avg Velocity Knee [Deg/S]</i>	249,1 $\pm$ 45,1	198 $\pm$ 33,6	0,039*

## **PEMBAHASAN**

Pada saat melakukan teknik tendangan T terdapat 3 fase tendangan yaitu kuda – kuda, ancang- ancang , dan impact. Hasil penelitian yang dilakukan pada tendangan T pada saat sebelum kelelahan dan sesudah kelelahan, dalam parameter kinematic yang diteliti terdapat enam perbedaan dari parameter yang dianalisis, yaitu sudut lutut kuda – kuda, sudut lutut ancang – ancang, kecepatan tendangan lutut pada fase ancang – ancang dan impact, dan sudut panggul pada fase impact. Sedangkan tidak terdapat perbedaan pada tiga parameter yaitu sudut panggul pada fase kuda – kuda, sudut panggul pada fase ancang – ancang dan kecepatan sudut panggul pada fase ancang – ancang.

Setelah diberikan treatment bosco kelahan otot sehingga meningkatkan sudut pada fase kuda –kuda. Menurut penelitian sebelumnya, panjang otot pada sudut lutut terlibat dalam gerakan fleksi dan ekstensi yang akan menghasilkan torsi yang lebih besar, artinya otot – otot tersebut menghasilkan tegangan (torsi) terbesarnya dalam waktu pendek seiring terjadinya kelelahan(Pupo et al., 2014). Dengan demikian kelelahan otot dapat mempengaruhi perubahan besar sudut lutut dan akan berpengaruh terhadap torsi saat melakukan tendangan T. Pada fase ancang – ancang terdapat perubahan sudut lutut(flexi), sebelum kelelahan sampel memiliki rata – rata sudut 56,1 derajat, sedangkan pada saat setelah kelelahan sampel memiliki rata – rata sudut 50 derajat, maka terdapat penurunan sudut fleksi lutut setelah kelelahan. Dengan demikian kelelahan otot dapat mempengaruhi sudut lutut pada saat melakukan teknik. Pada fase ancang – ancang terdapat perubahan sudut lutut, sebelum kelelahan sampel memiliki rata – rata 56,1 derajat, sedangkan pada saat setelah kelelahan memiliki rata – rata 50 derajat, karena faktor kelelahan sudut fleksi lutut berkurang. Dalam penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa terjadinya penurunan kekuatan disebabkan oleh kelelahan, hal ini berpengaruh terhadap kemampuan otot dalam mengangkat beban, yang mengakibatkan kaki tidak terangkat maksimal sehingga terjadi perubahan sudut lutut (Cortes et al., 2012) perubahan dari sebelum menjadi sesudah kelelahan lebih besar dibanding penelitian sebelumnya. Hip abduction merujuk pada gerakan menjauhkan paha dari garis tengah tubuh, yang sangat penting dalam aktivitas seperti beladiri yang melibatkan banyak tendangan.

Pada saat fase impact tampak bahwa saat melakukan tendangan sample mengalami kehilangan keseimbangan sehingga mengakibatkan berubahnya sudut hip abduction

dominan dan hip abduction non-dominan. Sudut kemiringan tendangan (hip abduction dominan) yang terlalu besar akan memberikan efek yang akan memperlambat laju kecepatan tendangan yang kurang efektif dan efisien (Dipiarsa, Akka, Arrin et al., 2020). Pada beberapa penelitian sebelumnya, hip abduction dominan memiliki BMD (bone mineral density) yang secara signifikan lebih tinggi pada sudut panggul, Ketika sampel mengalami kelelahan sering terjadinya peningkatan beban pada pinggul nondominan saat melakukan tendangan T. Saat kaki dominan melakukan tugas tertentu, kaki nondominan, yang menjaga keseimbangan dalam posisi tegak, memperlihatkan efek pembebanan dari beban tubuh dan latihan bersama sehingga meningkatkan BMD (bone mineral density) (Griffin et al., 2015; van Santen et al., 2019). Faktor kelelahan dapat mempengaruhi aktivitas ini dengan mengurangi kekuatan otot dan koordinasi, sehingga berpotensi mengurangi efektifitas dan ketepatan tendangan yang mengakibatkan berubah sudut tendangan panggul.

