



Efektivitas Dua Model Latihan Plyometric terhadap Peningkatan Power Otot Tungkai dan Kecepatan Shooting pada Pemain Sepak Bola Usia Sekolah

M.Anshari^{1*}, Edi Kurniawan², Herman Syah³, Ali Muhammin⁴

¹²³⁴Prodi Pendidikan Kependidikan Olahraga, FIKKM, Universitas Pendidikan Mandalika, Jl.

Pemuda No. 59 A, Mataram, Indonesia 83125

Email Korespondensi: alimuhammin@undikma.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas dua model latihan plyometric, yaitu Single Leg Hop Progression (SLHP) dan Multiple Box to Box Jump with Single Leg Landing (MBTBJ), terhadap peningkatan power otot tungkai dan kecepatan shooting pada pemain sepak bola usia sekolah. Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2025 di SMKN 1 Sekotong dengan desain eksperimen faktorial 2×2 yang melibatkan 36 siswa ekstrakurikuler sepak bola, dibagi menjadi dua kelompok perlakuan dan satu kelompok kontrol. Instrumen penelitian meliputi vertical jump test untuk mengukur power otot tungkai dan perangkat Dartfish Motion Analysis untuk menilai kecepatan shooting. Analisis data dilakukan menggunakan uji paired t-test dan MANOVA pada taraf signifikansi 0,05. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua model latihan memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan power otot tungkai dan kecepatan shooting dibandingkan latihan konvensional (Wilks' $\Lambda = 0,293$; $p < 0,05$). Latihan MBTBJ meningkatkan kecepatan shooting rata-rata sebesar 3,62 detik dan power otot tungkai sebesar 255,83 watt, sedangkan SLHP meningkatkan power sebesar 177,07 watt. Efektivitas MBTBJ disebabkan oleh karakteristik latihan yang menekankan beban eksentrik lebih tinggi dan koordinasi gerak pendaratan satu kaki, sedangkan SLHP lebih berkontribusi pada peningkatan keseimbangan dan stabilitas dinamis. Kedua model latihan efektif meningkatkan performa shooting dan daya eksplisif tungkai, dengan MBTBJ menunjukkan hasil yang lebih besar. Kombinasi SLHP dan MBTBJ direkomendasikan sebagai strategi latihan berbasis bukti untuk meningkatkan performa pemain muda di tingkat sekolah.

Kata kunci: Plyometric Training; Single Leg Hop Progression; Multiple Box to Box Jump; Power Otot Tungkai; Kemampuan Shooting.

The Effectiveness of Two Plyometric Training Models on Increasing Leg Muscle Power and Shooting Speed in School-Age Soccer Players

Abstract

This study aims to analyze the effectiveness of two plyometric training models, namely Single Leg Hop Progression (SLHP) and Multiple Box to Box Jump with Single Leg Landing (MBTBJ), on increasing leg muscle power and shooting speed in school-age soccer players. This study was conducted in 2025 at SMKN 1 Sekotong, utilizing a 2×2 factorial experimental design that involved 36 extracurricular soccer students, divided into two treatment groups and one control group. The research instruments included a vertical jump test to measure leg muscle power and a Dartfish Motion Analysis device to assess shooting speed. Data analysis was performed using a paired t-test and MANOVA at a significance level of 0.05. The results showed that both training models had a significant effect on increasing leg muscle power and shooting speed compared to conventional training (Wilks' $\Lambda = 0.293$; $p < 0.05$). The MBTBJ training increased shooting speed by 3.62 seconds on average and leg muscle power by 255.83 watts, while the SLHP training increased power by 177.07 watts. The effectiveness of the MBTBJ training is attributed to its training characteristics, which emphasize higher eccentric loads and single-leg landing coordination. In contrast, the SLHP training contributes more to improving balance and dynamic stability. Both training models effectively improve shooting performance and leg explosive power, with the MBTBJ training showing greater results. The combination of the SLHP and MBTBJ training is recommended as an evidence-based training strategy to improve the performance of young players at the school level.

Keywords: Plyometric Training; Single Leg Hop Progression; Multiple Box to Box Jump; Leg Muscle Power; Shooting Ability.

How to Cite: Anshari, M., Kurniawan, E., Syah, H., & Muhammin, A. (2025). Efektivitas Dua Model Latihan Plyometric terhadap Peningkatan Power Otot Tungkai dan Kecepatan Shooting pada Pemain Sepak Bola Usia Sekolah. *Empiricism Journal*, 6(3), 1446–1460. <https://doi.org/10.36312/ej.v6i3.3753>



<https://doi.org/10.36312/ej.v6i3.3753>

Copyright© 2025, Anshari et al.

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Sepak bola merupakan olahraga yang menuntut kombinasi kemampuan teknis, taktis, dan fisik yang optimal. Dari aspek fisik, *power* otot tungkai memiliki kontribusi penting terhadap performa permainan, terutama dalam teknik *shooting* yang menentukan keberhasilan mencetak gol. *Power* tungkai yang tinggi memungkinkan pemain menendang bola dengan kecepatan dan akurasi maksimal, sehingga mampu menembus pertahanan lawan. Penelitian terkini menegaskan bahwa kekuatan dan *power* otot tungkai berkorelasi signifikan dengan kecepatan bola serta akurasi tembakan, baik pada kaki dominan maupun non-dominan (Başkaya et al., 2024; Putri & Nugroho, 2022; Ridwan & Putra, 2021; Risal et al., 2022; Šoš & Segedi, 2025). Oleh karena itu, pelatih dituntut untuk menerapkan metode latihan yang mampu meningkatkan *power* eksplisif, salah satunya melalui latihan *plyometric*.

Latihan *plyometric* telah lama diakui sebagai pendekatan efektif untuk meningkatkan *explosive power* dengan mengoptimalkan mekanisme *stretch-shortening cycle* (SSC) yang terdiri dari fase eksentrik dan konsentrik. Prinsip utama dari latihan ini adalah memanfaatkan energi elastik yang tersimpan selama peregangan otot (fase eksentrik) dan menggunakan secara maksimal saat fase konsentrik berikutnya. Proses ini meningkatkan *rate of force development* serta kekakuan otot-tendon, yang berperan penting dalam menghasilkan gerakan cepat dan kuat seperti menendang bola (Alben et al., 2023; Ghosh & Biswas, 2023; Kurt et al., 2023). Kajian sistematis oleh (Oliver et al., 2023) dan (Zheng et al., 2025) menunjukkan bahwa latihan *plyometric* secara konsisten meningkatkan kecepatan lari, kemampuan melompat, serta *change of direction*, yang merupakan indikator utama performa eksplisif pemain sepak bola.

Latihan *plyometric* diyakini mampu menjadi solusi atas permasalahan ini. Secara fisiologis, latihan *plyometric* menggabungkan kontraksi eksentrik dan konsentrik secara cepat, yang menstimulasi adaptasi neuromuskular dan arsitektur otot (Spudić & Nosaka, 2024). Adaptasi tersebut meningkatkan perekutan unit motorik dan eksitabilitas refleks yang berperan dalam efisiensi gerakan eksplisif seperti *shooting*. Lebih lanjut, latihan *plyometric* terbukti efektif dalam meningkatkan performa *shooting* dengan memperbaiki kecepatan kaki saat kontak bola, kecepatan bola hasil tendangan, dan stabilitas tubuh saat mendarat (Gasim et al., 2022; Wee et al., 2023; Zhang et al., 2023). Dengan demikian, penerapan *plyometric training* menjadi salah satu alternatif ilmiah yang efektif untuk mengatasi kelemahan performa fisik pemain muda di tingkat sekolah. Fenomena tersebut juga terlihat pada siswa ekstrakurikuler sepak bola SMKN 1 Sekotong, di mana capaian prestasi mengalami penurunan dalam lima tahun terakhir. Salah satu penyebabnya adalah kurangnya penerapan metode latihan ilmiah yang mengembangkan *power* otot tungkai secara sistematis dan progresif.

