

Latihan *plyometric*: efektivitasnya dalam meningkatkan daya ledak otot lengan dan tungkai atlet pencak silat remaja

Prayogi Dwina Angga^{*1ABDFGHIJ}, Deddy Whinata Kardiyanto^{2ACEKL}

¹Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Jasmani, Kesehatan dan Rekreasi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

*Corresponding author: prayogi.angga@unram.ac.id

Abstrak

Latar Belakang Masalah: Daya ledak otot, menjadi salah satu komponen fisik dominan dalam olahraga pencak silat. **Tujuan Penelitian:** Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh latihan *plyometric* dalam meningkatkan daya ledak otot lengan dan otot tungkai pada atlet pencak silat remaja yang tergabung dalam program Kelas Khusus Olahragawan (KKO). **Metode:** Penelitian merupakan penelitian kuasi-eksperimental dengan menggunakan *one-group pretest-posttest*. Jumlah sampel yang terlibat dalam penelitian ini berjumlah 17 atlet, pencak silat remaja yang terdaftar aktif pada program Kelas Khusus Olahragawan (KKO). Daya ledak otot lengan diukur melalui *Medicine Ball Throw Put Test* (MBTP), sementara itu daya ledak otot tungkai diukur dengan menggunakan *Standing Broad Jump Test*. Analisis data menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk* dan uji beda berpasangan (*paired sample t-test*) dengan taraf signifikansi 0,05. **Hasil:** Daya ledak otot lengan meningkat dari $2,07 \pm 0,24$ m menjadi $2,24 \pm 0,28$ m ($t(16) = 6,596$; $p < 0,001$), sedangkan daya ledak otot tungkai meningkat dari $4,51 \pm 0,60$ m menjadi $5,14 \pm 0,83$ m ($t(16) = 3,607$; $p = 0,002$). Ukuran efek yang diperoleh termasuk kategori besar (*Cohen's d* = 1,60 untuk otot lengan dan 0,87 untuk otot tungkai). **Kesimpulan:** Latihan *plyometric* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan daya ledak otot lengan dan otot tungkai pada atlet pencak silat remaja yang tergabung dalam program Kelas Khusus Olahraga (KKO). Latihan *plyometric* dapat menjadi rekomendasi bentuk latihan rutin guna optimalisasi kapasitas fisik dan performa atlet pencak silat usia remaja. **Kata Kunci:** *plyometric*; daya ledak; otot; pencak silat.

Abstract

Research Problems: Muscle explosive power is one of the dominant physical components in the sport of pencak silat. **Research Objective:** This study aims to examine the effect of *plyometric* training in increasing the explosive power of arm and leg muscles in adolescent pencak silat athletes who are members of the Special Athlete Class (KKO) program. **Methods:** This study is a quasi-experimental study using *one-group pretest-posttest*. The number of samples involved in this study was 17 adolescent pencak silat athletes who are actively registered in the Special Athlete Class (KKO) program. Arm muscle explosive power was measured through the *Medicine Ball Throw Put Test* (MBTP), while leg muscle explosive power was measured using the *Standing Broad Jump Test*. Data analysis used the *Shapiro-Wilk* normality test and *paired sample t-test* with a significance level of 0.05. **Results:** Arm muscle explosive power increased from 2.07 ± 0.24 m to 2.24 ± 0.28 m ($t(16) = 6.596$; $p < 0.001$), while leg muscle explosive power increased from 4.51 ± 0.60 m to 5.14 ± 0.83 m ($t(16) = 3.607$; $p = 0.002$). The effect sizes obtained were categorized as large (*Cohen's d* = 1.60 for arm muscles and 0.87 for leg muscles). **Conclusion:** *Plyometric* training significantly increased arm and leg muscle explosive power in adolescent pencak silat athletes participating in the Special Sports Class (KKO) program. *Plyometric* training can be recommended as a form of routine training to optimize the physical capacity and performance of adolescent pencak silat athletes. **Keywords:** *plyometric*; explosive power; muscle; pencak silat.

Copyright © 2025 Author(s)



Received: 18 11 2025

Revised: 18 12 2025

Accepted: 30 12 2025

Authors' Contribution: A – Conceptualization; B – Methodology; C – Software; D – Validation; E – Formal analysis; F – Investigation; G – Resources; H – Data Curation; I – Writing – Original Draft; J – Writing – Review & Editing; K – Visualization; L – Supervision; M – Project administration; N – Funding acquisition

PENDAHULUAN

Pencak silat menjadi salah satu cabang olahraga tradisional asli Indonesia, saat ini telah berkembang pesat di kancah internasional (Angga dkk., 2020; Ediyono dkk., 2022; Nugroho dkk., 2024; Sasmita dkk., 2023). Dengan semakin berkembangnya pencak silat pada level global menjadikan persaingan pada cabang olahraga ini menjadi semakin ketat dan menuntut atletnya untuk memiliki kondisi fisik yang optimal untuk mencapai prestasi tertinggi. Untuk itu dibutuhkan dukungan berbagai disiplin keilmuan, termasuk ilmu keolahragaan, ilmu kepelatihan, biomekanika, dan fisiologi olahraga dalam pencapaian prestasi tertinggi (Wardoyo & Setiakarnawijaya, 2023). Dalam konteks pencak silat, selain penguasaan teknik dasar yang baik, komponen biomotorik seperti kekuatan, kecepatan, kelincahan, serta daya ledak otot (*muscle explosive power*) menjadi faktor penentu untuk mendukung performa atlet dalam mencapai prestasi yang optimal (Baan dkk., 2024; Nurhidayah dkk., 2024; Panjiantariksa dkk., 2020).