Beberapa atlet dapat mempertahankan bentuk gerakannya sesudah kelelahan dengan mengorbankan kecepatan (Aragonés et al., 2018) konsentrasi laktat darah di atas 4 mmol berada di antara “keras” dan “sangat keras”. Temuan ini mengkonfirmasi bahwa para peserta mengalami kelelahan menumpuk selama tes. Menariknya, performa tendangan secara terus-menerus tampaknya tidak terlalu menuntut ketika beberapa perbedaan dalam prosedurnya disertakan, hasil lain juga menunjukkan kecepatan puncak yang lebih lambat, kejadian puncak yang lebih lambat dan durasi tendangan lebih lama. Kinematik sudut adalah poin kunci untuk memahami bagaimana pergerakan segmen linier diproses oleh atlet (Moreira et al., 2016). Kelelahan berpengaruh terhadap perbedaan sudut seperti yang dijelaskan pada penelitian (Quinzi et al., 2013). Kecepatan sudut yang diperoleh penelitian ini menunjukkan kecepatan sudut lutut pada fase ancap – ancap (fleksi) sebelum kelelahan sebesar  $191.2 \pm 24,3$  deg/s, dan sesudah kelelahan sebesar  $215.1 \pm 11,5$  deg/s kecepatan ini lebih rendah dari penelitian (Moreira et al., 2016; Quinzi et al., 2013) yang memiliki kecepatan sudut lutut fleksi  $709 \pm 203$  deg/s, perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh kondisi fisik masing – masing sampel (Suryo Putro et al., 2023).

Kelelahan dapat mempengaruhi sudut seperti pada penelitian (Aragonés et al., 2018). Didalam penelitian ini pada saat atlet melakukan gerakan tendangan T yang menunjukkan bahwa semakin tinggi kelelahan maka semakin tinggi juga perbedaan sudut dari suatu teknik, dimana sudut berubah disebabkan oleh kelelahan otot, kelelahan kardio, dan

turunnya konsentrasi. Kecepatan tendangan pada fase impact (ekstensi) menjelaskan bahwa untuk menghasilkan kecepatan tendangan dibutuhkan kombinasi ekstensi panggul dan lutut dengan gerakan seperti push, karena partisipan dalam penelitian ini melakukan gerakan tendangan secara perlahan dan tanpa adanya dorongan sehingga kecepatan menjadi berkurang, kecepatan ekstensi lutut yang tinggi harusnya disebabkan oleh momen ketergantungan gerakan yang disebabkan oleh deselarasi fleksi pinggul (Moreira et al., 2016; Quinzi et al., 2013; Suryo Putro et al., 2023).

Anaerobic test ini menggunakan test bosco (lower body), test bosco ini salah satu pembentuk otot bagian bawah, pada saat melakukan gerakan bosco itu tidak terjadi pembebanan yang berlebih, atau kelelahan yang berlebih pada otot abdomen, sehingga tidak terlalu berpengaruh terhadap besar sudut hip. Dalam beberapa penelitian sebelumnya, akan ada perbedaan nilai sudut pinggul minimum dan maksimum seiring dengan perubahan posisi pinggul. Meskipun terdapat rentang gerak sudut pinggul yang serupa dengan perubahan posisi pinggul, perbedaan nilai sudut pinggul minimum dan maksimum menunjukkan bahwa perkembangan gaya dan produksi tenaga bervariasi pada sudut pinggul yang berbeda seiring dengan perubahan posisi pinggul. pada posisi kuda – kuda, ancap – ancap, dan kecepatan ancap – ancap, kelelahan otot yang lebih umum terjadi pada ekstremitas bawah. Hal ini menunjukkan bahwa posisi pinggul serupa memungkinkan distribusi beban yang lebih merata pada berbagai kelompok otot yang terlibat (Angriani, 2016; Too, 2016).

## **KESIMPULAN**

Kelelahan berpengaruh terhadap sudut knee dan hip kemudian berpengaruh terhadap kecepatan. hal tersebut karena dipengaruhi oleh adanya penurunan kekuatan otot atau kelelahan yang menumpuk pada otot sehingga menurunkan performa atlet. Pada penelitian ini terdapat pada parameter kinematika tendangan T setelah dilakukan prosedur kelelahan menggunakan treatment tes bosco. Terjadi perubahan yang signifikan pada knee kuda-kuda, knee ancap – ancap, hip abduction dominan impact, hip abduction non-dominan impact, average velocity knee ancap – ancap, average velocity knee impact, hal tersebut terjadi karena konsentrasi laktat meningkat pada lower body atlet terutama pada otot yang dominan mendukung gerakan T, sehingga mempengaruhi parameter tersebut. Dengan demikian perlu adanya program latihan yang sesuai untuk atlet pencak silat agar

