

PENGARUH METODE COMPLEX TRAINING TERHADAP PENINGKATAN POWER OTOT TUNGKAI PADA ATLET PENCAK SILAT

Nasywa Alfiyyah Keumala¹, Mulyana², Oktoviana Nur Ajid³
Universitas Pendidikan Indonesia^{1,2,3}
alfiyyahkeumala@gmail.com¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh metode *complex training* terhadap peningkatan power otot tungkai pada atlet pencak silat. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan desain *One Group Pretest–Posttest Design*. Sampel penelitian berjumlah 10 atlet pencak silat SPA Cimahi berusia 17–19 tahun yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Program *complex training* dilaksanakan selama 6 minggu dengan frekuensi 3 kali latihan setiap minggu. Pengukuran power otot tungkai dilakukan menggunakan *Vertical Jump Test*. Analisis data dilakukan menggunakan uji *Shapiro–Wilk* dan *Wilcoxon Signed Rank Test*. Hasil penelitian menunjukkan nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0,004 ($p < 0,05$), sehingga metode *complex training* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan power otot tungkai pada atlet pencak silat. Dengan demikian, *complex training* dapat dipertimbangkan sebagai salah satu alternatif program latihan untuk meningkatkan power otot tungkai pada atlet pencak silat.

Kata Kunci: Complex Training, Pencak Silat, Power Otot Tungkai, Vertical Jump Test

ABSTRACT

This study aimed to analyze the effect of the complex training method on lower limb power in pencak silat athletes. This study employed a quantitative approach using a One-Group Pretest–Posttest Design. The participants consisted of 10 pencak silat athletes from SPA Cimahi, aged 17–19 years, selected through purposive sampling. The complex training program was conducted for 6 weeks with a frequency of three training sessions per week. Lower limb power was assessed using the Vertical Jump Test. Data were analyzed using the Shapiro–Wilk test and the Wilcoxon Signed Rank Test. The results showed an Asymp. Sig. (2-tailed) value of 0.004 ($p < 0.05$), indicating that the complex training method had a significant effect on improving lower limb power in pencak silat athletes. Therefore, complex training can be considered an effective training method for improving lower limb power in pencak silat athletes.

Keywords: Complex Training, Pencak Silat, Lower Limb Power, Vertical Jump Test

PENDAHULUAN

Pencak silat merupakan salah satu cabang olahraga bela diri yang menuntut kemampuan fisik, teknik, taktik, dan mental secara terpadu untuk menghasilkan performa yang optimal. Dalam pelaksanaannya, berbagai teknik serangan, khususnya tendangan, membutuhkan kemampuan gerak yang cepat, kuat, dan eksplosif agar mampu menghasilkan serangan yang efektif (Syaifullah & Lingsir Maghribi, 2023). Gerakan tersebut melibatkan ekstremitas bawah sebagai sumber

utama dalam menghasilkan gaya dan dorongan ketika melakukan teknik tendangan (Waluyo & Sudarmanto, 2023). Oleh karena itu, kemampuan otot tungkai menjadi salah satu komponen kondisi fisik yang berperan penting dalam menunjang keberhasilan atlet pencak silat selama latihan maupun pertandingan.

Power otot tungkai merupakan kemampuan otot ekstremitas bawah untuk menghasilkan gaya secara maksimal dalam waktu yang singkat melalui kontraksi otot yang cepat dan eksplosif. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh karakteristik kontraksi otot, seperti kecepatan kontraksi, deformasi otot, serta kapasitas otot dalam menghasilkan energi mekanik selama proses kontraksi (Labonte & Holt, 2024). Selain itu, kemampuan menghasilkan *power* juga dipengaruhi oleh kemampuan sistem otot dalam memproduksi energi secara optimal sehingga kualitas otot dan sistem energi tubuh menjadi faktor penting dalam mendukung gerakan eksplosif pada ekstremitas bawah (Mau et al., 2023).