Mengacu pada karakteristik pencak silat khususnya pada kategori tanding, apabila ditinjau dari sudut pandang interval, maka pencak silat dapat diklasifikasikan dalam *work interval* dengan melakukan gerakan serang-bela dalam bentuk gebrakan (sebanyak-banyaknya 4 jenis serangan) (Bhakti dkk., 2024; Ihsan dkk., 2024; Karo-Karo dkk., 2023; Soo dkk., 2018; Subekti dkk., 2021). Selain itu, pencak silat kategori tanding juga tergolong *relief interval* yang meliputi *work relief* yang berupa sikap pasang dan pola langkah serta *rest relief* yaitu *recovery* antar gebrakan (sikap pasang sampai dimulainya gebrakan baru) (Anifah dkk., 2023; Rozalini & Dari, 2024; Subekti dkk., 2021; Vai dkk., 2023). Sesuai dengan karakteristik tersebut komponen fisik dalam bentuk daya ledak otot (*power*) sangat berperan dalam memberikan keuntungan dalam pertandingan, terutama dalam penerapan teknik dan taktiknya (Fatoni dkk., 2019; Nugroho dkk., 2021, 2025).

Secara khusus, daya ledak otot, menjadi salah satu komponen fisik dominan dalam olahraga pencak silat, mengingat karakteristiknya yang memerlukan gerakan cepat, lincah, penuh tenaga dan harus terkoordinasi dengan baik, baik saat menyerang maupun bertahan (Nugroho dkk., 2025; Syaifullah & Doewes, 2020). Daya ledak yang dibutuhkan pada pencak silat adalah daya ledak asiklik karena dilakukan berdasarkan pengintegrasian penampilan gerakan secara fungsional dalam satu gerakan (Hidayat & Tomoliyus, 2018; Suwirman & Sasmitha, 2020). Salah satu contoh daya ledak asklik dalam pencak silat adalah keterampilan tendangan yang dilakukan dalam satu gerakan, berkaitan erat dengan sikap awal, angkatan kaki, perpindahan putaran badan, lepasan kaki, perkenaan dan kembali ke sikap awalan yang

menguntungkan (Molinaro dkk., 2020; Monoem, 2014; Tack, 2013; Zatsiorsky, 2000). Mengacu pada besarnya peran daya ledak otot pada pencak silat maka perlu adanya optimalisasi komponen tersebut dengan berbagai macam bentuk latihan yang direkomendasikan.

Peningkatan daya ledak otot tidak hanya tergantung pada peningkatan kekuatan otot, namun juga mengaplikasikan kekuatan tersebut dalam waktu sesingkat-singkatnya. Salah satu metode latihan yang telah terbukti efektif dalam meningkatkan daya ledak otot adalah latihan *plyometric* (Bastholm & Olsen, 2024; Davies dkk., 2015; Huang dkk., 2023; Wang dkk., 2023). *Plyometric* merupakan bentuk latihan yang menggabungkan dua komponen utama pembentuk daya ledak, yaitu kekuatan maksimum dan kecepatan maksimum, mekanismenya dilakukan melalui gerakan eksentrik (pemanjangan otot) yang diikuti gerakan konsentrik (pemendekan otot) secara cepat (Chu, 1998; Kons dkk., 2023; Silva dkk., 2019). Pada berbagai studi ditemukan bahwa latihan *plyometric* tidak hanya meningkatkan daya ledak, namun secara simultan juga dapat meningkatkan kecepatan, kelincahan dan kesiapsiagaan (Anversha dkk., 2024; McKinlay dkk., 2018; Negra dkk., 2020; Ramirez-Campillo dkk., 2022; Slimani dkk., 2016), kesemuanya adalah komponen fisik dominan dalam pencak silat.

Fakta empiris telah menunjukkan efektivitas latihan *plyometric* dalam meningkatkan performa atlet di berbagai cabang olahraga, termasuk olahraga yang membutuhkan berbagai macam gerakan eksplosif seperti bolavoli, bolabasket dan atletik (Ramirez-Campillo dkk., 2022; Santos & Janeira, 2008; Slimani dkk., 2016). Tetapi penelitian yang berfokus pada penerapan latihan *plyometric* pada atlet remaja, terutama pada atlet yang tergabung dalam kelas Khusus Olahragawan (KKO), masih sangat terbatas. Hal tersebut juga diperkuat dengan adanya fakta empiris tentang dampak latihan *plyometric* pada atlet remaja yang masih jarang sekali dikaji. Sementara itu, usia remaja merupakan kelompok yang memiliki potensi besar untuk dioptimalkan, mengingat pada kelompok usia ini terjadi perkembangan fisik dan motorik yang sangat pesat. Oleh karena itu, intervensi latihan dengan metode dan dosis yang tepat akan dapat memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan performa mereka (Impellizzeri dkk., 2023; Zhang dkk., 2024).

Penelitian ini memiliki beberapa dimensi kebaruan yang tidak hanya sekedar menguji penerapan metode latihan generik pada populasi yang berbeda, namun juga berkontribusi besar dalam hal konteks spesifik, pendekatan integratif, dan validasi model ilmiah yang diadaptasi untuk olahraga bela diri tradisional yang diproyesikan sebagai salah satu cabang olahraga di Olimpiade. Secara komprehensif penelitian ini memiliki kebaruan pada populasi target yang

menyasar atlet remaja KKO pencak silat, desain intervensi yang ilmiah menggunakan sport-specific plyometric protocol, instrumen pengukuran yang presisi atau (sport-specific performance metrics), hingga implikasi aplikatif (model periodisasi). Perpaduan tersebut menghasilkan kontribusi pengetahuan yang tidak redundan dan praktis dalam memacu peningkatan prestasi pencak silat Indonesia di kancah global.