bisa mempertahankan konsistensi Teknik tendangan T dengan cara meningkatkan kekuatan otot dan daya tahan kekuatan otot.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S., Mina, A., Mehdi, S., & Iman, S.-M. (2021). C3D data based on 2-dimensional images from video camera. *Annals of Biomedical Science and Engineering*, 5(1), 001–005. <https://doi.org/10.29328/journal.abse.1001010>
- Angriani, D. (2016). *Pengaruh Bridging Exercise terhadap Peningkatan Kekuatan Otot Glutei pada Pasien Post Stroke di Rumah Sakit Umum Daerah Sinjai*. 6.
- Aragonés, D., Eekhoff, A., Horst, F., & Schöllhorn, W. I. (2018). Fatigue-related changes in technique emerge at different timescales during repetitive training. *Journal of Sports Sciences*, 36(11), 1296–1304. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1374758>
- Aritonang, T., Manik, N., Tamba, Y., Tinggi, S., & Real, T. (2023). *Educatum : Jurnal Dunia Pendidikan*. 1(1), 27–38.
- Candra, J. (2021). *pencak silat* (cetakan pe, p. 125). CV BUDI UTAMA. [https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=oAEoEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&q=pencak+silat+berasal&ots=WoqC0wEc32&sig=ebjAK0e8wjSLqj-LfsKdsXDXdJA&redir\\_esc=y#v=onepage&q=pencak silat berasal&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=oAEoEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&q=pencak+silat+berasal&ots=WoqC0wEc32&sig=ebjAK0e8wjSLqj-LfsKdsXDXdJA&redir_esc=y#v=onepage&q=pencak%20silat%20berasal&f=false)
- Cooper, C. N., Dabbs, N. C., Davis, J., & Sauls, N. M. (2020). Effects of Lower-Body Muscular Fatigue on Vertical Jump and Balance Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(10), 2903–2910. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002882>
- Cortes, N., Quammen, D., Lucci, S., Greska, E., & Onate, J. (2012). A functional agility short-term fatigue protocol changes lower extremity mechanics. *Journal of Sports Sciences*, 30(8), 797–805. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.671528>
- Dipiarsa, Akka, Arrin, P., Yunus, M., & Andiana, O. (2020). Analisis Gerak Pada Shooting Menggunakan Punggung Kaki Dalam Olahraga Sepak Bola (Studi Kasus Pada Sekolah Sepakbola Putra Arema U-15). *Journal of Sport Science and Health*, 8(2), 1–8.
- 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*, 6(4), 184–201. <https://doi.org/10.1080/19346182.2013.854799>
- Griffin, V. C., Everett, T., & Horsley, I. G. (2015). A comparison of hip adduction to abduction strength ratios, in the dominant and non-dominant limb, of elite academy football players. *Journal of Biomedical Engineering and Informatics*, 2(1), 109. <https://doi.org/10.5430/jbei.v2n1p109>
- Harty, P. S., Zabriskie, H. A., Stecker, R. A., Currier, B. S., Tinsley, G. M., Surowiec, K., Jagim, A. R., Richmond, S. R., & Kerksick, C. M. (2020). Caffeine Timing Improves Lower-Body Muscular Performance: A Randomized Trial. *Frontiers in Nutrition*, 7(November), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.585900>
- Hidayat, S., & Kadir, S. (2020). Kontribusi Daya Ledak Otot Tungkai Dan Keseimbangan Terhadap Hasil Tendangan Depan Atlet Pencak Silat Program Studi Pendidikan Kepelatihan Olahraga Fakultas Olahraga Dan Kesehatan Universitas Negeri Gorontalo. *COMPETITOR: Jurnal Pendidikan Kepelatihan Olahraga*, 10(2), 74. <https://doi.org/10.26858/com.v10i2.13188>
- Ishac, K., & Eager, D. (2021). Evaluating martial arts punching kinematics using a vision and inertial sensing system. *Sensors*, 21(6), 1–25. <https://doi.org/10.3390/s21061948>

