



Pengaruh Latihan Plyometric terhadap Performa Mawashi Geri pada Karateka Remaja: Studi Perbandingan Front Cone Hops dan Split Squat Jumps

Masyhuri^{1*}, Ali Muhaimin², Dadang Warta Chanra Wijaya Kesuma³

¹²³Prodi Pendidikan Kepelatihan Olahraga, FIKKM, Universitas Pendidikan Mandalika
Jl. Pemuda No. 59 A, Mataram, Indonesia 83125

alimuhaimin@undikma.ac.id

Abstrak

Performa tendangan merupakan elemen krusial dalam keberhasilan teknik karate, khususnya mawashi geri yang menuntut kekuatan eksplosif, kecepatan, dan koordinasi tinggi. Namun, banyak karateka remaja masih kesulitan menghasilkan tendangan yang cepat dan bertenaga karena keterbatasan power otot tungkai. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh dua bentuk latihan plyometric front cone hops dan split squat jumps terhadap kemampuan tendangan mawashi geri pada karateka remaja, dengan mempertimbangkan tingkat power otot tungkai. Studi ini menggunakan metode eksperimen faktorial 2x2 dengan desain pre-test/post-test pada 40 atlet berusia 15–18 tahun yang dibagi ke dalam kelompok power tinggi dan rendah. Hasil uji ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$) antar kelompok, dengan peningkatan lebih besar pada atlet berpower tinggi. Secara khusus, latihan front cone hops lebih efektif bagi atlet dengan power rendah, sedangkan split squat jumps memberikan dampak lebih besar pada kelompok power tinggi. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan spesifik dua jenis latihan plyometric terhadap teknik mawashi geri, yang masih jarang dikaji dalam konteks karate remaja. Implikasi praktisnya, hasil ini dapat dijadikan dasar bagi pelatih dalam merancang program latihan berbasis plyometric yang disesuaikan dengan kapasitas individu untuk meningkatkan kecepatan dan kekuatan tendangan secara efektif sekaligus mencegah risiko cedera.

Kata kunci: *Plyometric training; Mawashi geri; Karate; Power otot tungkai; Split squat jumps; Front cone hops.*

The Effect of Plyometric Training on Mawashi Geri Performance in Adolescent Karateka: A Comparative Study of Front Cone Hops and Split Squat Jumps

Abstract

This study aims to analyze the effect of plyometric training on mawashi geri kick skills in Inkanas karateka SMAN 1 Keruk by considering the level of muscle power. The method used was a 2x2 factorial experiment with a pre-test/post-test design. The study sample comprised 40 karateka aged 15–18, divided into high and low power groups. The research instruments included a vertical jump test to measure vibration power and a test of the number of mawashi geri kicks for 30 seconds. The results showed that front cone hop training increased the average kick from 8.9 to 11.1 in the high power group and 9.9 to 12.3 in the low power group. Split squat jump training increased the average kick from 9.3 to 11.5 in the high power group and from 9.8 to 11.9 in the low power group. The ANOVA test showed a significance value < 0.05 , indicating a significant difference between groups, with greater improvement in high-power athletes. These findings confirm that plyometrics effectively improve mawashi geri kick performance and are worthy of inclusion in karate training programs.

Keywords: *Plyometric training; Mawashi geri; Karate; Leg muscle power; Split squat jumps; Front cone hops.*

How to Cite: Masyhuri, Muhaimin, A., & Kesuma, D. W. C. W. (2025). Pengaruh Latihan Plyometric terhadap Performa Mawashi Geri pada Karateka Remaja: Studi Perbandingan Front Cone Hops dan Split Squat Jumps. *Empiricism Journal*, 6(3), 1231–1244. <https://doi.org/10.36312/ej.v6i3.3499>



<https://doi.org/10.36312/ej.v6i3.3499>

Copyright© 2025, Masyhuri et al.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) License.



PENDAHULUAN

Olahraga merupakan serangkaian aktivitas jasmani dan rohani yang terstruktur dan sistematis untuk mengembangkan potensi manusia baik dalam aspek kesehatan, keterampilan, maupun prestasi. Lebih dari sekadar hiburan, olahraga kini telah berkembang menjadi arena pencapaian prestasi yang menuntut penguasaan keterampilan teknik, kondisi fisik yang prima, serta kesiapan mental. Salah satu cabang olahraga yang memadukan unsur budaya, seni bela diri, dan kompetisi adalah karate. Di Indonesia, karate memiliki basis penggemar yang luas, dengan berbagai perguruan yang bernaung di bawah FORKI

(Federasi Olahraga Karate-Do Indonesia). Karate tidak hanya melatih kedisiplinan fisik dan mental, tetapi juga dipertandingkan pada berbagai level, mulai dari lokal hingga internasional.

Dalam konteks pertandingan karate, keterampilan teknik menjadi kunci pencapaian prestasi. Salah satu teknik tendangan yang dominan digunakan dalam nomor kumite adalah mawashi geri atau tendangan melingkar. Tendangan ini menuntut koordinasi, kecepatan, akurasi, keseimbangan, dan terutama kekuatan otot tungkai. Eksekusi mawashi geri yang baik memerlukan rotasi pinggul yang cepat, ekstensi lutut yang eksplosif, serta dukungan tungkai penopang yang mampu menjaga stabilitas sekaligus menyalurkan momentum. Namun, hasil observasi terhadap atlet karateka, termasuk anggota Inkanas SMAN 1 Keruak, menunjukkan masih banyak atlet yang belum mampu menghasilkan tendangan mawashi geri yang bertenaga, cepat, dan akurat. Tendangan yang lemah memudahkan lawan untuk melakukan tangkisan dan serangan balik, sehingga berpengaruh langsung terhadap perolehan poin dalam pertandingan.

Kesulitan utama dalam melakukan tendangan mawashi geri yang efektif terletak pada perpaduan antara teknik dan kondisi fisik. Beberapa permasalahan teknis yang kerap muncul antara lain rotasi pinggul yang kurang optimal, koordinasi pinggul dan kaki yang tidak sinkron, serta mekanika tungkai penopang yang kurang baik (Isnaini et al., 2023). Kesalahan dalam kemiringan tubuh atau postur batang tubuh saat menendang dapat mengurangi transfer momentum, sementara sudut lutut yang tidak tepat pada fase akhir tendangan dapat menghasilkan kecepatan dan arah yang tidak maksimal (Baramuli et al., 2020). Analisis tiga dimensi menunjukkan bahwa pergeseran berat badan serta gerakan sendi tungkai penopang memegang peranan penting dalam pembangkitan tenaga sekaligus pencegahan cedera (Hussein, 2025). Permasalahan biomekanis ini semakin diperparah jika atlet memiliki kekuatan eksplosif tungkai yang rendah. Oleh karena itu, diperlukan metode latihan khusus yang secara langsung menargetkan peningkatan power otot tungkai untuk menunjang teknik mawashi geri.

Salah satu metode latihan yang terbukti efektif dalam meningkatkan kekuatan eksplosif adalah latihan plyometric. Plyometric menekankan kontraksi otot eksentrik dan konsentris yang cepat dan berulang untuk memanfaatkan stretch-shortening cycle (SSC). Latihan ini meningkatkan neural drive, efisiensi kontraksi otot, serta rekrutmen serabut otot cepat (fast-twitch), yang semuanya mendukung peningkatan kecepatan dan kekuatan gerakan eksplosif (Guan et al., 2021; Huang et al., 2023; Wang et al., 2020). Dalam konteks seni bela diri, latihan plyometric terbukti meningkatkan kecepatan tendangan dan kekuatan otot tungkai, misalnya melalui hurdle jump, box jump, atau stair jump, yang berkontribusi pada peningkatan performa tendangan dalam pencak silat maupun karate (Mashud et al., 2024; Sudiana et al., 2023). Kombinasi plyometric dengan latihan kekuatan konvensional bahkan menghasilkan peningkatan power yang lebih signifikan, menunjukkan adanya efek sinergis (Jakšić et al., 2023; Kurnaiawan et al., 2022). Selain itu, modifikasi seperti aquatic plyometric terbukti efektif menjaga performa eksplosif sambil mengurangi risiko cedera sendi (Ghosh & Biswas, 2023; Permana et al., 2022).