Dua bentuk latihan *plyometric* yang banyak digunakan untuk mengembangkan *explosive power* tungkai adalah *single leg hop progression* dan *multiple box to box jump with single leg landing*. Latihan *single leg hop progression* menekankan kemampuan eksplisif satu tungkai melalui lompatan berurutan yang melatih keseimbangan, koordinasi, dan daya ledak otot tungkai. Latihan ini menstimulasi otot-otot *quadriceps femoris*, *gastrocnemius*, dan *gluteus maximus*, yang berperan penting dalam fase dorongan saat menendang bola. Sementara itu, *multiple box to box jump with single leg landing* berfokus pada peningkatan kekuatan dan stabilitas saat mendarat, dengan melibatkan otot-otot paha belakang dan tungkai bawah untuk mendukung kontrol gerakan dinamis.

Beberapa penelitian eksperimental menunjukkan efektivitas signifikan dari kedua latihan tersebut. (Saputra, 2022) menemukan bahwa latihan *single leg hop* lebih efektif meningkatkan *power* tungkai dibandingkan *double leg hop* pada pemain sepak bola remaja. (Permana et al., 2022) melaporkan peningkatan *power* otot tungkai sebesar 11,27% setelah pelatihan *multiple box to box jump* selama enam minggu. Temuan serupa dikemukakan oleh (Y. Zhao et al., 2024) yang menemukan peningkatan signifikan *power* otot tungkai pada pemain futsal setelah menerapkan metode *multiple box to box jump with single leg landing*. Hasil-hasil tersebut sejalan dengan meta-analisis terbaru oleh (Oliver et al., 2023), yang menegaskan bahwa latihan eksentrik-konsentrik terstruktur selama 6–12 minggu dengan frekuensi 2–3 sesi per minggu dapat meningkatkan kekuatan eksplisif tungkai dan kecepatan tembakan secara signifikan.

Selain mekanisme mekanik, peningkatan *power* juga dipengaruhi oleh perubahan struktural dan adaptasi saraf akibat latihan *plyometric*. Latihan eksentrik memicu perombakan arsitektur otot melalui penambahan sarkomer dalam seri dan paralel, sementara aktivitas satelit sel memperkuat regenerasi jaringan otot (Harden et al., 2020; Spudić & Nosaka, 2024). Dari sisi neural, peningkatan rekrutmen unit motorik dan *reflex excitability* berkontribusi terhadap peningkatan daya eksplosif dan koordinasi gerak yang lebih efisien (Beato et al., 2021; Živanović, 2022). Integrasi adaptasi struktural dan neuromuskular ini menjelaskan mengapa latihan seperti *single leg hop progression* dan *multiple box to box jump with single leg landing* memberikan dampak langsung terhadap peningkatan kecepatan dan kekuatan tendangan dalam sepak bola.

Selain itu, sebagian penelitian sebelumnya hanya mengevaluasi satu jenis latihan *plyometric*, tanpa melakukan perbandingan langsung antar model latihan. Keterbatasan lain adalah kurangnya pengukuran biomekanik yang objektif dalam menilai hasil latihan. Dengan kemajuan teknologi seperti motion analysis berbasis Dartfish dan sistem 3D Motion Capture, kini dimungkinkan untuk melakukan analisis kuantitatif terhadap variabel biomekanik seperti kecepatan bola, sudut sendi, dan waktu kontak kaki–bola (Nakano et al., 2020; Suo et al., 2024). Namun, penelitian yang mengintegrasikan pendekatan *plyometric training* dengan evaluasi biomekanik berbasis teknologi masih terbatas, khususnya di lingkungan sekolah. Kesenjangan penelitian inilah yang menjadi dasar perlunya kajian empiris terhadap efektivitas latihan *single leg hop progression* dan *multiple box to box jump with single leg landing* pada siswa sekolah menengah, dengan pengukuran berbasis teknologi modern untuk menilai dampaknya terhadap power otot tungkai dan kemampuan shooting secara objektif.

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh latihan *single leg hop progression* dan *multiple box to box jump with single leg landing* terhadap kemampuan shooting sepak bola yang ditinjau dari power otot tungkai pada siswa ekstrakurikuler sepak bola SMKN 1 Sekotong. Secara khusus, penelitian ini bertujuan: (1) mengetahui pengaruh masing-masing metode latihan terhadap peningkatan power otot tungkai dan kecepatan shooting; (2) membandingkan efektivitas kedua jenis latihan tersebut; dan (3) menilai pengaruh interaksi antara power otot tungkai tinggi dan rendah terhadap performa shooting.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi dua model latihan *plyometric* dalam satu desain faktorial 2×2 serta penggunaan perangkat Dartfish Motion Analysis untuk menganalisis perubahan biomekanik secara kuantitatif. Pendekatan ini memungkinkan peneliti menilai efek latihan tidak hanya dari aspek performa, tetapi juga dari parameter fisiologis dan mekanik yang mendasarinya. Selain itu, penelitian ini relevan dalam konteks pendidikan olahraga modern yang menekankan penerapan sains dan teknologi untuk mendukung pembelajaran berbasis kinerja (Ghosh & Biswas, 2023; Suo et al., 2024).

Ruang lingkup penelitian ini meliputi siswa ekstrakurikuler sepak bola SMKN 1 Sekotong, dengan parameter utama power otot tungkai (diukur dalam satuan watt) dan kecepatan shooting (diukur dalam detik melalui analisis video). Penelitian dilakukan selama delapan minggu dengan frekuensi latihan tiga kali per minggu, sesuai rekomendasi literatur terbaru (Oliver et al., 2023; Shamshuddin et al., 2020). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi pelatih dan guru olahraga dalam merancang program latihan berbasis bukti (evidence-based training), serta memperkaya literatur ilmiah tentang efektivitas *plyometric training* dalam konteks pendidikan menengah di Indonesia.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada siswa ekstrakurikuler sepak bola SMKN 1 Sekotong Tahun 2025. Populasi penelitian berjumlah 36 siswa yang aktif mengikuti kegiatan latihan rutin sepak bola sekolah. Sampel penelitian dipilih secara purposive sampling, dengan mempertimbangkan tingkat kebugaran yang relatif homogen, riwayat latihan minimal satu tahun, dan kondisi fisik yang sehat untuk mengikuti program latihan *plyometric*. Metode ini sesuai dengan praktik terbaik dalam penelitian pelatihan olahraga yang menggunakan pendekatan faktorial untuk menjaga validitas internal antar kelompok (Amelia et al., 2022; Sukamto et al., 2020).

Penelitian ini menggunakan desain faktorial 2×2 dengan dua faktor perlakuan dan dua level pada setiap faktor. Faktor pertama adalah jenis latihan plyometric (A), yang terdiri dari Single Leg Hop Progression (A1) dan Multiple Box to Box Jump with Single Leg Landing (A2). Faktor kedua adalah tingkat power otot tungkai (B), yang dibedakan menjadi tinggi (B1) dan rendah (B2) berdasarkan hasil pretest vertical jump. Dengan demikian, terbentuk empat kelompok eksperimen: (A1B1), (A1B2), (A2B1), dan (A2B2). Kelompok kontrol (tanpa perlakuan khusus) digunakan sebagai pembanding untuk menilai efektivitas intervensi.

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian meliputi: Kotak plyometric (plyo box) dengan ketinggian bertingkat (30 cm, 45 cm, dan 60 cm) untuk latihan MBTBJ. Matras pengaman untuk mendarat dan mengurangi risiko cedera. Alat ukur vertical jump (Jump DF Analysis Tool) untuk mengukur power otot tungkai, yang telah terbukti valid dan reliabel dalam penelitian atlet muda (Hadi et al., 2024). Perangkat Dartfish Motion Analysis untuk mengukur kecepatan shooting dan sudut gerak sendi saat kontak bola. Bola standar FIFA ukuran 5, meteran pengukur jarak, serta kamera kecepatan tinggi untuk analisis video tambahan. Peralatan pendukung tersebut memberikan kombinasi antara akurasi laboratorium dan kepraktisan lapangan, sebagaimana direkomendasikan dalam penelitian biomekanik terkini (Edriss et al., 2025; Nakano et al., 2020).