- Junanda, H. A., Rusdiana, A., & Rahayu, N. I. (2016). Kecepatan Dan Akurasi Shuttlecock Pada. *Jurnal Terapan Ilmu Keolahragaan*, 01(01), 17–23.
- 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>
- muhammad dailami, tutur jatmiko. (2018). Analisis Statistik Teknik Tendangan Kategori Tanding Kelas D Putra Mahasiswa Pada Kejuaraan Pencak Silat Se-Jawa Timur Open Piala Rektor Unesa Ke 1 2018. *Analisis Statistik Teknik Tendangan Kategori Tanding Kelas D Putra Mahasiswa Pada Kejuaraan Pencak Silat Se-Jawa Timur Open Piala Rektor Unesa Ke 1 2018*, 1–26.
- 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*, 14(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12938-015-0041-5>
- Nikolaidis, P. T., Afonso, J., Clemente-Suarez, V. J., Alvarado, J. R. P., Driss, T., Knechtel, B., & Torres-Luque, G. (2016). Vertical jumping tests versus wingate anaerobic test in female volleyball players: The role of age. *Sports*, 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.3390/sports4010009>
- Nugroho, A. (2020). Analisis Penilaian Prestasi Teknik Dalam Pertandingan Pencak Silat. *Jorpres (Jurnal Olahraga Prestasi)*, 16(2), 66–71. <https://doi.org/10.21831/jorpres.v16i2.31655>
- nurul ihsan. (2015). *Pengaruh Latihan Lateral Hop, Hop, And Hold Opposite Leg With Barries Terhadap Kemampuan Tendangan Samping Atlet Pencak Silat.*
- Pupo, J. D., Detanico, D., & Santos, S. G. Dos. (2014). The fatigue effect of a simulated futsal match protocol on isokinetic knee torque production. *Sports Biomechanics*, 13(4), 332–340. <https://doi.org/10.1080/14763141.2014.981202>
- Putra, A. I. Y., Irawan, F. A., Hidayah, T., & Anam, K. (2023). Analisis Gerak Tendangan Penalti Pada Atlet U-19 Klub Futsal Fantaboys Di Kota Tanjungpinang. *Journal of SPORT (Sport, Physical Education, Organization, Recreation, and Training)*, 7(2), 143–155. <https://doi.org/10.37058/sport.v7i2.6673>
- Quinzi, F., Camomilla, V., Felici, F., Di Mario, A., & Sbriccoli, P. (2013). Differences in neuromuscular control between impact and no impact roundhouse kick in athletes of different skill levels. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(1), 140–150. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.09.006>
- Romadona, R. P., Widodo, A., Wahyudi, H., & Firmansyah, A. (2022). Analisis Faktor Penentu Kemenangan Atlet Cabang Olahraga Pencak Silat Kategori Tanding (Analisis Video Hasil Pertandingan Babak Final Kejuaraan Internasional Kelas Berbeda Usia Dewasa). *Indonesian Journal of Kinanthropology (IJOK)*, 2(1), 29–37. <https://doi.org/10.26740/ijok.v2n1.p29-37>
- Saputra, I. M. D. T. (2021). Gambaran Nyeri Akut Pada Pasien Dengan Close Fraktur Radius Di Igd Rsup Sanglah. *Gastronomía Ecuatoriana y Turismo Local*, 1(69), 5–24.
- Sunku Kwon , \* Robin Pfister , \* Ronald L. Hager , \* Iain Hunter , \* dan Matthew K. Seeley. (2017). Pengaruh Kinematika Raket Tenis Terhadap Kecepatan Sudut Topspin Bola dan Akurasi Pukulan Forehand Groundstroke. *Jurnal Science and Medicine*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5721180/>
- Suryo Putro, W. A., Anwar, S., & Istiyono, I. (2023). Analisis Biomekanik Tentang Depan Seni

*Analisis Kinematik Tendangan T Pencak Silat Melalui Prosedur Kelelahan: Analisis 2D*

Hawa Delia Pratiwi<sup>1</sup>, Agus Rusdiana<sup>2</sup>, Iman Imanudin<sup>3</sup>, Badruzaman<sup>4</sup>, Iwa Ikhwan Hidayat<sup>5</sup>, Syam Hardwis<sup>6</sup>, Tono Haryono<sup>7</sup>, Unun Umaran<sup>8</sup>, Tian Kurniawan<sup>9</sup>, Surdiniaty Ugelta<sup>10</sup>

Bela Diri di Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong Papua Barat. *Jurnal Pendidikan*, 11(1), 55–60. <https://doi.org/10.36232/pendidikan.v11i1.3551>

Syaifullah, R., & Maghribi, I. L. (2023). *Analisis Kecepatan Teknik Tendangan Depan Pencak Silat 2022. 1*, 146–159.

Too, D. (2016). The Effect of Hip Position/Configuration on Anaerobic Power and Capacity in Cycling. *International Journal of Sport Biomechanics*, 7(4), 359–370. <https://doi.org/10.1123/ijsb.7.4.359>

van Santen, J. A., Pereira, C., Sanchez-Santos, M. T., Cooper, C., & Arden, N. K. (2019). Dominant vs. non-dominant hip comparison in bone mineral density in young sporting athletes. *Archives of Osteoporosis*, 14(1). <https://doi.org/10.1007/s11657-019-0605-2>