Kemampuan *power* otot tungkai memiliki hubungan yang erat dengan performa teknik dalam olahraga pencak silat. Penelitian menunjukkan bahwa *power* otot tungkai berhubungan secara signifikan dengan frekuensi tendangan sabit, sehingga atlet yang memiliki *power* otot tungkai lebih baik cenderung mampu melakukan tendangan secara berulang dengan kualitas yang lebih optimal (Islam & Octavia, 2025). Selain itu, *power* otot tungkai memberikan kontribusi terhadap kualitas tendangan meskipun performa teknik juga dipengaruhi oleh komponen kondisi fisik lainnya (Aljuklan & Sukarmin, 2023). Temuan lain menunjukkan bahwa daya ledak otot tungkai memberikan kontribusi sebesar 20,4% terhadap performa tendangan sabit atlet pencak silat (Ihsan et al., 2022). Hal tersebut menegaskan bahwa *power* otot tungkai merupakan salah satu komponen biomotorik utama yang mendukung keberhasilan teknik serangan dalam olahraga pencak silat (Tri Juwanda S. & Zulrafla, 2020).

Meskipun memiliki peran yang sangat penting dalam menunjang performa atlet, kemampuan *power* otot tungkai dapat mengalami penurunan akibat berkurangnya aktivitas fisik maupun kondisi cedera. Berkurangnya penggunaan tungkai dalam jangka waktu tertentu menyebabkan penurunan kekuatan dan ukuran otot ekstensor sehingga berdampak pada menurunnya kemampuan menghasilkan gerakan eksplosif (Preobrazenski et al., 2023). Penurunan fungsi tersebut juga dapat terjadi setelah cedera atau operasi pada ekstremitas bawah yang mengakibatkan berkurangnya ukuran serta kemampuan kontraksi otot, khususnya pada otot *quadriceps*, sehingga kemampuan menghasilkan *power* turut mengalami penurunan (Toth et al., 2020). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa diperlukan metode latihan yang efektif dan terstruktur untuk mempertahankan sekaligus meningkatkan kemampuan *power* otot tungkai atlet.

Salah satu metode latihan yang banyak digunakan untuk meningkatkan *power* otot tungkai adalah *complex training* (CT). *Complex training* merupakan metode latihan yang mengombinasikan latihan beban berat (*heavy resistance training*) dengan latihan eksplosif (*plyometric*) dalam satu sesi latihan untuk meningkatkan kekuatan dan *power* otot (Li et al., 2019). Metode ini memanfaatkan fenomena *Post-Activation Performance Enhancement* (PAPE), yaitu peningkatan performa setelah aktivitas kontraksi berintensitas tinggi yang mampu meningkatkan aktivasi neuromuskular dan perekrutan unit motorik sehingga kemampuan menghasilkan gaya secara eksplosif menjadi lebih optimal. Melalui mekanisme tersebut, *complex training* mampu meningkatkan kemampuan otot dalam menghasilkan gerakan

eksplosif yang dibutuhkan pada berbagai cabang olahraga (Blazevich & Babault, 2019). Selain itu, kombinasi latihan beban dan *plyometric* juga dilaporkan mampu meningkatkan kekuatan, kecepatan, serta membantu meminimalkan risiko cedera sehingga metode ini banyak diterapkan dalam program latihan atlet (Hendarsin et al., 2020).

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa *complex training* efektif dalam meningkatkan kemampuan eksplosif ekstremitas bawah. Wang et al., (2023) melaporkan bahwa penerapan *complex training* mampu meningkatkan kemampuan *vertical jump* dan sprint melalui peningkatan fungsi neuromuskular. Hasil penelitian (Zhang et al., 2025) juga menunjukkan bahwa *plyometric complex training* lebih efektif dibandingkan latihan *plyometric* konvensional maupun latihan beban tradisional dalam meningkatkan kemampuan eksplosif ekstremitas bawah. Selain itu, Guo dan Li (2022) melaporkan bahwa program *complex training* selama 6–8 minggu mampu meningkatkan kekuatan maksimal dan *power* otot tungkai secara bersamaan. Temuan tersebut diperkuat oleh Krzysztofik et al., (2025) yang menyatakan bahwa *complex training* mampu mentransfer peningkatan kekuatan hasil latihan beban menjadi kemampuan gerak eksplosif yang lebih fungsional sehingga sesuai diterapkan pada cabang olahraga yang menuntut kombinasi kekuatan dan kecepatan, termasuk pencak silat.