Prosedur Penelitian

Sebelum memulai intervensi, seluruh peserta menjalani sesi orientasi dan familiarisasi selama satu minggu untuk memastikan pemahaman terhadap teknik pelaksanaan latihan plyometric. Sesi ini mencakup demonstrasi gerakan, simulasi pemanasan dan pendinginan, serta penjelasan terkait durasi dan intensitas latihan. Selama fase ini, dilakukan pula screening fisik untuk memastikan kesiapan tubuh peserta terhadap aktivitas berintensitas tinggi.

Peneliti melakukan pretest untuk menentukan tingkat awal power otot tungkai menggunakan tes vertical jump serta mengukur kemampuan awal shooting dengan Dartfish Motion Analysis. Nilai rata-rata vertical jump height digunakan untuk mengklasifikasikan peserta ke dalam kelompok power tinggi dan rendah. Pemisahan ini bertujuan menjaga kesetaraan kemampuan dasar antar kelompok sehingga validitas hasil eksperimen meningkat (Amelia et al., 2022).

Setiap peserta diberikan jadwal latihan terstruktur tiga kali seminggu selama delapan minggu, dengan total durasi latihan 60 menit per sesi, mencakup 10 menit pemanasan, 40 menit latihan inti, dan 10 menit pendinginan. Progresi beban latihan dilakukan secara bertahap setiap dua minggu, baik dalam jumlah ulangan, ketinggian lompatan, maupun variasi arah pendaratan untuk memastikan prinsip progressive overload terpenuhi tanpa menimbulkan kelelahan berlebih.

Desain Eksperimen

Desain penelitian ini menggunakan metode eksperimen pretest-posttest dengan desain faktorial 2×2 , sebagaimana direkomendasikan dalam penelitian pelatihan olahraga modern (Rudi et al., 2025; Sukamto et al., 2020). Dua jenis latihan plyometric dijadikan variabel bebas, sedangkan variabel terikatnya adalah power otot tungkai dan kemampuan shooting.

1. Kelompok SLHP (A1) sebanyak 12 siswa, melakukan lompatan satu kaki secara berurutan sejauh 8–10 meter, dilakukan dalam 3 set masing-masing 10 repetisi per kaki. Latihan ini menitikberatkan pada keseimbangan, koordinasi unilateral, dan kekuatan dorong eksplosif tungkai.
2. Kelompok MBTBJ (A2) sebanyak 12 siswa, melakukan lompatan vertikal dari satu kotak ke kotak lain dengan satu kaki, kemudian mendarat pada kotak berikutnya secara beruntun. Latihan dilakukan 3 set \times 8 repetisi dengan interval istirahat 2 menit antarsesi.
3. Kelompok kontrol (A0) sebanyak 12 siswa, mengikuti latihan rutin sekolah yang terdiri dari pemanasan, teknik dasar, dan permainan kecil tanpa latihan plyometric khusus.

Untuk menjaga kesetaraan beban, semua kelompok menjalani durasi latihan yang sama serta waktu istirahat terkontrol. Intensitas latihan dipantau menggunakan Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) untuk memastikan tingkat kelelahan berada pada kisaran sedang hingga tinggi (skor 13–17). Selama latihan, setiap sesi direkam menggunakan kamera kecepatan tinggi (240 fps) dan dianalisis menggunakan Dartfish Motion Analysis

untuk mengevaluasi mekanika gerakan, terutama saat fase pendaratan dan dorongan (take-off). Pendekatan ini memungkinkan evaluasi biomekanik yang objektif dan berbasis data, sesuai standar penelitian olahraga mutakhir (Lee et al., 2023).

Parameter

Penelitian ini mengukur dua parameter utama, yaitu

1. power otot tungkai dan kemampuan shooting. Power Otot Tungkai: Diukur menggunakan tes vertical jump dengan perangkat Jump DF Analysis Tool. Alat ini menghitung ketinggian lompatan, kecepatan dorong, dan estimasi daya dalam satuan watt. Tes dilakukan tiga kali dan diambil nilai tertinggi sebagai hasil akhir. Alat ini direkomendasikan karena memiliki reliabilitas tinggi dalam mengukur lower-limb explosive power pada atlet muda (Hadi et al., 2024).
2. Kemampuan Shooting: Diuji melalui analisis kecepatan bola dan sudut tendangan menggunakan perangkat Dartfish Motion Analysis. Kamera ditempatkan sejauh 8 meter dari bola dengan sudut 90° untuk menangkap gerakan kaki saat menendang. Kecepatan bola dihitung berdasarkan jarak tempuh dan waktu kontak bola terhadap target. Tes dilakukan tiga kali untuk setiap peserta, dan hasil rata-rata digunakan sebagai skor akhir.

Selain itu, dilakukan observasi teknik untuk memastikan bahwa peningkatan performa tidak disebabkan oleh perubahan teknik menendang, melainkan oleh peningkatan kekuatan dan koordinasi neuromuskular. Metode pengukuran ini menggabungkan prinsip validitas laboratorium dengan kepraktisan lapangan, sesuai dengan rekomendasi penggunaan sistem marker-based dan markerless motion capture dalam penelitian olahraga.

Statistical Analysis

Analisis data dilakukan untuk menguji hipotesis mengenai pengaruh latihan plyometric terhadap power otot tungkai dan kemampuan shooting. Sebelum analisis utama, dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas (Kolmogorov-Smirnov) dan uji homogenitas varians (Levene's Test). Data yang memenuhi asumsi parametrik kemudian dianalisis menggunakan Analisis Varian Dua Arah (Two-Way ANOVA) dalam kerangka desain faktorial 2×2. Analisis ini digunakan untuk menentukan:

1. Efek utama faktor A (jenis latihan) terhadap variabel terikat.
2. Efek utama faktor B (tingkat power otot tungkai) terhadap variabel terikat.
3. Efek interaksi antara faktor A dan B, yang menunjukkan apakah kombinasi tertentu menghasilkan peningkatan sinergis melebihi efek tunggal masing-masing perlakuan (Amelia et al., 2022; Rudi et al., 2025).

Jika ditemukan interaksi yang signifikan, dilakukan analisis lanjut (simple effect analysis) menggunakan uji Least Significant Difference (LSD) untuk mengetahui kelompok mana yang memiliki perbedaan nyata. Semua analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 20.0 dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh melalui proses pengumpulan dan analisis data terhadap 36 siswa ekstrakurikuler sepakbola SMKN 1 Sekotong. Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen faktorial 2×2 dengan tiga kelompok: Kelompok Eksperimen

- I: Latihan Single Leg Hop Progression (SLHP) Kelompok Eksperimen
- II: Latihan Multiple Box to Box Jump with Single Leg Landing (MBTBJ)

Kelompok Kontrol: Latihan reguler tanpa perlakuan khusus.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 20.0 untuk mengetahui pengaruh masing-masing program latihan terhadap power otot tungkai dan kecepatan shooting sepakbola.