METODE

Desain penelitian ini menggunakan kuasi-eksperimental *one-group pretest-posttest*. Seluruh partisipan dalam penelitian ini melakukan pengukuran *baseline* (*pretest*), mendapatkan intervensi latihan *plyometric* terstruktur, kemudian diukur kembali (*posttest*). Penggunaan desain ini dipilih untuk mengevaluasi perubahan dalam variabel daya ledak otot *upper* dan *lower limb* pada atlet pencak silat anggota Kelas Khusus Olahragawan (KKO). Jumlah sampel yang terlibat dalam penelitian ini berjumlah 17 atlet. Kriteria inklusi dalam penelitian yaitu, atlet pencak silat remaja yang terdaftar aktif pada program KKO, sehat secara aktif, tidak mengalami cedera akut pada *upper* dan *lower limb* sehingga dapat mempengaruhi performa, dan mengisi *informed consent* dan persetujuan orang tua. Sedangkan kriteria eksklusi terdiri dari kontraindikasi medis terhadap program latihan fisik, cedera muskuloskeletal yang belum pulih, dan menjalani program latihan *plyometric* lain di luar protokol penelitian. Program latihan *plyometric* sebagai bentuk intervensi pada penelitian ini dideskripsikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Program Latihan *Plyometric*

Periode	Fokus Latihan	Frekuensi dan Durasi	Bentuk Latihan Utama	Intensitas dan Parameter
Persiapan Umum I (Pertemuan 1-6)	Adaptasi kekuatan eksplosif dan koordinasi gerak	• 3 sesi/minggu • ±45-60 menit/sesi	<i>Ankling, straight-leg shuffle, butt-kick, partner resistance skip, one-leg bound, hopping</i>	• Intensitas 55-65% DNM 5 set × 5 repetisi (jarak 10-15 m) • Rasio kerja-istirahat 1:3
Persiapan Khusus I (Pertemuan 7-8)	Daya ledak otot lengan (<i>upper limb</i>)	• 3 sesi/minggu • ±45-60 menit/sesi	<i>Chest pass, overhead throw, throw back-up, side throw-speed (medicine ball)</i>	• 3 set × (5 × 10-12 repetisi) • Rasio kerja-istirahat 1:5 • Beban <i>medicine ball</i> 0,5-2 kg
Persiapan Khusus II	Daya ledak otot tungkai (<i>lower limb</i>)	• 3 sesi/minggu	<i>Jump over bar, side jump over bar, one-leg skip, drop jump</i>	• 2 set × (5-10 lompatan) Bar 20-40 cm

Periode	Fokus Latihan	Frekuensi dan Durasi	Bentuk Latihan Utama	Intensitas dan Parameter
(Pertemuan 9-10)		• ±45-60 menit/sesi		• Rasio kerja-istirahat 1:5
Persiapan Umum II (Pertemuan 11-12)	Penguatan eksplosif lanjutan & spesifik cabang	• 3 sesi/minggu • ±45-60 menit/sesi	<i>Half tuck jump, double-leg bounding, partner resistance skip</i>	• Intensitas 65-75% DNM5 set × 5 repetisi (jarak 15 m) • Rasio kerja-istirahat 1:3
Persiapan Khusus Lanjutan (Pertemuan 13-16)	Optimalisasi daya ledak <i>upper & lower limb</i>	• 3 sesi/minggu • ±45-60 menit/sesi	Kombinasi <i>medicine ball throws</i> dan <i>advanced plyometric jumps</i>	• 3 set × (5 × 12 repetisi / 7 lompatan) • Rasio kerja-istirahat 1:5

Pengukuran *pretest* dan *posttest* dilakukan pada pagi hari (mulai pukul 08.00) guna mengantisipasi dan mengurangi variabilitas diurnal. Tester profesional melaksanakan semua prosedur pengukuran *pretest* dan *posttest* terstandar sebagai berikut: (1) *Standing Broad Jump* (SBJ) untuk mengukur daya ledak otot tungkai dengan prosedur *testee* berdiri di belakang garis *start*, kemudian melompat dua kaki ke depan dan mendarat kedua kaki bersamaan. Lompatan dilakukan sebanyak tiga kali percobaan dan diambil nilai terbaik. Jarak diukur (m) dengan ketelitian sampai dua desimal; (2) *Medicine Ball Throw Put* (MBTP) untuk mengukur daya ledak otot lengan. Tes ini dilakukan dengan teknik *chest pass/throw put* yang terstandar dengan cara *testee* berdiri dua kaki, dua kaki dibuka selebar bahu dengan posisi kaki tetap, melempar bola dengan maksimal. *Testee* melakukan tiga kali percobaan dan diambil satu nilai terbaik (m). Kedua jenis tes ini dianggap cukup valid dan reliabel untuk mendapatkan data daya ledak kelompok otot tungkai dan kelompok otot lengan, dengan koefisien validitas 0,78 dan koefisien realibilitasnya 0,67 untuk STBJ dan 0,72 dan 0,65 untuk MBTP.

Analisis data menggunakan SPSS versi 25, pengujian dimulai dengan uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* untuk memastikan distribusi data. Apabila seluruh variabel berdistribusi normal ($p > 0,05$), selanjutnya dilakukan pengujian parametrik *paired sample t-test* untuk membandingkan hasil *pretest* dan *posttest* pada daya ledak otot lengan dan tungkai. Untuk statistik deskriptif disajikan dalam bentuk *mean* ± standar deviasi (SD), sedangkan hasil inferensial dilaporkan melalui nilai *t*, *df*, *p-value*, serta interval kepercayaan 95% (CI). Pengujian statistik tidak hanya membandingkan hasil *pretest* dan *posttest* namun juga menghitung

besarnya pengaruh latihan terhadap peningkatan daya ledak menggunakan ukuran efek (*Cohen's d*).

