



## Pengembangan Model *Plyometric Virtual Training* Program untuk Meningkatkan Kecepatan dan Daya Ledak Otot Tungkai pada Atlet Sprinter

<sup>1</sup>Galang Pratama, <sup>2</sup>Dedi Supriadi, <sup>3</sup>Vicky Ahmad Karisman✉

<sup>12</sup>Program Studi Pendidikan Jasmani, Program Magister STKIP Pasundan

<sup>12</sup>Program Studi Pendidikan Jasmani, Kesehatan dan Rekreasi, STKIP Pasundan

[vicky4kharisman@gmail.com](mailto:vicky4kharisman@gmail.com)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *Plyometric Virtual Training* Program (PVT) yang disesuaikan dengan kebutuhan atlet pelajar lari sprint 100 meter. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Subjek uji coba dalam penelitian ini atlet yang mengikuti ekstrakurikuler di SMAN 6 Pandeglang dengan jumlah 10 atlet, teknik sampling menggunakan *Total sampling*, dan sampel penelitian berjumlah 10 Atlet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Faktor-faktor penting dalam pengembangan PVT mencakup kebutuhan fisik atlet, kualitas materi pelatihan, serta aksesibilitas perangkat dan platform virtual yang digunakan. (2) Program ini dirancang dengan berbagai variasi latihan plyometrik yang disesuaikan dengan level kebugaran atlet dan prinsip-prinsip ilmiah dalam pelatihan olahraga. (3) Uji coba program PVT menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam akselerasi, kecepatan, dan daya ledak atlet pelajar. (4) Atlet pelajar memberikan respons positif terhadap kemudahan penggunaan program, panduan teknis yang jelas, serta umpan balik yang diberikan selama latihan. Program ini terbukti efektif dalam meningkatkan performa atlet pelajar lari sprint 100 meter secara fleksibel, aman, dan terukur.

**Kata Kunci:** *Plyometric Virtual Training*, Kecepatan, Daya Ledak Otot, Lari Sprint

### ABSTRAC

*This study aims to develop a Plyometric Virtual Training Program (PVT) that is tailored to the needs of 100-meter sprint student athletes. The research method used is Research and Development (R&D) with the ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation) approach. The trial subjects in this study were athletes who participated in extracurricular activities at SMAN 6 Pandeglang with a total of 10 athletes, the sampling technique used Total sampling, and the research sample was 10 athletes. The results of the study showed that: (1) Important factors in the development of PVT include the physical needs of athletes, the quality of training materials, and the accessibility of the devices and virtual platforms used. (2) This program is designed with various variations of plyometric exercises that are adjusted to the athlete's fitness level and scientific principles in sports training. (3) The trial of the PVT program showed a significant increase in acceleration, speed, and explosive power of student athletes. (4) Student athletes responded positively to the ease of use of the program, clear technical guidance, and feedback given during training. This program has proven effective in improving the performance of student athletes in the 100-meter sprint in a flexible, safe and measurable manner.*

**Keyword:** *Plyometric Virtual Training, Speed, Power Muscle, Sprint*

Alamat Korespondensi: STKIP Pasundan

✉ Email: [vicky4kharisman@gmail.com](mailto:vicky4kharisman@gmail.com)

© 2021 STKIP Pasundan  
ISSN 2721-5660 (Cetak)  
ISSN 2722-1202 (Online)

## PENDAHULUAN

Cabang olahraga atletik merupakan integral dari gerakan olahraga di Indonesia yang bertujuan untuk membentuk kesehatan jasmani dan rohani yang baik serta kepribadian yang luhur (Asiva Noor Rachmayani, 2015). Atletik tidak hanya memengaruhi pembentukan aspek mental, spiritual, dan fisik mahasiswa, tetapi juga berperan dalam membentuk mahasiswa yang sesuai dengan falsafah Pancasila dan Undang-Undang Dasar 1945 (Wiarto, 2013). Atletik dianggap sebagai wahana edukatif yang mendorong semangat keolahragaan, mengangkat derajat mahasiswa menjadi individu yang sportif, berbudi luhur, dan yang utama, sehat dan bugar (Sukendro, Ely Yuliawan, 2019).

Pelaksanaan berbagai nomor lari dalam cabang olahraga atletik, seperti yang dapat dilihat pada gerakan nomor lari, dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk kemampuan kondisi fisik (Gunadi et al., 2020). Kemampuan kondisi fisik tidak hanya dipengaruhi oleh satu faktor, melainkan terbentuk oleh berbagai komponen (Fariz & Putra, 2019). Salah satu komponen yang dianggap penting dalam menilai kemampuan fisik adalah kekuatan otot, karena kekuatan otot menjadi faktor utama dalam meningkatkan kondisi fisik secara menyeluruh dan menjadi pendorong utama dalam aktivitas fisik, terutama dalam cabang olahraga yang memerlukan gerakan eksplosif (Devi Lestya, Oce Wiriawan, 2018). Latihan fisik, terutama dalam meningkatkan power otot, memiliki peran yang sangat penting dalam meraih prestasi maksimal (Kuswahyudi & Nurdin, 2017). Kekuatan otot hanya dapat dicapai melalui latihan yang teratur, terarah, dan terprogram dengan baik, sesuai dengan persyaratan cabang olahraga yang ditekuni.

Dalam cabang olahraga atletik, khususnya pada nomor lari jarak pendek, teknik berlari dan kecepatan menjadi aspek yang sangat krusial. Teknik berlari menjadi faktor penentu yang dapat membantu pelari mencapai kecepatan maksimal. Dalam konteks lari jarak pendek, kecepatan merupakan elemen penting dari kondisi fisik. Kecepatan didefinisikan sebagai kemampuan untuk menyelesaikan jarak tertentu dengan segera. Pentingnya kecepatan dalam lari jarak pendek menekankan hasil kontraksi otot yang kuat dan cepat, di mana setiap otot diubah menjadi gerakan yang sangat halus, menciptakan gerakan atau kecepatan tinggi. Kecepatan pelari diperoleh melalui keseimbangan optimal antara panjang langkah dan frekuensi langkah (Syarifuddin, 2012). Pelaksanaan lari jarak pendek memerlukan kekuatan dan daya ledak otot tungkai agar pelari dapat mencapai kecepatan dan waktu yang cepat, serta meraih hasil yang optimal.

*Power* otot atau daya ledak otot merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam aktivitas olahraga. Kemampuan seseorang untuk memukul, melompat, atau berlari dapat diukur melalui power atau daya ledak. Daya ledak dapat diartikan sebagai kemampuan untuk menghasilkan kekuatan sebanyak mungkin dalam waktu yang singkat. Daya ledak adalah hasil dari kombinasi antara kekuatan dan kecepatan, atau pengerahan otot maksimum dengan kecepatan maksimum (Widiastuti, 2017). Dengan kata lain, power atau daya ledak adalah kemampuan otot untuk melakukan pekerjaan dalam satuan waktu (Ismaryati, 2018). Dalam konteks olahraga, setiap gerakan tubuh, seperti melompat, melibatkan kontraksi otot rangka untuk mengatasi beban atau hambatan, termasuk berat tubuh sendiri. Oleh karena itu, power otot memiliki peran krusial dalam setiap gerakan olahraga, terutama melibatkan komponen otot tungkai (Muchlisa, 2017).

Daya ledak otot tungkai memiliki peran penting dalam berbagai cabang olahraga, terutama dalam cabang-cabang yang menekankan kekuatan dan kecepatan dalam bereaksi. Sebagai contoh, cabang olahraga atletik, yang mencakup nomor lari, lompat, dan lempar, memerlukan daya ledak otot tungkai untuk memberikan penampilan yang optimal (Ismadraga & Lumintuarso, 2015). Dalam hampir semua nomor atletik, termasuk lari, lompat, dan lempar, power otot tungkai memiliki peran penting. Cabang olahraga atletik, dengan gerakan lari, melompat, dan melempar, khususnya melibatkan kerja otot tungkai secara intensif (Jarver, 2014).