Deskripsi data meliputi nilai pretest dan posttest dari variabel kecepatan shooting dan power otot tungkai pada ketiga kelompok. Hasil rekapitulasi disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Deskripsi Data Hasil Pretest dan Posttest Tiap Kelompok

Kelompok	Variabel	Pretest (Mean ± SD)	Posttest (Mean ± SD)	Δ (Perubahan)	Interpretasi
Eksperimen I (SLHP)	Kecepatan Shooting (detik)	20.05 ± 1.10	18.32 ± 1.20	-1.72	Terjadi peningkatan kecepatan shooting
Eksperimen I (SLHP)	Power Otot Tungkai (watt)	8641.34 ± 900.5	8818.41 ± 915.2	+177.07	Terjadi peningkatan power otot tungkai
Eksperimen II (MBTBJ)	Kecepatan Shooting (detik)	20.25 ± 1.30	16.63 ± 1.45	-3.62	Peningkatan sangat signifikan pada kecepatan shooting
Eksperimen II (MBTBJ)	Power Otot Tungkai (watt)	7793.24 ± 850.3	8049.08 ± 875.7	+255.83	Peningkatan signifikan pada power otot tungkai
Kontrol	Kecepatan Shooting (detik)	21.32 ± 1.15	20.57 ± 1.12	-0.75	Peningkatan tidak signifikan
Kontrol	Power Otot Tungkai (watt)	7808.44 ± 812.6	7933.14 ± 826.4	+124.70	Peningkatan kecil, wajar akibat latihan rutin

Berdasarkan hasil analisis deskriptif sebagaimana disajikan pada Tabel 1, ditemukan bahwa setiap kelompok menunjukkan peningkatan kemampuan kecepatan shooting dan power otot tungkai setelah perlakuan, meskipun dengan tingkat peningkatan yang berbeda. Pada kelompok eksperimen I yang mendapatkan perlakuan latihan *Single Leg Hop Progression (SLHP)*, terjadi peningkatan rata-rata kecepatan shooting dari 20,05 detik menjadi 18,32 detik, atau mengalami penurunan waktu sebesar 1,72 detik. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa program latihan *SLHP* berkontribusi nyata dalam mempercepat gerak eksplisif tungkai yang berperan langsung terhadap kecepatan tendangan. Selain itu, daya ledak otot tungkai pada kelompok ini juga meningkat dari 8.641,34 watt menjadi 8.818,41 watt, atau bertambah sebesar 177,07 watt, menunjukkan respons adaptif otot terhadap beban latihan berulang yang bersifat eksentrik-konsentrik.

Sementara itu, pada kelompok eksperimen II yang menjalani latihan *Multiple Box to Box Jump with Single Leg Landing (MBTBJ)*, peningkatan performa tampak lebih signifikan dibanding kelompok lainnya. Rata-rata kecepatan shooting meningkat dari 20,25 detik menjadi 16,63 detik, dengan selisih waktu sebesar 3,62 detik, yang menunjukkan peningkatan kecepatan reaksi dan efisiensi transfer tenaga yang jauh lebih tinggi. Daya ledak otot tungkai juga meningkat dari 7.793,24 watt menjadi 8.049,08 watt, dengan selisih 255,83 watt. Hasil ini menegaskan bahwa latihan *MBTBJ* menghasilkan adaptasi neuromuskular yang lebih kuat, terutama karena karakteristik gerakannya menuntut stabilitas satu kaki saat mendarat dan menghasilkan aktivasi lebih besar pada kelompok otot quadriceps, gluteus, dan gastrocnemius.

Berbeda dengan kedua kelompok perlakuan, kelompok kontrol yang hanya melakukan latihan reguler tanpa intervensi khusus menunjukkan peningkatan yang relatif kecil. Rata-rata kecepatan shooting hanya meningkat dari 21,32 detik menjadi 20,57 detik (selisih 0,75 detik), dan daya ledak otot tungkai meningkat dari 7.808,44 watt menjadi 7.933,14 watt (selisih 124,70 watt). Peningkatan kecil ini dapat dikategorikan sebagai efek fisiologis alami dari aktivitas latihan rutin yang dilakukan selama periode penelitian, bukan hasil dari intervensi yang terarah. Secara umum, hasil deskripsi menunjukkan adanya peningkatan kemampuan shooting dan power otot tungkai pada semua kelompok, namun peningkatan tertinggi terdapat pada kelompok *MBTBJ*. Hal ini menunjukkan bahwa latihan dengan model *Multiple Box to Box Jump with Single Leg Landing* memberikan stimulus eksplisif yang lebih kuat terhadap kemampuan motorik dan power otot tungkai dibandingkan model *SLHP* maupun latihan biasa.

Uji Prasyarat Analisis

Sebelum dilakukan uji hipotesis, data diuji terlebih dahulu untuk memastikan distribusi normalitas dan homogenitas varians terpenuhi.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Data (Kolmogorov-Smirnov Test)

Variabel	Kelompok	Sig. Pretest	Sig. Posttest	Keterangan
Kecepatan Shooting	Eksperimen I	0.777	0.132	Normal
Kecepatan Shooting	Eksperimen II	0.989	0.534	Normal
Kecepatan Shooting	Kontrol	0.998	0.822	Normal
Power Otot Tungkai	Eksperimen I	0.988	0.979	Normal
Power Otot Tungkai	Eksperimen II	0.514	0.309	Normal
Power Otot Tungkai	Kontrol	0.904	0.909	Normal

Seluruh variabel penelitian, baik kecepatan shooting maupun power otot tungkai pada ketiga kelompok (eksperimen I, eksperimen II, dan kontrol), menunjukkan nilai signifikansi di atas 0,05, yang berarti bahwa data berdistribusi secara normal. Secara rinci, untuk variabel kecepatan shooting, kelompok eksperimen I yang mendapatkan perlakuan *Single Leg Hop Progression (SLHP)* memiliki nilai signifikansi 0,777 pada hasil *pretest* dan 0,132 pada hasil *posttest*, sedangkan kelompok eksperimen II dengan perlakuan *Multiple Box to Box Jump with Single Leg Landing (MBTBJ)* memperoleh nilai 0,989 pada *pretest* dan 0,534 pada *posttest*. Adapun kelompok kontrol menunjukkan nilai 0,998 pada *pretest* dan 0,822 pada *posttest*. Demikian pula, untuk variabel power otot tungkai, kelompok SLHP menunjukkan nilai signifikansi 0,988 pada *pretest* dan 0,979 pada *posttest*; kelompok MBTBJ memperoleh nilai 0,514 pada *pretest* dan 0,309 pada *posttest*; sementara kelompok kontrol memiliki nilai 0,904 pada *pretest* dan 0,909 pada *posttest*. Semua nilai tersebut berada di atas ambang batas signifikansi ($\alpha = 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa distribusi data pada seluruh variabel dan kelompok memenuhi asumsi normalitas.

Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas Varians (Levene's Test)

Variabel	Sig. Pretest	Sig. Posttest	Keterangan
Kecepatan Shooting	0.782	0.141	Homogen
Power Otot Tungkai	0.057	0.086	Homogen

Nilai signifikansi seluruh variabel lebih besar dari 0,05, sehingga data antar kelompok memiliki varians yang homogen. Kedua prasyarat tersebut memungkinkan analisis inferensial menggunakan uji *t* dan *MANOVA* dilakukan dengan valid.

Uji Hipotesis

Analisis paired sample *t-test* digunakan untuk mengetahui perbedaan antara nilai *pretest* dan *posttest* dalam setiap kelompok perlakuan.