HASIL

Tabel 2. Hasil Statistik Deskriptif (N = 17)

Variabel	Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
<i>Pre</i> -Daya Ledak Lengan (m)	1,67	2,51	2,0735	0,2437
<i>Pre</i> -Daya Ledak Tungkai (m)	3,66	5,73	4,5147	0,5954
<i>Post</i> -Daya Ledak Lengan (m)	1,80	2,74	2,2388	0,2832
<i>Post</i> -Daya Ledak Tungkai (m)	3,76	6,90	5,1376	0,8328

Deskripsi hasil secara statistik untuk masing-masing variabel daya ledak otot lengan dan otot tungkai sebelum dan sesudah intervensi latihan *plyometric* pada 17 atlet pencak silat remaja tersaji pada Tabel 2. Terdapat peningkatan rata-rata hasil *pretest* pada variabel daya ledak otot lengan sebesar 2,0735 meter menjadi 2,2388 meter pada *posttest*. Di samping itu, rata-rata hasil daya ledak otot tungkai juga meningkat dari 4,5147 meter menjadi 5,1376 meter. Adanya peningkatan tersebut menunjukkan kecenderungan perbaikan performa eksplosif setelah intervensi latihan.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Menggunakan *Shapiro-Wilk Test*

Variabel	<i>Statistic</i>	<i>df</i>	<i>Sig. (p)</i>
<i>Pre</i> -Daya Ledak Lengan	0,969	17	0,797
<i>Pre</i> -Daya Ledak Tungkai	0,952	17	0,491
<i>Post</i> -Daya Ledak Lengan	0,905	17	0,082
<i>Post</i> -Daya Ledak Tungkai	0,970	17	0,816

Note: All p-values > 0.05 indicate normal distribution (Shapiro-Wilk test).

Berdasarkan keseluruhan variabel yang tersaji pada Tabel 3. baik *pretest* maupun *posttest* pada daya ledak lengan dan daya ledak tungkai, menunjukkan nilai signifikansi ($p > 0,05$), yang menandakan bahwa data terdistribusi normal. Dengan demikian, analisis lanjut dilakukan dengan menggunakan uji parametrik, yaitu *paired sample t-test*.

Tabel 4. *Paired Samples Statistik*

<i>Pair</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Std. Error Mean</i>
<i>Pre</i> -Daya Ledak Lengan	2,0735	0,2437	0,0591
<i>Pre</i> -Daya Ledak Tungkai	4,5147	0,5954	0,1444
<i>Post</i> -Daya Ledak Lengan	2,2388	0,2832	0,0687
<i>Post</i> -Daya Ledak Tungkai	5,1376	0,8328	0,2020

Note: $p < 0.01$ indicates statistically significant improvement post-intervention.

Pada Tabel 4. Ditunjukkan ringkasan statistik untuk hasil *pretest* dan *posttest* secara berpasangan. Rata-rata skor *posttest* lebih tinggi dibandingkan *pretest* baik pada daya ledak otot lengan ($2,2388 > 2,0735$) maupun daya ledak otot tungkai ($5,1376 > 4,5147$). Peningkatan ini juga didukung oleh standar deviasi yang meningkat, menunjukkan variasi performa setelah latihan. data tersebut mengindikasikan efek potensial dari latihan *plyometric* dalam meningkatkan performa kedua daya ledak otot.

Tabel 5. Hasil *Paired Samples t-Test*

<i>Variable Pair</i>	<i>Mean Difference</i>	<i>SD Difference</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p-value</i>
Daya Ledak Lengan (<i>Post - Pre</i>)	0,1653	0,1033	6,596	16	0,000**
Daya Ledak Tungkai (<i>Post - Pre</i>)	0,6229	0,7120	3,607	16	0,002**

Tabel 5. Memuat hasil uji *paired sample t-test* untuk membandingkan perubahan performa fisik sebelum dan sesudah intervensi. Hasil menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik antara *pretest* dan *posttest* pada kedua komponen: daya ledak otot lengan ($t(16) = 6,596$; $p = 0,000$) dan daya ledak otot tungkai ($t(16) = 3,607$; $p = 0,002$). Hal ini menegaskan bahwa latihan *plyometric* memberikan dampak yang nyata terhadap peningkatan daya ledak otot.

Tabel 6. *Paired Samples Correlation Between Pretest and Posttest*

<i>Variable Pair</i>	<i>N</i>	<i>Correlation (r)</i>	<i>Sig. (p)</i>
<i>Pretest & Posttest</i> Daya Ledak Lengan	17	0.934	0.000
<i>Pretest & Posttest</i> Daya Ledak Tungkai	17	0.546	0.023

Berdasarkan Tabel 6. Menyajikan korelasi antara skor *pretest* dan *posttest* untuk masing-masing variabel. Terdapat korelasi yang sangat kuat dan signifikan antara *pretest* dan *posttest* pada variabel daya ledak otot lengan ($r = 0,934$; $p < 0,001$), yang menunjukkan konsistensi perubahan performa antar subjek. Di sisi lain, korelasi sedang juga dijumpai pada daya ledak otot tungkai ($r = 0,546$; $p = 0,023$), menandakan bahwa subjek menunjukkan peningkatan performa yang relatif homogen, meskipun dengan variasi yang lebih besar dibandingkan variabel daya ledak otot lengan.

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh latihan *plyometric* dalam meningkatkan daya ledak otot lengan dan otot tungkai pada atlet pencak silat remaja yang tergabung dalam