Lari jarak pendek, seperti yang dijelaskan oleh Henjilito (2017) merupakan salah satu nomor atletik yang sangat bergantung pada kekuatan otot kaki. Kecepatan dalam lari cepat (sprint) dipengaruhi oleh kontraksi otot yang kuat dan cepat, yang menghasilkan gerakan yang halus, lancar, dan efisien yang diperlukan untuk berlari dengan kecepatan tinggi (Dwi, 2020).

Selain itu, untuk meningkatkan prestasi dalam lari cepat, metode latihan yang efektif adalah yang mampu meningkatkan biomotorik lainnya, seperti kekuatan, fleksibilitas, koordinasi, dan daya tahan khusus, yang semua berkontribusi pada kesuksesan dalam lari cepat (Widiastuti & Pratiwi, 2017).

Lari jarak pendek pada dasarnya melibatkan gerakan seluruh tubuh ke depan secepat mungkin, yang terhasil dari langkah-langkah kaki dalam menempuh jarak 100 meter (Bahagia, 2012). Kecepatan lari atlet ditentukan oleh dua faktor utama: 1) Panjang langkah, yang melibatkan jarak yang ditempuh oleh setiap langkah yang dilakukan. Panjang setiap langkah dapat diuraikan menjadi tiga jarak yang berbeda, yaitu jarak tinggal landas (*take-off distance*), jarak terbang (*flight distance*), dan jarak pendaratan (*landing distance*); 2) Frekuensi langkah, yang mencakup jumlah langkah yang diambil dalam suatu waktu tertentu, juga dikenal sebagai irama langkah atau kecepatan langkah (Muller & Ritzdorf, 2000). Jumlah langkah yang diambil oleh atlet dalam waktu tertentu dipengaruhi oleh waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu langkah, di mana semakin lama waktu yang diperlukan, semakin sedikit langkah yang dapat dilakukan oleh atlet dalam waktu yang sama, dan sebaliknya (Sobarna et al., 2023).

Metode *plyometric* merupakan bentuk latihan yang memanfaatkan kecepatan dan kekuatan dalam berbagai gerakan untuk mengembangkan daya ledak otot. Melibatkan diri dalam metode *plyometric* dapat meningkatkan kinerja fisik dan kemampuan untuk menjalankan berbagai aktivitas. (Kryeziu et al., 2023). Metode *plyometric* telah terkonfirmasi memberikan peningkatan pada aspek-aspek kualitas fisik seperti kekuatan, kecepatan, dan kemampuan bergerak dengan cepat dalam berbagai arah, baik pada anak-anak maupun orang dewasa (Beato et al., 2018). Sejumlah penelitian telah memverifikasi bahwa partisipasi dalam metode *plyometric* dapat meningkatkan daya ledak otot, daya tahan, dan tingkat kecepatan (Beato et al., 2018; Markovic, 2007). Metode *plyometric* telah menjadi rutinitas umum dalam beragam aktivitas olahraga yang mengharuskan kecepatan lari, melompat, dan kemampuan untuk mengubah arah (Ramirez-Campillo et al., 2018). Metode *plyometric* melibatkan serangkaian latihan dengan siklus peregangan yang dipendekkan, di mana gerakan pemanjangan diikuti oleh gerakan pemendekan (Kons et al., 2023). Metode *plyometric* merupakan jenis latihan yang populer untuk meningkatkan kinerja atletik. Dalam latihan ini, terjadi peregangan pada unit otot-tendon yang diikuti oleh pemendekan unit otot dengan cepat. Pemanfaatan yang efektif dari metode *plyometric* berkaitan dengan kontribusi dari mekanisme-mekanisme berbeda, termasuk akumulasi energi elastis, prabe-ban, peningkatan waktu aktivasi otot, dan ketergantungan riwayat otot (peningkatan kekuatan) (de Campos et al., 2022), refleks peregangan, dan interaksi otot-tendon (Aeles & Vanwanseele, 2019) memfasilitasi pembentukan kerja mekanis yang lebih besar dalam fase otot konsentris selanjutnya (Radnor et al., 2016).

Berbagai jenis klasifikasi untuk metode *plyometric* telah digunakan dalam tujuh dekade terakhir. Bentuk pertama dari klasifikasi diusulkan (Verkhoshansky, 2018), di mana metode *plyometric* diklasifikasikan sebagai tumbukan (dengan beban eksternal tambahan) dan non-tumbukan (tanpa beban eksternal tambahan). Metode *plyometric* telah diklasifikasikan sebagai tradisional (misalnya, melompat di tempat, melompat berdiri, melompat-melompat, melompat jarak jauh, dan melompat drop), dibantu (ketika latihan dibantu oleh tali elastis, misalnya) dan tahanan (ketika latihan dilakukan dalam kondisi eksternal yang berbeda seperti air, pasir, dan beban eksternal tambahan) (Makaruk et al., 2020). Penggunaan yang tepat dari metode *plyometric* dapat efektif meningkatkan daya ledak otot dan kekuatan ledakan (Heywood et al., 2022; McKinlay et al., 2018), dan pembangkitan kekuatan ledakan dapat dijelaskan dengan baik oleh model mekanis dan neurofisiologis (Beato et al., 2018). Dalam model mekanis, pemanjangan yang cepat dari tendon meningkatkan energi potensial elastisnya, yang kemudian disimpan (Marzouki et al., 2022; Watkins et al., 2021), dan saat diikuti oleh kontraksi sentripetal yang cepat, energi potensial elastis yang sebelumnya disimpan dilepaskan dengan cepat, sehingga meningkatkan output kekuatan (Marzouki et al., 2022; Watkins et al., 2021).

Model neurologis melibatkan refleks detrusor untuk meningkatkan kekuatan kontraksi sentripetal (Behrens, 2014). Metode *plyometric* yang populer untuk meningkatkan tinggi lompatan vertikal disebut "drop jump". Latihan ini melibatkan lompatan vertikal yang dilakukan

segera setelah turun dari permukaan yang lebih tinggi. Beberapa minggu metode *plyometric* dapat meningkatkan tinggi lompatan vertikal ketika diuji dengan melakukan drop jump (Laurent et al., 2020), yang berarti adanya peningkatan dalam acara-atletik seperti lari cepat dan melompat (Davies et al., 2015).

Metode *plyometric* efektif dalam meningkatkan performa lompat, namun peningkatan relatif rata-rata berkisar antara 14% hingga 29% dalam lompatan vertikal, dengan mempertimbangkan sifat khusus metode *plyometric*. Namun, *plyometric* merupakan metode yang membantu mengembangkan kekuatan, ledakan, dan kecepatan (Aloui et al., 2021). Metode *plyometric* efektif dalam meningkatkan performa atletik dalam lari cepat dan melompat pada atlet pra-remaja (Ramirez-Campillo et al., 2022). Metode *plyometric* dan program yang dirancang dengan baik untuk pengembangan kekuatan ledakan memiliki efek positif dalam peningkatan dan perbaikan karakteristik morfologis (Suchomel et al., 2018) dan keterampilan motorik seperti kecepatan dan kekuatan ledakan pada pelajar dan atlet (Behrens et al., 2016; Kons et al., 2023). Metode *plyometric* menghasilkan efek kecil ( $d = 0,57$ ) pada performa lompat pada anak perempuan (usia 8–18 tahun), sementara bukti terbatas mengenai sejauh mana anak perempuan pra-remaja beradaptasi dengan metode *plyometric* (Moran et al., 2017).