Beberapa penelitian terdahulu memperkuat keterkaitan antara latihan plyometric dengan peningkatan performa tendangan dalam olahraga bela diri. Pada pencak silat, program plyometric terbukti meningkatkan kekuatan, kecepatan, dan akurasi tendangan (Manurung, 2025). Penelitian lain menunjukkan bahwa kombinasi plyometric dengan latihan fungsional dan interval selama enam minggu menghasilkan peningkatan kecepatan tendangan dan power otot tungkai pada atlet (Lubis et al., 2023). Dalam karate, integrasi plyometric dengan latihan resistensi mampu meningkatkan keterampilan mawashi geri pada atlet junior (Prawibowo et al., 2023). Penelitian komparatif juga membuktikan bahwa plyometric memberikan peningkatan power tendangan yang lebih besar dibanding latihan konvensional pada teknik sabetan dalam silat (Mashud et al., 2024). Secara spesifik, (Siregar et al., 2023) menegaskan bahwa latihan berbasis plyometric pada tungkai berkontribusi langsung terhadap keterampilan tendangan mawashi geri. Temuan-temuan ini mengindikasikan hubungan positif antara plyometric dengan performa tendangan, meskipun hasilnya sangat bergantung pada desain program latihan yang digunakan.

Namun demikian, masih terdapat kesenjangan penelitian. Bukti ilmiah mengenai plyometric yang benar-benar spesifik pada karate relatif terbatas dibandingkan dengan

pencak silat atau cabang olahraga lain (Lavianti, 2025; Wulandari & Sujarwo, 2023). Selain itu, keragaman desain program, durasi latihan, dan instrumen pengukuran menyebabkan sulitnya menetapkan dosis latihan yang optimal (Deng et al., 2023; Dharani et al., 2020; Eraslan et al., 2020; Navickaitė & Thomas, 2022). Aspek keamanan juga kurang terpantau, karena meskipun cedera dalam karate telah banyak dilaporkan, panduan khusus terkait penerapan plyometric dalam jangka panjang belum tersedia (Mujanović et al., 2024). Selain itu, sebagian besar penelitian hanya menyoroti peningkatan keterampilan teknik secara terisolasi, sementara pengaruhnya terhadap performa pertandingan yang sesungguhnya seperti akurasi, timing, dan daya tahan saat bertanding masih jarang dikaji. Perbedaan gaya karate (misalnya Kyokushin vs. Shotokan) serta perbedaan respon latihan pada karateka usia remaja dan dewasa juga masih kurang mendapat perhatian.

Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan pada tiga aspek utama. Pertama, penelitian ini secara spesifik membandingkan dua bentuk latihan plyometric yang berbeda dalam arah gerakannya terhadap kemampuan tendangan mawashi geri, sehingga memberikan kontribusi empiris baru terhadap literatur pelatihan karate. Kedua, penelitian ini mempertimbangkan tingkat power otot tungkai (tinggi dan rendah) sebagai faktor yang dapat memoderasi hasil latihan, yang selama ini jarang diperhatikan dalam studi sejenis. Ketiga, penelitian ini menggunakan desain faktorial 2x2 untuk menganalisis secara simultan efek utama dan interaksi antara jenis latihan dan kapasitas power otot tungkai, memberikan gambaran lebih komprehensif tentang efektivitas latihan plyometric yang disesuaikan dengan karakteristik individu atlet. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan mampu menjembatani kesenjangan antara kajian fisiologis dan penerapan praktis dalam konteks pembinaan karate remaja.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh latihan plyometric terhadap kemampuan tendangan mawashi geri pada karateka Inkanas SMAN 1 Keruak, dengan mempertimbangkan perbedaan tingkat power otot tungkai (tinggi vs. rendah). Latihan yang digunakan berupa split squat jumps dan front cone hops, yang dipilih karena relevan dalam melatih eksplosifitas tungkai. Penelitian ini tidak hanya menguji pengaruh langsung latihan plyometric, tetapi juga interaksinya dengan tingkat power otot tungkai. Berdasarkan landasan teori dan temuan empiris tersebut, penelitian ini mengajukan hipotesis bahwa (1) terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan antara latihan front cone hops dan split squat jumps terhadap kemampuan tendangan mawashi geri; (2) terdapat perbedaan peningkatan kemampuan tendangan antara karateka dengan power otot tungkai tinggi dan rendah; dan (3) terdapat interaksi signifikan antara jenis latihan plyometric dan tingkat power otot tungkai terhadap performa tendangan mawashi geri pada karateka remaja.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen faktorial 2x2 dengan model pre-test/post-test. Dalam desain ini, subjek dibagi ke dalam kelompok perlakuan berdasarkan jenis latihan plyometric dan tingkat power otot tungkai (tinggi vs rendah). Setiap kelompok menjalani intervensi berupa latihan plyometric spesifik, kemudian hasilnya diukur sebelum dan sesudah program latihan. Secara rinci, desain faktorial 2x2 membandingkan: Latihan front cone hops dengan power otot tungkai tinggi. Latihan front cone hops dengan power otot tungkai rendah. Latihan split squat jumps dengan power otot tungkai tinggi. Latihan split squat jumps dengan power otot tungkai rendah. Pendekatan ini sejalan dengan penggunaan desain eksperimental umum dalam penelitian olahraga, yaitu pre-test/post-test dengan kelompok kontrol atau multikelompok. Studi-studi serupa menunjukkan bahwa desain ini efektif untuk mengidentifikasi perubahan yang secara langsung dapat dikaitkan dengan intervensi latihan (Sadeghkhani et al., 2022). Bahkan, desain blok acak atau faktorial seperti ini sering digunakan untuk mengeksplorasi interaksi antara jenis latihan dan kapasitas dasar atlet (Chekle, 2025). Durasi enam minggu yang dipilih juga konsisten dengan siklus latihan yang umum digunakan dalam penelitian plyometric pada olahraga (Sinuhaji & Salsabila, 2025; Topal & Özkaya, 2022).

Tabel 1. Desain Faktorial 2x2

Kelompok	Power Otot Tungkai Tinggi B1)	Power Otot Tungkai Rendah (B2)
Plyometrik <i>Front Cone Hop</i> (A1)	A1B1	A1B2
<i>Split Squat Jump</i> (A2)	A2B1	A2B2

Partisipan Penelitian

Populasi penelitian adalah seluruh karateka aktif anggota Inkanas SMAN 1 Keruak di Lombok Timur. Jumlah populasi sebanyak 40 atlet, dan karena ukuran relatif kecil (<100 orang), maka digunakan teknik total sampling, sehingga seluruh populasi dijadikan sampel penelitian. Kriteria inklusi meliputi: Anggota aktif Inkanas SMAN 1 Keruak. Rentang usia 15–18 tahun. Minimal sabuk kuning, yang menunjukkan penguasaan teknik dasar karate. Tidak memiliki riwayat cedera muskuloskeletal serius dalam enam bulan terakhir. Bersedia mengikuti seluruh rangkaian latihan dan pengukuran, dengan persetujuan orang tua bagi yang berusia <17 tahun. Kriteria eksklusi: Memiliki riwayat cedera kronis. Mengikuti program latihan kekuatan atau plyometric lain di luar klub. Kondisi kesehatan yang kontraindikasi terhadap aktivitas fisik intensitas tinggi.