Tabel 4. Hasil Uji *t* Berpasangan (Paired Sample *t*-Test)

Kelompok	Variabel	t-hitung	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Eksperimen I (SLHP)	Kecepatan Shooting	-9.589	0.000	Terdapat perbedaan signifikan
Eksperimen I (SLHP)	Power Otot Tungkai	9.694	0.000	Terdapat perbedaan signifikan
Eksperimen II (MBTBJ)	Kecepatan Shooting	-12.300	0.000	Terdapat perbedaan signifikan
Eksperimen II (MBTBJ)	Power Otot Tungkai	7.151	0.000	Terdapat perbedaan signifikan
Kontrol	Kecepatan Shooting	-2.963	0.013	Perbedaan kecil namun signifikan
Kontrol	Power Otot Tungkai	3.106	0.000	Perbedaan kecil namun signifikan

Hasil uji *t* berpasangan (paired sample *t-test*) yang tersaji pada Tabel 4 menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* pada seluruh kelompok

penelitian, baik untuk variabel kecepatan shooting maupun power otot tungkai, dengan tingkat signifikansi di bawah 0,05. Pada kelompok eksperimen I yang memperoleh perlakuan latihan Single Leg Hop Progression (SLHP), nilai t-hitung sebesar -9,589 untuk kecepatan shooting dan 9,694 untuk power otot tungkai dengan p-value 0,000 menunjukkan bahwa latihan ini secara signifikan meningkatkan kemampuan shooting dan daya ledak otot tungkai. Selanjutnya, pada kelompok eksperimen II yang mendapatkan perlakuan Multiple Box to Box Jump with Single Leg Landing (MBTBJ), diperoleh nilai t-hitung sebesar -12,300 untuk kecepatan shooting dan 7,151 untuk power otot tungkai, keduanya dengan nilai signifikansi 0,000. Nilai t yang lebih tinggi dibanding kelompok SLHP mengindikasikan bahwa latihan MBTBJ memiliki pengaruh yang lebih kuat terhadap peningkatan performa. Sementara itu, kelompok kontrol menunjukkan nilai t-hitung -2,963 untuk kecepatan shooting dan 3,106 untuk power otot tungkai, yang meskipun signifikan secara statistik ($p < 0,05$), peningkatannya relatif kecil dibandingkan dua kelompok eksperimen.

Untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar kelompok terhadap kedua variabel terikat secara bersamaan, digunakan uji Multivariate Analysis of Variance (MANOVA).

Tabel 5. Hasil Uji MANOVA (Wilks' Lambda)

Efek	Nilai Wilks' Lambda	F	df	Sig.	Interpretasi
Antar kelompok	0.293	13.548	4, 64	0.000	Ada perbedaan signifikan antar kelompok

Nilai Wilks' Lambda sebesar 0.293 dengan $p = 0.000 < 0.05$ menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara ketiga kelompok terhadap variabel kecepatan shooting dan power otot tungkai secara simultan. Ini berarti kedua model latihan memberikan efek yang berbeda nyata terhadap performa shooting.

Uji Lanjutan Post Hoc (LSD Test)

Tabel 6. Hasil Uji Post Hoc LSD (Variabel Kecepatan Shooting)

Perbandingan Kelompok	Mean Difference	Sig.	Keterangan
Eksperimen I – Eksperimen II	1.8967	0.000	MBTBJ lebih efektif
Eksperimen I – Kontrol	-0.9725	0.009	SLHP lebih efektif dari kontrol
Eksperimen II – Kontrol	-2.8692	0.000	MBTBJ jauh lebih efektif dari kontrol

Hasil uji lanjut Post Hoc menggunakan metode Least Significant Difference (LSD) terhadap variabel kecepatan shooting sebagaimana disajikan pada Tabel 6 menunjukkan adanya perbedaan pengaruh yang signifikan antara ketiga kelompok perlakuan. Perbandingan antara kelompok eksperimen I (SLHP) dan kelompok eksperimen II (MBTBJ) menghasilkan nilai mean difference sebesar 1,8967 dengan signifikansi $p = 0,000$, yang berarti bahwa latihan MBTBJ secara signifikan lebih efektif meningkatkan kecepatan shooting dibandingkan SLHP. Selanjutnya, perbandingan antara kelompok SLHP dan kelompok kontrol menunjukkan mean difference sebesar -0,9725 dengan nilai signifikansi $p = 0,009$, menandakan bahwa SLHP juga memberikan peningkatan yang nyata terhadap kecepatan shooting dibandingkan latihan konvensional tanpa perlakuan khusus. Adapun perbandingan antara kelompok MBTBJ dan kelompok kontrol menunjukkan mean difference sebesar -2,8692 dengan nilai signifikansi $p = 0,000$, yang merupakan perbedaan terbesar di antara seluruh pasangan kelompok. Hasil ini menegaskan bahwa latihan MBTBJ memberikan pengaruh yang jauh lebih kuat terhadap peningkatan kecepatan shooting dibandingkan kedua kelompok lainnya.

Tabel 7. Hasil Uji Post Hoc LSD (Variabel Power Otot Tungkai)

Perbandingan Kelompok	Mean Difference	Sig.	Keterangan
Eksperimen I – Eksperimen II	-78.76	0.048	MBTBJ menghasilkan power lebih tinggi
Eksperimen I – Kontrol	52.37	0.182	Tidak signifikan

Perbandingan Kelompok	Mean Difference	Sig.	Keterangan
Eksperimen II – Kontrol	131,13	0,002	MBTBJ jauh lebih efektif dari kontrol

Hasil uji lanjut Post Hoc menggunakan metode Least Significant Difference (LSD) terhadap variabel power otot tungkai yang disajikan pada Tabel 7 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan antar kelompok perlakuan setelah penerapan program latihan. Perbandingan antara kelompok eksperimen I (Single Leg Hop Progression/SLHP) dan kelompok eksperimen II (Multiple Box to Box Jump with Single Leg Landing/MBTBJ) menghasilkan mean difference sebesar -78,76 dengan nilai signifikansi $p = 0,048$, yang menunjukkan bahwa kelompok MBTBJ memiliki peningkatan power otot tungkai yang lebih besar dibandingkan SLHP. Selanjutnya, perbandingan antara kelompok SLHP dan kelompok kontrol menunjukkan mean difference sebesar 52,37 dengan nilai signifikansi $p = 0,182$, yang berarti peningkatan power otot tungkai pada kelompok SLHP tidak berbeda signifikan secara statistik dibandingkan kelompok kontrol. Namun, perbandingan antara kelompok MBTBJ dan kelompok kontrol menunjukkan mean difference sebesar 131,13 dengan nilai signifikansi $p = 0,002$, yang mengindikasikan adanya perbedaan yang sangat signifikan, di mana MBTBJ terbukti memberikan peningkatan daya ledak otot tungkai yang paling besar di antara semua kelompok.

Penelitian ini menunjukkan bahwa baik latihan single leg hop progression (SLHP) maupun latihan multiple box to box jump with single leg landing (MBTBJ) memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan power otot tungkai dan kemampuan shooting pada siswa ekstrakurikuler sepak bola SMKN 1 Sekotong tahun 2025. Hasil ini mengonfirmasi bahwa bentuk latihan plyometric yang memanfaatkan mekanisme stretch-shortening cycle (SSC) berperan penting dalam mengoptimalkan daya eksplosif tungkai yang secara langsung meningkatkan kecepatan dan akurasi shooting.

Temuan empiris dalam penelitian ini konsisten dengan hipotesis awal yang menyatakan bahwa latihan dengan pola kontraksi eksentrik–konsentrik cepat mampu meningkatkan efisiensi neuromuskular dan produksi tenaga pada otot tungkai. Peningkatan tersebut berhubungan dengan kemampuan otot untuk menyimpan energi elastik pada fase eksentrik dan melepaskannya secara efisien pada fase konsentrik berikutnya (Zhao et al., 2023). Mekanisme ini menjadi kunci utama dalam menghasilkan gerakan eksplosif, terutama saat pemain menendang bola dengan intensitas tinggi.

Lebih lanjut, dari hasil uji statistik pada penelitian ini (tanpa mengulangi angka spesifik), terlihat adanya perbedaan peningkatan yang lebih besar pada kelompok yang menerima perlakuan MBTBJ dibandingkan SLHP. Hal ini dapat dijelaskan melalui tingkat beban eksentrik dan variasi ketinggian lintangan pada latihan MBTBJ, yang memberikan stimulasi mekanik lebih tinggi terhadap otot-otot utama tungkai seperti gastrocnemius, quadriceps femoris, dan gluteus maximus. Latihan dengan karakteristik eccentric overload terbukti mendorong peningkatan kekakuan tendon dan pembentukan sarkomer secara paralel dan seri, yang pada akhirnya memperkuat kapasitas kontraksi otot untuk menghasilkan gaya eksplosif (Spudić & Nosaka, 2024; Harden et al., 2020).