Studi mengenai ruang kecepatan telah diteliti oleh banyak peneliti dalam olahraga tertentu (Bedoya et al., 2015). Namun, dengan sejumlah penelitian, data telah disajikan bahwa hanya metode *plyometric* yang dapat meningkatkan kecepatan berlari (Chen et al., 2023). Jika kita melihat segmen kekuatan ledakan pada efek metode *plyometric* pada remaja, ada lebih banyak penelitian yang mengatasi masalah ini. Namun, satu studi telah mengatasi aspek ini. Selain itu, sebuah program sesi Metode *plyometric* telah dilakukan di mana penting untuk menunjukkan hubungan positif antara durasi program dan jumlah sesi dengan efek Metode *plyometric* pada performa lompatan (Bedoya et al., 2015; Chen et al., 2023; Qi et al., 2019; Ramirez-Campillo et al., 2018).

Saat ini, penerapan teknologi digital telah dilakukan dalam berbagai konteks olah raga untuk menciptakan jenis latihan yang memungkinkan pemberian umpan balik dan panduan visual kepada atlet saat berlatih dalam lingkungan *virtual reality* (VR) (Düking et al., 2018). Metode virtual merupakan sebuah inovasi yang menciptakan lingkungan dua atau tiga dimensi yang meniru gambar dan/atau rekaman video. Atlet tidak hanya merasa hadir secara mental, tetapi juga seringkali merasakan keberadaannya di situ secara fisik. Ketika atlet berinteraksi dengan lingkungan ini atau memberikan respons terhadapnya, gerakan yang dilakukannya akan terdeteksi oleh sensor (Düking et al., 2018). Hal ini memungkinkan sistem untuk memberikan umpan balik kepada atlet. Teknologi VR ini dalam konteks olahraga. Salah satu keunggulan VR adalah kemampuannya untuk merancang dan mengatur latihan dengan berbagai variasi untuk atlet individu (Lobato et al., 2021).

Di Indonesia, menurut beberapa penelitian sebelumnya, belum ada penelitian yang mengembangkan metode *plyometric* secara virtual dalam meningkatkan kecepatan lari pada atlet atletik. Penelitian (Indrawan et al., 2021) menunjukkan bahwa latihan *quick leap* memiliki dampak yang lebih positif dalam meningkatkan hasil kecepatan dan daya ledak otot tungkai pada pemain bola voli. Studi (Reno et al., 2022) membuktikan program latihan peningkatan kebugaran fisik telah memberikan hasil yang positif pada atlet atletik. Metode *plyometric* memiliki efek positif dalam meningkatkan kemampuan lompat jauh siswa (Yudi et al., 2019). Meskipun secara umum diterima sebagai metode pelatihan yang efektif, penelitian sebelumnya belum menetapkan model optimal dari metode *plyometric*, termasuk volume dan peningkatan kekuatan ledakan (Kubo et al., 2017). Teknologi VR memungkinkan adanya personalisasi dalam pelatihan (Kim et al., 2013), dan dapat diimplementasikan bahkan dalam situasi sehari-hari seperti saat berpegi, beristirahat di tempat tidur, atau sedang bekerja. Di samping itu, umpan balik biologis atau teknis (Düking et al., 2017) dapat langsung diberikan kepada atlet dalam waktu nyata melalui algoritme pembelajaran berkelanjutan (Kim et al., 2013), dan bahkan bisa diberikan oleh pelatih dari jarak jauh (Neumann et al., 2017).

Salah satu aspek yang melekat pada teknologi VR adalah potensi untuk merancang dan mengatur berbagai prosedur latihan dengan fleksibilitas yang hampir tak terbatas untuk keperluan latihan atlet secara individu (Hoffmann et al., 2014). Banyak penelitian sebelumnya

yang berkaitan dengan efek program *plyometric* yang berfokus pada peserta dari berbagai olahraga (Kim et al., 2022), namun dalam penelitian ini, fokus akan diberikan pada atlet tanpa mengikuti latihan langsung akan tetapi atlet latihan secara jarak jauh dengan menggunakan aplikasi yang dikembangkan, jadi atlet hanya latihan sesuai dengan program yang di aplikasi. Banyak peneliti secara sistematis menganalisis masalah ini selama fase pra-pubertas dan masa remaja, mengembangkan berbagai program yang bertujuan untuk mengembangkan kecepatan dan daya ledak (Swanik et al., 2016). Secara khusus, Metode *plyometric* merupakan metode yang efektif untuk meningkatkan sejumlah kualitas fisik (Ramírez-delaCruz et al., 2022), seperti kecepatan lari jarak pendek pada remaja perempuan (Qi et al., 2019).

Selain itu, kurangnya pengalaman latihan juga dapat menjadi alasan mengapa peningkatan performa setelah metode *plyometric* tidak signifikan, karena latihan ini membutuhkan kemampuan kondisi fisik yang memadai. Penelitian lain oleh Vassil & Bazanovk (2012) menemukan bahwa tidak ada peningkatan yang signifikan dalam lompat jauh, standing long jump, dan depth jump setelah metode *plyometric*. Para peneliti menjelaskan bahwa hal ini mungkin disebabkan oleh penguasaan teknik yang kurang memadai karena gerakan *plyometric* yang dilakukan merupakan gerakan baru bagi atlet tersebut, sehingga sulit untuk beradaptasi dengan cepat.

Berdasarkan hasil wawancara dengan pelatih atletik di SMA Negeri 6 Kabupaten Pandeglang, dijelaskan bahwa kondisi ini disebabkan oleh faktor penggunaan model latihan yang masih konvensional, di mana Ekstrakurikuler Atletik di SMA Negeri 6 Kabupaten Pandeglang masih menerapkan program pelatihan yang tidak memanfaatkan teknologi virtual atau perangkat lunak modern dalam pengembangan kecepatan, kekuatan, dan akselerasi atlet. Model *plyometric* program konvensional memiliki keterbatasan dalam variasi latihan yang dapat diberikan kepada atlet. Program konvensional ini tidak dilengkapi dengan alat atau sistem untuk pelacakan dan analisis kinerja atlet. Hal ini membuat sulit untuk memantau perkembangan atlet secara objektif dan membuat penyesuaian yang diperlukan.

Metode konvensional dalam pelatihan atlet sprint 100 meter, meskipun memiliki manfaatnya, sering kali dianggap kurang efektif dibandingkan dengan pendekatan yang lebih modern dan teknologi canggih (Gunawan et al., 2020). Beberapa alasan mengapa metode konvensional dianggap kurang efektif adalah kurangnya kemampuan dalam memantau dan mengukur kemajuan dengan presisi, keterbatasan variasi dalam latihan yang mungkin menjadi monoton bagi atlet, kurangnya fokus pada teknologi dan analisis yang dapat memberikan latihan yang lebih spesifik, pengabaian pelatihan mental yang dapat membantu atlet mengelola stres, kurangnya dukungan individual yang disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing atlet, keterbatasan dalam pengukuran kinerja yang kurang presisi, dan kesulitan dalam mempertahankan motivasi, terutama di kalangan atlet muda yang lebih terbiasa dengan teknologi modern.

Untuk mengatasi kendala ini, Pelatih Ekstrakurikuler dapat mempertimbangkan untuk meningkatkan program pelatihan mereka dengan memanfaatkan Model *Plyometric Virtual Training Program* yang lebih modern dan efektif. Metode ini akan memungkinkan atlet untuk mengakses latihan yang lebih bervariasi, memantau kemajuan mereka, dan mendapatkan motivasi yang lebih besar. Program ini memberikan alat pelatihan yang lebih canggih dan efektif, memungkinkan pelatihan yang lebih terfokus, pemantauan yang akurat terhadap kemajuan atlet, latihan yang lebih bervariasi, dan pelatihan mental yang lebih komprehensif. Dengan demikian, program ini memberikan solusi terkini untuk meningkatkan daya ledak dan kecepatan lari atlet, yang sangat penting dalam lomba sprint 100 meter, dan berpotensi meningkatkan kinerja atlet secara signifikan.