Program Intervensi Latihan

Intervensi dilakukan selama enam minggu, dengan frekuensi tiga kali per minggu (Selasa, Kamis, Sabtu). Masing-masing sesi berdurasi ± 60 menit, mencakup pemanasan, latihan inti plyometric, dan pendinginan. Latihan Split Squat Jumps Latihan ini dilakukan dengan posisi awal berdiri tegak, satu kaki di depan dan satu di belakang. Atlet melompat secara eksplosif sambil berganti posisi kaki di udara. Gerakan dilakukan berulang dengan fokus pada kecepatan dan ketinggian lompatan. Latihan ini bertujuan meningkatkan kekuatan eksplosif otot paha depan, paha belakang, gluteus, dan betis. Latihan Front Cone Hops Latihan ini menggunakan deretan cone (kerucut) setinggi ± 30 cm, disusun lurus dengan jarak antarcone ± 1 meter. Atlet melompat ke depan melewati cone dengan kedua kaki bersamaan, sambil mengayunkan lengan untuk membantu keseimbangan. Latihan ini menekankan koordinasi, kecepatan, dan daya ledak otot tungkai. Program ini dirancang agar sesuai dengan prinsip plyometric: kontraksi eksentrik cepat diikuti kontraksi konsentrik eksplosif (Fabricius, 2011). Pedoman utama yang diterapkan mencakup pemanasan dan pendinginan ± 15 menit, intensitas tinggi dalam setiap lompatan, serta peningkatan beban latihan secara progresif melalui repetisi dan volume.

Instrumen Penelitian

Untuk mengukur efektivitas intervensi, penelitian ini menggunakan dua instrumen utama yang valid dan reliabel: Tes Power Otot Tungkai Power otot tungkai diukur dengan Vertical Jump Test, yang menilai daya ledak otot tungkai melalui lompatan vertikal. Tes ini umum digunakan dalam penelitian karate dan olahraga lain, serta terbukti reliabel untuk mengukur kapasitas eksplosif (Kabadayi et al., 2022). Tes Kemampuan Tendangan Mawashi Geri Kemampuan mawashi geri diukur dengan tes jumlah tendangan dalam waktu tertentu (30 detik). Atlet diminta melakukan tendangan secepat mungkin ke arah target pada ketinggian yang disesuaikan dengan tubuh. Tes ini telah divalidasi dan dinyatakan reliabel melalui uji t dan korelasi Pearson (Simbolon & Siahaan, 2020). Selain jumlah tendangan, akurasi dan kekuatan kontak diamati melalui rekaman video, sesuai praktik umum dalam penelitian karate (Prawibowo et al., 2023; Wulandari & Sujarwo, 2023). Analisis tambahan dapat dilakukan dengan menggunakan sistem elektronik atau perangkat video untuk melacak kecepatan dan kualitas gerakan (Vasconcelos et al., 2025).

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SPSS. Tahapan analisis meliputi: Uji Normalitas menggunakan Kolmogorov-Smirnov atau Shapiro-Wilk untuk memastikan distribusi data normal. Uji Homogenitas dengan Levene's Test untuk memeriksa kesamaan varians antar kelompok. Uji Hipotesis: Paired Sample t-test digunakan untuk melihat perbedaan signifikan antara pre-test dan post-test pada kelompok yang sama. ANOVA Faktorial 2x2 digunakan untuk menganalisis pengaruh jenis latihan (split squat jump

vs. front cone hops), tingkat power otot tungkai (tinggi vs. rendah), serta interaksi keduanya terhadap kemampuan mawashi geri. Metode ini sejalan dengan praktik umum dalam penelitian eksperimental di bidang ilmu keolahragaan, yang menekankan analisis perubahan kinerja secara kuantitatif dan terkontrol (Santana et al., 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Subjek penelitian terdiri dari 40 atlet karateka berusia 15–18 tahun, sesuai dengan karakteristik umum atlet remaja dalam kajian ilmiah. Studi-studi sebelumnya menunjukkan bahwa populasi karate remaja umumnya berada pada rentang usia 13–17 tahun, dengan beberapa penelitian memperluas hingga 19 tahun pada kajian cedera (Aziz & Kunabal, 2024; Kunabal et al., 2024). Profil tubuh atlet pada usia ini cenderung menunjukkan somatotype mesomorfis, dengan komposisi tubuh ramping yang mendukung eksplosifitas gerakan (Адy et al., 2022).

Tabel 2. Hasil *Pre-Test* dan *Post-Test* Kemampuan Mawashi Geri

Kelompok	Maks (Pre-Test)	Average (Pre-Test)	Min (Pre-Test)	Maks (Post-Test)	Average (Post-Test)	Min (Post-Test)
Front Cone Hops - Power Tinggi	11	8,9	7	13	11,1	9
Front Cone Hops - Power Rendah	12	9,9	8	14	12,3	10
Split Squat Jumps - Power Tinggi	11	9,3	7	13	11,5	9
Split Squat Jumps - Power Rendah	12	9,8	8	13	11,9	10

Seluruh sampel dibagi menjadi dua kategori berdasarkan tes power otot tungkai menggunakan vertical jump test: Kelompok power tinggi: skor vertical jump ≥ 47 cm (20 atlet). Kelompok power rendah: skor vertical jump ≤ 45 cm (20 atlet). Pembagian ini sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya bahwa perbedaan baseline power memengaruhi output awal dalam sprint, lompat, maupun tendangan, tetapi intervensi latihan tetap dapat meningkatkan performa secara signifikan di semua kelompok (Chivate et al., 2024; Çınarlı et al., 2025; Pamuk et al., 2023).

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas data

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pre-Test	.147	40	.030	.951	40	.085
Post-Test	.146	40	.032	.954	40	.101

Hasil uji normalitas menggunakan Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data Pre-Test memiliki nilai signifikansi sebesar 0,030 (Kolmogorov-Smirnov) dan 0,085 (Shapiro-Wilk), sedangkan data Post-Test memperoleh nilai signifikansi 0,032 (Kolmogorov-Smirnov) dan 0,101 (Shapiro-Wilk). Berdasarkan kriteria umum, apabila nilai signifikansi $> 0,05$ maka data berdistribusi normal, sementara jika $< 0,05$ berarti data tidak normal. Dengan demikian, meskipun uji Kolmogorov-Smirnov menghasilkan nilai signifikansi $< 0,05$ pada Pre-Test (0,030) dan Post-Test (0,032), uji Shapiro-Wilk yang lebih sesuai untuk sampel kecil ($n < 50$) menunjukkan nilai signifikansi $> 0,05$ baik pada Pre-Test (0,085) maupun Post-Test (0,101). Hal ini menandakan bahwa data Pre-Test dan Post-Test dapat dianggap berdistribusi normal, sehingga memenuhi asumsi dasar untuk dilakukan uji parametrik seperti t-test dan ANOVA.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas

Levene Statistic		df1	df2	Sig.	
Plyometrik	Based on Mean	2.997	1	78	.087
	Based on Median	2.604	1	78	.111
	Based on Median and with adjusted df	2.604	1	75.059	.111
	Based on trimmed mean	2.996	1	78	.087

Nilai signifikansi untuk semua pendekatan (berdasarkan mean, median, median dengan adjusted df, dan trimmed mean) berada di atas 0,05, yakni berkisar antara 0,087 hingga 0,111. Berdasarkan kriteria pengambilan keputusan, apabila nilai signifikansi > 0,05 maka data antar kelompok memiliki varians yang homogen. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa varians data pada kelompok perlakuan latihan plyometrik adalah homogen. Kondisi ini penting karena memenuhi asumsi kesamaan varians yang dibutuhkan dalam analisis parametrik lanjutan, seperti t-test maupun ANOVA faktorial. Kombinasi hasil uji normalitas dan homogenitas ini memastikan bahwa data layak dianalisis menggunakan pendekatan statistik parametrik sehingga hasil uji hipotesis dapat diinterpretasikan secara valid.