program Kelas Khusus Olahragawan (KKO). Hasil penelitian menunjukkan peningkatan yang signifikan terhadap kedua komponen fisik daya ledak otot lengan dan daya ledak otot tungkai, yang diukur melalui *Medicine Ball Throw Put Test* untuk otot lengan dan *Standing Broad Jump Test* pada otot tungkai. Peningkatan daya ledak otot lengan (rata-rata selisih = 0,1653 m, $p < 0,001$) sesuai dengan bukti empiris yang menyebutkan bahwa program latihan *plyometric* selama 12 minggu secara signifikan meningkatkan daya ledak otot pada remaja, dan program tersebut juga dapat diterapkan pada elit atlet, tidak terkecuali pada cabang olahraga bela diri (Kryeziu dkk., 2023). Sementara itu, terdapat juga bukti moderat yang menunjukkan bahwa hasil intervensi latihan *plyometric* secara signifikan juga meningkatkan kekuatan lemparan (*throwing*) pada atlet remaja nomor lempar, yang memiliki karakteristik kekuatan eksplosif tubuh bagian atas (Eraslan dkk., 2020). Program latihan kompleks gabungan antara latihan beban dan *plyometric*, termasuk latihan tubuh bagian atas seperti *medicine ball throw*, secara signifikan meningkatkan daya ledak otot tubuh bagian atas pemain basket remaja laki-laki usia 14-15 tahun (Santos & Janeira, 2008). Pada atlet *street workout* yang secara rutin melakukan latihan *plyometric* tubuh bagian atas juga menunjukkan kemampuan eksplosif *push-up* yang jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol, yang dikaitkan dengan hipertofi otot tubuh bagian atas dan efisiensi daya ledaknya (Dhote dkk., 2024).

Demikian pula, peningkatan daya ledak otot tungkai (selisih = 0,6229 m, $p = 0,002$) sejalan dengan hasil ulasan sistematis dengan menggunakan meta-analysis mengenai efek *plyometric-jump training* pada *physical fitness* atlet beladiri (Ojeda-Aravena dkk., 2023). *Plyometric-jump training* yang dilakukan selama 4-12 minggu berperan signifikan dalam meningkatkan kekuatan maksimal, tinggi lompatan vertical, kelincahan, serta komponen fisik dominan lainnya pada atlet beladiri remaja yang sebagian besar berusia di bawah 18 tahun (Ojeda-Aravena dkk., 2023). Di samping itu, dampak peningkatan daya ledak otot ini ditemukan pada berbagai cabang olahraga beladiri seperti karate, pencak silat, taekwondo, judo, gulat, dan anggar. Latihan *plyometric* juga meningkatkan performa lompatan horizontal setelah 8-12 minggu latihan intensif (Chelly dkk., 2015; Ojeda-Aravena dkk., 2023). Peningkatan performa lompatan, *leg stiffness* dan *rate of force development* setelah intervensi *plyometric* mengindikasikan peningkatan power tungkai bawah, aspek penting untuk performa olahraga beladiri (Chelly dkk., 2015; Chottidao dkk., 2022; Ojeda-Aravena dkk., 2023). Beberapa hasil studi juga melaporkan peningkatan yang signifikan setelah intervensi *plyometric* dalam menghasilkan peningkatan daya ledak otot tungkai, yang sangat penting untuk tendangan yang kuat dan gerakan dinamis dalam pencak silat (Arif dkk., 2021; Kuswono

dkk., 2021; Lengo dkk., 2023, 2023; Rahmawati & Irsyada, 2022; Satria dkk., 2021; Wibowo dkk., 2023; Zukruf dkk., 2024).

Latihan *plyometric* merupakan komponen inti dari program latihan neuromuscular integratif untuk remaja, tujuannya untuk membangun keterampilan gerak dasar, koordinasi dan ketahanan cedera dengan target utamanya adalah kapasitas neuromuscular (Fort-Vanmeerhaeghe dkk., 2016). Adaptasi neuromuscular yang dipicu oleh latihan *plyometric* akan meningkatkan rekrutment unit motorik, koordinasi intramuscular dan intermuskuler yang lebih baik, serta terjadinya peningkatan efisiensi dalam memanfaatkan *stretch-shortening cycle* (Huang dkk., 2023; Ramírez-delaCruz dkk., 2022; Slimani dkk., 2016). Meskipun latihan *plyometric* dan latihan resisten keduanya meningkatkan kekuatan dan daya ledak otot pada atlet remaja, namun pelatihan *plyometric* dianggap lebih efektif untuk meningkatkan daya ledak, yang sangat berhubungan erat dengan fungsi neuromuscular (McKinlay dkk., 2018). Tingkat adaptasi neuromuscular pada atlet remaja juga lebih tinggi, termasuk keseimbangan dan aktivasi otot yang lebih baik apabila dibandingkan dengan orang dewasa yang mengikuti latihan *plyometric* secara intensif (Singla & Hussain, 2020). Oleh karena itu, latihan *plyometric* merupakan salah satu metode yang sangat tepat untuk mengembangkan kontrol neuromuscular pada kelompok atlet remaja. Terlebih lagi efek latihan *plyometric* juga meningkatkan adaptasi neuromuscular yang sangat sesuai dengan karakteristik gerakan tendangan dan pukulan pada pencak silat, serta gerakan menghindar dan menyerang secara eksplosif yang sangat bergantung pada kemampuan menghasilkan kekuatan maksimal dalam waktu yang singkat.

Maka dari itu, apabila ditinjau secara praktis maka hasil penelitian ini menegaskan bahwa latihan *plyometric* menjadi salah satu metode yang efektif, efisien dan layak untuk diterapkan dalam program pengkondisian fisik atlet pencak silat usia remaja. Mengintegrasikan latihan *plyometric* ke dalam program pengkondisian fisik untuk atlet pencak silat merupakan strategi yang praktis dan hemat waktu dalam rangka meningkatkan atribut utama yang relevan dengan performa fisik dan karakteristik komponen fisik dominan pada olahraga ini (Lengo dkk., 2023; Lubis dkk., 2023; Wibowo dkk., 2023). Penelitian secara konsisten melaporkan bahwa intervensi latihan *plyometric* dalam waktu pendek sekalipun juga dapat meningkatkan daya ledak, kecepatan tendangan dan perkembangan komponen fisik keseluruhan secara signifikan (Arif dkk., 2021; Lubis dkk., 2023). Agar mencapai hasil yang optimal, untuk itu perlu adanya individualisasi dan pelaksanaan program latihan harus disesuaikan dengan kondisi setiap atlet dan dipantau secara berkala.