Berdasarkan fenomena masalah di lapangan, kesenjangan penelitian, dan kajian penelitian sebelumnya, peneliti memutuskan untuk melakukan penelitian dengan judul: "Pengembangan Metode *Plyometric Virtual Training Program* Untuk Meningkatkan Kecepatan dan Daya Ledak Pada Atlet Sprint 100 Meter".

## METODE

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian pengembangan yang memanfaatkan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Metode penelitian dan pengembangan ini digunakan untuk menciptakan suatu produk tertentu dan menguji sejauh mana efektivitas produk tersebut. Dalam pelaksanaan *Research and Development*, berbagai metode digunakan, termasuk metode deskriptif, evaluatif, dan eksperimental. Metode penelitian digunakan untuk menghasilkan produk dan menguji seberapa efektif produk tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sebuah Metode *plyometric virtual training* program untuk meningkatkan kecepatan dan daya ledak pada atlet sprint 100 meter.

Populasi adalah seluruh data yang menjadi perhatian peneliti dalam ruang lingkup dan waktu tertentu (Zriah, 2017). Populasi dalam penelitian ini adalah atlet yang mengikuti ekstrakurikuler atletik di SMA Negeri 6 Pandeglang berjumlah 10 atlet. Teknik Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *Total Sampling*. Jadi sampel penelitian ini adalah atlet yang mengikuti ekstrakurikuler atletik di SMA Negeri 6 Pandeglang berjumlah sebanyak 10 atlet.

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam pengembangan aplikasi *plyometric virtual training program* meliputi:

- a. Lembar validasi: Lembar validasi berbentuk angket yang diberikan kepada dosen ahli materi, ahli bahan ajar, dan pelatih atletik sebagai praktisi pendidikan. Angket validasi ini digunakan untuk mengukur kelayakan pengembangan aplikasi yang akan diuji coba. Penyusunan angket validasi menggunakan Skala Likert, yang digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi responden terhadap fenomena sosial yang menjadi fokus penelitian.
- b. Lembar uji coba kegunaan aplikasi *plyometric virtual training program* oleh atlet: Lembar ini berisi angket tertutup yang digunakan untuk menilai tingkat kegunaan aplikasi oleh siswa. Pertanyaan dalam angket ini mencakup aspek-aspek kegunaan aplikasi yang dinilai oleh atlet. Sama seperti angket validasi, angket kegunaan aplikasi oleh atlet juga menggunakan Skala Likert.
- c. Alat dokumentasi: Dalam penelitian ini, alat dokumentasi yang digunakan adalah kamera digital. Kamera digunakan untuk mendokumentasikan proses uji coba aplikasi. Penyusunan instrumen penilaian didasarkan pada matriks pengembangan instrumen atau kisi-kisi instrumen yang dimodifikasi dari studi sebelumnya.

Untuk mengukur daya ledak dan kecepatan maka instrumen menggunakan tes vertikal jump dan tes lari sprint. Dengan menggunakan instrumen-instrumen tersebut, peneliti dapat mengumpulkan data yang diperlukan untuk mengevaluasi kelayakan, kegunaan, dan efektivitas aplikasi *plyometric virtual training program* yang dikembangkan.

Tahap analisis data pada penelitian dan pengembangan ini melibatkan pengolahan data sesuai dengan prosedur penelitian pengembangan. Data yang diperoleh terdiri dari data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif diperoleh melalui pengisian angket oleh validator ahli materi, validator ahli media, guru, dan siswa. Data kuantitatif ini berupa skor penilaian yang kemudian diubah menjadi presentase. Selanjutnya, data kuantitatif tersebut akan diinterpretasikan dalam bentuk data kualitatif dengan mengolahnya menjadi kalimat-kalimat yang bersifat deskriptif. Data kualitatif diperoleh melalui hasil kritik dan saran yang diberikan oleh validator ahli materi, validator ahli media, pelatih, dan atlet. Kritik dan saran ini diolah dan dianalisis dalam bentuk deskriptif, yang berfungsi untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang aspek-aspek tertentu yang perlu diperbaiki atau disempurnakan dalam aplikasi *plyometric virtual training program*.

## HASIL PENELITIAN

### 1. Uji Coba Instrumen Skala Terbatas

Pada tahap sebelumnya, telah dilakukan uji kelayakan model yang telah dirancang dan diberikan penilaian oleh para ahli. Tahap selanjutnya adalah melakukan uji produk secara terstruktur untuk melihat efektivitas dari produk yang telah dikembangkan. Dalam hal ini uji coba yang dilakukan adalah uji coba instrumen secara kecil yaitu di Stadion Badak di Kabupaten

Pandeglang dengan jumlah responden secara total adalah 30 peserta didik. Berdasarkan hasil uji instrumen dalam skala terbatas dengan melakukan analisis statistik deskriptif menunjukkan bahwa total data yang dikumpulkan dari 30 responden memberikan gambaran yang jelas mengenai karakteristik yang diteliti. Rata-rata (mean) untuk variabel utama adalah X, dengan deviasi standar sebesar Y, yang mencerminkan variasi di antara responden. Distribusi frekuensi mengindikasikan bahwa sebagian besar responden termasuk dalam kategori Z. Selain itu, nilai minimum dan maksimum dari variabel tersebut masing-masing adalah A dan B. Secara keseluruhan, data ini memberikan wawasan mendalam tentang pola dan kecenderungan di antara kelompok responden yang terbatas ini. Data hasil uji instrumen.

Tabel 1. Hasil Uji Validitas Skala

No Item	Skor	Keterangan
1.	0,627	Valid
2.	0,588	Valid
3.	0,684	Valid
4.	0,448	Valid
5.	0,580	Valid
6.	0,525	Valid
7.	0,713	Valid
8.	0,493	Valid
9.	0,720	Valid
10.	0,559	Valid
11.	0,523	Valid
12.	0,489	Valid
13.	0,646	Valid
14.	0,514	Valid
15.	0,672	Valid
16.	0,591	Valid
17.	0,659	Valid
18.	0,640	Valid
19.	0,456	Valid
20.	0,658	Valid
21.	0,599	Valid
22.	0,524	Valid
23.	0,537	Valid
24.	0,592	Valid
25.	0,551	Valid
25.	0,486	Valid
27.	0,704	Valid
28.	0,402	Valid
29.	0,590	Valid
30.	0,679	Valid

Tabel 2. Uji Reliabilitas Skala Kecil

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.872	30

Berdasarkan keterangan gambar diatas dapat diketahui bahwa variabel *Cronbach's Alpha* > 0,6 yaitu 0,872 pada skala kecil dan 0.848 pada skala besar. Dengan demikian, variabel dapat dikatakan reliabel.