Tabel 5. Hasil Uji Anova Front Cone Hops Dengan Power Tinggi

Sum of Squares		df	Mean Square	F	sig
Between Groups	28.800	1	28.800	19.200	.000
Within Groups	27.000	18	1.500		
Total	55.800	19			

Pada kelompok dengan power otot tungkai tinggi, hasil pre-test menunjukkan rata-rata jumlah tendangan mawashi geri sebanyak 8,9 kali/30 detik, sedangkan post-test meningkat menjadi rata-rata 11,1 kali/30 detik (Tabel 1). Analisis ANOVA menunjukkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$, sehingga terdapat pengaruh signifikan latihan front cone hops terhadap peningkatan kemampuan mawashi geri. Hasil ini selaras dengan penelitian Effendi et al. (2020) yang melaporkan peningkatan eksplosifitas tungkai setelah program yang memasukkan front cone hops. Peningkatan juga terlihat pada studi Aryanti & Hartati (2020), di mana peserta ekstrakurikuler basket mengalami kenaikan 6,33 cm dalam tes power tungkai setelah latihan cone hops. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan efektivitas front cone hops dalam meningkatkan kemampuan tendangan, terutama pada atlet dengan kapasitas power awal yang tinggi.

Tabel 6. Hasil Uji Anova Front Cone Hops Dengan Power Rendah

Sum of Squares		df	Mean Square	F	sig
Between Groups	36.450	1	36.450	12.128	.003
Within Groups	54.100	18	3.006		
Total	90.550	19			

Pada kelompok power rendah, rata-rata pre-test tendangan mawashi geri adalah 9,9 kali/30 detik, meningkat menjadi 12,3 kali/30 detik pada post-test (Tabel 1). Hasil ANOVA menunjukkan nilai signifikansi $0,003 < 0,05$, yang berarti ada peningkatan signifikan. Temuan ini mendukung literatur bahwa intervensi plyometric memberikan peningkatan pada semua kelompok, meskipun respons spesifik dapat dipengaruhi kapasitas awal (Arumugam et al., 2025; Shuai, 2025). Pada remaja, peningkatan ini juga dikaitkan dengan perbaikan keseimbangan dinamis dan stabilitas tubuh, yang berkontribusi pada efektivitas teknik (Zhao, 2023; Haifan et al., 2023).

Tabel 7. Hasil Uji Anova Split Squat Jumps Dengan Power Tinggi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	16.200	1	16.200	11.854	.003
Within Groups	24.600	18	1.367		
Total	40.800	19			

Kelompok ini menunjukkan peningkatan dari rata-rata pre-test 9,3 kali menjadi post-test 11,5 kali/30 detik (Tabel 1). Uji ANOVA menghasilkan nilai signifikansi $0,003 < 0,05$, yang berarti latihan split squat jumps efektif meningkatkan kemampuan tendangan mawashi geri. Adaptasi fisiologis dari latihan ini mencakup peningkatan rekrutmen unit motorik, efisiensi stretch-shortening cycle, dan peningkatan kekakuan tendon, yang mendukung transmisi gaya lebih baik (Brar et al., 2021; Topal et al., 2023). Peningkatan power otot tungkai juga diikuti perbaikan kontrol neuromuskular dan indeks kekuatan reaktif (Dallas et al., 2020). Dalam konteks seni bela diri, latihan squat-based plyometric terbukti meningkatkan kecepatan tendangan dollyo chagi pada taekwondo (Kim & Lee, 2023), sejalan dengan hasil penelitian ini pada mawashi geri.

Tabel 8. Hasil Uji Anova Split Squat Jumps Dengan Power Rendah

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	20.000	1	20.000	5.643	.029
Within Groups	63.800	18	3.544		
Total	83.800	19			

Pada kelompok power rendah, terjadi peningkatan dari rata-rata 9,8 tendangan menjadi 11,9 tendangan/30 detik (Tabel 1). Uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi $0,029 < 0,05$, sehingga peningkatan signifikan. Meskipun peningkatan terlihat, studi terdahulu menekankan bahwa respons atlet dengan power rendah mungkin lebih bervariasi dan memerlukan modifikasi intensitas atau pengulangan latihan (Drouzas et al., 2020; Duan et al., 2024). Namun, hasil ini menegaskan bahwa split squat jumps tetap memberikan dampak positif pada kelompok dengan kapasitas awal lebih rendah.

Analisis faktor ganda (faktorial 2x2) menguji interaksi antara jenis latihan (front cone hops vs. split squat jumps) dan tingkat power otot tungkai (tinggi vs. rendah). Hasil menunjukkan bahwa kedua jenis latihan efektif meningkatkan performa tendangan mawashi geri, tetapi atlet dengan power tinggi menunjukkan peningkatan yang lebih signifikan dibandingkan dengan kelompok power rendah. Pola ini sesuai dengan literatur yang menunjukkan bahwa kapasitas power awal memoderasi hasil intervensi, meskipun bukan satu-satunya faktor penentu (Kale et al., 2024; Paria et al., 2024). Studi (Alben et al., 2023) bahkan menegaskan bahwa interaksi jenis latihan dengan baseline fisik dapat menghasilkan efek non-paralel, di mana satu jenis latihan lebih menguntungkan bagi kelompok tertentu. Dalam konteks penelitian ini, front cone hops cenderung lebih menguntungkan bagi atlet power rendah, sementara split squat jumps lebih unggul pada atlet dengan power tinggi.

Hasil penelitian ini konsisten dengan literatur internasional mengenai manfaat plyometric dalam meningkatkan power tungkai dan performa tendangan. Peningkatan jumlah dan kualitas tendangan mawashi geri setelah intervensi sejalan dengan temuan (Rydzik & Ambroży, 2021) yang menegaskan peran plyometric dalam memperbaiki kecepatan tendangan bela diri. Studi (Haromain et al., 2023) juga mendukung bahwa integrasi front cone hops dapat meningkatkan kekuatan dan kecepatan sprint, yang relevan dengan transfer kemampuan pada gerakan tendangan. Di sisi lain, latihan split squat jumps menghasilkan adaptasi neuromuskular yang lebih kompleks, termasuk peningkatan indeks kekuatan reaktif, yang berdampak pada efektivitas teknik tendangan (Dallas et al., 2020). Hal ini menjelaskan mengapa atlet dengan kapasitas awal tinggi mendapatkan keuntungan lebih besar dari jenis latihan ini, karena mereka memiliki fondasi kekuatan yang lebih siap untuk dimaksimalkan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa baik latihan *front cone hops* maupun *split squat jumps* memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan tendangan *mawashi geri* pada karateka remaja Inkanas SMAN 1 Keruak. Temuan ini mendukung

hipotesis bahwa latihan plyometric efektif dalam meningkatkan performa teknik tendangan yang membutuhkan power otot tungkai tinggi. Secara lebih spesifik, atlet dengan power tungkai awal yang lebih tinggi menunjukkan peningkatan yang lebih besar dibandingkan kelompok power rendah. Hal ini menegaskan adanya interaksi antara kapasitas dasar atlet dengan efektivitas jenis latihan yang diberikan.

Peningkatan kemampuan tendangan *mawashi geri* melalui latihan plyometric konsisten dengan literatur pada cabang bela diri lain seperti taekwondo dan kickboxing, yang melaporkan peningkatan kecepatan, kekuatan, dan dalam beberapa kasus akurasi tendangan setelah program plyometric (Corcoran et al., 2024; Lavianti, 2025). Mekanisme utamanya terkait dengan pemanfaatan *stretch-shortening cycle* (SSC) dan adaptasi neuromuskular, yang memperbaiki rekrutmen unit motorik dan meningkatkan efisiensi produksi gaya eksplosif. Pada karate, penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa integrasi plyometric dengan latihan resistensi serta drill spesifik (seperti squat jump, hurdle drill, dan walking lunge) menghasilkan peningkatan signifikan dalam kecepatan tendangan *mawashi geri* (Prawibowo et al., 2023; Siregar et al., 2023; Wulandari & Sujarwo, 2023). Penelitian (Lavianti, 2025) bahkan memperluas cakupan manfaat dengan menunjukkan bahwa program plyometric pada karate tidak hanya meningkatkan keterampilan menendang, tetapi juga sprint speed, agility, dan $VO_2\text{max}$, sehingga memperkaya profil performa atlet secara menyeluruh.