Terlepas dari berbagai keunggulan dan intervensi latihan *plyometric* terhadap peningkatan daya ledak otot lengan dan tungkai, bagaimanapun juga penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, diantaranya tidak adanya kelompok kontrol dan ukuran sampel yang relatif kecil. Di samping itu, penelitian ini juga belum mengkaji secara mendalam perbedaan hasil intervensi berdasarkan jenis kelamin. Untuk itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan desain eksperimen acak terkendali (*randomized controlled trial*) dan melibatkan analisis mendalam pada aspek biomekanik atau elektromyografi guna memperjelas mekanisme fisiologi yang menjadi dasar peningkatan performa tersebut.

KESIMPULAN

Latihan *plyometric* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan daya ledak otot lengan dan otot tungkai pada atlet pencak silat remaja yang tergabung dalam program Kelas Khusus Olahraga (KKO). Berdasarkan hasil *paired sample t-test* terdapat adanya peningkatan performa yang bermakna secara statistik setelah diberikan perlakuan selama delapan minggu, dengan ukuran efek yang besar pada daya ledak otot lengan dan otot tungkai. Adanya peningkatan pada kedua komponen fisik tersebut merupakan cerminan adanya adaptasi neuromuskular yang disebabkan oleh latihan *plyometric*, keduanya sangat berperan penting dalam pencak silat dalam mendukung gerakan eksplosif untuk pukulan dan tendangan. Untuk itu, latihan *plyometric* dapat menjadi rekomendasi bentuk latihan rutin guna optimalisasi kapasitas fisik dan performa atlet pencak silat usia remaja.

DAFTAR PUSTAKA

- Angga, P. D., Hariyanto, E., & Tomi, A. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Multimedia Interaktif Pencak Silat Berbasis CourseLab 2.4. *Jurnal Pendidikan Jasmani Indonesia*, 16(1), Article 1. <https://doi.org/10.21831/jpji.v16i1.29285>
- Anifah, L., Zuhrie, M. S., Haryanto, Sudibyo, M. R. F., Holis, N., & Muhammad. (2023). New Approach Motion Determination in Pencak Silat Sport using Self Organizing Map. 2023 Sixth International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE), 320–325. <https://doi.org/10.1109/ICVEE59738.2023.10348261>
- Anversha, A. T., Ramalingam, Vinodhkumar, Kumari, J. P. S. P., & Sugumaran, S. V. (2024). Impact of plyometric training on agility, sprint and vertical jump functional performance in junior level basketball players. *Journal of Physical Education and Sport*, 24(3). <https://doi.org/10.7752/jpes.2024.03076>
- Arif, M., Aimag, H. A., & Nurhikmah, N. (2021). Pengaruh Latihan Plyometric Terhadap Kecepatan Tendangan T Atlet Pencak Silat Tapak Suci. *Damhil Education Journal*. <https://doi.org/10.37905/DEJ.V11i1.521>
- Baan, A. B., Murtono, T., Larasati, M. F., Purwanto, D., Sukrawan, N., & Kungku, C. (2024). Biomotor Skills in Pencak Silat Extracurricular Students at SMP Negeri 5 Tanjung Selor. *International Journal of Current Science Research and Review*. <https://doi.org/10.47191/ijcsrr/v7-i5-04>

- Bastholm, M., & Olsen, G. (2024). The Role of Plyometric Training in Improving Explosive Power in Sprinters: A Qualitative Analysis. *International Journal of Sport Studies for Health*, 7(3), Article 3. <https://doi.org/10.61838/kman.intjssh.7.3.10>
- Bhakti, M. W., Lubis, J., & Nuraini, S. (2024). Training Model of Evasion Techniques in Double Art Category of Pencak Silat Based on Attack Machine. *Gladi : Jurnal Ilmu Keolahragaan*. <https://doi.org/10.21009/gjik.154.08>
- Chelly, M., Hermassi, S., & Shephard, R. (2015). Effects of In-Season Short-term Plyometric Training Program on Sprint and Jump Performance of Young Male Track Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000860>
- Chottidao, M., Kuo, C., Tsai, S., Hwang, I., Lin, J.-J., & Tsai, Y.-S. (2022). A Comparison of Plyometric and Jump Rope Training Programs for Improving Punching Performance in Junior Amateur Boxers. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.878527>
- Chu, D. A. (1998). *Jumping Into Plyometrics*. Human Kinetics.
- Davies, G., Riemann, B. L., & Manske, R. (2015). Current Concepts of Plyometric Exercise. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 760–786.
- Dhote, S., Eon, P., & Grosprêtre, S. (2024). A Comparison of the Plyometric Performance of Upper Limbs between Experienced and Non-Experienced Athletes. *Sports*, 12. <https://doi.org/10.3390/sports12080217>
- Ediyono, S., Nugraha, R. S., & Ahmad, A. A. H. (2022). Indonesian Pencak Silat Tradition Models as The Intangible Cultural Heritage of Humanity. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*. <https://doi.org/10.20961/ijsascs.v6i1.69953>
- Eraslan, L., Castelein, B., Spanhove, V., Orhan, C., Duzgun, I., & Cools, A. (2020). Effect of Plyometric Training on Sport Performance in Adolescent Overhead Athletes: A Systematic Review. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 13, 37–44. <https://doi.org/10.1177/1941738120938007>
- Fatoni, M., Nugroho, H., & Subekti, N. (2019). Antropometri Factors Determinants of Pencak Silat Tanding Category. 44–48. <https://doi.org/10.2991/pfeic-19.2019.9>
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Romero-Rodriguez, D., Lloyd, R., Kushner, A., & Myer, G. (2016). Integrative Neuromuscular Training in Youth Athletes. Part II: Strategies to Prevent Injuries and Improve Performance. *Strength and Conditioning Journal*, 38. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000234>
- Hidayat, R. R., & Tomoliyus, M. (2018). The Effects of Plyometric Training and Age on The Agility of Silat Fighters. 441–446. <https://doi.org/10.2991/yishpess-cois-18.2018.112>
- Huang, H., Huang, W.-Y., & Wu, C.-E. (2023). The Effect of Plyometric Training on the Speed, Agility, and Explosive Strength Performance in Elite Athletes. *Applied Sciences*, 13(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/app13063605>
- Ihsan, N., Yulkifli, Y., Hadi, A., Yohandri, Y., Mario, D., Ayubi, N., Karaçam, A., & Németh, Z. (2024). Sensor-based scoring system for the fighting category in Pencak Silat. *Retos*. <https://doi.org/10.47197/retos.v57.105906>
- Impellizzeri, F. M., Shrier, I., McLaren, S. J., Coutts, A. J., McCall, A., Slattery, K., Jeffries, A. C., & Kalkhoven, J. T. (2023). Understanding Training Load as Exposure and Dose. *Sports Medicine*, 53(9), 1667–1679. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01833-0>