Analisis butir instrumen gerakan plyometric yang terdiri dari 30 item dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas dan keandalan setiap butir pertanyaan. Berikut adalah beberapa poin penting dari analisis tersebut:

- Validitas Isi, Setiap item dievaluasi berdasarkan relevansi dan kesesuaian dengan tujuan penelitian. Butir-butir yang tidak sesuai atau kurang relevan diidentifikasi untuk diperbaiki.
- Reliabilitas, Menggunakan metode seperti Cronbach's Alpha, reliabilitas instrumen diukur. Nilai yang diperoleh menunjukkan konsistensi internal dari butir-butir yang ada. Idealnya, nilai di atas 0,6 dianggap baik.
- Analisis Deskriptif, Setiap item dianalisis secara deskriptif untuk melihat rata-rata, median, dan deviasi standar. Ini membantu dalam memahami bagaimana responden merespons setiap butir.
- Pengelompokan Butir, Butir-butir dikelompokkan berdasarkan kategori tertentu, seperti kekuatan, kecepatan, dan teknik. Ini memberikan gambaran mengenai aspek mana yang lebih dipahami atau mungkin memerlukan penjelasan lebih lanjut.
- Uji Normalitas, Uji normalitas dilakukan untuk memastikan distribusi respon sesuai dengan asumsi statistik. Ini penting untuk analisis lebih lanjut dan interpretasi data.
- Feedback Responden, Selain analisis statistik, feedback dari responden juga diambil untuk mengevaluasi pemahaman dan kesulitan yang mereka hadapi terhadap setiap item.

Hasil dari analisis butir instrumen ini memberikan wawasan yang berharga untuk memperbaiki dan menyempurnakan instrumen gerakan plyometric, sehingga dapat lebih efektif digunakan dalam penelitian dan pelatihan di masa mendatang.

Tabel 3. Hasil Pretest dan postest Kecepatan Lari Sprint

Kecepatan (Detik) lari sprint 100 mtr	
Pretes	Postes
15.05	13.02
16.03	14.02
16.08	13.16
16.02	14.08
15.07	12.10
14.08	12.12
15.10	11.01
16.25	12.08
17.04	14.07
14.06	11.03

Berdasarkan data diatas terdiri dari 10 peserta yang diuji yang diberi pretest dengan Waktu lari peserta sebelum intervensi pelatihan, dengan rentang waktu antara 14.06 hingga 17.04 detik dan Postes: Waktu lari peserta setelah pelatihan, dengan rentang waktu antara 11.01 hingga 14.08 detik. Terdapat Perbandingan yang signifikan antara Pretes dan Postes terutama pada waktu yang Secara umum, waktu lari peserta pada postes lebih kecil dibandingkan pretes. Hal ini menunjukkan peningkatan performa kecepatan lari setelah pelatihan. Sehingga dapat disimpulkan bawah Efektivitas Pelatihan dari Data postes yang menunjukkan waktu lebih cepat dari pretes dapat mengindikasikan bahwa pelatihan yang dilakukan efektif meningkatkan kecepatan lari para peserta. Selain itu Variasi Performa Individu, Tidak semua peserta menunjukkan peningkatan yang sama besar. Perlu dilakukan analisis mendalam untuk melihat faktor-faktor yang memengaruhi perbedaan peningkatan. Ini menunjukkan bahwa pelatihan memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap peningkatan performa peserta.



Tabel 4. Uji Wilcoxon kecepatan pada atlet sprint 100 meter

Test Statistics <sup>a</sup>	
POSTEST - PRETEST	
Z	-2.805 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	.005

a. Wilcoxon Signed Ranks Test  
b. Based on positive ranks.

Hasil analisis statistik uji wilcoxon menunjukkan bahwa Z -2.805 dengan Asymp. Sig. (2-tailed) 0.005 dimana lebih kecil daripada 0.05 sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan pengembangan metode *plyometric virtual training* program pengaruh secara signifikan terhadap peningkatan kecepatan pada atlet sprint 100 meter. Nilai postes lebih tinggi secara signifikan dibandingkan nilai pretes, menunjukkan bahwa intervensi atau pelatihan yang diberikan efektif meningkatkan performa. Hasil ini menguatkan bahwa program yang diterapkan memberikan dampak positif pada peserta, seperti peningkatan kecepatan, daya ledak, atau aspek lain yang diuji.

Tabel 5. Hasil Pretest dan postest Daya ledak

Daya Ledak (cm) Vertical jump	
Pretes	Postes
65	67
55	57
53	56
60	62
57	58
47	49
45	48
50	54
59	60
58	61

Berdasarkan data tersebut terdapat Jumlah Sampel: Terdapat 10 peserta dengan Pretes: Hasil awal daya ledak peserta sebelum pelatihan, dengan nilai berkisar antara 45 cm hingga 65 cm. Postes: Hasil daya ledak peserta setelah pelatihan, dengan nilai berkisar antara 48 cm hingga 67 cm. analisis tersebut juga terdapat Perbandingan Pretes dan Postes pada Peningkatan daya ledak yaitu Pada semua peserta, nilai postes lebih tinggi dibandingkan pretes, menunjukkan adanya peningkatan daya ledak setelah pelatihan. Sehingga Secara keseluruhan, pelatihan yang dilakukan menunjukkan hasil yang positif dalam meningkatkan daya ledak vertikal peserta. Serta Ada peserta dengan peningkatan yang lebih besar, misalnya peserta dengan nilai pretes lebih rendah cenderung menunjukkan peningkatan yang signifikan setelah pelatihan (misalnya peserta dengan pretes 45 cm meningkat menjadi 48 cm). Sehingga dapat disimpulkan bahwa Data menunjukkan adanya peningkatan daya ledak vertikal pada semua peserta setelah pelatihan. Pelatihan terbukti memberikan dampak positif, meskipun peningkatan relatif kecil secara rata-rata.

Tabel 6. Uji Wilcoxon Daya Ledak

Test Statistics <sup>a</sup>	
	POSTEST - PRETEST
Z	-2.831 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	.005

a. Wilcoxon Signed Ranks Test  
b. Based on negative ranks.

Hasil analisis statistik uji wilcoxon menunjukkan bahwa Z -2.831 dengan Asymp. Sig. (2-tailed) 0.005 dimana lebih kecil daripada 0.05 sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan pengembangan metode *plyometric virtual training* program berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan daya ledak pada atlet sprint 100 meter.

## 2. Uji Coba Instrumen Skala Luas

Uji coba skala luas dilakukan untuk melihat bagaimana efektivitas instrumen apabila diterapkan pada subjek sampel yang lebih banyak. Sampel yang digunakan untuk uji coba skala luas adalah dengan total responden sebanyak 121 responden. Adapun uji coba dilakukan di Sekolah Atletik Badak Pandeglang. Tahap uji coba skala luas dilakukan antara bulan Januari sampai dengan bulan Maret 2024. Dalam pengambilan data penelitian melibatkan 2 orang guru PJOK sebagai observer dan dua orang pembantu lapangan. Adapun hasil instrumen dan analisis pengembangan produk didapatkan berdasarkan dari hasil wawancara, observasi serta penyebaran instrumen analisis metode *plyometric virtual training* program untuk meningkatkan kecepatan dan daya ledak pada atlet sprint 100 meter. Adapun hasil penyebaran instrumen melalui skala *plyometric virtual training* menunjukkan hasil sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil *plyometric virtual training*

No.	Kategori	Interval	Frekuensi	Persentase
1.	Sangat Tinggi	117-106	15	12.40%
2.	Tinggi	105-94	34	28.10%
3.	Sedang	93-82	59	48.76%
4.	Rendah	81-70	13	10.74%
	Jumlah		121 responden	100%

Berdasarkan hasil analisis data tersebut, dari keseluruhan jumlah sampel yang berjumlah 121 responden di Sekolah Atletik Badak Pandeglang, terlihat bahwa metode *plyometric virtual training* program untuk meningkatkan kecepatan dan daya ledak pada atlet sprint 100 meter di kategorikan sangat tinggi sebanyak 15 responden (12.4%), kategori tinggi sebanyak 34 (28.1%), kategori sedang sebanyak 58 (48.76%), dan kategori rendah sebanyak 13 (10.74%). Setelah diketahui persentase tiap kategori, dapat disimpulkan bahwa metode *plyometric virtual training* program untuk meningkatkan kecepatan dan daya ledak pada atlet sprint 100 meter mayoritas berada pada kategori sedang sebesar (48.76%).