Dalam konteks penelitian ini, perbedaan respons antara kelompok power tinggi dan rendah dapat dijelaskan melalui kapasitas awal otot tungkai. Atlet dengan power tinggi lebih mampu mentransfer manfaat latihan ke performa tendangan karena mereka memiliki fondasi neuromuskular yang lebih siap. Hal ini sejalan dengan penelitian (Chivate et al., 2024), (Pamuk et al., 2023), dan (Çınarlı et al., 2025) yang menunjukkan bahwa power awal berhubungan erat dengan kecepatan sprint, tinggi lompatan, serta output keterampilan olahraga spesifik. Walaupun demikian, kelompok power rendah tetap menunjukkan peningkatan signifikan, mengonfirmasi temuan (Arumugam et al., 2025) dan (Shuai, 2025) bahwa intervensi plyometric bermanfaat pada semua kategori atlet. Artinya, baseline power bukanlah penentu mutlak keberhasilan intervensi, melainkan faktor yang memoderasi besar-kecilnya peningkatan.

Temuan positif pada latihan *front cone hops* memperlihatkan bahwa variasi latihan dengan pola lompatan ke depan efektif untuk melatih eksplosifitas tungkai, keseimbangan, serta transfer gaya ke gerakan tendangan. Studi (Effendi et al., 2020), (Aryanti & Hartati, 2020), dan (Haromain et al., 2023) mengonfirmasi bahwa latihan cone hops secara konsisten meningkatkan kekuatan dan kecepatan tungkai pada populasi remaja, termasuk siswa dan atlet pemula. Selain itu, aspek koordinasi yang dilatih melalui cone hops berkontribusi pada perbaikan kontrol teknik tendangan, sebagaimana dicatat oleh (Rydzik & Ambroży, 2021) dan (Zhao, 2023). Dalam kerangka seni bela diri, perbaikan pada aspek ini berarti tendangan dapat dieksekusi lebih cepat, lebih tepat sasaran, dan lebih stabil meskipun dalam kondisi dinamis seperti pertandingan.

Latihan *split squat jumps* juga menunjukkan hasil signifikan dalam meningkatkan jumlah dan kualitas tendangan *mawashi geri*. Adaptasi fisiologis dari latihan ini mencakup peningkatan kekuatan otot quadriceps, hamstring, gluteus, dan betis, serta adaptasi tendon seperti peningkatan kekakuan tendon Achilles dan patela (Brar et al., 2021; Dallas et al., 2020). Adaptasi neuromuskular berupa peningkatan *reactive strength index* mempercepat waktu kontak dan meningkatkan kemampuan menghasilkan gaya dalam waktu singkat (Topal et al., 2023; Zhang & Wang, 2023). Penelitian Firman et al. (2024) pada wushu dan Kim & Lee (2023) pada taekwondo memperlihatkan bahwa latihan squat-based plyometric meningkatkan kecepatan tendangan serta ketepatan, dengan efektivitas yang bergantung pada fleksibilitas pinggul dan lutut. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian ini, di mana kelompok power tinggi dengan fleksibilitas lebih baik menunjukkan respons latihan yang lebih besar.

Dari sisi metodologi, hasil uji normalitas dan homogenitas memastikan bahwa data penelitian memenuhi asumsi parametrik. Uji ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan antar kelompok perlakuan, dan uji interaksi mengindikasikan bahwa jenis latihan memberikan efek berbeda sesuai dengan tingkat power awal. Temuan ini memperkuat pandangan (Alben et al., 2023) dan (Susianti et al., 2022) bahwa interaksi antara jenis

latihan dengan atribut fisik dasar (seperti power atau fleksibilitas) menghasilkan pola peningkatan yang tidak selalu paralel, bahkan bisa menunjukkan *crossover effect* di mana satu jenis latihan lebih menguntungkan bagi kelompok tertentu.

Selain manfaat jangka pendek, integrasi plyometric ke dalam program latihan rutin atlet remaja membawa implikasi jangka panjang. Berbagai penelitian longitudinal dan meta-analisis membuktikan bahwa program plyometric 6–8 minggu dapat meningkatkan kecepatan sprint, tinggi lompatan, serta power tungkai secara berkelanjutan pada atlet muda (Putera et al., 2023; Ramírez-Campillo et al., 2022). Jika dikombinasikan dengan latihan keseimbangan dan resistensi, manfaat ini semakin meningkat, terutama dalam mendukung perkembangan motorik dan kebugaran pada masa pertumbuhan (Granacher & Behm, 2022; Kons et al., 2023).

Meski demikian, risiko cedera tetap perlu diperhatikan. Studi (Ahmadabadi et al., 2023) dan (Bathe et al., 2023) melaporkan bahwa program plyometric yang tidak terstruktur atau dengan beban berlebih dapat meningkatkan risiko cedera lutut dan pergelangan kaki, terutama pada atlet remaja dengan lempeng pertumbuhan yang masih aktif. Oleh karena itu, program yang efektif harus mengedepankan progresi bertahap sesuai tingkat maturasi atlet dan selalu dilakukan dengan pengawasan pelatih (Obërtinca et al., 2024; Shams et al., 2021).

Berdasarkan temuan ini, terdapat beberapa rekomendasi praktis. Pertama, latihan plyometric sebaiknya diintegrasikan dalam pendekatan neuromuskular multifaset, termasuk resistensi, keseimbangan dinamis, propriosepsi, serta teknik olahraga spesifik. Pendekatan gabungan ini terbukti tidak hanya menurunkan insidensi cedera, tetapi juga menghasilkan peningkatan performa yang lebih baik dibanding plyometric saja (Bathe et al., 2023; Crossley et al., 2020). Kedua, dosis latihan perlu disesuaikan dengan usia biologis dan tingkat perkembangan atlet. Progresi bertahap dengan durasi program yang lebih panjang (10–12 minggu) memberikan adaptasi yang lebih aman dan efektif, terutama pada atlet muda (Gepfert, 2025; Sacot et al., 2022). Ketiga, pemilihan permukaan latihan juga berpengaruh. Permukaan yang lebih empuk dapat mengurangi beban dampak pada sendi, sementara permukaan keras meningkatkan risiko cedera (Borah et al., 2023). Keempat, integrasi plyometric dalam kerangka pencegahan cedera seperti program FIFA 11+ dapat membantu meminimalkan risiko sembari tetap meningkatkan performa (Attar & Husain, 2021).

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini mengonfirmasi efektivitas latihan plyometric, baik *front cone hops* maupun *split squat jumps*, dalam meningkatkan kemampuan tendangan *mawashi geri* pada karateka remaja. Peningkatan yang lebih besar pada atlet dengan power tinggi menunjukkan pentingnya mempertimbangkan kapasitas dasar dalam merancang program latihan. Penelitian ini juga memperluas pemahaman tentang transfer hasil plyometric pada keterampilan teknik olahraga bela diri, sekaligus menegaskan bahwa program harus dirancang dengan hati-hati agar manfaat jangka panjang dapat dimaksimalkan tanpa meningkatkan risiko cedera.