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa *complex training* efektif dalam meningkatkan kemampuan eksplosif ekstremitas bawah, sebagian besar penelitian masih berfokus pada indikator performa olahraga secara umum, seperti *vertical jump*, kemampuan sprint, maupun peningkatan performa teknik pada berbagai cabang olahraga. Pada cabang olahraga pencak silat, penelitian yang telah dilakukan umumnya mengevaluasi efektivitas *complex training* berdasarkan peningkatan performa tendangan. Pendekatan tersebut belum memberikan gambaran secara langsung mengenai perubahan *power* otot tungkai sebagai komponen biomotorik yang mendasari kemampuan eksplosif atlet. Oleh karena itu, masih diperlukan penelitian yang mengkaji pengaruh *complex training* terhadap peningkatan *power* otot tungkai menggunakan instrumen pengukuran yang mampu merepresentasikan kemampuan eksplosif ekstremitas bawah secara langsung.

Berdasarkan kesenjangan penelitian tersebut, kebaruan penelitian ini terletak pada pengukuran *power* otot tungkai sebagai komponen biomotorik utama setelah penerapan *complex training* pada atlet pencak silat. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang lebih banyak menilai hasil latihan berdasarkan peningkatan performa teknik tendangan, penelitian ini mengevaluasi secara langsung perubahan kemampuan eksplosif ekstremitas bawah menggunakan *Vertical Jump Test*. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan bukti ilmiah yang lebih spesifik mengenai efektivitas *complex training* dalam meningkatkan *power* otot tungkai sebagai dasar kemampuan fisik yang menunjang performa atlet pencak silat. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh metode *complex training* terhadap peningkatan *power* otot tungkai pada atlet pencak silat.

KAJIAN TEORI

Kemampuan menghasilkan *muscular power* dipengaruhi oleh berbagai faktor fisiologis dan neuromuskular, meliputi kemampuan otot menghasilkan gaya (*force production*), kecepatan pemendekan otot (*muscle shortening velocity*), aktivasi dan

relaksasi otot, koordinasi neuromuskular, serta karakteristik morfologi otot seperti luas penampang otot (*muscle cross-sectional area*) dan komposisi serat otot. Interaksi faktor-faktor tersebut menentukan kemampuan seseorang dalam menghasilkan gerakan yang cepat dan eksplosif sehingga berperan penting dalam performa olahraga (Douglas et al., 2021). Peningkatan *muscular power* dapat dicapai melalui adaptasi neuromuskular yang terjadi sebagai respons terhadap latihan. Latihan resistensi secara teratur mampu meningkatkan aktivasi otot, rekrutmen *motor unit*, koordinasi antarmuskular, serta efisiensi sistem saraf dalam mengendalikan kontraksi otot. Adaptasi tersebut memungkinkan otot menghasilkan gaya secara lebih cepat dan efektif sehingga mendukung peningkatan kemampuan gerak eksplosif (Santos et al., 2023).

Kemampuan menghasilkan gaya secara cepat juga dipengaruhi oleh *neural drive* yang diberikan sistem saraf kepada otot. Kecepatan rekrutmen *motor unit* dan laju pelepasan impuls (*motor unit discharge rate*) berperan penting dalam meningkatkan produksi gaya selama kontraksi. Oleh karena itu, peningkatan fungsi neuromuskular memungkinkan otot menghasilkan gaya secara lebih cepat dan efisien sehingga mendukung peningkatan *power* otot tungkai (Del Vecchio, 2023).

Adaptasi neuromuskular tersebut dapat dioptimalkan melalui berbagai metode latihan yang dirancang untuk meningkatkan kemampuan eksplosif, salah satunya adalah latihan *plyometric* yang memanfaatkan mekanisme *stretch-shortening cycle* (SSC). Mekanisme ini memungkinkan otot menghasilkan kontraksi yang lebih cepat dan kuat melalui pemanfaatan energi elastis serta respons refleks selama siklus peregangan dan pemendekan otot.