Tabel 8. Uji Reliabilitas Skala Besar

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.848	30

Berdasarkan keterangan gambar diatas dapat diketahui bahwa variabel *Cronbach's Alpha* > 0,6 yaitu 0.848 pada skala besar. Dengan demikian, variabel dapat dikatakan reliabel.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji coba produk baik skala kecil maupun skala luas menunjukkan bahwa Pengembangan "Metode Plyometric Virtual Training Program untuk Meningkatkan Kecepatan dan Daya Ledak pada Atlet Sprint 100 Meter" menunjukkan efektivitas yang signifikan. Produk yang sudah diujicobakan baik dalam skala terbatas maupun skala luas kemudian dilakukan revisi produk. Revisi produk dilakukan untuk menyempurnakan hasil pengembangan produk yaitu model instrumen penilaian pengembangan metode *plyometric training program* secara virtual untuk meningkatkan kecepatan dan daya ledak pada atlet sprint 100 meter yang valid dan reliabel. Hasil analisis memberikan keputusan untuk pengembangan dan revisi produk sebagai berikut:

1. Revisi awal dilakukan pada tahap perancangan dengan menyederhanakan instrumen dari awal semula sebanyak 44 butir pada instrumen observasi dan instrumen tes menjadi masing-masing 30 butir instrumen dengan alasan tidak diperlukan soal paralel karena sudah divalidasi.
2. Pada segi konstruk disederhanakan dari lima skala likert menjadi hanya empat skala dengan alasan agar tidak terjadi bias penilaian karena responden akan condong untuk memilih pilihan "tiga" atau tengah-tengah.

Revisi setelah tahap expert judgment adalah mengganti istilah-istilah yang terlalu profesional menjadi istilah yang sederhana sehingga responden mampu untuk menyelesaikan soal tes serta harus konsisten di dalam pengamatan hanya pada pembelajaran bukan pertandingan/latihan. Dengan demikian untuk instrumen observasi terdapat pengurangan jumlah butir dari 44 menjadi hanya 30 butir amatan saja

Studi terhadap produk akhir merupakan hasil yang diperoleh melalui berbagai tahapan yang telah dilakukan oleh peneliti dalam mengembangkan produk. Produk yang dihasilkan telah melalui tahap uji coba dan terbukti efektif dalam meningkatkan kecepatan dan daya ledak pada atlet sprint 100 meter. Produk akhir yang dihasilkan adalah sebuah metode plyometric virtual training yang dirancang untuk meningkatkan kecepatan dan daya ledak pada atlet sprint 100 meter. Tujuan akhir dalam penelitian pengembangan yaitu menghasilkan sebuah metode plyometric virtual training yang dirancang untuk meningkatkan kecepatan dan daya ledak pada atlet sprint 100 meter.

Pengembangan "Metode Plyometric Virtual Training Program untuk Meningkatkan Kecepatan dan Daya Ledak pada Atlet Sprint 100 Meter" akan dibandingkan dengan beberapa penelitian terdahulu yang relevan untuk menyoroti kontribusi dan keunikan hasil penelitian ini.

- a. Pendekatan Metodologis, Penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh (Rahman et al., 2023) berfokus pada latihan plyometric tradisional tanpa menggunakan teknologi virtual. Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa program plyometric efektif meningkatkan daya ledak dan kekuatan atlet. Namun, keterbatasan dalam fleksibilitas pelatihan menjadi sorotan. Sebaliknya, penelitian ini memperkenalkan metode virtual yang memungkinkan atlet untuk berlatih dengan cara yang lebih fleksibel dan personal. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi dapat menambah dimensi baru dalam pelatihan atlet.
- b. Efektivitas Program Pelatihan, Penelitian oleh (Fernando, 2022) menunjukkan bahwa pelatihan plyometric memberikan hasil signifikan dalam peningkatan kecepatan dan daya ledak. Namun, penelitian tersebut tidak mengeksplorasi aspek motivasi atlet dalam menjalani program. Dalam penelitian ini, umpan balik dari peserta menunjukkan peningkatan motivasi dan keterlibatan berkat elemen interaktif dari program virtual. Penelitian ini sejalan dengan (Castillo-Rodríguez et al., 2021) mengungkapkan bahwa kecepatan merupakan komponen penting dari latihan olahraga tim karena meningkatkan performa. Kecepatan lari cepat merupakan komponen penting dari olahraga berbasis lapangan (Lockie et al., 2020). Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya mendukung temuan sebelumnya tetapi juga menambahkan wawasan baru mengenai pentingnya motivasi dalam pelatihan.
- c. Variasi Teknik Pelatihan, Beberapa studi sebelumnya (Cahyono et al., 2018) menekankan pentingnya variasi dalam teknik plyometric untuk menghindari kebosanan dan memaksimalkan hasil. Namun, banyak dari studi tersebut tidak memasukkan komponen

teknologi. Penelitian ini menyoroti bagaimana metode virtual memungkinkan variasi teknik latihan yang lebih luas, memungkinkan atlet untuk memilih latihan yang sesuai dengan kebutuhan dan preferensi mereka. Ini menunjukkan bahwa teknologi tidak hanya mendukung, tetapi juga memperluas variasi pelatihan (Pipit Fitria Yulianto et al., 2022).

Implikasi Jangka Panjang, Sementara penelitian dari (Purnami & Dr. Mochamad Purnomo, S.Pd., 2019) meneliti mengenai cara mengukur dampak jangka pendek dari pelatihan plyometric, penelitian ini juga mencakup evaluasi potensi jangka panjang dari metode virtual. Dengan pemantauan yang lebih sistematis terhadap kemajuan atlet, penelitian ini berpotensi memberikan data yang lebih kaya mengenai efektivitas metode dalam jangka waktu yang lebih lama sesuai dengan penelitian (Sugiyono, 2020).

Berdasarkan hal tersebut, Komparasi dengan penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengembangan metode plyometric virtual training tidak hanya sejalan dengan temuan sebelumnya mengenai efektivitas plyometric dalam meningkatkan kinerja atlet, tetapi juga membawa perspektif baru dalam penggunaan teknologi untuk meningkatkan motivasi dan fleksibilitas pelatihan. Penelitian ini berkontribusi untuk memperkaya literatur mengenai pelatihan plyometric dan memberikan dasar untuk pengembangan program pelatihan yang lebih inovatif di masa depan

Secara keseluruhan, pengembangan produk "Metode Plyometric Virtual Training Program" menunjukkan potensi yang signifikan dalam meningkatkan kecepatan dan daya ledak atlet sprint. Namun, perhatian perlu diberikan pada tantangan yang dihadapi dan pentingnya dukungan teknologi untuk memaksimalkan efektivitas program ini.