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa latihan plyometric memiliki efektivitas tinggi dalam meningkatkan kemampuan tendangan *mawashi geri* pada karateka remaja. Baik *front cone hops* maupun *split squat jumps* terbukti berkontribusi terhadap peningkatan aspek kecepatan, kekuatan, dan konsistensi tendangan. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kondisi awal power otot tungkai memengaruhi tingkat peningkatan yang dicapai, di mana atlet dengan power tinggi merespons latihan lebih optimal dibandingkan atlet dengan power rendah. Temuan ini menegaskan bahwa latihan plyometric tidak hanya relevan sebagai metode pembinaan fisik, tetapi juga penting untuk mendukung keterampilan teknik spesifik dalam karate. Oleh karena itu, penerapan program plyometric yang terstruktur, progresif, dan disesuaikan dengan kapasitas individu dapat menjadi strategi yang efektif untuk meningkatkan performa atlet karate pada level kompetitif.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian ini, direkomendasikan agar pelatih karate mengintegrasikan latihan plyometric ke dalam program rutin, dengan penyesuaian beban

dan jenis latihan berdasarkan tingkat power otot tungkai masing-masing atlet. Atlet dengan power rendah sebaiknya diberikan variasi latihan cone hops untuk memperkuat aspek koordinasi dan stabilitas, sedangkan atlet dengan power tinggi dapat memanfaatkan split squat jumps untuk mengoptimalkan kapasitas eksplosif yang telah dimiliki. Selain itu, penelitian lanjutan disarankan untuk memperluas sampel pada berbagai perguruan karate, membandingkan antar gaya (Shotokan, Kyokushin, Inkanas), serta menggunakan durasi intervensi lebih panjang (10–12 minggu) agar efek jangka panjang dapat terukur. Integrasi analisis biomekanik tiga dimensi dan instrumen elektronik juga akan memperkaya pemahaman tentang transfer hasil plyometric terhadap performa pertandingan nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguila, A. M. T. & Calderón, A. S. (2023). Biomechanics and Anthropometry in Karate-Do. Current Vision of Applied Sports Sciences. *International Journal of Family & Community Medicine*, 7(2), 49–54. <https://doi.org/10.15406/ijfcm.2023.07.00311>
- Ahmadabadi, S., Rjabi, H., Gharakhanlou, R., Talebian, S. & Basereh, A. (2023). Effects of a 4-Week Plyometric Training on Activity Patterns During Different Phases of One-Leg Drop Jump With Focus on Jump Height. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-36461-1>
- Alben, A. S. C., Mardius, A., Armen, M., Kumar, A., Ndaysenga, J. & Rahmalia, A. (2023). Variations of Lower Limb Exercises to Increase Explosive Leg Power in Soccer. *Indonesian Journal of Sport Management*, 3(2), 290–298. <https://doi.org/10.31949/ijsm.v3i2.7683>
- Arumugam, A., Jeyanthi, S., -, S. J. & S.SANTHOSH. (2025). Effectiveness of Back Squat Training With Plyometric Exercise Program on Leg Power and Sprint Performance in Young Adult Sprinters. *Ijsat*, 16(2). <https://doi.org/10.71097/ijst.v16.i2.5817>
- Aryanti, S. & Hartati, H. (2020). *The Effect of Front Cone Hops Exercise on Limb Muscle Power in Basketball Extracurricular*. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200323.110>
- Attar, W. S. A. Al & Husain, M. A. (2021). The Effect of Combining Plyometrics Exercises and Balance Exercises in Improving Dynamic Balance Among Female College Athletes: A Randomized Controlled Trial. *Pm&r*, 14(10), 1177–1187. <https://doi.org/10.1002/pmrj.12690>
- Baramuli, M. I., Wiyanto, A. & Widiyatmoko, F. A. (2020). Analisis Gerak Tendangan Mawashi Geri Pada Cabang Olahraga Karate Di Dojo SMA Negeri 1 Larangan Brebes. *Journal of Sport Coaching and Physical Education*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.15294/jspe.v5i1.36560>
- Bathe, C., Fennen, L., Heering, T., Greif, A. & Dubbeldam, R. (2023). Training Interventions to Reduce the Risk of Injury to the Lower Extremity Joints During Landing Movements in Adult Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 9(2), e001508. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2022-001508>
- Borah, P., Gogoi, L., Gogoi, H., Govindasamy, K., Prasad, S., Minu, T., Parpa, K. & Abderrahman, A. B. (2023). Changes in Counter Movement Jump Height, Take-Off Force and Maximum Concentric Power of Collegiate Athletes After Two Sessions Per Week Plyometric Training on Different Training Surfaces. *Слобожанський Науково-Спортивний Вісник*, 27(1), 34–41. <https://doi.org/10.15391/sns.v.2023-1.005>
- Brar, K. K., Bhardwaj, P. & G, P. R. (2021). The Influence of Lower Limb Plyometric and Resistance Training on the Stiffness of Achilles and Patellar Tendons in Recreational Athletes. *Biomedical Human Kinetics*, 13(1), 56–62. <https://doi.org/10.2478/bhk-2021-0008>
- Chekle, B. (2025). The Effects of Plyometric and Resistance Training on Linear Sprinting Speed and Repeated Sprinting Ability of Youth Players in Ethiopia. *Sport Tk-Revista Euroamericana De Ciencias Del Deporte*, 14, 16. <https://doi.org/10.6018/sportk.572191>
- Chivate, D., Chakkalathy, S. & Motimath, B. (2024). Correlation Between Dynamic Balance, Lower Limb Muscle Power, and Speed Performance in Sprinters: A Cross-Sectional Study. *Comparative Exercise Physiology*, 21(1), 81–89. <https://doi.org/10.1163/17552559-00001066>

- Çınarlı, F. S., Aydoğdu, O., Aydın, Y., Tokgöz, G., Kahraman, A., Beykumül, A., Aygoren, C., Yılmaz, N. & Ramírez-Campillo, R. (2025). Maximal Strength, Sprint and Jump Performance in Elite Kumite Karatekas. *BMC Sports Science Medicine and Rehabilitation*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-024-01051-9>
- Corcoran, D., Climstein, M., Whitting, J. W. & Vecchio, L. D. (2024). Impact Force and Velocities for Kicking Strikes in Combat Sports: A Literature Review. *Sports*, 12(3), 74. <https://doi.org/10.3390/sports12030074>
- Crossley, K. M., Patterson, B., Culvenor, A. G., Bruder, A., Mosler, A. B. & Mentiplay, B. F. (2020). Making Football Safer for Women: A Systematic Review and Meta-Analysis of Injury Prevention Programmes in 11 773 Female Football (Soccer) Players. *British Journal of Sports Medicine*, 54(18), 1089–1098. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101587>
- Dallas, G., Pappas, P., Ntallas, C. G., Paradisis, G. & Exell, T. (2020). The Effect of Four Weeks of Plyometric Training on Reactive Strength Index and Leg Stiffness Is Sport Dependent. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(7). <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.20.10384-0>
- Deng, N., Soh, K. G., Abdullah, B. & Huang, D. (2023). *Effects of Plyometric Training on Skill Performance Among Athletes: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials*. <https://doi.org/10.37766/inplasy2023.2.0052>
- Dharani, S., Wiriawan, O. & Mintarto, E. (2020). Pengaruh Latihan Pylometric Terhadap Performa Olahraga: Kajian Literatur. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 6(2). <https://doi.org/10.58258/jime.v6i2.1405>
- Drouzas, V., Katsikas, C., Zafeiridis, A., Jamurtas, A. Z. & Bogdanis, G. C. (2020). Unilateral Plyometric Training Is Superior to Volume-Matched Bilateral Training for Improving Strength, Speed and Power of Lower Limbs in Preadolescent Soccer Athletes. *Journal of Human Kinetics*, 74(1), 161–176. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0022>
- Duan, T., He, Z., Dai, J., Xie, L., Shi, Y.-R., Chen, L., Song, J., Li, G. & Zhang, W. (2024). Effects of Unilateral and Bilateral Contrast Training on the Lower Limb Sports Ability of College Basketball Players. *Frontiers in Physiology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1452751>
- Effendi, S., Basuki, S. & Shadiqin, A. R. (2020). *Effect of Plyometric Training Front Cone Hops and Knee Tuck Jump on Improvement Muscle Explosion Power*. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200219.041>
- Eraslan, L., Castelein, B., Spanhove, V., Orhan, C., Düzgün, İ. & Cools, A. (2020). Effect of Plyometric Training on Sport Performance in Adolescent Overhead Athletes: A Systematic Review. *Sports Health a Multidisciplinary Approach*, 13(1), 37–44. <https://doi.org/10.1177/1941738120938007>
- Gepfert, M. (2025). Impact of an Eight-Week Plyometric Training Intervention on Neuromuscular Performance, Musculotendinous Stiffness, and Directional Speed in Elite Polish Badminton Athletes. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 10(3), 304. <https://doi.org/10.3390/jfmk10030304>
- Ghosh, S. S. & Biswas, R. (2023). Effect of Plyometric Training Conducted in Aquatic Medium on Speed and Explosive Strength of the Athletes. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 11(1), 16–26. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijkss.v.11n.1p.16>
- Granacher, U. & Behm, D. G. (2022). Relevance and Effectiveness of Combined Resistance and Balance Training to Improve Balance and Muscular Fitness in Healthy Youth and Youth Athletes: A Scoping Review. *Sports Medicine*, 53(2), 349–370. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01789-7>
- Guan, S., Lin, N., Yin, Y., Liu, H., Liu, L. & Qi, L. (2021). The Effects of Inter-Set Recovery Time on Explosive Power, Electromyography Activity, and Tissue Oxygenation During Plyometric Training. *Sensors*, 21(9), 3015. <https://doi.org/10.3390/s21093015>
- Haromain, I., Wiriawan, O., Arief, N. A., Hidayat, T., Wibowo, S., Siantoro, G. & Wahyudi, A. R. (2023). Pengaruh Latihan Plyometric Barrier Hops, Front Cone Hops, Jump to Box, Dan Depth Jumps Terhadap Peningkatan Power, Kekuatan, Dan Kecepatan Siswa Ekstrakurikuler. *Eduinovasi Journal of Basic Educational Studies*, 4(1). <https://doi.org/10.47467/edui.v4i1.5596>