- Karo-Karo, A. A. P., Rahayu, T., Setyawati, H., Mukarromah, S., & Syaifullah, R. (2023). Analysis of Pencak Silat Techniques Using a Biomechanical Approach: Systematic Literature Review. *Physical Education Theory and Methodology*. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2023.6.18>
- Kons, R. L., Orssatto, L. B. R., Ache-Dias, J., De Pauw, K., Meeusen, R., Trajano, G. S., Dal Pupo, J., & Detanico, D. (2023). Effects of Plyometric Training on Physical Performance: An Umbrella Review. *Sports Medicine - Open*, 9(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00550-8>
- Kryeziu, A. R., Iseni, A., Teodor, D., Croitoru, H., & Badau, D. (2023). Effect of 12 Weeks of the Plyometric Training Program Model on Speed and Explosive Strength Abilities in Adolescents. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app13052776>
- Kuswono, I., Badriah, D. L., & Fauzi, R. (2021). Pengaruh Metode Latihan Plyometric Terhadap Kecepatan Tendangan Tipe C Cabang Pencak Silat PSHT 1922 Indonesia Siswa Ekstrakurikuler Ranting SMKN 1 Balongan Tahun 2020. *Research Physical Education and Sports*, 3, 27–33. <https://doi.org/10.31949/JR.V3I1.2781>
- Lengo, M. D., Wali, C. N., Jado, G. G., & Ngga, P. N. (2023). Plyometric Based Training on Athletes' T Kick Speed Perisai Diri. *MEDIKORA*. <https://doi.org/10.21831/medikora.v22i2.67044>
- 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*. <https://doi.org/10.33438/ijdshts.1371605>
- McKinlay, B., Wallace, P. J., Dotan, R., Long, D., Tokuno, C., Gabriel, D., & Falk, B. (2018). Effects of Plyometric and Resistance Training on Muscle Strength, Explosiveness, and Neuromuscular Function in Young Adolescent Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002428>
- Molinaro, L., Taborri, J., Montecchiani, M., & Rossi, S. (2020). Assessing the Effects of Kata and Kumite Techniques on Physical Performance in Elite Karatekas. *Sensors*, 20(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/s20113186>
- Monoem, D. H. (Ed.). (2014). *Performance Optimization in Taekwondo: From Laboratory to Field*. OMICS International. <https://doi.org/10.4172/978-1-63278-038-6-039>
- Negra, Y., Chaabene, H., Stöggl, T., Hammami, M., Chelly, M. S., & Hachana, Y. (2020). Effectiveness and time-course adaptation of resistance training vs. plyometric training in prepubertal soccer players. *Journal of Sport and Health Science*, 9(6), 620–627. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.07.008>
- Nugroho, H., Gontara, S. Y., Angga, P. D., & Jariono, G. (2024). Pencak Silat as a Comprehensive Method of Mental, Physical, and Spiritual Growth: A Systematic Review. *Physical Education Theory and Methodology*. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2024.6.20>
- Nugroho, H., Gontara, S. Y., Angga, P. D., Jariono, G., & Maghribi, I. L. (2021). Quality Of Physical Condition Of Youth Pencak Silat Athletes Reviewed From Speed, Power, and Strength. *Kinestetik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Jasmani*, 5(1), 154–162. <https://doi.org/10.33369/jk.v5i1.14376>