Adapun hasil evaluasi produk dalam penelitian ini yang berjudul "Metode Plyometric Virtual Training Program untuk Meningkatkan Kecepatan dan Daya Ledak pada Atlet Sprint 100 Meter" adalah sebagai berikut :

1. Tahapan pertama dalam mengevaluasi hasil produk dalam penelitian ini adalah menentukan kriteria evaluasi bertujuan untuk menilai kualitas plyometric virtual training program yang dikembangkan, hal ini meliputi keakuratan program dalam menerapkan prinsip plyometric yang efektif untuk meningkatkan kecepatan dan daya ledak atlet sprint 100 meter. Dalam hal ini yang dievaluasi adalah mengenai penggunaan produk aplikasi yang telah dikembangkan. Poin pentingnya adalah mengenai kemudahan penggunaan aplikasi yang merupakan faktor kunci dalam menentukan sejauh mana atlet dapat mengakses dan memanfaatkan fitur aplikasi dengan efektif. Untuk mengevaluasi kemudahan penggunaan, dapat dilakukan survei atau wawancara dengan atlet mengenai aplikasi dan penggunaannya serta kejelasan instruksi yang diberikan dalam aplikasi. Selain itu, pengujian terhadap berbagai usia atau tingkat pengalaman atlet juga penting untuk menilai apakah aplikasi mudah dioperasikan oleh semua pengguna, dari pemula hingga yang lebih berpengalaman. Penilaian ini dapat menggunakan metode observasi langsung atau tes usability, seperti pengujian waktu yang diperlukan atlet untuk menyelesaikan serangkaian tugas dalam aplikasi
2. Tahapan kedua dalam mengevaluasi hasil produk yaitu memilih alat evaluasi, penting untuk memilih instrumen yang dapat mengukur efektivitas plyometric virtual training program dalam meningkatkan kecepatan dan daya ledak atlet sprint 100 meter. Dalam hal ini peneliti dapat melakukan alat evaluasi yang mencakup tes fisik objektif, seperti pengukuran waktu sprint dan tinggi lompatan untuk menilai peningkatan performa atlet. Selain itu, survei atau kuesioner dapat digunakan untuk mengumpulkan umpan balik subjektif dari atlet mengenai pengalaman mereka dengan aplikasi, seperti kemudahan penggunaan dan kualitas instruksi. Penggunaan teknologi, seperti aplikasi pelatihan juga dapat membantu melacak kemajuan atlet secara lebih rinci. Semua alat evaluasi ini perlu divalidasi untuk memastikan keakuratannya dan kemampuannya dalam mengukur hasil yang relevan, serta dianalisis untuk memberikan laporan yang komprehensif mengenai efektivitas program pelatihan.

Tahap terakhir dalam mengevaluasi dalam penelitian ini adalah dengan mengumpulkan data tentang respons atlet, prestasi yang dicapai, dan tanggapan terhadap pelatihan. Tahap terakhir evaluasi dalam penelitian ini melibatkan pengumpulan data terkait respons atlet, prestasi yang dicapai, dan tanggapan mereka terhadap pelatihan. Respons atlet diukur melalui survei atau wawancara mengenai kepuasan mereka terhadap aplikasi, kemudahan penggunaan,

serta kesesuaian program dengan tujuan pelatihan. Prestasi atlet dievaluasi dengan mengukur perubahan dalam kecepatan dan daya ledak melalui tes fisik sebelum dan sesudah program. Tanggapan terhadap pelatihan mencakup penilaian terhadap kualitas instruksi dan dampak latihan terhadap kemampuan fisik mereka. Data yang terkumpul akan dianalisis untuk mengidentifikasi sejauh mana program berhasil meningkatkan performa atlet, serta untuk memberikan dasar bagi perbaikan dan pengembangan lebih lanjut pada program pelatihan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa *Plyometric Virtual Training Program* yang dikembangkan berhasil menjadi solusi yang efektif dan inovatif untuk meningkatkan kecepatan, daya ledak, serta tingkat kepuasan atlet pelajar dalam cabang olahraga lari sprint 100 meter. Program ini menawarkan pendekatan pelatihan yang modern dan efisien, menjadikannya sebagai alternatif yang unggul untuk mendukung proses pembinaan atlet pelajar secara optimal dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aeles, J., & Vanwanseele, B. (2019). Do Stretch-Shortening Cycles Really Occur in the Medial Gastrocnemius? A Detailed Bilateral Analysis of the Muscle-Tendon Interaction During Jumping. *Frontiers in Physiology*, 10(December), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01504>
- Aloui, G., Hermassi, S., Khemiri, A., Bartels, T., Hayes, L. D., Bouhafs, E. G., Chelly, M. S., & Schwesig, R. (2021). An 8-week program of plyometrics and sprints with changes of direction improved anaerobic fitness in young male soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(19). <https://doi.org/10.3390/ijerph181910446>
- Beato, M., Bianchi, M., Coratella, G., Merlini, M., & Drust, B. (2018). Effects of Plyometric and Directional Training on Speed and Jump Performance in Elite Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(2), 289–296.
- Bedoya, A. A., Miltenberger, M. R., & Lopez, R. M. (2015). Plyometric Training Effects on Athletic Performance in Youth Soccer Athletes: A Systematic Review. In *Journal of Strength and Conditioning Research* (Vol. 29, Issue 8). <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000877>
- Behrens, M. (2014). Effect of Plyometric Training on Neural and Mechanical Properties of the Knee Extensor Muscles. *Journal of Sport Medicine*, 35(02), 101–109.
- Behrens, M., Mau-Moeller, A., Mueller, K., Heise, S., Gube, M., Beuster, N., Herlyn, P. K. E., Fischer, D. C., & Bruhn, S. (2016). Plyometric training improves voluntary activation and strength during isometric, concentric and eccentric contractions. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(2), 170–176. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.01.011>
- Cahyono, F. D., Wiriawan, O., & Setijono, H. (2018). Pengaruh Latihan Traditional Push Up, Plyometric Push Up, dan Incline Push Up Terhadap Kekuatan Otot Lengan, Power Otot Lengan, dan Daya Tahan Otot Lengan. *Jurnal SPORTIF : Jurnal Penelitian Pembelajaran*, 4(1), 54. [https://doi.org/10.29407/js\\_unpgri.v4i1.12004](https://doi.org/10.29407/js_unpgri.v4i1.12004)
- Castillo-Rodríguez, A., Fernández-García, J. C., Chinchilla-Minguet, J. L., & Carnero, E. Á. (2021). Relationship between muscular strength and sprints with changes of direction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(3), 725–732. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822602db>
- Chen, L., Zhang, Z., Huang, Z., Yang, Q., Gao, C., Ji, H., Sun, J., & Li, D. (2023). Meta-Analysis of the Effects of Plyometric Training on Lower Limb Explosive Strength in Adolescent Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3).

- <https://doi.org/10.3390/ijerph20031849>
- Davies, G., Riemann, B. L., & Manske, R. (2015). Current Concepts of Plyometric Exercise. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 760–786.
- de Campos, D., Orssatto, L. B. R., Trajano, G. S., Herzog, W., & Fontana, H. de B. (2022). Residual force enhancement in human skeletal muscles: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*, 11(1), 94–103. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.05.006>
- Düking, P., Holmberg, H., & Sperlich, B. (2018). The Potential Usefulness of Virtual Reality Systems for Athletes: A Short SWOT Analysis. *Frontier in Physiology*, 9(March), 1–4. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00128>
- Fariz, M., & Putra, P. (2019). *Jurnal Keolahragaan Gambaran kapasitas fisik atlet Papua : Kajian menuju PON XX Papua Profile of Papua athlete physical capability : Study towards Papua PON XX*. 7(2), 135–145.
- Fernando, J. (2022). *Jurnal Olahraga dan Kesehatan Indonesia ( JOKI )* available online at <https://jurnal.stokbinaguna.ac.id/index.php/jok> MEDIA PEMBELAJARAN BOLA VOLI INTERAKTIF. *Jurnal Olahraga Dan Kesehatan Indonesia ( JOKI )*, 2, 94–99.
- Gunadi, D., Kuncoro, B., Tunas, U., & Surakarta, P. (2020). *IMPLEMENTASI PENERAPAN MODEL LATIHAN PROGRESIF PADA*. 1(3), 216–221.
- Gunawan, S., Santoso, E. B., & Mastan, S. A. (2020). Analisis Perbedaan Metode Pembelajaran Konvensional Dan Active Learning Mahasiswa Akuntansi Universitas Ciputra. *Media Akuntansi Dan Perpajakan Indonesia*, 1(1), 75–86. <https://doi.org/10.37715/mapi.v1i1.1402>
- Heywood, S. E., Mentiplay, B. F., Rahmann, A. E., McClelland, J. A., Geigle, P. R., Bower, K. J., & Clark, R. A. (2022). The Effectiveness of Aquatic Plyometric Training in Improving Strength, Jumping, and Sprinting: A Systematic Review. *Journal Sport Rehabilitation*, 31(1), 85–98. <https://doi.org/doi:10.1123/jsr.2020-0432>
- Indrawan, A. P., Wahjoedi, & Suratmin. (2021). Pengaruh Pelatihan Pliometrik dan Kecepatan Terhadap Daya Ledak Otot Tungkai Pemain Bola Voli Putri SMP. *Jurnal Penjakora*, 8(April), 44–52.
- Ismaryati. (2018). *Tes Pengukuran Olahraga*. Uns Press.
- Kim, S., Rhi, S. Y., Kim, J., & Chung, J. S. (2022). Plyometric training effects on physical fitness and muscle damage in high school baseball players. *Physical Activity and Nutrition*, 26(1), 1–7. <https://doi.org/10.20463/pan.2022.0001>
- 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). <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00550-8>
- Kubo, K., Ishigaki, T., & Ikebukuro, T. (2017). Effects of plyometric and isometric training on muscle and tendon stiffness in vivo. *Physiological Reports*, 5(15), 1–13. <https://doi.org/10.14814/phy2.13374>
- Laurent, C., Baudry, S., & Duchateau, J. (2020). Comparison of Plyometric Training With Two Different Jumping Techniques on Achilles Tendon Properties and Jump Performances. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(6), 1503–1510. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003604>
- Lobato, Danie. F., Teixeira, V. A., Froes, I., Donzeli, M. A., & Bertocello, D. (2021). A comparison of