- Huang, H., Huang, W.-Y. & Wu, C. (2023). The Effect of Plyometric Training on the Speed, Agility, and Explosive Strength Performance in Elite Athletes. *Applied Sciences*, 13(6), 3605. <https://doi.org/10.3390/app13063605>
- Hussein, R. A. (2025). Three-Dimensional Dynamic Analysis of Support Leg Performance in the Kazami Mawashi Giri Karate Kick. <https://doi.org/10.55998/jsrse.v35i3.1172>
- Isnaini, N. H., Nasrulloh, A., Sukarmin, Y., Suhartini, B. & Widiyanto, W. (2023). Biomechanical Analysis of Mawashi-Geri Kick Motion on Kenshi Shorinji Kempo Jambi Province. *International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis*, 06(06). <https://doi.org/10.47191/ijmra/v6-i6-47>
- Jakšić, D., Maričić, S., Maksimović, N., Bianco, A., Sekulić, D., Foretić, N. & Drid, P. (2023). Effects of Additional Plyometric Training on the Jump Performance of Elite Male Handball Players: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 2475. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032475>
- Kabadayı, M., KARADENİZ, S., Yılmaz, A. K., Karaduman, E., Bostancı, Ö., Akyıldız, Z., Clemente, F. M. & Silva, A. F. (2022). Effects of Core Training in Physical Fitness of Youth Karate Athletes: A Controlled Study Design. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10), 5816. <https://doi.org/10.3390/ijerph19105816>
- Kale, M., Tolali, A. B., Togram, T. & Başoğlu, U. D. (2024). Acute Effects of Whole-Body Vibration During Dynamic Lunge Movement on Jump and Sprint Performances. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 28(4), 309–319. <https://doi.org/10.15561/26649837.2024.0408>
- Kim, Y. & Lee, K.-H. (2023). Effects of 12 Weeks Weight Training and Plyometric Training on Body Composition, Physical Fitness and Electronic Hogu Hitting Ability in Taekwondo Sparring Athletes. *The Asian Journal of Kinesiology*, 25(4), 68–79. <https://doi.org/10.15758/ajk.2023.25.4.68>
- Kons, R. L., Orssatto, L. B. R., Dias, J. A., Pauw, K. D., Meeusen, R., Trajano, G. S., Pupo, J. D. & Detanico, D. (2023). Effects of Plyometric Training on Physical Performance: An Umbrella Review. *Sports Medicine - Open*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00550-8>
- Kurnaiawan, C., Hadi, H. & Novriansyah, N. (2022). Speed and Power of Martial Athletes: Does Plyometrics Affect Active-Passive Recovery? *Jurnal Sportif Jurnal Penelitian Pembelajaran*, 8(4), 327–341. https://doi.org/10.29407/js_unpgri.v8i4.18116
- Lavianti, R. T. (2025). Effect of Plyometric Training and Ladder Drill Training on Sprint 20-Meters Agility and VO2max in Karate Athletes. *Retos*, 70, 171–179. <https://doi.org/10.47197/retos.v70.111573>
- Lubis, J., Haqiyah, A., Robianto, A., Ihsani, S. I., Wardoyo, H., Ginanjar, S., Irawan, A. A., Sumartiningsih, S., SETIAWAN, I., LUBIS, R. A., Sanjaya, K. H. & Kusumandari, D. E. (2023). The Effect of Six-Week Plyometric, Functional, and Interval Trainings on Body Composition, Power, and Kicking Speed in Male Pencak Silat University Athletes. *International Journal of Disabilities Sports & Health Sciences*, 46–53. <https://doi.org/10.33438/ijdshts.1371605>
- Manurung, B. T. (2025). Perkembangan Power Tendangan Pencak Silat Dengan Latihan Pliometrik. *Mupeno*, 2(4), 93–97. <https://doi.org/10.61132/mupeno.v2i4.452>
- Mashud, M., Sudirman, R., Samodra, Y. T. J., Widiastuti, W., Arini, I., Suharto, T. H., Suryadi, D., Wulandari, A., Aryadi, D. & Rahmat, A. (2024). Analysis of the Effect of Training on the Explosive Power of the Pencak Silat Sickle Kick: A Comparative Study of Plyometric and Conventional Exercises. *Sport Tk-Revista Euroamericana De Ciencias Del Deporte*, 13, 35. <https://doi.org/10.6018/spork.573141>
- Mujanović, R., Mojsilović, Z., Mujanović, D. & Mekić, R. (2024). Types and Frequency of Sports Injuries in Karate. 33–33. <https://doi.org/10.5937/atavpa24033m>
- Navickaitė, A. & Thomas, G. (2022). Strength and Conditioning Considerations for Kyokushin Karate Athletes. *Strength and Conditioning*, 45(3), 272–282. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000721>
- Obërtinca, R., Meha, R., Hoxha, I., Shabani, B., Meyer, T. & Fünten, K. a. d. (2024). Efficacy of a New Injury Prevention Programme (FUNBALL) in Young Male Football (Soccer)