Latihan yang memanfaatkan mekanisme *stretch-shortening cycle*, seperti latihan *plyometric*, terbukti mampu meningkatkan kecepatan kontraksi otot (*contractile velocity*), kemampuan menghasilkan gaya (*force production*), serta *peak power*. Adaptasi tersebut berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan otot dalam menghasilkan gerakan yang cepat dan eksplosif sehingga mendukung performa fisik pada aktivitas yang membutuhkan daya ledak tinggi (Smith et al., 2024). Berdasarkan uraian tersebut, peningkatan *power* otot tungkai dipengaruhi oleh kemampuan otot dalam menghasilkan gaya secara cepat melalui adaptasi fisiologis dan neuromuskular. Oleh karena itu, metode latihan yang mengombinasikan latihan resistensi dan latihan eksplosif, seperti *complex training*, secara teoritis memiliki potensi untuk mengoptimalkan adaptasi tersebut sehingga meningkatkan *power* otot tungkai pada atlet pencak silat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen untuk mengetahui pengaruh metode *complex training* terhadap peningkatan *power* otot tungkai pada atlet pencak silat (Sugiyono, 2018). Desain penelitian yang digunakan adalah *One Group Pretest–Posttest Design*, yaitu desain penelitian yang melibatkan satu kelompok subjek dengan pengukuran sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) pemberian perlakuan sehingga perubahan yang terjadi setelah perlakuan dapat diketahui (Sugiyono, 2018). Subjek penelitian terdiri atas 10 atlet pencak silat Klub SPA Cimahi yang berusia 17–19 tahun. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*, yaitu teknik penentuan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu yang sesuai dengan tujuan penelitian (Sugiyono, 2018). Kriteria sampel meliputi atlet aktif yang berusia 17–19 tahun,

memiliki pengalaman latihan minimal satu tahun, tidak mengalami cedera pada ekstremitas bawah selama penelitian, serta bersedia mengikuti seluruh rangkaian penelitian. Penelitian dilaksanakan di Pusat Kebugaran Heyruz Cimahi. Perlakuan yang diberikan berupa program *complex training* selama 6 minggu dengan frekuensi latihan 3 kali setiap minggu sehingga total terdapat 18 sesi latihan. Program latihan disusun berdasarkan prinsip *Post-Activation Performance Enhancement (PAPE)* dengan mengombinasikan latihan beban (*back squat* dan *walking lunges*) yang dipasangkan dengan latihan *plyometric* (*jump squat* dan *split jump*). Intensitas latihan diberikan secara bertahap menggunakan prinsip *progressive overload* untuk mengoptimalkan peningkatan *power* otot tungkai. Pengukuran *power* otot tungkai dilakukan menggunakan *Vertical Jump Test*, yang merupakan instrumen valid dan reliabel untuk mengukur kemampuan eksplosif ekstremitas bawah (*lower limb power*) pada atlet (Pérez-Castilla et al., 2021). Pengukuran dilakukan dua kali, yaitu sebelum pemberian perlakuan (*pretest*) dan setelah seluruh program latihan selesai dilaksanakan (*posttest*). Nilai lompatan terbaik dari setiap atlet digunakan sebagai data penelitian.

Prosedur penelitian diawali dengan pelaksanaan *pretest* menggunakan *Vertical Jump Test* untuk mengukur *power* otot tungkai atlet. Selanjutnya, seluruh subjek mengikuti program *complex training* selama 6 minggu sesuai dengan program latihan yang telah disusun. Setelah seluruh sesi latihan selesai dilaksanakan, dilakukan *posttest* menggunakan instrumen yang sama untuk mengetahui perubahan *power* otot tungkai setelah pemberian perlakuan. Data dianalisis menggunakan IBM SPSS Statistics. Analisis diawali dengan statistik deskriptif untuk memperoleh nilai rata-rata dan simpangan baku. Selanjutnya dilakukan uji normalitas menggunakan Shapiro–Wilk karena jumlah sampel kurang dari 50 orang. Apabila data berdistribusi normal ($p > 0,05$), pengujian hipotesis dilakukan menggunakan Paired Sample t-test. Sebaliknya, apabila data tidak berdistribusi normal ($p < 0,05$), pengujian hipotesis dilakukan menggunakan Wilcoxon Signed Rank Test. Seluruh pengujian statistik dilakukan pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$).