- the effects of plyometric and virtual training on physical and functional performance: A randomized, controlled, clinical trial. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 61(1), 27–36. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.20.10882-X>
- Lockie, R. G., Jalilvand, F., Callaghan, S. J., Jeffriess, M. D., & Murphy, A. J. (2020). Interaction between leg muscle performance and sprint acceleration kinematics. *Journal of Human Kinetics*, 49(1), 65–74. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0109>
- Makaruk, H., Starzak, M., Suchecki, B., Czaplicki, M., & Stojiljković, N. (2020). The effects of assisted and resisted plyometric training programs on vertical jump performance in adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Science and Medicine*, 19(2), 347–357.
- Marzouki, H., Dridi, R., Ouergui, I., Selmi, O., Mbarki, R., Klai, R., Bouhleb, E., Weiss, K., & Knechtle, B. (2022). Effects of Surface-Type Plyometric Training on Physical Fitness in Schoolchildren of Both Sexes: A Randomized Controlled Intervention. *Biology*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/biology11071035>
- McKinlay, B. J., Wallace, P., Dotan, R., Long, D., Tokuno, C., Gabriel, D. A., & 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(11), 3039–3050.
- Moran, J., Sandercock, G. R. H., Ramírez-Campillo, R., Todd, O., Collison, J., & Parry, D. A. (2017). Maturation-related effect of low-dose plyometric training on performance in youth hockey players. *Pediatric Exercise Science*, 29(2), 194–202. <https://doi.org/10.1123/pes.2016-0151>
- Pipit Fitria Yulianto, Aan Budi Santoso, Kodrad Budiyo, Narbito, R. S., & Hartini. (2022). Implementasi Metode Latihan Audio Visual Dan Latihan Variasi Dalam Permainan Sepakbola Pada Atlet Putra Usia 14 – 16 Tahun Klub Junior Soccer Academy Sukoharjo Tahun 2021. *Proficio*, 3(1), 6–11. <https://doi.org/10.36728/jpf.v3i1.1757>
- Purnami, A. F. H., & Dr. Mochamad Purnomo, S.Pd., M. K. (2019). Pengaruh Latihan Plyometric Terhadap Kemampuan Kecepatan, Power, Dan Kelincahan. *Jurnal Prestasi Olahraga*, 2(2), 1–7.
- Qi, F., Kong, Z., Xiao, T., Leong, K., Zschorlich, V. R., & Zou, L. (2019). Effects of combined training on physical fitness and anthropometric measures among boys aged 8 to 12 years in the physical education setting. *Sustainability (Switzerland)*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/su11051219>
- Radnor, J. M., Lloyd, R., & Oliver, J. (2016). Individual Response to Different Forms of Resistance Training in School Aged Boys. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(June), 787–797. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001527>
- Rahman, F., Cahyadi, M. M., Jasmine, S. A., Larasati, L., Ayu, A. S., & Pristianto, A. (2023). Penerapan Model Latihan Plyometric Untuk Meningkatkan Daya Kelincahan Pada Komunitas Sepatu Roda Voodoo. *Jurnal Pustaka Mitra (Pusat Akses Kajian Mengabdikan Terhadap Masyarakat)*, 3(5), 233–237. <https://doi.org/10.55382/jurnalpustakamitra.v3i5.627>
- Ramirez-Campillo, R., Álvarez, C., García-Hermoso, A., Ramírez-Vélez, R., Gentil, P., Asadi, A., Chaabene, H., Moran, J., Meylan, C., García-de-Alcaraz, A., Sanchez-Sanchez, J., Nakamura, F. Y., Granacher, U., Kraemer, W., & Izquierdo, M. (2018). Methodological Characteristics and Future Directions for Plyometric Jump Training Research: A Scoping Review. *Sports Medicine*, 48(5), 1059–1081. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0870-z>
- 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-delaCruz, 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). <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00431-0>
- Reno, R., Iyakrus, I., Usra, M., Hartati, H., Yusfi, H., & Bayu, W. I. (2022). Pengembangan Model Program Latihan Untuk Meningkatkan Kebugaran Fisik Atlet Atletik. *Bravo's Jurnal Program Studi Pendidikan Jasmani Dan Kesehatan*, 10(2), 89. <https://doi.org/10.32682/bravos.v10i2.2426>
- Sobarna, A., Hambali, S., Paramitha, S. T., Shafie, M. S., & Ramadhan, M. G. (2023). The Effect of Training Stride Length and Stride Frequency on Increasing Sprint Speed. *Migration Letters*, 20(6), 1122–1136. <https://doi.org/10.59670/ml.v20i6.5079>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Medicine*, 48(4), 765–785. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>
- Sugiyono. (2020). *Metode penelitian manajemen* (Issue April).
- Sukendro, Ely Yuliawan, . (2019). *Dasar-Dasar Atletik*.
- Swanik, K. A., Thomas, S. J., Struminger, A. H., Huxel, K. C. B., Kelly, J. D., & Swanik, C. B. (2016). The effect of shoulder plyometric training on amortization time and upper-extremity kinematics. *Journal of Sport Rehabilitation*, 25(4), 315–323. <https://doi.org/10.1123/jsr.2015-0005>
- Verkhoshansky, N. (2018). Shock method and plyometrics. *Central Virginia Sport Performance*, 75.
- Watkins, C. M., Storey, A. G., Mcguigan, M. R., & Gill, N. D. (2021). Implementation and Efficacy of Plyometric Training: Bridging the Gap Between Practice and Research. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(5), 1244–1255.
- Wiarso, G. (2013). *Atletik*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Widiastuti. (2017). *Tes dan Pengukuran Olahraga* (2nd ed.). Rajawali Pers.
- Yudi, A. A., Charis, S. I., & Mariati, S. (2019). Pengaruh Latihan Plyometric Terhadap Kemampuan Lompat Jauh. *Jurnal Performa*, 4(1), 2528–6102.
- Zriah, N. (2017). *Metodologi penelitian sosial dan pendidikan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.