Dari segi hasil biomekanik, peningkatan power tungkai dalam penelitian ini berdampak langsung terhadap kecepatan bola hasil tendangan (ball velocity) dan waktu tempuh bola menuju sasaran (ball travel time). Data tersebut diperoleh menggunakan perangkat lunak Dartfish Motion Analysis, yang mampu menghitung perubahan sudut sendi, percepatan segmen, serta waktu kontak bola–kaki secara akurat. Penggunaan perangkat ini sejalan dengan pendekatan ilmiah terkini yang menggabungkan video analisis dan sensor IMU untuk mengukur dinamika tendangan secara real-time (Viktoriia et al., 2024; Alzahrani & Ullah, 2024). Validitas pengukuran ini memperkuat reliabilitas hasil bahwa peningkatan power tungkai berbanding lurus dengan peningkatan kecepatan bola dan efisiensi gerak dalam teknik shooting.

Hasil penelitian ini didukung oleh berbagai studi empiris terkini yang menegaskan efektivitas latihan plyometric terhadap peningkatan power dan performa tendangan dalam sepak bola. Gasim et al. (2022) melaporkan bahwa program plyometric berdurasi 6 minggu dengan frekuensi tiga sesi per minggu secara signifikan meningkatkan kecepatan tendangan pada pemain muda. Demikian pula, Oliver et al. (2023) dan Zheng et al. (2025) melalui tinjauan sistematis menunjukkan bahwa plyometric training meningkatkan tinggi lompatan,

kecepatan sprint, dan kemampuan perubahan arah, yang semuanya berkorelasi dengan peningkatan kekuatan eksplosif otot tungkai.

Secara khusus, temuan bahwa latihan MBTBJ memberikan peningkatan lebih besar dibanding SLHP sejalan dengan hasil penelitian oleh (Saputra, 2022) yang menemukan bahwa multiple box jump memberikan peningkatan signifikan pada power otot tungkai pemain futsal dan sepak bola sekolah. Temuan ini dapat dijelaskan melalui prinsip training overload, di mana variasi ketinggian dan pendaratan satu kaki menciptakan beban eksentrik yang lebih besar, menstimulasi respon adaptif yang lebih kuat dibandingkan lompatan horizontal berulang seperti pada SLHP.

Namun, hasil penelitian ini sedikit berbeda dari temuan (Akbar et al., 2025), yang menyatakan bahwa single leg hop lebih efektif dibanding double leg hop untuk meningkatkan power tungkai pada pemain sepak bola remaja. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan populasi dan bentuk latihan. Akbar menggunakan desain latihan horizontal berulang tanpa elemen vertikal dinamis seperti pada MBTBJ, sedangkan penelitian ini menggabungkan dimensi vertikal dan horizontal yang lebih kompleks.

Selain itu, penelitian ini memperkuat hasil riset internasional oleh (Michailidis et al., 2023) dan (Mitrousis et al., 2023), yang menegaskan bahwa latihan unilateral plyometric (seperti SLHP) lebih unggul dalam meningkatkan kekuatan tungkai individu dan keseimbangan dinamis dibanding latihan bilateral. Keseimbangan yang baik pada satu tungkai berperan penting dalam stabilisasi postur tubuh saat melakukan shooting dengan satu kaki penopang. Oleh karena itu, meskipun MBTBJ menunjukkan peningkatan power lebih besar, SLHP tetap memiliki keunggulan dalam aspek stabilitas dan kontrol gerakan, yang merupakan komponen penting dari akurasi tembakan.

Menariknya, hasil penelitian ini juga mendukung temuan (Spudić & Nosaka, 2024), yang menunjukkan bahwa eccentric-concentric plyometrics menstimulasi remodeling arsitektur otot dan meningkatkan rate of force development. Dengan meningkatnya kekakuan tendon akibat latihan eksentrik, energi elastik dapat disimpan dan dilepaskan dengan lebih efisien, menghasilkan peningkatan kecepatan kaki saat kontak bola. Adaptasi ini menjelaskan mengapa kelompok MBTBJ menunjukkan peningkatan kecepatan bola yang lebih besar dibanding kelompok SLHP.

Namun demikian, temuan ini sedikit berbeda dengan studi (Drouzas et al., 2020), yang menemukan bahwa latihan unilateral memberikan peningkatan power lebih besar dibanding bilateral dalam konteks atlet dewasa. Hal ini mungkin disebabkan oleh perbedaan tingkat kematangan fisiologis subjek; siswa sekolah menengah memiliki kapasitas adaptasi otot yang berbeda dibandingkan atlet profesional, sehingga latihan yang melibatkan variasi arah dan beban seperti MBTBJ lebih menstimulasi adaptasi menyeluruh.

Dari perspektif fisiologi olahraga, peningkatan power otot tungkai pada penelitian ini dapat dijelaskan melalui tiga mekanisme utama: (a) adaptasi neuromuskular, (b) efisiensi stretch-shortening cycle (SSC), dan (c) perubahan arsitektur otot-tendon. Pertama, dari sisi adaptasi neuromuskular, latihan plyometric meningkatkan aktivasi unit motorik, frekuensi firing rate, dan motor unit synchronization, yang meningkatkan kemampuan otot menghasilkan gaya besar dalam waktu singkat (Ciocca et al., 2021). Mekanisme post-activation performance enhancement (PAPE) turut mendukung peningkatan performa akut selama latihan, di mana kontraksi berat sebelumnya memicu peningkatan fosforilasi rantai ringan miosin dan meningkatkan sensitivitas terhadap kalsium dalam serabut otot. Peningkatan aktivasi ini menjelaskan peningkatan kecepatan bola pascalatihan intensif MBTBJ maupun SLHP.

Kedua, peningkatan efisiensi SSC berperan besar dalam memaksimalkan penggunaan energi elastik. Fase eksentrik dalam latihan plyometric menyimpan energi elastik di dalam jaringan otot-tendon, yang dilepaskan pada fase konsentrik untuk meningkatkan gaya kontraksi berikutnya (Zhao, 2023). Adaptasi ini secara langsung meningkatkan kecepatan gerak tungkai bawah saat shooting, memperpendek waktu kontak bola, dan menghasilkan kecepatan bola yang lebih tinggi. Dengan demikian, efisiensi SSC menjadi salah satu faktor utama yang menjelaskan peningkatan signifikan kemampuan shooting dalam penelitian ini.

Ketiga, dari sisi perubahan arsitektur otot-tendon, latihan eccentric overload seperti MBTBJ mendorong penambahan sarkomer dalam seri dan paralel, meningkatkan panjang

serabut otot serta kekakuan tendon. Adaptasi ini meningkatkan efisiensi transmisi gaya dari otot ke tulang, menghasilkan dorongan yang lebih kuat saat melakukan tendangan (Spudić & Nosaka, 2024). Fenomena ini konsisten dengan teori force–velocity relationship yang menyatakan bahwa peningkatan panjang serabut otot dapat memperluas rentang gerak di mana gaya maksimum dapat dihasilkan.

Selain mekanisme fisiologis, temuan penelitian ini juga relevan dengan pendekatan biomekanik dan teknologi olahraga modern. Penggunaan perangkat Dartfish Motion Analysis memungkinkan pengukuran yang presisi terhadap variabel kinematik seperti sudut sendi, kecepatan ayunan kaki, dan waktu kontak bola. Teknologi ini terbukti valid dan reliabel dibanding sistem marker-based motion capture (Nakano et al., 2020; Zong-Hao et al., 2023). Bahkan, dengan kemajuan teknologi AI pose estimation seperti OpenPose, analisis pergerakan dapat dilakukan secara lapangan tanpa marker, memungkinkan pelatih mengevaluasi performa atlet secara efisien dan objektif (Edriss et al., 2025).

Temuan ini menegaskan pentingnya integrasi antara sains latihan dan teknologi analisis gerak dalam pembinaan olahraga modern, terutama pada tingkat sekolah menengah. Penggunaan pendekatan ilmiah seperti ini tidak hanya meningkatkan validitas hasil pelatihan tetapi juga menumbuhkan kesadaran peserta didik terhadap pentingnya latihan berbasis data (evidence-based training).