HASIL PENELITIAN

Analisis data dilakukan untuk mengetahui pengaruh metode *complex training* terhadap peningkatan *power* otot tungkai pada atlet pencak silat. Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas sebagai uji prasyarat analisis menggunakan Shapiro–Wilk. Uji ini dipilih karena jumlah sampel penelitian kurang dari 50 orang. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Normalitas Shapiro–Wilk

	Statistic	df	Sig.	Keterangan
Pre-test	.853	10	.064	Normal
Post-test	.841	10	.045	Tidak normal

Berdasarkan hasil uji normalitas pada Tabel 1, diperoleh nilai signifikansi data pre-test sebesar 0,064 ($p > 0,05$), sehingga data pre-test berdistribusi normal. Sementara itu, data post-test memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,045 ($p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa data tersebut tidak berdistribusi normal. Karena salah

satu kelompok data tidak memenuhi asumsi normalitas, pengujian hipotesis selanjutnya dilakukan menggunakan Wilcoxon Signed Rank Test. Hasil uji Wilcoxon Signed Rank Test dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Wilcoxon Signed Ranks Test

	N	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Keterangan
Pre-test – Post-test Vertical Jump	10	-2.859	.004	Signifikan

Berdasarkan hasil uji Wilcoxon Signed Rank Test pada Tabel 2, diperoleh nilai $Z = -2,859$ dengan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,004. Nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari 0,05 ($p < 0,05$), sehingga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pre-test dan post-test. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pemberian metode *complex training* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan *power* otot tungkai pada atlet pencak silat.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa program *complex training* yang diberikan selama 6 minggu mampu meningkatkan kemampuan eksplosif otot tungkai atlet. Temuan ini selanjutnya menjadi dasar dalam pembahasan mengenai mekanisme adaptasi neuromuskular serta efektivitas metode *complex training* berdasarkan teori dan penelitian terdahulu.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *complex training* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan *power* otot tungkai pada atlet pencak silat. Hal tersebut ditunjukkan oleh hasil uji Wilcoxon Signed Rank Test yang memperoleh nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,004 ($p < 0,05$). Hasil ini menunjukkan bahwa program *complex training* yang diberikan selama 6 minggu mampu meningkatkan kemampuan eksplosif otot tungkai pada atlet pencak silat.

Peningkatan *power* otot tungkai tersebut diduga terjadi karena *complex training* mengombinasikan latihan beban dengan latihan *plyometric* dalam satu rangkaian latihan. Kombinasi tersebut merangsang adaptasi neuromuskular yang meningkatkan kemampuan otot menghasilkan gaya secara cepat (*force production*) dan meningkatkan efisiensi rekrutmen *motor unit*. Adaptasi ini memungkinkan otot menghasilkan kontraksi yang lebih eksplosif sehingga kemampuan *power* otot tungkai meningkat. Temuan ini sejalan dengan hasil telaah sistematis Santos et al., (2023) yang menjelaskan bahwa latihan kekuatan jangka panjang menghasilkan adaptasi pada sistem neuromuskular, seperti peningkatan aktivasi otot, rekrutmen *motor unit*, serta efisiensi sistem saraf dalam menghasilkan gaya. Selain meningkatkan kemampuan menghasilkan gaya, metode *complex training* juga memanfaatkan prinsip *Post-Activation Performance Enhancement (PAPE)*.

Aktivasi melalui latihan beban sebelum latihan *plyometric* meningkatkan kesiapan sistem neuromuskular sehingga gerakan eksplosif yang dilakukan setelahnya dapat menghasilkan *power* yang lebih besar. Mekanisme tersebut mendukung peningkatan kemampuan otot tungkai dalam menghasilkan gaya secara cepat yang dibutuhkan pada berbagai teknik serangan dalam pencak silat.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan Wang et al., (2023), yang melaporkan bahwa *complex training* efektif meningkatkan kemampuan eksplosif ekstremitas bawah, khususnya pada kemampuan lompatan vertikal dan sprint. Demikian pula,

Zhang et al., (2025) menyatakan bahwa *plyometric complex training* memberikan peningkatan kemampuan eksplosif yang lebih baik dibandingkan latihan *plyometric* maupun latihan beban secara terpisah.

Sementara itu, Guo dan Li (2022) serta Krzysztofik et al., (2025) melaporkan bahwa program *complex training* selama 6–8 minggu mampu meningkatkan kekuatan maksimal sekaligus *power* otot tungkai. Kesamaan hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi latihan beban dan *plyometric* merupakan metode yang efektif untuk meningkatkan kemampuan eksplosif atlet.