- Nugroho, H., Gontara, S. Y., Jariono, G., & Saifullah, R. (2025). Body composition and physical fitness characteristics of Indonesian elite pencak silat competitors. *Jurnal SPORTIF : Jurnal Penelitian Pembelajaran*, 11(1), Article 1. https://doi.org/10.29407/js_unpgri.v11i1.25213
- Nurhidayah, D., Prasetyo, Y., Sutapa, P., Nanda, F. A., Mitsalina, D., & Yuliana, E. (2024). Development of physical test norms for early age Pencak Silat. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*. <https://doi.org/10.15561/26649837.2024.0302>
- Ojeda-Aravena, A., Herrera-Valenzuela, T., Valdés-Badilla, P., Martín, E. B.-S., Thapa, R., & Ramirez-Campillo, R. (2023). A Systematic Review with Meta-Analysis on the Effects of Plyometric-Jump Training on the Physical Fitness of Combat Sport Athletes. *Sports*, 11. <https://doi.org/10.3390/sports11020033>
- Panjiantariksa, Y., Doewes, M., & Utomo, T. A. (2020). Contribution of biomotor and psychomotor factors that determine Pencak Silat Front Kick ability. 6, 83–90. <https://doi.org/10.12775/PPS.2020.06.03.006>
- Rahmawati, N. I., & Irsyada, R. (2022). Pengaruh Plyometric Split Jump dan Double Leg Speed Hop Terhadap Kecepatan Tendangan Lurus. *Indonesian Journal for Physical Education and Sport*. <https://doi.org/10.15294/inapes.v3i2.59884>
- Ramirez-Campillo, R., García-Hermoso, A., Moran, J., Chaabene, 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>
- Ramírez-de la Cruz, M., Bravo-Sánchez, A., Esteban-García, P., Jiménez, F., & Abián-Vicén, J. (2022). Effects of Plyometric Training on Lower Body Muscle Architecture, Tendon Structure, Stiffness and Physical Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 8(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00431-0>
- Rozalini, N., & Dari, D. H. W. (2024). Movement skills in the single art of pencak silat for students in martial art materials. *Jurnal Maenpo : Jurnal Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi*. <https://doi.org/10.35194/jm.v14i2.4594>
- Santos, E., & Janeira, M. A. (2008). Effects of Complex Training on Explosive Strength in Adolescent Male Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 903–909. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a59f2>
- Sasmita, K., Barlian, E., & Padli, P. (2023). Pencak Silat Wajah Budaya Bangsa Indonesia. *Journal on Education*. <https://doi.org/10.31004/joe.v5i2.935>
- Satria, A., Sin, T., Aziz, I., & Suwirman, S. (2021). Pengaruh Latihan Plyometrics Terhadap Kecepatan Tendangan Sabit Pada Atlet Pencak Silat. *JOLMA*. <https://doi.org/10.31851/JOLMA.V1I1.5332>
- Silva, A. F., Clemente, F. M., Lima, R., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtel, B. (2019). The Effect of Plyometric Training in Volleyball Players: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(16), 2960. <https://doi.org/10.3390/ijerph16162960>
- Singla, D., & Hussain, M. E. (2020). Adaptations of the Upper Body to Plyometric Training in Cricket Players of Different Age Groups: A Randomized Controlled Trial. *Journal of sport rehabilitation*, 1–32. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0469>
- Slimani, M., Chamari, K., Miarka, B., Del Vecchio, F. B., & Chéour, F. (2016). Effects of

- Plyometric Training on Physical Fitness in Team Sport Athletes: A Systematic Review. *Journal of Human Kinetics*, 53, 231–247. <https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0026>
- Soo, J., Woods, C., Arjunan, S., Aziz, A., & Ihsan, M. (2018). Identifying the performance characteristics explanatory of fight outcome in elite Pencak Silat matches. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18, 973–985. <https://doi.org/10.1080/24748668.2018.1539381>
- Subekti, N., Syaifullah, R., Fatoni, M., Syaukani, A. A., Warthadi, A. N., & Arni-Rayhan, A. R. (2021). Pencak silat combat match: Time motion analysis in elite athletes championship. *Journal of Human Sport and Exercise - 2021 - Spring Conferences of Sports Science*. <https://doi.org/10.14198/JHSE.2021.16.PROC4.05>
- Suwirman, & Sasmitha, W. (2020). The Effect of Plyometric Exercise on Leg Muscle Explosive Power of Pencak Silat Athletes. *Proceedings of the 1st International Conference of Physical Education (ICPE 2019)*. 1st International Conference of Physical Education (ICPE 2019), Padang, Indonesia. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200805.059>
- Syaifullah, R., & Doewes, R. (2020). Pencak Silat Talent Test Development. 8, 361–368. <https://doi.org/10.13189/saj.2020.080607>
- Tack, C. (2013). Evidence-Based Guidelines for Strength and Conditioning in Mixed Martial Arts. *Strength & Conditioning Journal*, 35(5), 79. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182a62fef>
- Vai, A., Ahmadi, D., Yulianti, M., & Dahrial, D. (2023). Riau Pencak Silat at POMNAS XVII 2022 Padang: What are the Tactics for Competing Pencak Silat Fighters? *International Journal of Social Science and Human Research*. <https://doi.org/10.47191/ijsshr/v6-i5-54>
- Wang, X., Lv, C., Qin, X., Ji, S., & Dong, D. (2023). Effectiveness of plyometric training vs. complex training on the explosive power of lower limbs: A Systematic review. *Frontiers in Physiology*, 13, 1061110. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1061110>
- Wardoyo, H., & Setiakarnawijaya, Y. (2023). Systematic Literature Review: Research on Pencak Silat using Vos Viewers in the Scopus Database for 2018-2022. *Kinestetik : Jurnal Ilmiah Pendidikan Jasmani*. <https://doi.org/10.33369/jk.v7i1.26035>
- Wibowo, R. A., Jasmani, J., Kusuma, I. A., Yulianto, P. F., Suwanto, W., & Iwandana, D. T. (2023). Pengaruh Latihan Plyometric Single Leg Bound dan Circuit Training terhadap Peningkatan Tendangan Sabit pada Siswa Pencak Silat. *Gelanggang Olahraga: Jurnal Pendidikan Jasmani dan Olahraga (JPJO)*. <https://doi.org/10.31539/jpjo.v6i2.6169>
- Zatsiorsky, V. M. (Ed.). (2000). *Biomechanics in sport: Performance improvement and injury prevention*: Vol. IX. Blackwell Science Ltd. https://stillmed.olympic.org/media/Document%20Library/OlympicOrg/IOC/Who-We-Are/Commissions/Medical-and-Scientific-Commission/Encyclopaedia/2000_Zatsiorsky.pdf
- Zhang, D., Soh, K. G., Chan, Y. M., & Zaremohzzabieh, Z. (2024). Effect of intervention programs to promote fundamental motor skills among typically developing children: A systematic review and meta-analysis. *Children and Youth Services Review*, 156, 107320. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2023.107320>
- Zukruf, D. A., Desti, E. A., & Bhakti, Y. H. (2024). Meningkatkan Kekuatan Tendangan T Atlet Pencak Silat Lampung Utara Melalui Latihan Plyometric. *JIMU: Jurnal Ilmiah Multidisipliner*. <https://doi.org/10.70294/jimu.v2i04.499>