Secara teoretis, hasil penelitian ini mendukung pandangan bahwa peningkatan shooting performance dalam sepak bola merupakan hasil sinergi antara kekuatan otot, kecepatan gerak, stabilitas postural, dan koordinasi neuromuskular. Dengan demikian, program pelatihan yang efektif harus mengintegrasikan latihan plyometric unilateral dan bilateral secara progresif untuk memastikan perkembangan harmonis antara kedua tungkai. Pendekatan ini sejalan dengan rekomendasi (Michailidis et al., 2023; Pérez-Castilla et al., 2021; Y. Zhao et al., 2024), yang menekankan pentingnya latihan single-leg hop dikombinasikan dengan bounding dan latihan perubahan arah untuk meningkatkan kapasitas anaerob dan transfer keterampilan ke situasi permainan nyata.

Dari sudut pandang praktis, hasil penelitian ini memiliki implikasi penting bagi pelatih dan guru olahraga. Pertama, penerapan latihan single leg hop progression efektif untuk meningkatkan stabilitas dan koordinasi gerak dasar, sementara latihan multiple box to box jump lebih efektif meningkatkan explosive strength dan kecepatan bola. Kedua, penggabungan kedua model latihan dalam satu siklus periodisasi 8–10 minggu dengan frekuensi tiga kali seminggu dapat memberikan hasil optimal tanpa menimbulkan kelelahan berlebih.

Akhirnya, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pendekatan pelatihan berbasis bukti dengan memanfaatkan plyometric training tidak hanya meningkatkan performa fisik siswa tetapi juga dapat diterapkan secara luas di sekolah-sekolah menengah sebagai bagian dari kurikulum pendidikan jasmani berbasis sains. Dengan dukungan teknologi biomekanik dan pemantauan yang sistematis, latihan semacam ini dapat menjadi model pembinaan yang berkelanjutan dan adaptif terhadap perkembangan fisiologis peserta didik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa latihan plyometric dengan metode single leg hop progression (SLHP) dan multiple box to box jump with single leg landing (MBTBJ) memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan power otot tungkai dan kemampuan shooting pada siswa ekstrakurikuler sepak bola SMKN 1 Sekotong tahun 2025. Kedua bentuk latihan ini sama-sama efektif dalam mengoptimalkan daya ledak tungkai melalui aktivasi neuromuskular dan peningkatan efisiensi stretch-shortening cycle (SSC). Namun demikian, latihan MBTBJ menunjukkan hasil yang lebih tinggi dalam meningkatkan kekuatan eksplosif dan kecepatan bola karena karakteristiknya yang melibatkan beban eksentrik lebih besar dan variasi pendaratan satu kaki yang kompleks. Sementara itu, latihan SLHP memiliki keunggulan dalam peningkatan keseimbangan dinamis dan stabilitas tubuh, yang penting dalam menjaga akurasi dan kontrol saat melakukan shooting. Hasil ini mengindikasikan bahwa kombinasi kedua bentuk latihan dapat digunakan secara sinergis dalam program pelatihan untuk mengembangkan kemampuan fisik dan keterampilan teknik pemain sepak bola secara komprehensif. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa penggunaan teknologi analisis gerak

seperti Dartfish Motion Analysis mampu memberikan data objektif dan akurat terhadap peningkatan performa atlet, sehingga dapat digunakan sebagai alat evaluasi ilmiah dalam pembinaan olahraga di tingkat sekolah. Dengan demikian, penerapan latihan plyometric berbasis bukti dan teknologi dapat menjadi strategi efektif untuk meningkatkan prestasi sepak bola sejak usia remaja.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang diperoleh, beberapa rekomendasi dapat diajukan untuk pengembangan pembinaan prestasi dan penerapan latihan plyometric di lingkungan pendidikan menengah. Pertama, pelatih dan guru olahraga disarankan untuk mengintegrasikan latihan single leg hop progression (SLHP) dan multiple box to box jump with single leg landing (MBTBJ) secara bergantian dalam program latihan periodik selama 8–10 minggu dengan frekuensi tiga kali per minggu. Kombinasi kedua metode ini akan membantu mengembangkan explosive power, keseimbangan dinamis, serta koordinasi gerak yang optimal bagi pemain muda. Kedua, pelatih perlu melakukan pemantauan adaptasi fisiologis setiap individu agar intensitas latihan dapat disesuaikan dengan kapasitas fisik siswa, sehingga menghindari risiko cedera akibat kelelahan otot atau beban berlebih. Penggunaan perangkat teknologi seperti Dartfish Motion Analysis atau sensor gerak berbasis IMU sangat direkomendasikan untuk menilai perkembangan performa secara objektif dan efisien. Ketiga, sekolah dan lembaga pembinaan olahraga diharapkan dapat menyediakan dukungan sarana prasarana yang memadai, termasuk peralatan latihan plyometric standar serta fasilitas analisis video berbasis komputer untuk mendukung pembelajaran berbasis data. Keempat, penelitian lanjutan perlu dilakukan dengan melibatkan populasi yang lebih luas, durasi latihan lebih panjang, serta pengukuran biomekanik lanjutan untuk memperdalam pemahaman tentang mekanisme adaptasi otot akibat latihan plyometric. Dengan penerapan yang sistematis, berbasis sains, dan didukung oleh teknologi modern, latihan plyometric dapat menjadi strategi efektif untuk meningkatkan performa dan prestasi sepak bola di tingkat sekolah menengah.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A., Karim, Z. A., Syafitri, F. U., & Cahyani, F. I. (2025). Sports Psychology Perspectives on Cognitive Aspects in Shaping the Pathways of Young Football Players in Indonesia and Malaysia. *Retos*, 66, 1194–1205. Scopus. <https://doi.org/10.47197/retos.v66.111634>
- 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>
- Amelia, F. R., Muhtar, T., & Dinangsit, D. (2022). The Effectiveness of the SAQ and 8-PSD Exercise Methods in Increasing the Reaction Speed of Female Futsal Goalkeepers. *Juara Jurnal Olahraga*, 7(3), 581–588. <https://doi.org/10.33222/juara.v7i3.2277>
- Başkaya, G., Bostancı, S., Uzgur, K., Çar, B., & Kamiş, O. (2024). Relationship Between Hip Flexion Range of Motion, Leg Strength, and Shooting Speed in Young Soccer Players. *Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Yüksekokulu Spormetre Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi*, 22(2), 121–130. <https://doi.org/10.33689/spormetre.1399096>
- Beato, M., Madruga-Parera, M., Piqueras-Sanchiz, F., Moreno-Pérez, V., & Romero-Rodríguez, D. (2021). Acute Effect of Eccentric Overload Exercises on Change of Direction Performance and Lower-Limb Muscle Contractile Function. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(12), 3327–3333. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000003359>
- Bulqini, A., Widodo, A., Nurhasan, N., Muhammad, H. N., Putera, S. H. P., & Sholikhah, A. M. (2023). Plyometric Hurdle Jump Training Using Beach Sand Media Increases Power and Muscle Strength in Young Adult Males. *Teoriâ Ta Metodika Fizichnogo Vihovannâ*, 23(4), 531–536. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2023.4.06>
- Ciocca, G., Tschan, H., & Tessitore, A. (2021). Effects of Post-Activation Performance Enhancement (PAPE) Induced by a Plyometric Protocol on Deceleration Performance. *Journal of Human Kinetics*, 80, 5–16. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0085>