Dalam konteks pencak silat, peningkatan *power* otot tungkai merupakan komponen biomotorik yang penting karena mendukung kemampuan atlet menghasilkan tendangan yang cepat, kuat, dan eksplosif. Meskipun penelitian ini tidak mengukur performa teknik tendangan secara langsung, peningkatan *power* otot tungkai menunjukkan adanya peningkatan kapasitas fisik yang menjadi dasar dalam menghasilkan gerakan eksplosif selama pertandingan.

Dengan demikian, metode *complex training* dapat dipertimbangkan sebagai salah satu alternatif program latihan untuk meningkatkan kondisi fisik atlet pencak silat. Penelitian ini memiliki kebaruan dibandingkan penelitian sebelumnya karena mengevaluasi secara langsung peningkatan *power* otot tungkai menggunakan *Vertical Jump Test*, bukan hanya menilai peningkatan performa teknik tendangan. Pendekatan tersebut memberikan gambaran yang lebih spesifik mengenai efektivitas *complex training* terhadap komponen biomotorik yang mendasari performa atlet pencak silat serta memperkuat bukti ilmiah mengenai penerapan metode latihan tersebut pada cabang olahraga pencak silat.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa metode *complex training* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan *power* otot tungkai pada atlet pencak silat. Program latihan yang diberikan selama 6 minggu dengan frekuensi 3 kali latihan setiap minggu terbukti mampu meningkatkan *power* otot tungkai, yang ditunjukkan oleh hasil uji Wilcoxon Signed Rank Test.

Peningkatan *power* otot tungkai menunjukkan bahwa kombinasi latihan beban dan latihan *plyometric* dalam metode *complex training* mampu memberikan adaptasi yang mendukung peningkatan kemampuan eksplosif ekstremitas bawah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode *complex training* efektif dalam meningkatkan *power* otot tungkai sebagai salah satu komponen biomotorik penting pada atlet pencak silat. Peningkatan tersebut diharapkan dapat mendukung kemampuan gerak eksplosif yang dibutuhkan dalam pelaksanaan berbagai teknik pencak silat. Oleh karena itu, *complex training* dapat dipertimbangkan sebagai salah satu alternatif program latihan untuk meningkatkan komponen biomotorik berupa *power* otot tungkai pada atlet pencak silat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aljuklan, M. R., & Sukarmin, Y. (2023). The correlation of leg muscle power with the frequency of sickle kicks of pencak silat athletes. *International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis*, 6(11), 5345–5352. <https://doi.org/10.47191/ijmra/v6-i11-45>
- Blazevich, A. J., & Babault, N. (2019). Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans: Historical perspective,

- underlying mechanisms, and current issues. *Frontiers in Physiology*, 10, Article 1359. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01359>
- Del Vecchio, A. (2023). Neuromechanics of the rate of force development. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 51(1), 34–42. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000306>
- Douglas, J., Ross, A., & Martin, J. C. (2021). Maximal muscular power: Lessons from sprint cycling. *Sports Medicine - Open*, 7, Article 48. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00341-7>
- Guo, Z., & Li, B. (2022). The effects of 8-week complex training on lower-limb strength and power of Chinese elite female modern pentathlon athletes. *Frontiers in Psychology*, 13, 977882. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.977882>
- Hendarsin, F., Mulyana, Syaifullah, R., & Doewes, R. I. (2020). Acute effects of complex training on power and fatigue index of pencak silat athletes. *Journal of Talent Development and Excellence*, 12(1), 5619–5629.
- Ihsan, N., Hanafi, R., Sepriadi, S., Okilanda, A., Suwirman, S., & Mario, D. T. (2022). The effect of limb muscle explosive power, flexibility, and achievement motivation on sickle kick performance in pencak silat learning. *Teorië ta Metodika Fizichnogo Vikhovannya*, 22(3), 393–400. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2022.3.14>
- Islam, S., & Octavia, H. T. (2025). Relationship between leg muscle explosive power and sickle kick speed in pencak silat athletes. *Physical Culture, Recreation and Rehabilitation*, 4(2), 58–65. <https://doi.org/10.15561/phycult.2025.0201>
- Krzysztofik, M., Jarosz, J., Urbański, R., Aschenbrenner, P., & Stastny, P. (2025). Effects of 6 weeks of complex training on athletic performance and post-activation performance enhancement effect magnitude in soccer players: A cross-sectional randomized study. *Biology of Sport*, 42(1), 211–221. <https://doi.org/10.5114/biol sport.2025.139849>
- Labonte, D., & Holt, N. C. (2024). Beyond power limits: The kinetic energy capacity of skeletal muscle. *Journal of Experimental Biology*. <https://doi.org/10.1242/jeb.247150>
- Li, F., Wang, R., Newton, R. U., Sutton, D., & Shi, Y. (2019). Effects of complex training versus heavy resistance training on neuromuscular adaptation, running economy and 5-km performance in well-trained distance runners. *PeerJ*. <https://doi.org/10.7717/peerj.6787>
- Mau, T., Lui, L. Y., Distefano, G., Kramer, P. A., Ramos, S. V., Toledo, F. G. S., Santanasto, A. J., Shankland, E. G., Marcinek, D. J., Jurczak, M. J., Sipula, I., Bello, F. M., Duchowny, K. A., Molina, A. J. A., Sparks, L. M., Goodpaster, B. H., Hepple, R. T., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., Cawthon, P. M., ... Coen, P. M. (2023). Mitochondrial energetics in skeletal muscle are associated with leg power and cardiorespiratory fitness in the Study of Muscle, Mobility, and Aging (SOMMA). *The Journals of Gerontology: Series A*, 78(8), 1367–1375. <https://doi.org/10.1093/gerona/glac238>
- Pérez-Castilla, A., Weakley, J., García-Pinillos, F., Rojas, F. J., & García-Ramos, A. (2021). Influence of countermovement depth on the countermovement jump-derived reactive strength index modified. *European Journal of Sport*