- Players: A Cluster-Randomised Controlled Trial. *British Journal of Sports Medicine*, 58(10), 548–555. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-107388>
- Pamuk, Ö., Makaracı, Y., Ceylan, L., Küçük, H., Kızılet, T., Ceylan, T. & Kaya, E. (2023). Associations Between Force-Time Related Single-Leg Counter Movement Jump Variables, Agility, and Linear Sprint in Competitive Youth Male Basketball Players. *Children*, 10(3), 427. <https://doi.org/10.3390/children10030427>
- Paria, P., Dhar, A., Biswas, A. & Biswas, S. (2024). Assessing the Effect of Short-Term Interval Training on Acceleration Ability and Anaerobic Power of Novice Sprinters. *Teoriâ Ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ*, 24(5), 728–735. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2024.5.07>
- Permana, D. A., Kusnanik, N. W., Nurhasan, N. & Raharjo, S. (2022). A Six-Week Plyometric Training Program Improves Explosive Power and Agility in Professional Athletes of East Java. *Teoriâ Ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ*, 22(4), 510–515. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2022.4.08>
- Prawibowo, M., Alnedral, A., Neldi, H. & Chaeroni, A. (2023). The Effect of Resistance and Plyometric Training Methods With Concentration on Ability Mawashi Geri Men's Junior Karate Athlete Dojo Tako Simalungun District. *Jurnal Konseling Dan Pendidikan*, 11(4), 246. <https://doi.org/10.29210/1104000>
- Putera, S. H. P., Setijono, H., Wiriawan, O., Nurhasan, N., Muhammad, H. N., Hariyanto, A., Sholikhah, A. M. & Pranoto, A. (2023). Positive Effects of Plyometric Training on Increasing Speed, Strength and Limb Muscles Power in Adolescent Males. *Teoriâ Ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ*, 23(1), 42–48. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2023.1.06>
- Ramírez-Campillo, R., García-Hermoso, A., Moran, J., Chaabène, H., Negra, Y. & Scanlan, A. T. (2022). The Effects of Plyometric Jump Training on Physical Fitness Attributes in Basketball Players: A Meta-Analysis. *Journal of Sport and Health Science*, 11(6), 656–670. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.12.005>
- Rizal, A., Supriadi, D. & Rohendi, A. (2024). The Relationship of Power Lemb Agility and Hip Joint Fitness to the Results of the Mawashi Geri Kick in the Sport Branch of Karate. *Jiip - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(5), 5108–5112. <https://doi.org/10.54371/jiip.v7i5.4537>
- Rydzik, Ł. & Ambroży, T. (2021). Physical Fitness and the Level of Technical and Tactical Training of Kickboxers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 3088. <https://doi.org/10.3390/ijerph18063088>
- Sacot, A., López-Ros, V., Prats-Puig, A., Escosa, J., Barretina, J. & Calleja-González, J. (2022). Multidisciplinary Neuromuscular and Endurance Interventions on Youth Basketball Players: A Systematic Review With Meta-Analysis and Meta-Regression. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9642. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159642>
- Sadeghkhan, M. R., Sadeghi, H. & Homaei, H. M. (2022). http://medrehab.sbm.ac.ir/article_1101715_d7641b2cbbd4f9e28db58f78a16fcd8c.pdf?lang=En. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*, 11(5), 716–727. <https://doi.org/10.32598/sjrm.11.5.11>
- Santana, E. E., Medeiros, M. F. d., Almeida-Neto, P. F. d., Rocha, M. d. L., Dantas, P. M. S. & Cabral, B. G. de A. T. (2024). Effect of Plyometric and Sprint Training on Repeated Sprint and Vertical Jump Capacities in Volleyball Players Aged 11 to 14 Years: A Longitudinal Study. *Research Society and Development*, 13(2), e8313244923. <https://doi.org/10.33448/rsd-v13i2.44923>
- Shams, F., Hadadnezhad, M., Letafatkar, A. & Hogg, J. A. (2021). Valgus Control Feedback and Taping Improves the Effects of Plyometric Exercises in Women With Dynamic Knee Valgus. *Sports Health a Multidisciplinary Approach*, 14(5), 747–757. <https://doi.org/10.1177/19417381211049805>
- Shuai, C. (2025). Effects of Plyometric Training on Lower-Limb Explosive Power and Its Retention After Detraining in Sprinters. *American Journal of Men S Health*, 19(4). <https://doi.org/10.1177/15579883251363089>
- Simbolon, R. F. & Siahaan, D. (n.d.). Pengembangan Instrumen Tes Kecepatan Tendangan Mawashi Geri Pada Cabang Olahraga Karate. *Desember*, 4(2), 49–54. <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jpsi/index>

- Sinuhaji, S. & Salsabila, A. V. (2025). The Comparison of the Effect of Plyometric Depth Jump Exercise and Plyometric Box Jump Exercise on the Improvement of Leg Muscle Strength in Diamond Volleyball Athletes of Medan in 2024. *Jurnal Keperawatan Dan Fisioterapi (Jkf)*, 7(2), 236–244. <https://doi.org/10.35451/jkf.v7i2.2639>
- Siregar, Y. I., Nurkadri, N., Rohaya, N., Muda, S. & Ginting, D. A. (2023). Contribution of Squat Jump, Leg Squat, and Walking Lunge to Mawashi Geri Kicking Ability Skills. *Jurnal Sportif Jurnal Penelitian Pembelajaran*, 9(2), 355–368. https://doi.org/10.29407/js_unpgri.v9i2.21014
- Sudiana, I. K., Swadesi, I. K. I., Artanayasa, I. W., Ariani, N. L. P. T., Kusuma, K. C. A. & Sumadita, I. W. (2023). Plyometric Stair Jump and Reaction Box Jump to Improve the Frequency of Straight-forward Kicks in Pencak Silat Athletes. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 11(1), 162–169. <https://doi.org/10.13189/saj.2023.110119>
- Susianti, E., Lubis, J., Hamid, J., Santoso, S., Irawan, A. A. & Mahyudi, Y. V. (2022). Plyometric Standing Jumps and Box Drills to Improve Momtong Dollyo Chagi Kick in Junior Taekwondo Athletes. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 10(2), 173–178. <https://doi.org/10.13189/saj.2022.100206>
- TOPAL, D. & Özkaya, Y. G. (2022). Genç Badmintoncularda Ağırılık Yeleği Kullanılarak Yapılan Dirençli Pliometrik Antrenmanın Çeviklik Performansı Üzerine Etkisinin Antrenman Programının Bitiminde Ve Detraining Döneminde İncelenmesi. *Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi*, 5(2), 254–268. <https://doi.org/10.38021/asbid.1118178>
- TOPAL, D., Sarı, M. Z., GÜNDOĞDU, A. & Özkaya, Y. G. (2023). Resistant Plyometric Training Increases Muscle Strength in Young Male Basketball Players. *Spor Eğitim Dergisi*, 7(3), 287–293. <https://doi.org/10.55238/seder.1368813>
- TÜRKERİ, C. (2022). *İki Ayrı Karate Tekniğinin Antropometrik Ve Biyomekanik Açından İncelenmesi*. <https://doi.org/10.37609/akya.1416>
- Vasconcelos, B. B., Dias, R. D., Diniz, R., Campelo, P., Pinto, S. S. & Alberton, C. L. (2025). Tempo De Execução Do Chute Semicircular Esportivo E Tradicional (Mawashi-Geri) No Karatê Shotokan. *Corpoconsciência*, e18995. <https://doi.org/10.51283/rc.29.e18995>
- Wang, M., Chen, K.-C., Hung, M.-H., Chang, C.-Y., Ho, C.-S., Chang, C.-H. & Lin, K.-C. (2020). Effects of Plyometric Training on Surface Electromyographic Activity and Performance During Blocking Jumps in College Division I Men's Volleyball Athletes. *Applied Sciences*, 10(13), 4535. <https://doi.org/10.3390/app10134535>
- Wulandari, N. & Sujarwo, S. (2023). The Effectiveness of Hurdle Jump Training on the Ability of Mawashi Geri Kicks in Karate Martial Arts. *Jurnal Sportif Jurnal Penelitian Pembelajaran*, 9(3), 447–464. https://doi.org/10.29407/js_unpgri.v9i3.21101
- Zhang, D. & Wang, S. (2023). Effects of Explosive Strength Training on Lower Limbs in Taekwondo Athletes. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*, 29. https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012022_0605
- Zhao, L. (2023). Influences of Balance Training on the Physical Fitness of Martial Arts Athletes. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*, 29. https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012023_0048