- 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>
- Edriss, S., Romagnoli, C., Caprioli, L., Bonaiuto, V., Padua, E., & Annino, G. (2025). Commercial Vision Sensors and AI-based Pose Estimation Frameworks for Markerless Motion Analysis in Sports and Exercises: A Mini Review. *Frontiers in Physiology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1649330>
- Gasim, Z. K., Cengizel, E., & Günay, M. (2022). Core vs Plyometric Training Effects on Dynamic Balance in Young Male Soccer Players. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*, 28(4), 326–330. https://doi.org/10.1590/1517-8692202228042021_0048
- 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>
- Hadi, Romadhoni, S., & Yudhistira, D. (2024). Implementing Complex Training Method: Its Effects on Endurance, Speed, Power, and Agility of Adolescent Basketball Players. *Teoriâ Ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ*, 24(3), 426–432. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2024.3.11>
- Harden, M., Wolf, A., Evans, M., Hicks, K. M., Thomas, K., & Howatson, G. (2020). Four Weeks of Augmented Eccentric Loading Using a Novel Leg Press Device Improved Leg Strength in Well-Trained Athletes and Professional Sprint Track Cyclists. *Plos One*, 15(7), e0236663. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236663>
- Kurt, C., Canlı, U., Erdaş, S. E., Poli, L., Carvutto, R., Cataldi, S., Fischetti, F., & Greco, G. (2023). Effectiveness of Vertical Versus Horizontal Plyometric Training on Stretch-Shortening Cycle Performance Enhancement in Adolescent Soccer Players. *Healthcare*, 11(11), 1615. <https://doi.org/10.3390/healthcare11111615>
- Lee, N., Ahn, J., & Lim, W. (2023). Concurrent and Angle-Trajectory Validity and Intra-Trial Reliability of a Novel Multi-View Image-Based Motion Analysis System. *Journal of Human Kinetics*, 86(1), 31–40. <https://doi.org/10.5114/jhk/159587>
- Michailidis, Y., Venegas, P., & Metaxas, T. (2023). Effects of Combined Horizontal Plyometric and Change of Direction Training on Anaerobic Parameters in Youth Soccer Players. *Sports*, 11(2), 27. <https://doi.org/10.3390/sports11020027>
- Mitrousis, I., Bourdas, D. I., Kounalakis, S. N., Bekris, E., Mitrotasios, M., Kostopoulos, N., Ktistakis, I. E., & Zacharakis, E. (2023). The Effect of a Balance Training Program on the Balance and Technical Skills of Adolescent Soccer Players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 645–657. <https://doi.org/10.52082/jssm.2023.645>
- Nakano, N., Sakura, T., Ueda, K., Omura, L., Kimura, A., Iino, Y., Fukashiro, S., & Yoshioka, S. (2020). Evaluation of 3D Markerless Motion Capture Accuracy Using OpenPose With Multiple Video Cameras. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.00050>
- Oliver, J. L., Ramachandran, A. K., Singh, U., Ramírez-Campillo, R., & Lloyd, R. S. (2023). The Effects of Strength, Plyometric and Combined Training on Strength, Power and Speed Characteristics in High-Level, Highly Trained Male Youth Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 54(3), 623–643. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01944-8>
- Pérez-Castilla, A., García-Ramos, A., Janićjević, D., Miras-Moreno, S., Juan Carlos de la Cruz Márquez, Rojas, F. J., & Cepero, M. (2021). Unilateral or Bilateral Standing Broad Jumps: Which Jump Type Provides Inter-Limb Asymmetries With a Higher Reliability? *Journal of Sports Science and Medicine*, 317–327. <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.317>
- Permana, D. A., Kusnanik, N. W., Nurhasan, N., Setijono, H., Arifin, M. Z., & Purwoto, S. P. (2022). Enhancing Strength, Leg Muscle Explosive Power, and Muscle Hypertrophy Using Hurdle-Box Jump Plyometric. *Teoriâ Ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ*, 22(1), 113–120. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2022.1.16>

- Putri, S. M., & Nugroho, R. A. (2022). Hubungan Power Tungkai Dan Keseimbangan Terhadap Ketepatan Shooting Pemain SSB Lampung Football School Bandar Lampung. *Journal of Physical Education*, 3(1), 26–29. <https://doi.org/10.33365/joupe.v3i1.1763>
- Ridwan, M., & Putra, D. (2021). Leg Muscle Strength, Eye-Foot Coordination and Balance Associated With Soccer Shooting Skill. <https://doi.org/10.2991/ahsr.k.210130.003>
- Risal, A., Jumareng, H., & Badaruddin. (2022). Hubungan Power Otot Tungkai Dengan Kemampuan Akurasi Shooting Pada Permainan Sepak Bola Siswa Sman 1 Lawa. *Journal Olympic (Physical Education Health and Sport)*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.36709/olympic.v2i1.16>
- Rudi, M. J. M., Widiastuti, W., & Setiakarnawijaya, Y. (2025). The Effect of Conventional Exercise and Single Kick Motion on Increasing Cardiovascular Endurance. *Mj*, 1(2), 88. <https://doi.org/10.35194/mj.v1i2.5096>
- Saputra, D. A. (2022). The Effect of Plyometric Training on Shooting Accuracy and Limb Muscle Strength of Football Athletes Ages 17-27 Years Old in the Ps Porjab Dharmasraya Sitiung Ii. *Tofedu*, 1(2), 131–141. <https://doi.org/10.61445/tofedu.v1i2.34>
- Shamshuddin, M. H. b., Hasan, H., Azli, M. S., Mohamed, M. N., & Razak, F. A. A. (2020). Effects of Plyometric Training on Speed and Agility Among Recreational Football Players. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 8(5), 174–180. <https://doi.org/10.13189/saj.2020.080503>
- Šoš, K., & Segedi, I. (2025). Correlations Between Ball Velocity and Accuracy for Dominant and Non-Dominant Leg Kick in U19 Football Players. *Hrvat. Šport.Med. Vjesn. (Online)*, 40(1), 72–75. <https://doi.org/10.69589/hsv.40.1.8>
- Spudić, D., & Nosaka, K. (2024). Systematic Review and Meta-Analysis of Eccentric-Only Versus Concentric-Only Strength Training Effects on Maximal Voluntary Eccentric, Concentric and Isometric Contraction Strength. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4385283/v1>
- Sukamto, A., Hakim, H., & Bismar, A. R. (2020). The Effects of Training Methods and Self-Confidence Towards the Skill of Playing Football for the Students. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201027.041>
- Suo, X., Tang, W., & Li, Z. (2024). Motion Capture Technology in Sports Scenarios: A Survey. *Sensors*, 24(9), 2947. <https://doi.org/10.3390/s24092947>
- Wee, E. H., Boon, A. H., & Ler, H. Y. (2023). Effects of Short-Term Plyometric Training on Lower Extremity Power, Strength, Endurance and Kicking Speed in Male College Soccer Players. *Malaysian Journal of Sport Science and Recreation*, 19(1), 95–110. <https://doi.org/10.24191/mjssr.v19i1.21760>
- Zhang, Y., Li, D., Gómez, M., Memmert, D., Li, C., & Fu, M. W. (2023). Effects of Plyometric Training on Kicking Performance in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1072798>
- 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
- Zhao, Y., Sun, M., Wang, X., & Xu, Q. (2024). Unilateral Plyometric Jump Training Shows Significantly More Effective Than Bilateral Training in Improving Both Time to Stabilization and Peak Landing Force in Single-Leg Lend and Hold Test: A Randomized Multi-Arm Study Conducted Among Young Male Basketball Players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 647–655. <https://doi.org/10.52082/jssm.2024.647>
- Zheng, T., Kong, R., Liang, X., Huang, Z., Luo, X., Zhang, X., & Xiao, Y. (2025). Effects of Plyometric Training on Jump, Sprint, and Change of Direction Performance in Adolescent Soccer Player: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Plos One*, 20(4), e0319548. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0319548>
- Živanović, V. (2022). The Effects of Different Conditioning Contraction Protocols of Post-Activation Potentiation on Variables of Eccentric Phases and Concentric Phase of Vertical Jumps (Source From Doctoral Dissertation). <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1939054/v1>

Zong-Hao, C., Li, Z., & He, C. (2023). Advances in Biomechanics-Based Motion Analysis. *Bioengineering*, 10(6), 677. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10060677>