- Science*, 21(12), 1606–1616.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1845815>
- Preobrazenski, N., Seigel, J., Halliday, S., Janssen, I., & McGlory, C. (2023). Single-leg disuse decreases skeletal muscle strength, size, and power in uninjured adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 684–696.
<https://doi.org/10.1002/jcsm.13201>
- Santos, P. D. G., Vaz, J. R., Correia, J., Neto, T., & Pezarat-Correia, P. (2023). Long-term neurophysiological adaptations to strength training: A systematic review with cross-sectional studies. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(10), 2091–2105.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004543>
- Smith, J. A. B., Murach, K. A., Dyar, K. A., & Zierath, J. R. (2024). Exercise metabolism and adaptation in skeletal muscle. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 24(9), 607–632. <https://doi.org/10.1038/s41580-023-00606-x>
- Sugiyono. (2018). *Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Syaifullah, R., & Lingsir Maghribi, I. (2023). Speed analysis of the front kicks technique in 2022 pencak silat world champion athletes: Kinematic analysis. *Jurnal SPORTIF: Jurnal Penelitian Pembelajaran*, 9(1), 146–159.
https://doi.org/10.29407/js_unpgri.v9i1.19983
- Toth, M. J., Tourville, T. W., Voigt, T. B., Choquette, R. H., Anair, B. M., Falcone, M. J., Failla, M. J., Stevens-Lapslaey, J. E., Endres, N. K., Slauterbeck, J. R., & Beynnon, B. D. (2020). Utility of neuromuscular electrical stimulation to preserve quadriceps muscle fiber size and contractility after anterior cruciate ligament injuries and reconstruction: A randomized, sham-controlled, blinded trial. *American Journal of Sports Medicine*, 48(10), 2429–2437.
<https://doi.org/10.1177/0363546520933622>
- Tri Juwanda S., & Zulraflı, K. (2020). Contributions of leg power muscle on sickle kick ability of pencak silat athletes. *460(Icpe 2019)*, 185–187.
- Waluyo, B., & Sudarmanto, E. (2023). Front kick speed reviewed from leg length and leg power (correlation study on pencak silat extracurricular students MTs Sudirman Jatiyoso). *Kinestetik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Jasmani*, 7(1), 128–134.
- Wang, X., Lv, C., Qin, X., & Ji, S. (2023). Effectiveness of plyometric training vs. complex training on the explosive power of lower limbs: A systematic review. *Frontiers in Physiology*, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1061110>
- Zhang, J., Wu, X., & Ye, X. (2025). The effect of plyometric complex training on lower-limb explosive power in adolescents: A systematic review. *Frontiers in Physiology*. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1716568>